



Estudo do Uso dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí



REV.	DATA	MODIFICAÇÃO	CLIENTE	
			VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
1	18/06/2020	Revisão Geral		
0	24/04/2020	Emissão Inicial		



ESTUDO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORUMBATAÍ

RELATÓRIO FINAL VOLUME I – TOMO I

ELABORADO: A.B.S./C.H.S./M.F.D./N.F.I.		APROVADO: Marcos Oliveira Godoi ART Nº 28027230190084305 CREA Nº 0605018477-SP		
VERIFICADO: J.M.J.		COORDENADOR GERAL: Maria Bernardete Sousa Sender ART Nº 28027230190069434 CREA Nº 0601694180-SP		
Nº (CLIENTE):		DATA:	18/06//2020	FOLHA:
Nº ENGECORPS:	1395-FAP-01-RH-RT-0005	REVISÃO:	R1	1/186

FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ

Estudo do Uso dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí Visando Estabelecer Cenários e Planejamento das Alternativas de Abastecimento de Água para os Municípios Pertencentes a esta Bacia

RELATÓRIO FINAL

VOLUME I - TOMO I

ENGECORPS ENGENHARIA S.A.

1395-FAP-01-RH-RT-0005

Junho / 2020

Fundação Agência das Bacias PCJ

R. Alfredo Guedes, 1949 Higienópolis

Piracicaba – SP CEP 13416-901

Endereço eletrônico: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/index.php>

Equipe - Coordenação

Agência PCJ/Coordenação de Projetos

Patrícia Gobet de Aguiar Barufaldi - Diretora Técnica

Elaine Franco de Campos - Coordenadora de Projetos

Gerenciadora da Coordenação de Projetos:

Empresa Novaes Engenharia e Construções LTDA.

Grupo Técnico de Acompanhamento

Prefeitura Municipal de Analândia

Prefeitura Municipal de Charqueada

Prefeitura Municipal de Cordeirópolis

Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE Cordeirópolis

Prefeitura Municipal de Corumbataí

Prefeitura Municipal de Ipeúna

Prefeitura Municipal de Itirapina

Serviço Municipal de Água e Esgoto - SEMAE Piracicaba

Prefeitura Municipal de Rio Claro

Departamento Autônomo de Água e Esgoto - DAAE Rio Claro

Prefeitura Municipal de Santa Gertrudes

BRK Ambiental – Santa Gertrudes

Elaboração e Execução - Engecorps Engenharia

Marcos Oliveira Godoi – Diretor Técnico

Maria Bernardete Sousa Sender – Coordenadora Geral

José Manoel de Moraes Jr – Coordenador Técnico

Membros da Equipe Técnica Executora

Adriana Gonçalves Costa

Aída Maria Pereira Andreazza

Alberto Lang Filho

Alessandro Hirata

André Luiz Bonacin Silva

Christiane Spörl

Cristiano Roberto de Souza

Eduardo Kohn

Fernando Garcia

Henrique Alessandro de Almeida Ramos

Marcos Antonio Gonçalves

Miguel Fontes de Souza

Natalia Fischer

Nelma Cristina Mendonça

Rafael Simione Poppe

Raissa Martins Lourenço

Raquel Chinaglia Pereira dos Santos

Sibele Lima Dantas

Fundação Agência das Bacias PCJ.
Estudo do Uso dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio
Corumbataí visando estabelecer cenários e planejamento das alternativas
de abastecimento de água para os municípios pertencentes a esta bacia.
Relatório Final. Piracicaba, 2020.

793 p.: il.

-
1. Recursos Hídricos 2. Abastecimento de Água 3. Enfrentamento
ao desabastecimento de água

LISTA DE FIGURAS VOLUME I – TOMO I

FIGURA 1.1 – GRANDES EIXOS DE ANÁLISE DO DIAGNÓSTICO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	15
FIGURA 3.1 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	21
FIGURA 3.2 – ACESSOS E INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	24
FIGURA 3.3 – DADOS CLIMATOLÓGICOS E PLUVIOSIDADE NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	25
FIGURA 3.4 – REDE HIDROGRÁFICA DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	27
FIGURA 3.5 – FINAL DO RIO CABEÇA ONDE DEPOIS DE 200M ENCONTRA COM AS AGUAS DO RIO PASSA CINCO	28
FIGURA 3.6 – RIO CABEÇA, TRECHO DE CORREDEIRAS E MUITAS PEDRAS	28
FIGURA 3.7 – RIO CORUMBATAÍ, NO SEU ALTO CURSO, TRECHO COM MUITAS CORREDEIRAS EM ANALÂNDIA	28
FIGURA 3.8 – RIO CORUMBATAÍ, NO SEU MÉDIO CURSO, COM EROSÃO NAS MARGENS E MUITOS BANCOS DE AREIA	28
FIGURA 3.9 – RIBEIRÃO CLARO MATA CILIAR EM BOM ESTADO DE CONSERVAÇÃO	29
FIGURA 3.10 – RIO PASSA CINCO, PRÓXIMO A CONFLUÊNCIA COM RIO CORUMBATAÍ	29
FIGURA 3.11 – RIO PIRAPETINGA, NO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA, TRECHOS DESPROVIDOS DE MATA CILIAR	30
FIGURA 3.12 – RIO CORUMBATAÍ, NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO, TRECHO DESPROVIDO DE MATA CILIAR, COM SOLO COMPACTADO E INTENSO PROCESSO EROSIVO NAS MARGENS, CONTRIBUINDO PARA O ASSOREAMENTO	30
FIGURA 3.13 – PROCESSOS EROSIVOS NAS MARGENS E ASSOREAMENTO NO RIO PASSA CINCO, TRECHO CORRESPONDENTE AO MUNICÍPIO DE IPEÚN	30
FIGURA 3.14 – RIO PASSA CINCO, NO MUNICÍPIO DE IPEÚNA, UMA DAS MARGENS COM MATA CILIAR CONSERVADA, E NA OUTRA MARGEM, SEM ESSA PROTEÇÃO APRESENTA SINAIS DE ASSOREAMENTO	30
FIGURA 3.15 – MAPA GEOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORUMBATAÍ (CPRM, 2005)	32
FIGURA 3.16 – MAPA GEOLÓGICO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ (DAEE & UNESP, 1980)	36
FIGURA 3.17 – MAPA DAS PROVÍNCIAS GEOMORFOLÓGICAS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	39
FIGURA 3.18 – MAPA PEDOLÓGICO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	42
FIGURA 3.19 – MAPA DAS UNIDADES AQUIFERAS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	44
FIGURA 3.20 – PERFIL - UNIDADES AQUIFERAS E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	45
FIGURA 3.21 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COBERTURA VEGETAL NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	54
FIGURA 3.22 – LIMITES NORMATIVOS DAS ÁREAS PROTEGIDAS (UCS E APPS) NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	59
FIGURA 3.23 – RIO DA CABEÇA, NO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA, APP DESPROVIDA DE VEGETAÇÃO NATIVA	60
FIGURA 3.24 – RIO CORUMBATAÍ, NO MUNICÍPIO DE ANALÂNDIA, APP COM MATA CILIAR BEM PRESERVADA	60
FIGURA 3.25 – DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO INSERIDA NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ EM 2010	64
FIGURA 3.26 – FAIXAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL	65
FIGURA 3.27 – MAPA DE INDICADORES SOCIAIS - IPVS, IPRS E IDHM NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	67
FIGURA 3.28 – SOLO EXPOSTO NAS MARGENS DO RIO CORUMBATAÍ, NUMA ÁREA DE PASTAGEM NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO	76
FIGURA 3.29 – PERDA DE SOLO NAS MARGENS DO RIO CORUMBATAÍ, NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO	76
FIGURA 3.30 – ÁREAS DE FRAGILIDADES SUJEITAS À EROSÃO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	79
FIGURA 3.31 – EROSÃO NAS MARGENS DO RIO CORUMBATAÍ, NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO	80
FIGURA 3.32 – ASSOREAMENTO NAS MARGENS DO RIO CORUMBATAÍ, NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO	80

FIGURA 3.33 – ALUNOS DA REDE PÚBLICA E PARTICULAR DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO PARTICIPANDO DO PLANTIO DE MUDAS DE ÁRVORES FRUTÍFERAS EM 10/06/2019 NAS MARGENS DO RIO CORUMBATAÍ.....	81
FIGURA 3.34 – ALUNOS DA REDE PÚBLICA E PARTICULAR DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO PARTICIPANDO DO PLANTIO DE MUDAS DE ÁRVORES FRUTÍFERAS EM 10/06/2019 NAS MARGENS DO RIO CORUMBATAÍ.....	81
FIGURA 4.1 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	87
ÁREA URBANA COM BASE NA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS PCJ	89
ÁREA URBANA DETALHADA NO PRESENTE ESTUDO	89
FIGURA 4.2 – COMPARAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DA “ÁREA URBANA” NOS DOIS MAPEAMENTOS (SITUAÇÃO A)	89
ÁREA URBANIZADA COM BASE NA REVISÃO DO PLANO DAS BACIAS PCJ	90
ÁREA URBANIZADA DETALHADA NO PRESENTE ESTUDO	90
FIGURA 4.3 – COMPARAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DA “ÁREA URBANA” NOS DOIS MAPEAMENTOS (SITUAÇÃO B)	90
FIGURA 4.4 – CLASSE “RESIDÊNCIA IRREGULAR” IDENTIFICADA NO DISTRITO DE SANTA TEREZINHA.....	92
FIGURA 4.5 – OCUPAÇÃO E USO DO SOLO INTENSIVO PRÓXIMO ÀS APPS E OCUPAÇÕES IRREGULARES.....	94
FIGURA 4.6 – ÁREA INTRAURBANA DOS MUNICÍPIOS DE RIO CLARO E SANTA GERTRUDES	97
FIGURA 4.7 – ÁREA INTRAURBANA DOS MUNICÍPIOS DE ANALÂNDIA, CORUMBATAÍ, ITIRAPINA, IPEÚNA, CHARQUEADA, E O DISTRITO DE SANTA TEREZINHA DE PIRACICABA	98
FIGURA 4.8 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ PARA OS DOIS PERÍODOS ANALISADOS, 2000 E 2017	102
FIGURA 4.9 – DIAGRAMA SANKEY DAS TRANSIÇÕES OCORRIDAS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	103
FIGURA 4.10 – VETORES DE EXPANSÃO URBANA E DA AGRICULTURA NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	104
FIGURA 5.1 – DELIMITAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E SUAS RELAÇÕES COM O SANEAMENTO BÁSICO	108
FIGURA 5.2 – MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ CLASSIFICADOS DE ACORDO COM A CATEGORIA DO OPERADOR DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO.....	112
FIGURA 5.3 – CAPACIDADE NOMINAL DE TRATAMENTO DAS ETAS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	113
FIGURA 5.4 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	116
FIGURA 5.5 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ANALÂNDIA	118
FIGURA 5.6 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CHARQUEADA	121
FIGURA 5.7 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CORDEIRÓPOLIS.....	125
FIGURA 5.8 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CORUMBATAÍ	126
FIGURA 5.9 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE IPEÚNA.....	130
FIGURA 5.10 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ITIRAPINA	134
FIGURA 5.11 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PIRACICABA	138
FIGURA 5.12 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PIRACICABA	139
FIGURA 5.13 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE RIO CLARO.....	142
FIGURA 5.14 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SANTA GERTRUDES.....	145
FIGURA 5.15 – MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ CLASSIFICADOS DE ACORDO COM A CATEGORIA DO OPERADOR DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	148
FIGURA 5.16 – ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS LOCALIZADAS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	150
FIGURA 5.17 – DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE VAZÃO DE PROJETO PARA AS ETES DOS MUNICÍPIOS ESTUDADOS	151
FIGURA 5.18 – DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE LANÇAMENTO INSERIDOS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	153
FIGURA 5.19 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE ANALÂNDIA.....	155
FIGURA 5.20 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE CHARQUEADA	157

FIGURA 5.21 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE CORDEIRÓPOLIS	158
FIGURA 5.22 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE CORUMBATAÍ.....	160
FIGURA 5.23 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE IPEÚNA	162
FIGURA 5.24 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE ITIRAPINA	163
FIGURA 5.25 – DETALHE DOS SISTEMAS ISOLADOS DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA QUE MARGEIAM A ÁREA DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	165
FIGURA 5.26 – DETALHE DOS SISTEMAS ISOLADOS DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA QUE MARGEIAM A ÁREA DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	166
FIGURA 5.27 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE RIO CLARO	172
FIGURA 5.28 – SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE SANTA GERTRUDES	174
FIGURA 5.29 – VOLUME GERADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SEU DESTINO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	176
FIGURA 5.30 – LOCALIDADE DOS EVENTOS EXTREMOS DE ORIGEM HÍDRICA NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	179
FIGURA 5.31 – NÚMERO DE CASOS DE DIARREIA POR MUNICÍPIO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2015	185

LISTA DE TABELAS VOLUME I – TOMO I

TABELA 3.1 – ÁREA URBANA E RURAL DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ – SEDES E DISTRITOS.....	20
TABELA 3.2 – SUB-BACIAS/ ZONAS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	28
TABELA 3.3 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS POR ZONA NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	33
TABELA 3.4 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS POR ZONA NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	37
TABELA 3.5 – SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS REGIONAIS DAS PRINCIPAIS UNIDADES AQUÍFERAS PRESENTES NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	47
TABELA 3.6 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES AQUÍFERAS POR ZONA DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ....	51
TABELA 3.7 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES AQUÍFERAS POR MUNICÍPIO – APENAS NA ÁREA DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	52
TABELA 3.8 – VEGETAÇÃO REMANESCENTE NAS ZONAS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	55
TABELA 3.9 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	57
TABELA 3.10 – PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DE ÁREAS PROTEGIDAS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	58
TABELA 3.11 – POPULAÇÃO TOTAL, URBANA E RURAL DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	61
TABELA 3.12 – POPULAÇÃO DOS DISTRITOS DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	62
TABELA 3.13 – POPULAÇÃO URBANA E RURAL POR ZONA (SUB-BACIA) NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	62
TABELA 3.14 – CLASSIFICAÇÃO DO IPRS E SUA RELAÇÃO COM A DIMENSÃO DA ECONOMIA, DA SAÚDE E DA EDUCAÇÃO	65
TABELA 3.15 – CLASSIFICAÇÃO DO IPVS E SUA RELAÇÃO COM A DIMENSÃO SOCIOECONÔMICA E DO CICLO FAMILIAR.....	66
TABELA 3.16 – CONSUMO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA (KWH) POR MUNICÍPIO	68
TABELA 3.17 – INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA POR MUNICÍPIO	68
TABELA 3.18 – VALOR ADICIONADO DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	69
TABELA 3.19 – EFETIVO DOS REBANHOS, ÁREA PLANTADA DE CANA-DE-AÇÚCAR E DE LARANJA NOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO CORUMBATAÍ	71
TABELA 3.20 – ÁREA CULTIVADA DE CANA-DE-AÇÚCAR NOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO CORUMBATAÍ ..	71
TABELA 3.21 – PRODUÇÃO DE LENHA E MADEIRA EM TORA NOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	73
TABELA 4.1 – CLASSES E ÁREAS DE USO DO SOLO DIVIDIDOS POR ZONAS	86
TABELA 4.2 – CLASSES E ÁREAS DE USO E OCUPAÇÃO URBANA DETALHADA	90
TABELA 4.3 – DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	99
TABELA 4.4 – MATRIZ DE TRANSIÇÃO DOS MAPAS DE USO DO SOLO 2000 – 2017 - BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	100
TABELA 5.1 – OPERADORES DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO NOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ E CONTATOS DAS VISITAS TÉCNICAS	109
TABELA 5.2 – SITUAÇÃO DA OPERAÇÃO DOS SISTEMAS MUNICIPAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	111
TABELA 5.3 – INFORMAÇÕES SOBRE AS ETAS E SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.....	114
TABELA 5.4 – FONTES DE ABASTECIMENTO NOS MUNICÍPIOS	115
TABELA 5.5 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ANALÂNDIA.....	117
TABELA 5.6 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ANALÂNDIA.....	119
TABELA 5.7 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CHARQUEADA.....	120
TABELA 5.8 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE CHARQUEADA	122

TABELA 5.9 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CORDEIRÓPOLIS	123
TABELA 5.10 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE CORDEIRÓPOLIS	123
TABELA 5.11 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CORUMBATAÍ	127
TABELA 5.12 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE CORUMBATAÍ	127
TABELA 5.13 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE IPEÚNA	129
TABELA 5.14 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE IPEÚNA	129
TABELA 5.15 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ITIRAPINA	132
TABELA 5.16 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ITIRAPINA	135
TABELA 5.17 – CAPTAÇÕES E DISTRITOS ATENDIDOS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PIRACICABA	136
TABELA 5.18 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE PIRACICABA	137
TABELA 5.19 – CAPTAÇÕES E DISTRITOS ATENDIDOS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE RIO CLARO	141
TABELA 5.20 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE RIO CLARO	143
TABELA 5.21 – CAPTAÇÕES E DISTRITOS ATENDIDOS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SANTA GERTRUDES	144
TABELA 5.22 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE SANTA GERTRUDES	146
TABELA 5.23 – SITUAÇÃO DA OPERAÇÃO DOS SISTEMAS MUNICIPAIS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	147
TABELA 5.24 – ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS LOCALIZADAS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	149
TABELA 5.25 – INDICADORES MUNICIPAIS PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	152
TABELA 5.26 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE ANALÂNDIA	154
TABELA 5.27 – INDICADORES PARA AS ETES DE CHARQUEADA	156
TABELA 5.28 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE CORDEIRÓPOLIS	156
TABELA 5.29 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE CORUMBATAÍ	159
TABELA 5.30 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE IPEÚNA	159
TABELA 5.31 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE ITIRAPINA	161
TABELA 5.32 – ATUALIZAÇÃO DO STATUS OPERACIONAL DAS ETES DESATIVADAS DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA	164
TABELA 5.33 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS VILA BELÉM, SANTANA, SANTA OLÍMPIA I E SANTA OLÍMPIA II	167
TABELA 5.34 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS QUE ATENDEM O DISTRITO DE SANTA TEREZINHA DE PIRACICABA	168
TABELA 5.35 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS QUE ATENDEM A SEDE DE PIRACICABA	168
TABELA 5.36 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS DE IBITIRUNA, TUPI, TANQUINHO, ARTEMIS E ANHUMAS	169
TABELA 5.37 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS QUE ATENDEM O DISTRITO DE SANTA TEREZINHA DE PIRACICABA	169
TABELA 5.38 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS QUE ATENDEM A SEDE DE RIO CLARO	170
TABELA 5.39 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS DE AJAPI, FERRAZ E ASSISTÊNCIA	171
TABELA 5.40 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE SANTA GERTRUDES	173
TABELA 5.41 – DADOS SOBRE OS SISTEMAS MUNICIPAIS DE MANEJO DE RESÍDUOS	175

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Área de Contribuição
ANA – Agência Nacional de Águas
APA – Área de Proteção Ambiental
APP – Área de Proteção Permanente
BEDA – Bovinos Equivalentes para a Demanda de Água
Cetesb – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica
ETA – Estação de Tratamento de Água
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
GAD – Grau de Atendimento à Demanda
IAC – Instituto Agrônomo de Campinas
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
IPRS – Índice Paulista de Responsabilidade Social
IPVS – Índice Paulista de Vulnerabilidade Social
PDC – Programas de Duração Continuada
PIB – Produto Interno Bruto
PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico
PRS - Plano de Resíduos Sólidos
PSA – Pagamento por Serviços Ambientais
SAG – Sistema Aquífero Guarani
SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIS – Sistema Nacional de Informações em Saneamento
TGCA – Taxas Geométricas de Crescimento Anual
UC – Unidade de Conservação
UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

LISTA DE DEFINIÇÕES

- ✓ UGRHI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos): trata-se da unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento desenvolvida na Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991). Neste caso, refere-se à UGRHI 5 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí;
- ✓ Bacia Hidrográfica: trata-se da região compreendida por um território e por diversos cursos d'água. Neste caso, refere-se à Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí, com uma área territorial de 1.719,46 km²;
- ✓ Zona: corresponde as 5 sub-bacias do Rio Corumbataí definidas no Diagnóstico da Agência das Bacias PCJ (COBRAPE, 2010) e ajustados seus limites na revisão deste Plano (Consórcio Profil e Rhama, 2018). Neste caso, referem-se às zonas de número 17, 18, 19, 20 e 21. Esta divisão em zonas teve como critérios: foz de rio principal (entrega de água), manancial presente ou futuro a preservar, montante de importante captação de abastecimento público, jusante de importante lançamento de efluentes e ou de efluentes industriais, uso do solo, e unidades de conservação.
- ✓ Área de Contribuição (AC): o maior nível de detalhamento, ou seja, a segmentação onde são observadas as menores áreas. Corresponde às áreas de contribuição hidrográfica otocodificadas da ANA, as quais totalizam 21 unidades na Bacia do Rio Corumbataí. Cabe salientar que toda modelagem do SSD (Sistema de Suporte à Decisão) das Bacias PCJ é segmentada nessas ACs.
- ✓ Unidade aquífera: aquífero é uma formação geológica com capacidade de armazenamento e circulação de águas subterrâneas. As unidades aquíferas são conjuntos de litotipos (rochas) com características geológico-hidrogeológicas próprias, sendo que as principais unidades aflorantes na Bacia do Rio Corumbataí são o Guarani e Tubarão, além do Passa Dois (aquitarde); áreas menores são associadas a rochas ígneas básicas (basaltos, diabásios) e terrenos sedimentares terciários a recentes.
- ✓ Município: trata-se das unidades autônomas dentro da organização político-administrativa do Brasil. Neste caso, referem-se àqueles que se apropriam dos mananciais da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí para uso consuntivo (doméstico, industrial, irrigação ou aquicultura), são eles: Piracicaba, Rio Claro, Santa Gertrudes, Corumbataí, Cordeirópolis, Analândia, Ipeúna, Itirapina e Charqueada.
- ✓ Setor Censitário: é unidade territorial de coleta das operações censitárias, definido pelo IBGE, com limites físicos identificados, em áreas contínuas e respeitando a divisão político-administrativa do Brasil.

SUMÁRIO

VOLUME I - DIAGNÓSTICO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

TOMO I

1.	APRESENTAÇÃO	14
2.	COLETA E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS.....	17
2.1	DADOS EXISTENTES PARA A BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	17
3.	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ	20
3.1	ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESTUDO	20
3.2	LOCALIZAÇÃO E ACESSOS.....	22
3.3	ASPECTOS FÍSICOS.....	23
3.4	ASPECTOS BIÓTICOS	53
3.5	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	60
4.	ESTUDO DA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	82
4.1	MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – SITUAÇÃO ATUAL	82
4.2	DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – ÚLTIMOS 20 ANOS.....	96
5.	SITUAÇÃO ATUAL DO SISTEMA DE SANEAMENTO BÁSICO E DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	106
5.1	SITUAÇÃO ATUAL DO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO	106

TOMO II

5.2	SITUAÇÃO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS (OFERTA E DEMANDA)	201
5.3	GESTÃO DAS ÁGUAS.....	301
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	334
	ANEXO I – FORMULÁRIOS – VISITA TÉCNICA – ÁGUA.....	336
	ANEXO II – FORMULÁRIOS – VISITA TÉCNICA – ESGOTO	361
	ANEXO III – RESULTADOS DAS ANÁLISES DE QUALIDADE DA ÁGUA REALIZADAS	
	ANEXO IV – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO – LEVANTAMENTO DE CAMPO	382
	ANEXO V – REGISTRO DAS VISITAS TÉCNICAS (FOTOS E LISTA DE PRESENÇA).....	397

VOLUME II - ALTERNATIVAS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA

1.	APRESENTAÇÃO	16
2.	PROJEÇÃO DOS USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS	17
2.1	INTRODUÇÃO.....	17
2.2	USO PARA ABASTECIMENTO HUMANO	17
2.3	USO PARA AGRICULTURA IRRIGADA.....	25
2.4	USO PARA INDÚSTRIA	26
2.5	USO PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL.....	26
2.6	SÍNTESE DAS DEMANDAS PROJETADAS	27
2.7	BALANÇO HÍDRICO PARA OS ANOS DE 2030 E 2040.....	32
3.	ANÁLISE DE CRITICIDADE DOS MANANCIAIS	37
3.1	ESTUDO DE GARANTIA DE SUPRIMENTO HÍDRICO	37
3.2	ANÁLISE DE SEGURANÇA HÍDRICA DOS MANANCIAIS UTILIZADOS	41

3.3	ANÁLISE DE VULNERABILIDADE DOS MANANCIAIS UTILIZADOS	64
4.	ANÁLISE DE CRITICIDADE DOS SISTEMAS PRODUTORES DE ÁGUA	85
4.1	ANÁLISE DE CRITICIDADE QUANTITATIVA DO SISTEMA PRODUTOR	85
4.2	ANÁLISE DE CRITICIDADE QUALITATIVA DO SISTEMA PRODUTOR	100
5.	SÍNTESE DOS INDICADORES (CRITICIDADE E VULNERABILIDADE)	113
6.	ALTERNATIVAS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA	116
6.1	CONDICIONANTES GERAIS	116
6.2	POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO	116
6.3	POTENCIAL DE AUMENTO DA DISPONIBILIDADE POR REGULARIZAÇÃO	152
6.4	POTENCIAL DE EXPLOTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	185
7.	IDENTIFICAÇÃO DAS AÇÕES E INTERVENÇÕES NECESSÁRIAS	216
7.1	ESCOLHA DA ALTERNATIVA VIÁVEL PARA AUMENTO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	216
7.2	SÍNTESE DAS CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES A NÍVEL MUNICIPAL	219
8.	FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE AÇÕES	229
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	249

ANEXO I – MEMÓRIA DE CÁLCULO – DEMANDAS ABASTECIMENTO POR MUNICÍPIO.....	253
ANEXO II – MEMÓRIA DE CÁLCULO – DEMANDAS ABASTECIMENTO POR ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO.....	255
ANEXO III – MEMÓRIA DE CÁLCULO - DHSM.....	258
ANEXO IV – MEMÓRIA DE CÁLCULO – PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS ALTERNATIVAS DE REÚSO	263

VOLUME III - DEFINIÇÃO DA ALTERNATIVA VIÁVEL

1.	APRESENTAÇÃO	13
2.	CONCEPÇÃO E PRÉ-DIMENSIONAMENTO DOS BARRAMENTOS	14
2.1	EIXOS BARRÁVEIS PRÉ-SELECIONADOS	14
2.2	ESTUDOS HIDROLÓGICOS E OPERACIONAIS.....	15
2.3	ESTUDOS GEOLÓGICOS LOCAIS E REGIONAIS.....	59
2.4	ESTUDO DE VIABILIDADE DOS BARRAMENTOS	66
2.5	DESENHOS EM PLANTA E PERFIL	66
3.	ESTIMATIVAS DE CUSTO DAS OBRAS.....	67
3.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	67
3.2	QUANTITATIVOS.....	68
3.3	ESTIMATIVA DE CUSTOS DAS ALTERNATIVAS	70
4.	INDICAÇÃO DA ALTERNATIVA A SER IMPLANTADA.....	83
4.1	ESTABELECIMENTO DE METAS A SEREM ATINGIDAS	83
4.2	PRIORIZAÇÃO DE OBRAS E AÇÕES	84
4.3	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	86
4.4	ANÁLISE DE CUSTOS/BENEFÍCIOS E HIERARQUIZAÇÃO DAS ALTERNATIVAS	102
4.5	DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA RECOMENDADA.....	104
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
	ANEXO – DESENHOS	121

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento constitui o Relatório Final referente ao Contrato Nº 048/2018, celebrado entre a Fundação Agência das Bacias PCJ e a ENGECORPS ENGENHARIA S.A.. O objeto do contrato é um estudo que visa estabelecer cenários e planejar alternativas de abastecimento de água para os municípios pertencentes a esta bacia.

Este produto se trata da compilação dos estudos realizados, apresentados nos relatórios técnicos parciais definidos pelo Termo de Referência, este elaborado em conjunto pela Agência das Bacias PCJ e o Grupo Técnico de Acompanhamento – GTA, os quais orientaram o desenvolvimento dos trabalhos.

Os estudos realizados contemplaram a execução de três grandes etapas metodológicas no sentido de estabelecer suporte analítico para a construção de alternativas de enfrentamento ao desabastecimento de água dos municípios que compõem a bacia do rio Corumbataí em longo termo. Tais etapas metodológicas estão apresentadas de acordo com a estrutura disposta a seguir:

- ✓ Volume I – Diagnóstico da Bacia do Rio Corumbataí (Tomo I e Tomo II);
- ✓ Volume II – Alternativas para Abastecimento de Água;
- ✓ Volume III – Definição da Alternativa Viável.

Esses estudos foram acompanhados por um grupo técnico (Grupo Técnico de Acompanhamento – GTA) composto por representantes indicados pelos municípios que compõem o território da bacia hidrográfica do rio Corumbataí, além de representantes da Agência das Bacias PCJ.

Este Volume tem como objetivo principal apresentar uma radiografia da situação atual da Bacia do Rio Corumbataí. Pautado na caracterização dos aspectos naturais e socioeconômicos da bacia, foram levantados, produzidos e analisados dados e informações que permitirão estruturar cenários futuros do uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí. Foram enfatizadas a dinâmica de uso e ocupação do solo, bem como as condições do saneamento básico e dos aspectos quali-quantitativos dos recursos hídricos na bacia, a fim de identificar as claras condições atuais dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, da Bacia do Rio Corumbataí.

O Diagnóstico da Bacia do Rio Corumbataí está estruturado numa visão sistêmica de 3 grandes eixos de análise, como mostra a Figura 1.1.

Sendo assim este Volume está estruturado da seguinte forma:

✓ **Capítulo 3 – Caracterização da Bacia do Rio Corumbataí**

Este item elaborado, prioritariamente, a partir da consulta aos dados sistematizados recebidos da Fundação Agência das Bacias PCJ, e complementado por algumas lacunas identificadas na fase de coleta e sistematização dos dados, aborda:

- ✧ A área de abrangência da bacia e seus limites administrativos e físicos (municípios, áreas de contribuição, zonas que compõe a bacia), bem como os principais acessos à região;
- ✧ Os aspectos físicos, com a identificação dos diferentes elementos naturais da bacia, entre eles: o clima e distribuição das chuvas; os tipos de rocha; os tipos de solo; as formas de relevo e declividades; as principais unidades aquíferas e suas particularidades; bem como as principais características da rede hidrográfica;



Figura 1.1 – Grandes Eixos de Análise do Diagnóstico da Bacia do Rio Corumbataí

- ✧ Os aspectos bióticos levando-se em consideração a identificação da vegetação natural remanescente e as áreas protegidas da bacia;
- ✧ E os aspectos socioeconômicos, como as características demográficas, os principais indicadores sociais, a presença de infraestruturas e as atividades econômicas.

✓ **Capítulo 4 – Estudo da Dinâmica de Uso e Ocupação do Solo**

Este estudo aborda dois mapeamentos distintos, o uso e ocupação do solo atual, e a detecção de mudanças no uso e ocupação do solo nos últimos 20 anos na Bacia do Rio Corumbataí. Segue uma breve descrição destes mapeamentos:

- ✧ Situação atual do uso e ocupação do solo, com detalhamento das áreas urbanizadas e identificação das áreas com maior densidade de construções (com predominância de comércio ou indústrias, com loteamentos ou conjuntos habitacionais e com áreas ocupadas por favelas).

- ✧ Análise da expansão urbana usando imagens de satélite (série temporal de mapas de uso de solo entre 2000 e 2018). Este mapeamento identifica a dinâmica de uso do solo, mostrando para onde as localidades estão crescendo, a fim de antecipar possíveis demandas por utilização de serviços públicos de saneamento, por consumo de água e por despejos gerados.

✓ ***Capítulo 5 - Situação Atual do Sistema de Saneamento Básico e dos Recursos Hídricos***

Este capítulo aborda o cenário atual do sistema de saneamento básico (água, esgoto e resíduos sólidos) e das condições quali-quantitativas dos recursos hídricos na Bacia do Rio Corumbataí. A situação atual dos sistemas de saneamento básico dos municípios inseridos na bacia está pautada num amplo levantamento de dados secundários, atualizados e validados pelos operadores destes sistemas, através do envio de questionário/formulário simplificado e visita técnica aos municípios.

A partir destes dados, foram identificadas áreas atendidas e não atendidas pelo saneamento básico, usuários não cadastrados pelos órgãos competentes, os quais possuem fontes próprias de captação e lançamento de efluentes não tratados, afetando diretamente a disponibilidade e qualidade de água na bacia.

Também é abordado neste capítulo a situação dos recursos hídricos, a oferta (disponibilidade superficial e subterrânea) e a demanda na Bacia do Rio Corumbataí. O balanço hídrico entre disponibilidades e demandas constitui o ponto de partida para a identificação de eventuais conflitos pelo uso múltiplo dos recursos hídricos que venham a exigir intervenções estruturais e/ou não-estruturais no âmbito desta bacia.

2. COLETA E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS

Para descrever a situação atual da Bacia do Rio Corumbataí, tendo em vista subsidiar alternativas de abastecimento de água que auxiliem a suprir a demanda futura, a primeira etapa do trabalho consistiu na organização e consolidação dos dados existentes, para posterior, complementação, atualização e detalhamento dos dados.

De modo geral, o processo de aquisição dos dados utilizados para descrever o cenário atual da Bacia do Rio Corumbataí foi pautado nas seguintes atividades, brevemente descritas a seguir:

- ✓ Identificação dos dados existentes para a Bacia do Rio Corumbataí;
- ✓ Complementação e atualização dos dados secundários;
- ✓ Produção de novos dados.

2.1 DADOS EXISTENTES PARA A BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

A coleta, organização e consolidação dos dados existentes da Bacia do Rio Corumbataí consistiu na primeira etapa do Diagnóstico, fundamental para nortear os trabalhos. Foi realizada uma extensa coleta de dados e informações atualizadas sobre as características de todos os aspectos que interferem no uso dos recursos hídricos desta bacia. Também foram identificadas eventuais lacunas e necessidades de complementações e atualizações.

2.1.1 Estudos Disponíveis

A principal referência disponível que contempla a Bacia do Rio Corumbataí e que norteou o presente estudo diz respeito à Revisão do Plano das Bacias PCJ 2010-2020, em elaboração pelo Consórcio Profil e Rhama.

Além do Plano de Bacias PCJ, outros estudos disponíveis para a Bacia do Rio Corumbataí foram consultados para descrever a situação atual da bacia, tais como:

- ✓ Plano Diretor de Recomposição Florestal visando à conservação de água nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, elaborado pela empresa Irrigart Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente, finalizado em 2017.
- ✓ Plano Diretor para Combate às Perdas no Sistema Público de Água dos municípios: Analândia, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes.
- ✓ Planos Municipais de Saneamento Básico.

Vale ressaltar que a área de interesse do presente estudo, a Bacia do Rio Corumbataí, é uma de cinco sub-bacias das bacias PCJ. Desta forma, os dados apresentados no Plano de Bacias PCJ foram ajustados (recortados) e calibrados para o recorte adotado no presente estudo (bacia ou município).

2.1.2 Outros Dados Secundários

Para complementar, detalhar e atualizar as informações coletadas referentes aos estudos existentes foram consultados outros dados secundários para caracterizar a situação da Bacia do Rio Corumbataí, tais como:

- ✓ DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo);
- ✓ CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo;
- ✓ Agência das Bacias PCJ;
- ✓ Prefeituras dos municípios pertencentes a Bacia do Rio Corumbataí;
- ✓ SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo;
- ✓ Serviços Autônomos de Água ou empresas privadas – concessionárias de água e esgoto dos municípios pertencentes à Bacia do Rio Corumbataí;
- ✓ IPEF (Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais);
- ✓ Dissertações e Teses elaboradas nas Universidades.

Ademais, apresenta-se uma lista das publicações da ENGEORPS referentes a projetos de Saneamento e Recursos Hídricos dentro da área correspondente à bacia hidrográfica do Rio Corumbataí, que também serviu de meio alternativo de busca de dados para complementar o Diagnóstico.

- ✓ Agência Nacional de Águas (ANA). Atlas Brasil: Abastecimento de Água Urbano. Consórcio Engecorps/Cobrape. Brasília, 2010.
- ✓ Agência Nacional de Águas (ANA). Plano Nacional de Segurança Hídrica / Agência Nacional de Águas. Consórcio Engecorps/Typsa. Brasília: ANA, 2019.
- ✓ Agência Nacional de Águas (ANA). Estudo de Vulnerabilidade Natural à Contaminação e Estratégias de Proteção do Sistema Aquífero Guarani nas Áreas de Afloramento. Engecorps. Brasília, 2014.

2.1.3 Produtos Cartográficos

Durante o processo de elaboração do Diagnóstico da Bacia do Rio Corumbataí foram coletados e sistematizados dados cartográficos de diversos temas que abrange a área de estudo, os quais serviram de base para a elaboração dos mapas temáticos que tiveram como objetivo representar a distribuição espacial de características da região.

Estes dados cartográficos partiram das bases geradas pelo Consórcio Profil-Rhama sendo complementada por dados disponibilizados por órgãos oficiais, como IBGE, ANA, MMA, DAEE, Agência PCJ, entre outros, sendo que todas as referências foram mencionadas nos itens específicos em que o dado foi apresentado.

Os arquivos em formato vetorial (*shapefile*) produzidos (*inputs* das análises), ou armazenados durante os trabalhos foram padronizados tanto em relação à sua nomenclatura, quanto ao sistema de coordenadas, UTM, Zona 23 Sul, Datum SIRGAS 2000.

Os mapas apresentados seguiram as normas dos órgãos reguladores da Cartografia Nacional e Estadual, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e IGC (Instituto Geográfico e Cartográfico), apresentando assim as informações básicas (Sistema de Coordenadas; Datum e Projeção; Grade de Coordenadas; Escala Numérica e Gráfica; Data e Fonte das informações).

3. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

3.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

A Bacia do Rio Corumbataí, uma das cinco sub-bacias integrantes das Bacias Hidrográficas PCJ, situa-se na porção centro-leste do Estado de São Paulo, numa região de grande importância econômica, sob o ponto de vista do desenvolvimento agrícola e industrial.

Com uma área territorial de 1.719,46 km², a Bacia do Rio Corumbataí abrange nove municípios, são eles: Analândia, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes (Tabela 3.1), dos quais apenas Cordeirópolis e Piracicaba, não têm suas sedes inseridas na bacia, como ilustra a Figura 3.1.

Rio Claro ocupa a maior extensão territorial dentro dos limites da bacia, representando cerca de 28% da área total, seguido por Itirapina e Corumbataí, que representam 17% e 13% respectivamente.

TABELA 3.1 – ÁREA URBANA E RURAL DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ – SEDES E DISTRITOS

<i>Município</i>	<i>Área Total (km²)</i>	<i>% de área na bacia</i>	<i>Área Rural na bacia (km²)</i>	<i>Área Urbana na bacia (km²)</i>	<i>Sede na bacia?</i>	<i>Nº de Distritos</i>	<i>Nome dos Distritos</i>
Analândia	325,95	54%	169,4	6,9	Sim	1	Sede
Charqueada	175,85	70%	112,5	11,4	Sim	2	Charqueada e Paraisolândia
Cordeirópolis	135,58	4%	4,8	1,0	Não	1	Sede
Corumbataí	278,62	83%	229,7	1,9	Sim	1	Sede
Ipeúna	190,01	100%	184,6	5,4	Sim	1	Sede
Itirapina	564,60	52%	291,1	3,0	Não	2	Itirapina e Itaqueri da Serra
Piracicaba	1.378,07	8%	98,1	12,5	Não	6	Piracicaba, Artemis, Guamium, Ibituruna, Santa Terezinha de Piracicaba e Tupi
Rio Claro	498,42	98%	408,0	80,9	Sim	3	Rio Claro, Ajapi e Assistência
Santa Gertrudes	98,29	100%	84,6	13,7	Sim	1	Sede

Fonte: IBGE, 2010 (Setor Censitário)

Os municípios integrantes da Bacia do Rio Corumbataí possuem juntos 18 distritos, 9 referentes as sedes municipais e 9 distritos isolados, dos quais 4 estão localizados fora da Bacia do Rio Corumbataí, sendo eles: Guamium, Artemis, Ibituruna e Tupi, todos pertencentes ao município de Piracicaba.

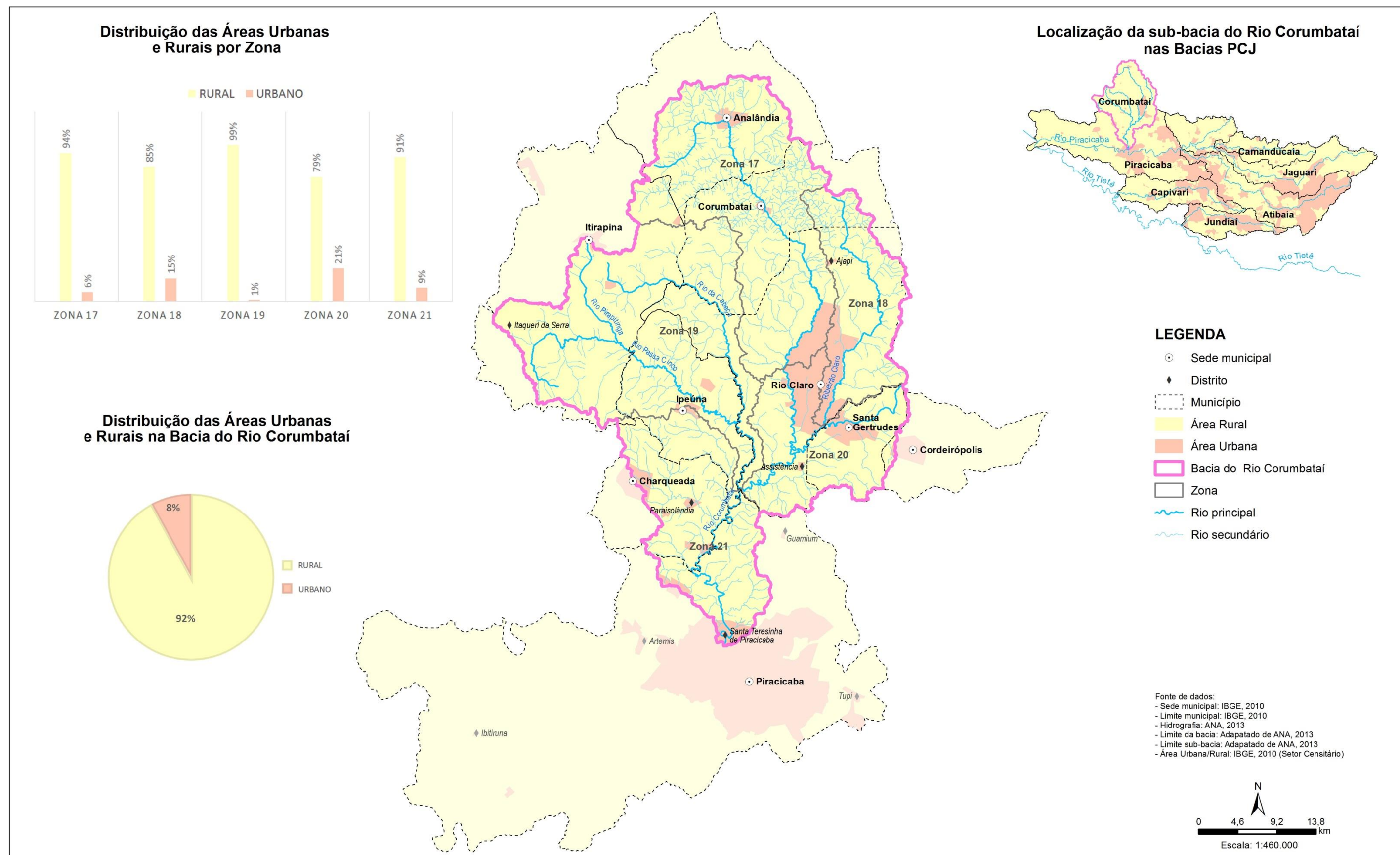


Figura 3.1 – Área de abrangência da Bacia do Rio Corumbataí

Vale salientar que de acordo com a Lei Estadual nº 8.092 de 28 de fevereiro de 1964 que vigora até hoje, o município de Rio Claro é constituído por 3 distritos: Rio Claro, Ajapi e Assistência. Entretanto, o município também considera como distrito as localidades de Batovi e Ferraz, localizadas respectivamente, a oeste da sede municipal, na margem esquerda do Rio Corumbataí; e extremo norte do território municipal. Estas duas localidades são atendidas por sistema de abastecimento de água e tratamento de esgoto, como será visto adiante no capítulo 5. De acordo com dados dos Setores Censitários (IBGE, 2010), a Bacia do Rio Corumbataí possui 92% do seu território composto por áreas rurais e 8% por áreas urbanas. A Zona 20 é a mais urbanizada (21% de área urbana) enquanto a Zona 19 é majoritariamente rural (99% de área rural e 1% de área urbana).

A Bacia do Rio Corumbataí representa uma área de grande interesse econômico e ambiental pela abundância de recursos naturais, como a vegetação nativa, e também de minerais não metálicos, areia e argila refratária para uso industrial e calcário para uso agrícola e industrial. Além disso, ocupa uma posição de destaque no cenário hídrico estadual, por ser o principal manancial de abastecimento de importantes cidades como Rio Claro e Piracicaba (FREDERICE *et al*, 2010)¹.

Com população estimada em cerca de 710 mil habitantes, segundo dados do IBGE (2018), a Bacia do Rio Corumbataí tem forte presença industrial e agrícola, atividades que demandam grande consumo de água.

3.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

O acesso à região é composto por rodovias de grande importância, sendo a principal via de acesso à região a rodovia Washington Luís (SP-310), que se interliga com as rodovias Anhanguera e Bandeirantes, dando acesso à capital do Estado, e a outros centros importantes como Campinas, Jundiaí, Araraquara e São José do Rio Preto.

As rodovias de tráfego menos intenso constituem vias de acesso secundárias, tais como SP-225 (Analândia – Itirapina), SP-308 (Salto – Charqueada), SP-191 (Charqueada – Araras) e SP-127 (Rio Claro – Piracicaba).

É importante também mencionar o sistema viário rural da área de estudo, sendo que as principais estradas vicinais possuem tráfego constante de caminhões canavieiros pesados o que contribui para a sua rápida deterioração. A maioria destas estradas rurais não possui sistema de drenagem, sendo que aquelas que se encontram em áreas com maiores declividades geram erosões nas laterais da pista de rolamento, contribuindo para o assoreamento de rios e córregos.

¹ FREDERICE, *et al*. Diagnóstico Ambiental do Rio Corumbataí em trecho urbano do município de Rio Claro, SP. Geociências, v. 29, n.4, p. 643-657, UNESP. São Paulo, 2010.

O município de Rio Claro tem um amplo sistema viário rural, com 47 estradas vicinais, que totalizam 222.454 metros (PM de Rio Claro, 2014)², algumas delas, de acordo o Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal (LEI COMPLEMENTAR Nº 0128 de 07 de dezembro de 2017) são identificadas como vias expressas, tais como, a Estrada Rio Claro/Ajapi RCL 010 e a Estrada Vicinal "Antonio Silveira Pedreira".

A área ainda conta com uma estrada de ferro da antiga CPEF/ FEPASA, atualmente administrada pela empresa Rumo e utilizada para o transporte de cargas. Em 2012 a empresa inaugurou um terminal de transbordo no município de Itirapina, o qual tem uma localização privilegiada em relação ao acesso a importantes rodovias, à produção agrícola paulista, além de ser um local de entroncamento de ramais ferroviários.³

Os municípios de Rio Claro e Piracicaba possuem aeroportos de pequeno porte, os quais atendem somente voos particulares. O Aeroporto de Viracopos, em Campinas (SP), é o mais próximo da região com voos comerciais. A Figura 3.2 apresenta os principais acessos à Bacia do Rio Corumbataí.

3.3 ASPECTOS FÍSICOS

3.3.1 Clima

De acordo com a classificação climática de Köppen, a Bacia do Rio Corumbataí está localizada em clima subtropical úmido. Entretanto, em decorrência da grande variação topográfica registrada na bacia, variando entre 1068 metros nas cabeceiras e 470 metros na sua foz, este tipo climático se subdivide em 3 faixas: os subtipos climáticos Cwa, Cwb e Cfb, como ilustra a Figura 3.3. Conforme descrito a seguir:

- ✓ Cfb: clima subtropical sem estação seca (mês mais seco com precipitação > que 40 mm), e com verão ameno (temperatura média no verão < que 22°C). Ocorre numa área restrita no extremo sudoeste da Zona 19, na região com as maiores altitudes, próximo às nascentes do Rio Passa Cinco.
- ✓ Cwa: clima subtropical com inverno seco (mês mais seco com precipitação < que 40 mm) e com verão quente (temperatura média no verão > que 22°C). Ocorre em grande parte da Bacia do Rio Corumbataí, se estendendo por toda a faixa sul, central e leste da bacia, principalmente nas Zonas 18, 20 e 21.
- ✓ Cwb: clima subtropical com inverno seco (mês mais seco com precipitação < que 40 mm) e com verão ameno (temperatura média no verão < que 22°C). Este clima está concentrado nas áreas altas da bacia, no extremo oeste, nas Zonas 17 e 18.

² PM de Rio Claro. Diagnóstico Ambiental e Desenvolvimento de Sistemas de Implementações de Projetos de Recuperação da Qualidade dos Corpos d'Água. Volume III – Solo, vegetação e sistema viário. Rio Claro, 2014.

³ BASTIANI, F. P de. Viabilidade econômica do terminal de transbordo de Itirapina. Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial – ESALQ LOG Disponível em: <<https://esalqlog.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2015/05/Viabilidade-econ%E2%94%9C%E2%94%A4mica-do-terminal-de-transbordo-de-Itirapina-BASTIANI-F.-P..pdf>>. Acessado em 20 de abril de 2019.

Fotos das principais rodovias da bacia do Rio Corumbataí

Foto 1

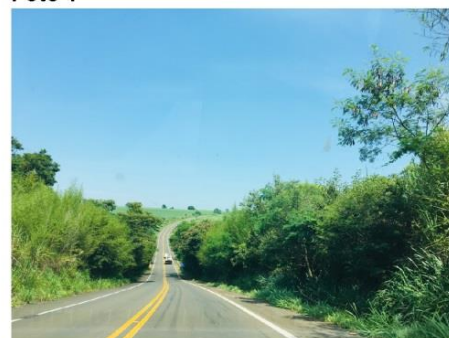


Foto 2



Foto 3



Foto 4

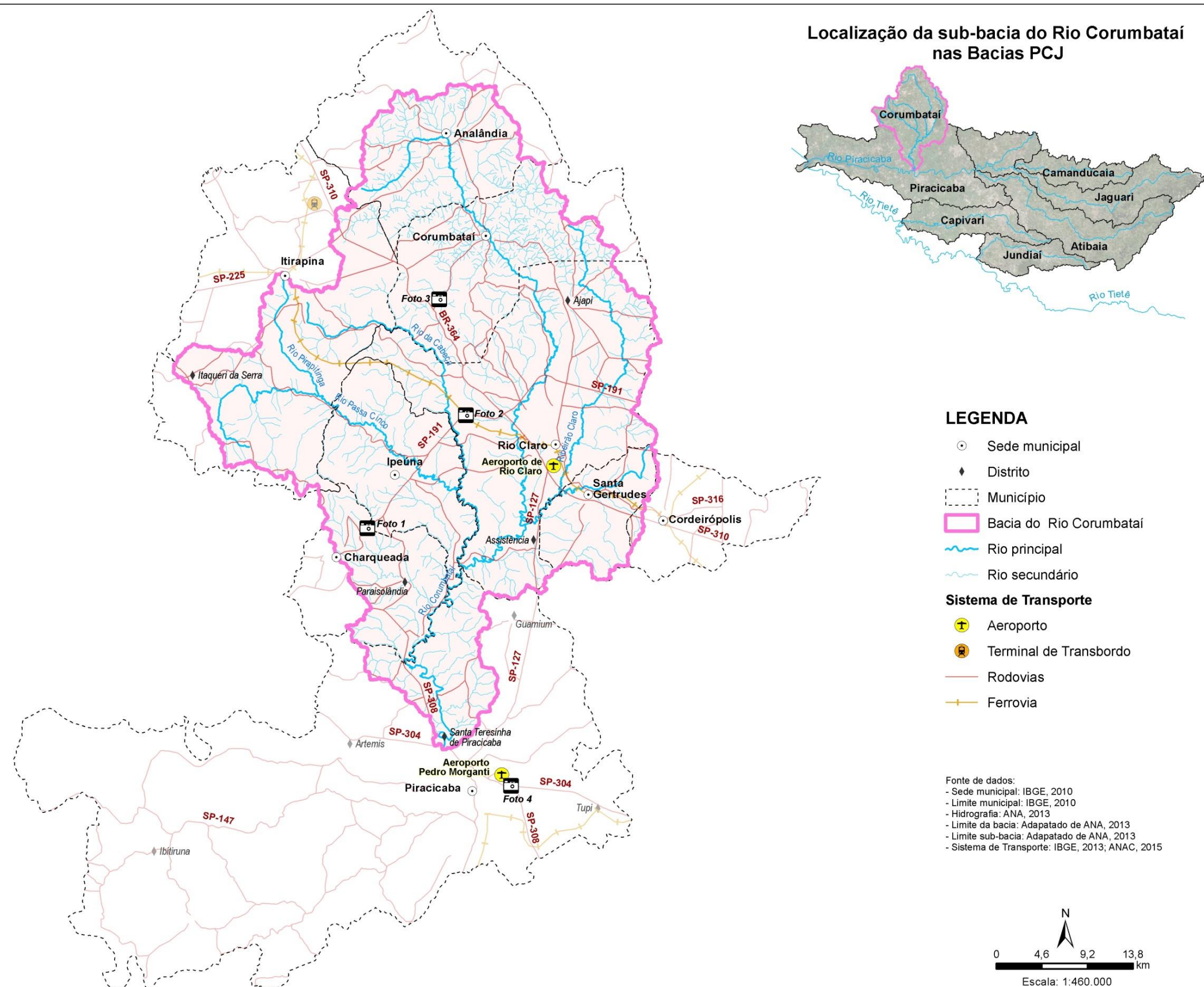


Figura 3.2 – Acessos e Infraestrutura de Transportes na Bacia do Rio Corumbataí

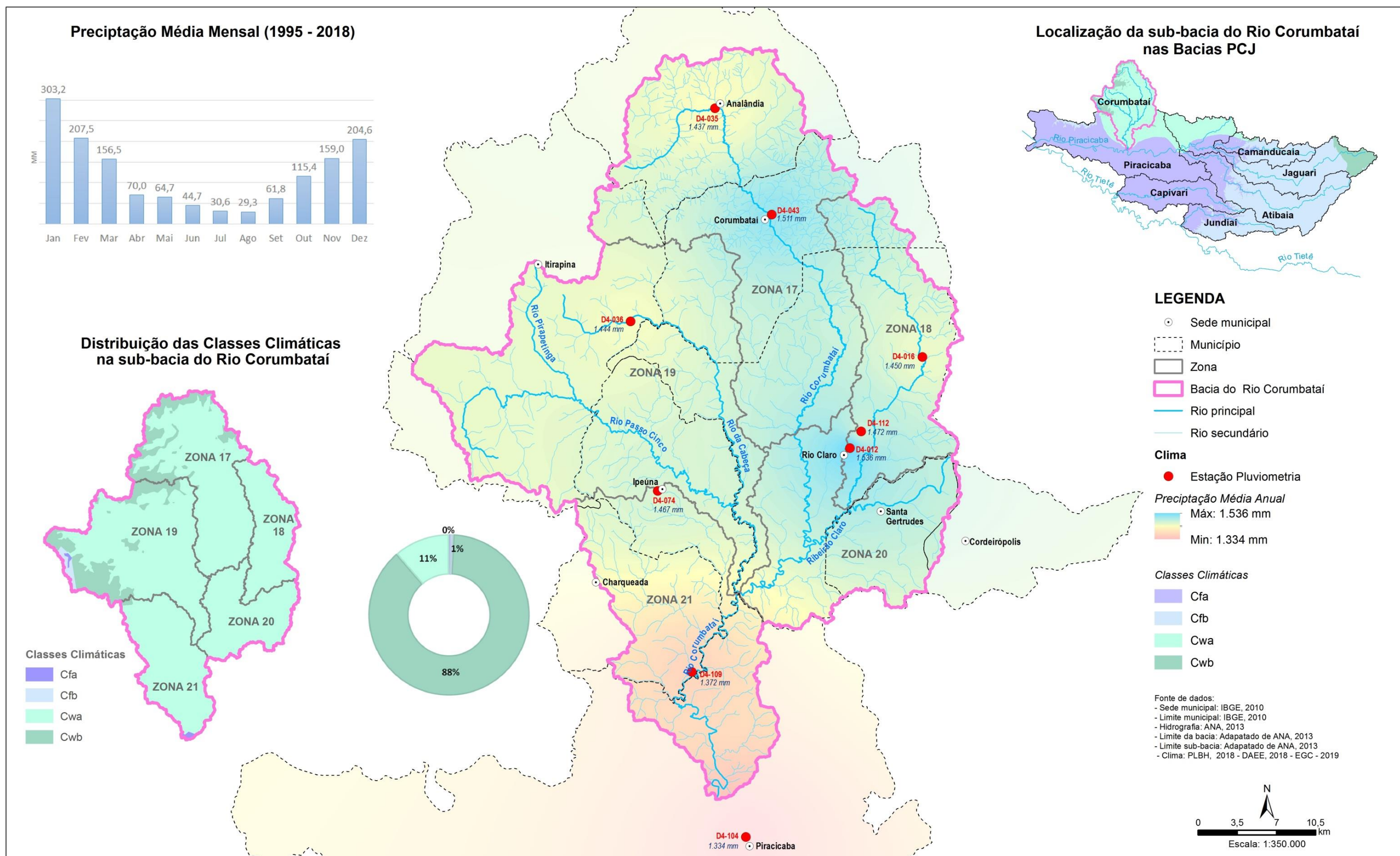


Figura 3.3 – Dados Climatológicos e Pluviosidade na Bacia do Rio Corumbataí

O clima subtropical que ocorre na região tem seu período seco de abril a setembro, quando acontecem 30% das precipitações, sendo que nestes meses de estiagem a água se torna escassa, comprometendo ainda mais o atendimento às demandas pelo recurso. No período chuvoso, de outubro a março, ocorrem as maiores precipitações, em torno de 70%, atendendo às demandas com maior flexibilidade na gestão.

De modo geral, o total precipitado é da ordem de 1.400 mm, entretanto, tal situação é variável ao longo da região, sendo que no extremo sul ocorrem os menores valores médios, em torno de 1.300 mm, e na porção leste da bacia as chuvas são superiores à média, atingindo até 1.500 mm.

3.3.2 Hidrografia

O Rio Corumbataí é o principal afluente do Rio Piracicaba, assumindo importância pela sua capacidade de abastecimento em quantidade e qualidade de água para os 9 municípios da bacia: Piracicaba, Rio Claro, Analândia, Corumbataí, Cordeirópolis, Ipeúna, Santa Gertrudes, Charqueada e Itirapina.

Nasce no município de Analândia a aproximadamente 1.058 m de altitude na Serra do Cuscuzeiro e, após percorrer cerca de 110 km, desagua na margem direita do Rio Piracicaba a 470 m, próximo ao bairro de Santa Terezinha, no município de Piracicaba. Seus principais afluentes são o Rio Passa Cinco e o Ribeirão Claro, com 60 e 43 km de extensão, respectivamente.

A rede hidrográfica da bacia, demonstrada na Figura 3.4, possui aproximadamente 2.306 cabeceiras de drenagem. Numerosas nascentes que dão origem ao Rio Corumbataí e de parte de seus afluentes, como os Rios Passa Cinco e Cabeça, estão situadas no topo da província Cuestas Basálticas. Por nascerem no alto das íngremes e escarpadas regiões serranas, esses rios e riachos drenam um relevo acidentado, integrado por cachoeiras e corredeiras, como mostra as Figuras 3.5 e 3.6, e detalhado no item 3.4.

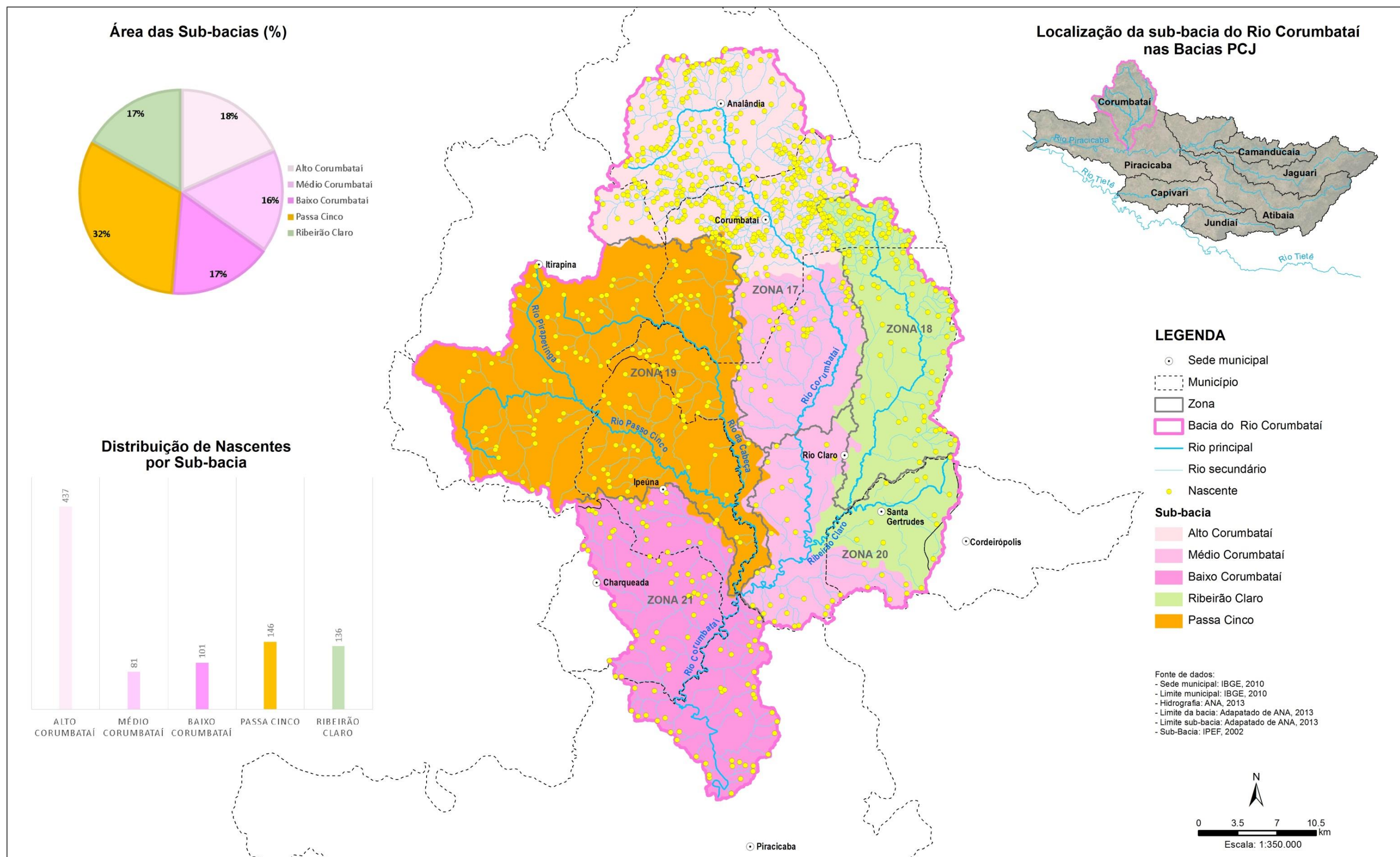


Figura 3.4 – Rede Hidrográfica da Bacia do Rio Corumbataí



Figura 3.5 – Final do Rio Cabeça onde depois de 200m encontra com as águas do Rio Passa Cinco



Figura 3.6 – Rio Cabeça, trecho de corredeiras e muitas pedras

Em termos de dinâmica fluvial, o Rio Corumbataí tem seu traçado fortemente orientado pela tectônica de falhamentos pós-cretáceos. O alto curso é encachoeirado e corre em vale encaixado e profundo; em sua porção média, ao cortar o município de Rio Claro, tem declive atenuado, desenvolvendo vales abertos, curvas e meandros, diminuindo assim a velocidade das águas, tornando-o mais caudaloso e lento; já o baixo curso, apresenta um canal sinuoso e retilíneo, com vales abertos, o que permite retornar sua característica inicial de maior velocidade. Estas características favorecem a sedimentação, o assoreamento e o aumento da poluição, principalmente no médio e baixo cursos, áreas onde se manifestam de forma mais evidente (Figuras 3.7 e 3.8).



Figura 3.7 – Rio Corumbataí, no seu alto curso, trecho com muitas corredeiras em Analândia



Figura 3.8 – Rio Corumbataí, no seu médio curso, com erosão nas margens e muitos bancos de areia

De acordo com IPEF (2002) foram definidas 5 sub-bacias da Bacia do Rio Corumbataí, como mostra a Tabela 3.2, que corresponde a aproximadamente as 5 Zonas definidas na Revisão do Plano das Bacias PCJ.

TABELA 3.2 – SUB-BACIAS/ ZONAS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

Zona	Sub-bacia	Área (km²)	% bacia
19	Passa Cinco	529,6	30,8
21	Baixo Corumbataí	289,2	16,8
18	Ribeirão Claro	283,7	16,5
17	Alto Corumbataí e Médio Corumbataí (parcialmente)	321,8	18,7
20	Médio Corumbataí (parcialmente) e Ribeirão Claro (parcialmente)	295,2	17,1
Total Bacia Corumbataí		1.719,5	100,0

Elaboração: Engecorps, 2019

Conforme dados acima, verifica-se que a maior sub-bacia é a do Rio Passa Cinco (Zona 19), que corresponde a mais de 30% da área total da Bacia do Rio Corumbataí.

Os principais afluentes do Rio Corumbataí estão brevemente descritos a seguir:

- ✓ Ribeirão Claro - com uma área de drenagem de cerca de 283,7 km², percorre aproximadamente 43 km desde sua nascente, com altitude de 720 m, até sua foz no Rio Corumbataí, com altitude de 520 m. Seu leito é formado por areia e cascalho, e a vegetação marginal é caracterizada por mata de galeria em bom estado de conservação (Figura 3.9).
- ✓ Rio Passa Cinco – com uma área de drenagem de 529,6 km², é o principal afluente do Rio Corumbataí. Nasce na região da cidade de Itirapina e recebe esgoto urbano e industrial das cidades de Itirapina e Ipeúna. A contaminação da água devido à mineração com materiais pesados como o mercúrio e a agricultura com plantações de cana de açúcar e laranja são lançados agrotóxicos no rio, esses fatores comprometem mais o rio do que todo esgoto urbano e industrial lançados pelas cidades de Itirapina e Ipeúna. Embora poluído, a qualidade da água é melhor do que do Rio Corumbataí.
- ✓ Rio Cabeça - principal afluente do Rio Passa Cinco, percorre em torno de 28 km desde sua nascente, com altitude de 740 m, até sua foz no Rio Passa Cinco, com altitude de 520 m. A cerca de 300 m da sua confluência com o Rio Passa Cinco, neste trecho há uma grande corredeira com cerca de 150 m a qual termina na junção dos dois rios formando um lago muito visitado por pescadores (Figura 3.10).



Figura 3.9 – Ribeirão Claro mata ciliar em bom estado de conservação



Figura 3.10 – Rio Passa Cinco, próximo a confluência com Rio Corumbataí

É importante salientar que muitos trechos ao longo dos cursos d'água estão degradados, principalmente, por falta de mata ciliar, compactação do solo seguida de processos erosivos e alto nível de assoreamento, como mostram as figuras a seguir (Figuras 3.11 a 3.14).



Figura 3.11 – Rio Pirapetinga, no município de Itirapina, trechos desprovidos de mata ciliar



Figura 3.12 – Rio Corumbataí, no município de Rio Claro, trecho desprovido de mata ciliar, com solo compactado e intenso processo erosivo nas margens, contribuindo para o assoreamento



Figura 3.13 – Processos erosivos nas margens e assoreamento no Rio Passa Cinco, trecho correspondente ao município de Ipeúna



Figura 3.14 – Rio Passa Cinco, no município de Ipeúna, uma das margens com mata ciliar conservada, e na outra margem, sem essa proteção apresenta sinais de assoreamento

Em locais onde a mata ciliar ainda está conservada o nível de assoreamento é significativamente menor. As matas ciliares funcionam como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água durante as chuvas, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água. Em regiões com maiores declividades, a mata ciliar exerce a proteção do solo contra os processos erosivos intensos, pois suas raízes servem como fixadoras do solo das margens (RIZZO, 2007)⁴.

3.3.3 Geologia

A área ocupada pela bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí situa-se na porção leste-nordeste da Bacia Geológica do Paraná, principalmente na Depressão Periférica Paulista, com áreas de afloramento de rochas Paleozóicas, Mesozóicas e Cenozóicas representadas por diversos pacotes de rochas sedimentares e ígneas.

A estrutura geológica da bacia é composta, da base para o topo da coluna estratigráfica, pelo pacote sedimentar gonduânico correspondente às Formações Tatuí e Itararé pertencentes ao Grupo Tubarão, às Formações Irati e Corumbataí do Grupo Passa Dois, em descontinuidade com

⁴ RIZZO. A recomposição das matas ciliares – um bom exemplo que vem de Pedro Gomes (MS). Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros. Seção Três Lagoas – MS, v. 1, n. 6. 2007.

as Formações Pirambóia e Botucatu. Essas formações de rochas sedimentares são capeadas, em parte por sequências vulcânicas (basaltos) e subvulcânicas (diabásios) da Formação Serra Geral (Grupo São Bento), além de sedimentos e depósitos colúvio-aluvionares quaternários e sedimentos mais recentes distribuídos ao longo das drenagens.

A Figura 3.15 apresenta uma compilação do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000 (CPRM, 2005). As unidades presentes são:

Cenozoico:

- ✓ Q2a - Depósitos Aluvionares: areia, areia quartzosa, cascalheira, silte, argila e, localmente, turfa;
- ✓ Q1c - Depósitos colúvio-eluvionares: areia, areia, argila;
- ✓ ENrc - Formação Rio Claro: cascalho, areia, argila, lamito - ambiente continental fluvial meandrante;

Mesozoico:

- ✓ K2EiT - Formação Itaqueri: arenitos, folhelhos e conglomerados;
- ✓ K1βsg - Formação Serra Geral (Grupo São Bento): rochas vulcânicas básicas, notadamente basaltos; K1δsg - Intrusivas básicas tabulares associadas: soleiras de diabásio, diques de diabásio, diorito pórfiro, diorito pórfiro, lamprórfiro, andesito, monzonito pórfiro e traquiandesito;
- ✓ J3K1bt - Formação Botucatu (Grupo São Bento): arenitos finos a grossos, de coloração avermelhada, foscas, bem arredondados e com alta esfericidade, dispostos em sets e/ou closets de estratificações cruzadas, planar ou acanaladas, de médio a grande porte;

Paleozoico:

- ✓ P3T1p - Formação Pirambóia: arenitos médios e finos com cores esbranquiçadas, avermelhadas e alaranjadas, com geometria lenticular bem desenvolvida; estratificações cruzadas acanaladas de porte grande e muito grande, e laminações cruzadas;
- ✓ P3T1c - Formação Corumbataí (Gr. Passa Dois): sequências de rochas lamíticas (siltos-argilosas), de coloração variável (cinza-escuros e pretos, esverdeados, arroxeados e avermelhados);
- ✓ P2i - Formação Irati (Grupo Passa Dois): folhelhos e argilitos cinza escuros, folhelhos betuminosos e calcários associados, portadores de répteis mesossaurídeos;
- ✓ P1tt - Formação Tatuí (Grupo Guatá): siltito e siltito arenoso de cor cinza; arenito fino quartzoso, arenito cinza-esverdeado médio e grosso e imaturo, calcário e silexito, ocasionais fragmentos e níveis de carvão, nódulos de pirita - ambiente marinho raso;
- ✓ C2P1i - Grupo Itararé Indiviso: arenito, tilito, siltito, folhelho, ritmito, conglomerado e raras camadas de carvão - ambiente glácio-marinho.

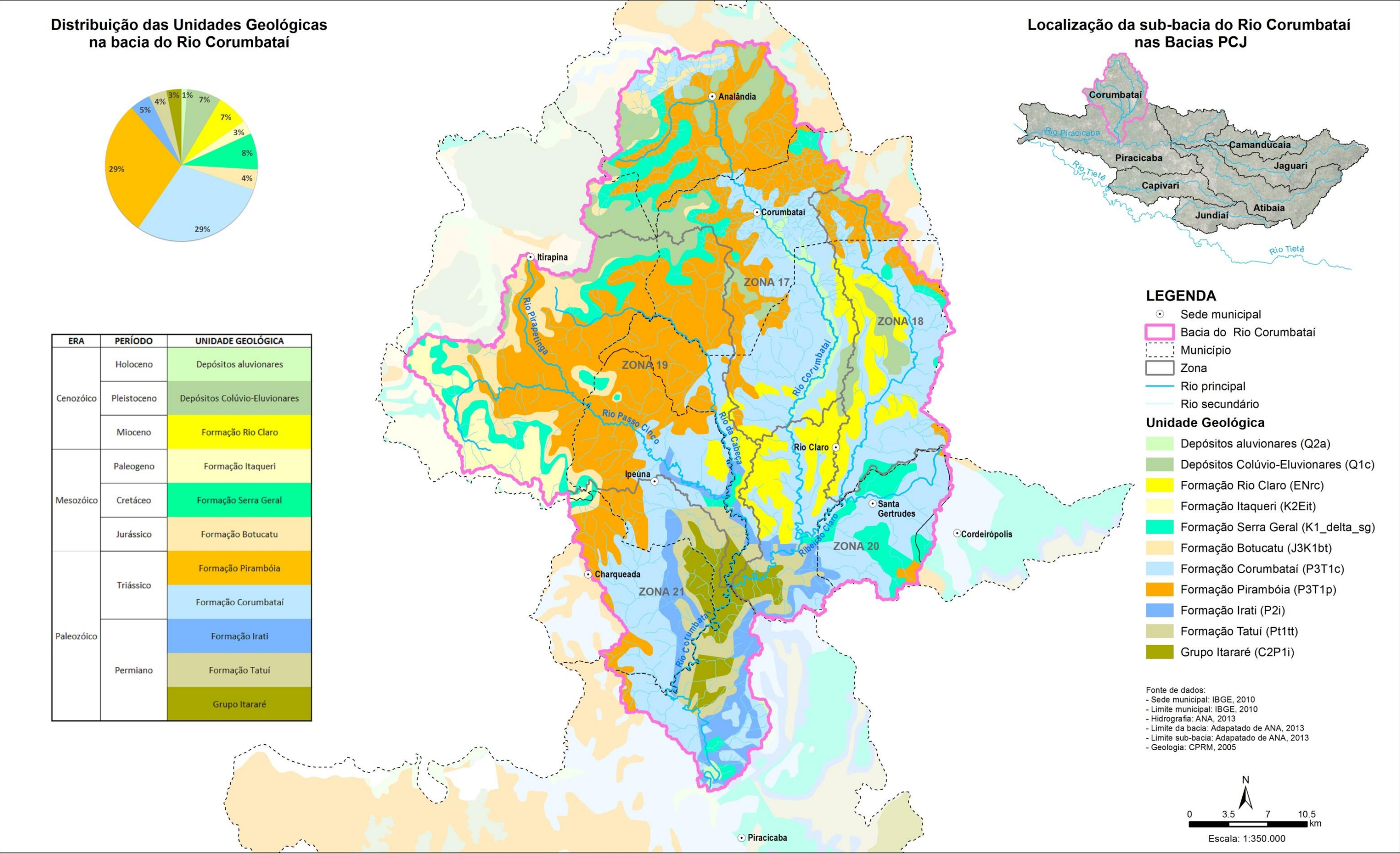


Figura 3.15 – Mapa Geológico da bacia hidrográfica do Rio Corumbataí (CPRM, 2005)

Abaixo dos pacotes Fanerozóicos, há rochas do Embasamento Cristalino, de idade Pré-Cambriana.

Na Figura 3.15 também é apresentada a coluna estratigráfica da Bacia do Rio Corumbataí, ilustrando a sequência cronológica. As áreas e % em área dessas litologias em cada uma das cinco Zonas da Bacia do Rio Corumbataí, em termos de área aflorante, são apresentadas na Tabela 3.3:

- ✓ Zona 17 – predomínio das Formações Piramboia (33,8%) e Corumbataí (31,2%);
- ✓ Zona 18 – amplo destaque da Formação Corumbataí (49,1%);
- ✓ Zona 19 – amplo predomínio da Formação Piramboia (48,8%);
- ✓ Zona 20 - amplo destaque da Formação Corumbataí (46,1%);
- ✓ Zona 21 - predomínio da Formação Corumbataí (36,6%).

TABELA 3.3 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS POR ZONA NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

(continua)

Zona	Unidade Geológica	Código	Área (Km²)	%	Município
Zona 17	Depósitos aluvionares	Q2a	16,63	3,5%	Corumbataí, Rio Claro
	Depósitos Colúvio-Eluvionares	Q1c	77,62	16,5%	Analândia, Corumbataí, Itirapina, Rio Claro
	Rio Claro	ENrc	16,55	3,5%	Rio Claro
	Itaqueri	K2Eit	3,02	0,6%	Analândia
	Serra Geral	K1_delta_sg	37,15	7,9%	Analândia, Corumbataí, Itirapina
	Botucatú	J3K1bt	13,68	2,9%	Analândia, Corumbataí, Itirapina
	Corumbataí	P3T1c	146,66	31,2%	Analândia, Corumbataí, Rio Claro
	Pirambóia	P3T1p	158,59	33,8%	Analândia, Corumbataí, Itirapina, Rio Claro
Zona 18	Depósitos Colúvio-Eluvionares	Q1c	20,30	10,4%	Corumbataí, Rio Claro
	Rio Claro	ENrc	40,40	20,8%	Rio Claro
	Serra Geral	K1_delta_sg	6,34	3,3%	Rio Claro, Santa Gertrudes
	Corumbataí	P3T1c	95,57		Corumbataí, Rio Claro, Santa Gertrudes
	Pirambóia	P3T1p	31,88	16,4%	Corumbataí, Rio Claro
Zona 19	Depósitos Colúvio-Eluvionares	Q1c	25,89	4,8%	Analândia, Corumbataí, Itirapina
	Rio Claro	ENrc	14,14	2,6%	Ipeúna, Rio Claro
	Itaqueri	K2Eit	47,34	8,8%	Ipeúna, Itirapina
	Serra Geral	K1_delta_sg	51,50	9,6%	Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Rio Claro
	Botucatú	J3K1bt	60,00	11,1%	Ipeúna, Itirapina
	Corumbataí	P3T1c	51,23	9,5%	Corumbataí, Ipeúna, Rio Claro
	Pirambóia	P3T1p	262,87		Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Rio Claro
	Irati	P2i	10,85	2,0%	Ipeúna, Rio Claro

TABELA 3.3 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS POR ZONA NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

(conclusão)

Zona	Unidade Geológica	Código	Área (Km²)	%	Município
	Tatuí	Pt1tt	8,86	1,6%	Ipeúna, Rio Claro
	Itararé	C2P1i	6,19	1,1%	Ipeúna, Rio Claro
Zona 20	Depósitos aluvionares	Q2a	0,27	0,1%	Rio Claro
	Depósitos Colúvio-Eluvionares	Q1c	0,95	0,4%	Rio Claro
	Rio Claro	ENrc	43,07	19,3%	Rio Claro
	Serra Geral	K1_delta_sg	31,95	14,3%	Cordeirópolis, Rio Claro, Santa Gertrudes
	Corumbataí	P3T1c	103,28		Cordeirópolis, Piracicaba, Rio Claro, Santa Gertrudes
	Pirambóia	P3T1p	3,04	1,4%	Cordeirópolis, Santa Gertrudes
	Irati	P2i	15,36	6,9%	Piracicaba, Rio Claro, Santa Gertrudes
	Tatuí	Pt1tt	14,58	6,5%	Piracicaba, Rio Claro, Santa Gertrudes
	Itararé	C2P1i	11,08	5,0%	Piracicaba, Rio Claro
Zona 21	Depósitos aluvionares	Q2a	3,153971	1,1%	Piracicaba
	Itaqueri	K2Eit	1,566785	0,5%	Charqueada, Ipeúna, Itirapina
	Serra Geral	K1_delta_sg	5,459601	1,9%	Charqueada, Ipeúna, Itirapina, Piracicaba
	Botucatú	J3K1bt	2,15	0,7%	Charqueada, Ipeúna, Itirapina
	Corumbataí	P3T1c	106,24		Charqueada, Ipeúna, Piracicaba
	Pirambóia	P3T1p	42,12791	14,5%	Charqueada, Ipeúna, Piracicaba
	Irati	P2i	48,829894	16,8%	Charqueada, Ipeúna, Piracicaba, Rio Claro
	Tatuí	P1tt	41,842756	14,4%	Charqueada, Ipeúna, Piracicaba, Rio Claro
	Itararé	C2P1i	38,503761	13,3%	Charqueada, Ipeúna, Piracicaba, Rio Claro

Elaboração: Engecorps, 2019

Fonte: Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IG/CPRM/DAEE/IPT, 2005)

A Figura 3.16 apresenta uma compilação do Mapa Geológico do Estado de São Paulo elaborado no início da década de 1980 pelo convênio DAEE/UNESP para a área estudada (DAEE & UNESP, 1980). As unidades presentes são:

Cenozoico

- ✓ TQrc - Formação Rio Claro: Arenitos pouco consolidados finos a médios, subsidiariamente conglomerados e argilitos;
- ✓ Ti – Formação Itaqueri: Arenitos conglomeráticos e arenitos silicificados / ferricretes.

Mesozoico

- ✓ Suítes básicas: Diques e *sills*, em geral básicos, incluindo diabásios, dioritos pórfiros, monzonitos pórfiros, andesitos pórfiros, traquiandesitos, gabros e lamprófiros;
- ✓ JKsg - Formação Serra Geral: Basaltos toleíticos em derrames tabulares superpostos e arenitos intertrapianos;
- ✓ TrJb - Formação Botucatu: Arenitos finos a médios, estratificação cruzada de grande porte, cores creme e vermelho;
- ✓ TrJp - Formação Pirambóia: Arenitos finos a médios, com matriz siltico-argilosa, estratificação cruzada de médio a grande porte, cor vermelho-claro.

Paleozoico

- ✓ Pc - Formação Corumbataí: Arenitos muito finos, siltitos, lamitos e folhelhos; níveis de calcários oolíticos e coquina; cores predominantemente lilás e cinza;
- ✓ Pi - Formação Irati: Folhelhos, siltitos e calcários dolomíticos;
- ✓ Pt - Formação Tatuí: Siltitos arenosos e argilosos, arenitos lamíticos e raras lentes de calcário;
- ✓ PCi - Subgrupo Itararé: Arenitos finos a grossos, siltitos, lamitos, diamictitos e ritmitos, cores amarelo, vermelho e cinza

De acordo com estes mapeamentos predominam, em termos de área aflorante, nas 5 Zonas da Bacia do Rio Corumbataí (Tabela 3.4):

- ✓ Zona 17 – predomínio das Formações Piramboia (41%) e Corumbataí (36%);
- ✓ Zona 18 – amplo destaque da Formação Corumbataí (46%), além da Formação Rio Claro (27%);
- ✓ Zona 19 – amplo predomínio da Formação Piramboia (48%);
- ✓ Zona 20 - amplo destaque da Formação Corumbataí (44%);
- ✓ Zona 21 - predomínio da Formação Corumbataí (39%).

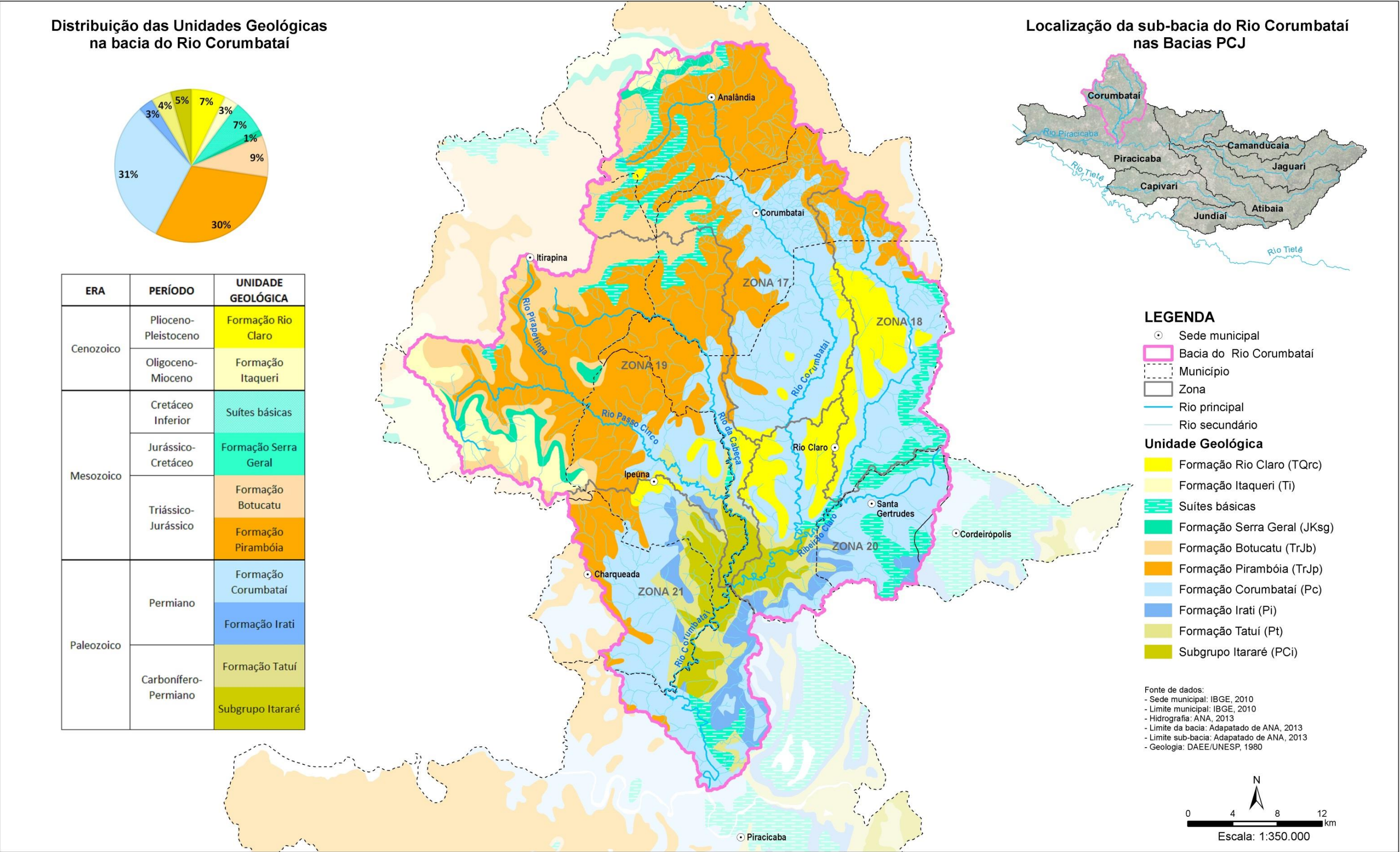


Figura 3.16 – Mapa Geológico da Bacia do Rio Corumbataí (DAEE & UNESP, 1980)

TABELA 3.4 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS POR ZONA NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

Zona	Unidade Litológica	Código	Área (Km²)	%	Município
Zona 17	Formação Rio Claro	TQrc	16,39	3%	Analândia, Itirapina, Rio Claro
	Formação Itaqueri	Ti	7,67	2%	Analândia
	Suítas básicas	Trjp	35,03	7%	Analândia, Corumbataí, Itirapina
	Formação Serra Geral	JKsg	6,23	1%	Analândia
	Formação Botucatu	Trjb	47,03	10%	Analândia, Corumbataí, Itirapina
	Formação Piramboia	Trjp	190,59		Analândia, Corumbataí, Itirapina, Rio Claro
	Formação Corumbataí	Pc	166,96		Analândia, Corumbataí, Rio Claro
Zona 18	Formação Rio Claro	TQrc	51,98	27%	Rio Claro
	Suítas básicas	Suítas básicas	24,38	12%	Rio Claro, Santa Gertrudes
	Formação Piramboia	Trjp	28,98	15%	Corumbataí, Rio Claro
	Formação Corumbataí	Pc	90,71		Corumbataí, Rio Claro, Santa Gertrudes
Zona 19	Formação Rio Claro	TQrc	11,87	2%	Ipeúna, Rio Claro
	Formação Itaqueri	Ti	45,02	8%	Ipeúna, Itirapina
	Suítas básicas	Suítas básicas	17,08	3%	Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Rio Claro
	Formação Serra Geral	JKsg	16,22	3%	Ipeúna, Itirapina
	Formação Botucatu	Trjb	100,6	19%	Analândia, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Rio Claro
	Formação Piramboia	Trjp	262,05		Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Rio Claro
	Formação Corumbataí	Pc	52,43	10%	Corumbataí, Ipeúna, Rio Claro
	Formação Irati	Pi	2,33	1%	Ipeúna
	Formação Tatuí	Pt	15,47	3%	Ipeúna, Rio Claro
	Subgrupo Itararé	PCi	15,81	3%	Ipeúna, Rio Claro
Zona 20	Formação Rio Claro	TQrc	39,36	18%	Rio Claro
	Suítas básicas	Suítas básicas	31,39	14%	Cordeirópolis, Piracicaba, Rio Claro, Santa Gertrudes
	Formação Corumbataí	Pc	99,45		Cordeirópolis, Piracicaba, Rio Claro, Santa Gertrudes
	Formação Irati	Pi	18,77	8%	Cordeirópolis, Rio Claro, Santa Gertrudes
	Formação Tatuí	Pt	15,89	7%	Rio Claro, Santa Gertrudes
	Subgrupo Itararé	PCi	19,44	9%	Piracicaba, Rio Claro
Zona 21	Formação Rio Claro	TQrc	4,52	2%	Ipeúna
	Suítas básicas	Suítas básicas	12,16	4%	Piracicaba
	Formação Botucatu	Trjb	3,2	1%	Charqueada, Ipeúna, Itirapina
	Formação Piramboia	Trjp	39,79	14%	Charqueada, Ipeúna, Piracicaba
	Formação Corumbataí	Pc	116,06		Charqueada, Ipeúna, Piracicaba, Rio Claro
	Formação Irati	Pi	33,88	12%	Charqueada, Ipeúna, Piracicaba, Rio Claro
	Formação Tatuí	Pt	39,25	14%	Charqueada, Ipeúna, Piracicaba, Rio Claro
	Subgrupo Itararé	PCi	41,08	14%	Charqueada, Ipeúna, Piracicaba, Rio Claro

Elaboração: Engecorps, 2019

Fonte: Mapa Geológico do Estado de São Paulo (DAEE/UNESP, 1980)

De acordo com estes dois mapeamentos, as unidades geológicas mais representativas são as Formações Corumbataí e Pirambóia, que juntas correspondem a cerca de 60% da área da Bacia do Rio Corumbataí. Sendo que nas Zonas 18, 20, 21 dominam os sedimentos da Formação

Corumbataí; na Zona 19 prevalecem os sedimentos da Formação Pirambóia; e na Zona 17, ambas em proporções semelhantes.

De modo geral, predominam na porção leste da bacia os sedimentos da Formação Corumbataí (Rio Claro, Santa Gertrudes), que na região de Rio Claro atingem a espessura máxima de 130 m. Em alguns locais, como nos platôs localizados nas proximidades da cidade de Rio Claro, a Formação Corumbataí é diretamente coberta pela Formação Rio Claro, de idade quaternária a terciária, e coberturas correlatas, exibindo contatos claramente erosivos. Vale ressaltar que a ocorrência de siltitos e argilitos cinza-avermelhados e arroxeados da Formação Corumbataí fornece matéria-prima para as indústrias do polo cerâmico da região (Rio Claro, Santa Gertrudes, Cordeirópolis).

Já a porção oeste da bacia encontra-se assentada sobre os arenitos das Formações Botucatu e Pirambóia, pertencentes ao Grupo São Bento, área de afloramento e recarga do SAG - Sistema Aquífero Guarani, das maiores reservas subterrâneas de água doce do planeta. O SAG será uma das alternativas a ser avaliada no presente estudo para alternativa de abastecimento.

No fundo dos vales dos Rios Corumbataí e Passa Cinco ocorrem afloramentos de várias rochas sedimentares de origem no Carbonífero (Grupo Itararé) e em diversas partes dos leitos desses Rios e do Cabeça e Ribeirão Claro existem muitas ocorrências de diques e soleiras de diabásio, geneticamente relacionadas aos basaltos da Formação Serra Geral, de origem no Cretáceo Inferior (rochas magmáticas básicas subvulcânicas).

Na porção sudeste da bacia, os folhelhos acinzentados e intercalações de calcários dolomíticos e folhelhos pirobetuminosos da Formação Irati, sustentam a extração de calcário dolomítico, que serve de corretor de acidez de solos, nas pedreiras de Assistência, Ipeúna e Piracicaba.

Essa configuração e distribuição espacial das litologias conferem diferentes realidades entre as porções oeste e leste da bacia, sendo determinantes na circulação de água, seja subterrânea ou superficial.

3.3.4 Geomorfologia

A diversidade geológica da Bacia do Rio Corumbataí condiciona parcialmente seu relevo. Está instalada no contato de duas importantes províncias geomorfológicas paulistas: Depressão Periférica e Cuestas Basálticas, como ilustra a Figura 3.17, resultando em feições paisagísticas diversificadas:

A Bacia do Rio Corumbataí, desenvolvida a partir do Cenozóico, tem suas principais cabeceiras de drenagem, tais como o Rio Corumbataí e seus afluentes, Ribeirão Claro e Rio Passa Cinco, localizadas nas Cuestas da Serra Geral, junto às faldas da escarpa das serras de São Pedro e Itaqueri, em litologias típicas da bacia sedimentar do Paraná.

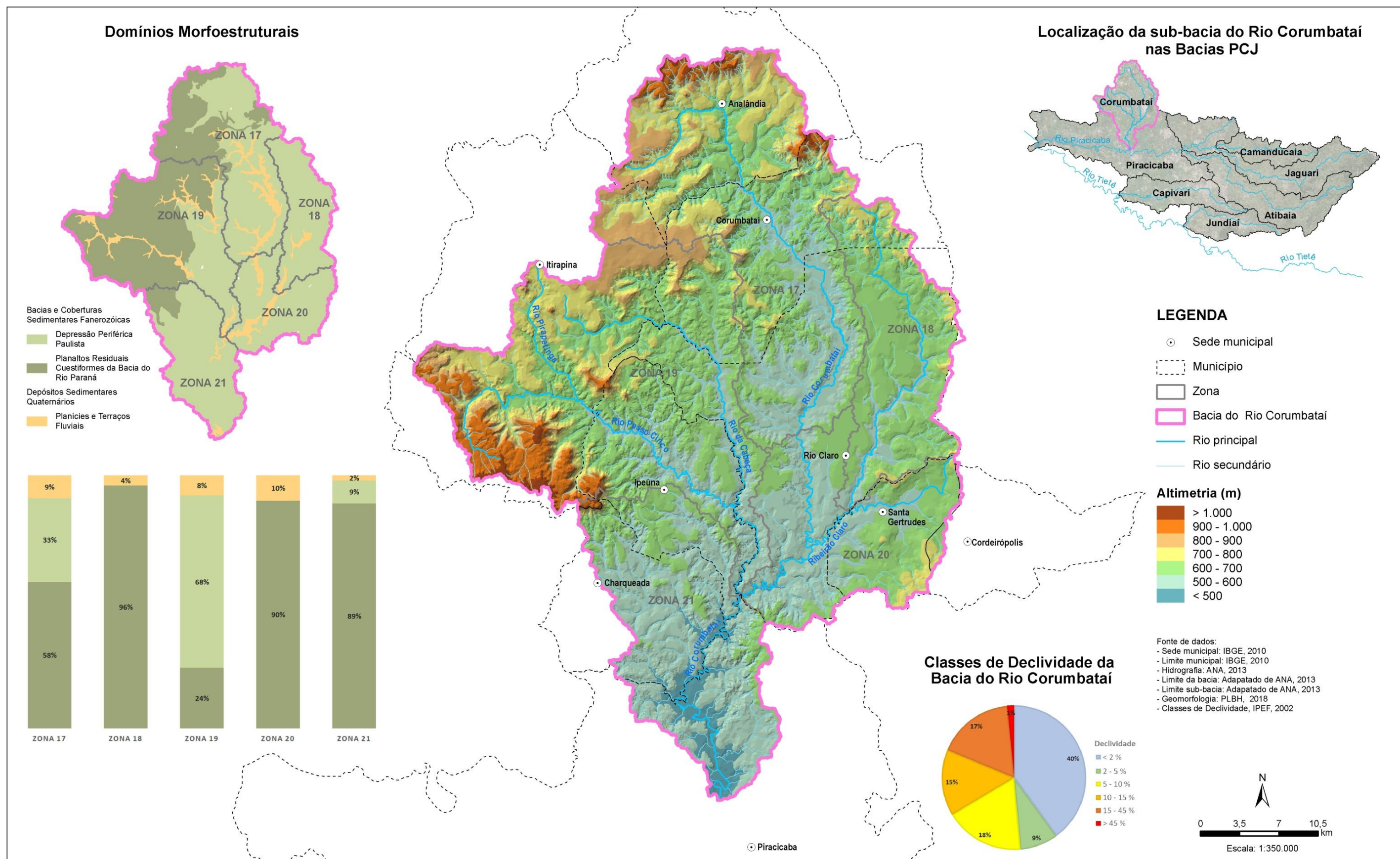


Figura 3.17 – Mapa das Províncias Geomorfológicas na Bacia do Rio Corumbataí

Predominam na bacia relevos colinosos (colinas amplas e médias) entremeados a morrotes alongados e espigões, formas residuais do tipo mesa e planícies aluviais. No flanco ocidental, ocorrem as escarpas festonadas que demarcam o limite das cuestas basálticas.

A altimetria varia entre 1068 m na Serra do Cuscuzeiro, na região de Analândia, limite dos divisores topográficos, e a 470 m na desembocadura do Rio Piracicaba, na cidade homônima, como ilustra a Figura 3.17.

A porção oeste da bacia, alinhada com as escarpas areníticas-basálticas nas serras de Itaqueri, Santana e Morro Grande, integra a Alta bacia, onde as cotas ficam entre 800 m e 1.068 m de altitude. Já o setor centro leste, na Depressão Periférica, o relevo é levemente ondulado, topografia plana, disposto entre as cotas 550 e 650 m, e apresenta natureza permeável dos sedimentos que a recobrem.

As declividades são bastante variadas, apresentando desde áreas planas, como nos topos de morros, pedimentos, planícies e terraços fluviais, até setores mais íngremes, como o rebordo das Cuestas.

Tanto na Bacia do Rio Corumbataí como em suas sub-bacias, predominam áreas com declividade inferior a 2%, representando 40% da área total. As áreas com declividade superior a 45% representam apenas 1,3% da área total da Bacia (IPEF, 2002)⁵, como ilustra o Gráfico das classes de declividades das sub-bacias da Bacia do Rio Corumbataí.

3.3.5 *Pedologia*

As características dos solos predominantes numa bacia hidrográfica são muito importantes porque estão relacionadas à resistência do solo e, por consequência, à erosão. Esta é uma das formas mais prejudiciais de degradação do solo, uma vez que reduz a capacidade produtiva das culturas, além de causar sérios danos ambientais, tais como, assoreamento e poluição das fontes de água⁶. A caracterização pedológica da Bacia do Corumbataí foi realizada com base no Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, elaborado em escala 1:500.00 (OLIVEIRA *et al.*, 1999)⁷ pela Embrapa e pelo IAC. A Figura 3.18 apresenta a distribuição das classes pedológica na Bacia do Rio Corumbataí junto aos gráficos de porcentagem de solo na bacia e nas zonas.

Como apontado no mapa os solos predominantes na Bacia do Rio Corumbataí são os Argissolos Vermelo-Amarelo. O Latossolo Vermelho-Amarelo encontra-se majoritariamente na porção oeste da bacia, enquanto o Latossolo Vermelho se encontra na porção leste. Dentre os Neossolos presentes na área da bacia, o Neossolo Litólico é o mais representativo, associado aos siltitos da formação Corumbataí. Já o Cambissolo Háplico e o Nitossolo representam juntos apenas 1,05%

⁵ IPEF. Plano Diretor: Conservação dos Recursos Hídricos por meio da Recuperação e Conservação da Cobertura Florestal da Bacia do Rio Corumbataí. 2002

⁶ COGO, Neroli Pedro; LEVIEN, Renato; SCHWARZ, Ricardo Altair. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciada por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. Revista brasileira de ciência do solo. Campinas. Vol. 27, n. 4 (jul./ago. 2003), p. 743-753, 2003.

⁷ OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M. & CALDERANO FILHO, B. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas, Instituto Agrônomo/EMBRAPA Solos. Campinas. 1999. 64p.

da área da bacia. As áreas urbanas (solos antropomórficos) representam 3% da área total da bacia.

Os Argissolos são solos minerais com nítida diferenciação entre as camadas ou horizontes, reconhecida em campo especialmente pelo aumento, por vezes abrupto, nos teores de argila em profundidade. Apresentam profundidade, drenagem e texturas variadas.

São observadas na Bacia do Rio Corumbataí duas classes de Argissolos: Argissolo Vermelho e Argissolo Amarelo. A primeira ocorre regularmente em locais de relevo ondulado, mas podem ocorrer em áreas de menor declive favorecendo a mecanização. Apresentam cores avermelhadas devido ao alto teor de óxidos de ferro existente no material de origem. A segunda ocorre em áreas de relevos mais acidentados e dissecados relacionando as dificuldades do uso agrícola com a fertilidade e susceptibilidade à erosão.

Os Latossolos são solos minerais altamente intemperizados, homogêneos e com pouca diferenciação entre os horizontes. Eles são profundos, bem drenados e com baixa capacidade de troca de cátions, com textura média ou mais fina (argilosa, muito argilosa) e, com mais frequência, são pouco férteis⁸. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações do material constitutivo. São observadas na Bacia do Rio Corumbataí duas classes de Latossolos: Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo. A primeira apresenta coloração avermelhada e, apesar da pouca fertilidade, possui potencial agrícola graças às correções possíveis e sua localização em relevos suavizados que corroboram à mecanização agrícola. A segunda possui cores uniformes vermelho-amareladas, altas profundidades, com boa drenagem. Em condições naturais, os teores de fósforo são baixos, sendo indicada a adubação fosfatada. Outra limitação ao uso desta classe de solo é a baixa quantidade de água disponível às plantas⁹.

Os Neossolos são constituídos por material mineral, não hidromórficos, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos¹⁰. São solos pouco desenvolvidos que não apresentam horizonte B diagnóstico e tem restrições para utilização agrícola. Isso significa que são indispensáveis práticas de manejo conservacionistas para evitar que esses solos sejam degradados¹¹. São observadas na Bacia do Rio Corumbataí duas classes de Neossolo: Neossolo Litólico e Neossolo Quartzarênico. O primeiro é típico de regiões de relevo mais dissecado ou íngreme. Compreendem solos rasos, onde geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos¹².

⁸ Instituto Agrônomo de Campinas. Solos do Estado de São Paulo. Latossolos. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solospdf/Latossolos.pdf>. Acessado em 04/2019.

⁹ ALMEIDA, Eliane de Paula Clemente; SANTOS, Humberto Gonçalves dos; ZARONI, Maria José. Latossolos Vermelho-Amarelos. http://www.agencia.cnpia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000g05ip3qr02wx5ok0q43a0r3t5vjo4.html. Acessado 04/2019.

¹⁰ JACOMINE, Paulo Klingner Tito. A nova classificação brasileira de solos. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma, v. 5, p. 161-179, 2013.

¹¹ Instituto Agrônomo de Campinas. Solos do Estado de São Paulo. Argissolos. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solospdf/neossolos.pdf>. Acessado em 04/2019.

¹² SANTOS, Humberto Gonçalves dos; ZARONI, Maria José; ALMEIDA, Eliane de Paula Clemente. Neossolos Litólicos. Disponível em: http://www.agencia.cnpia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqxhk6vk7.html. Acessado em 04/2019.

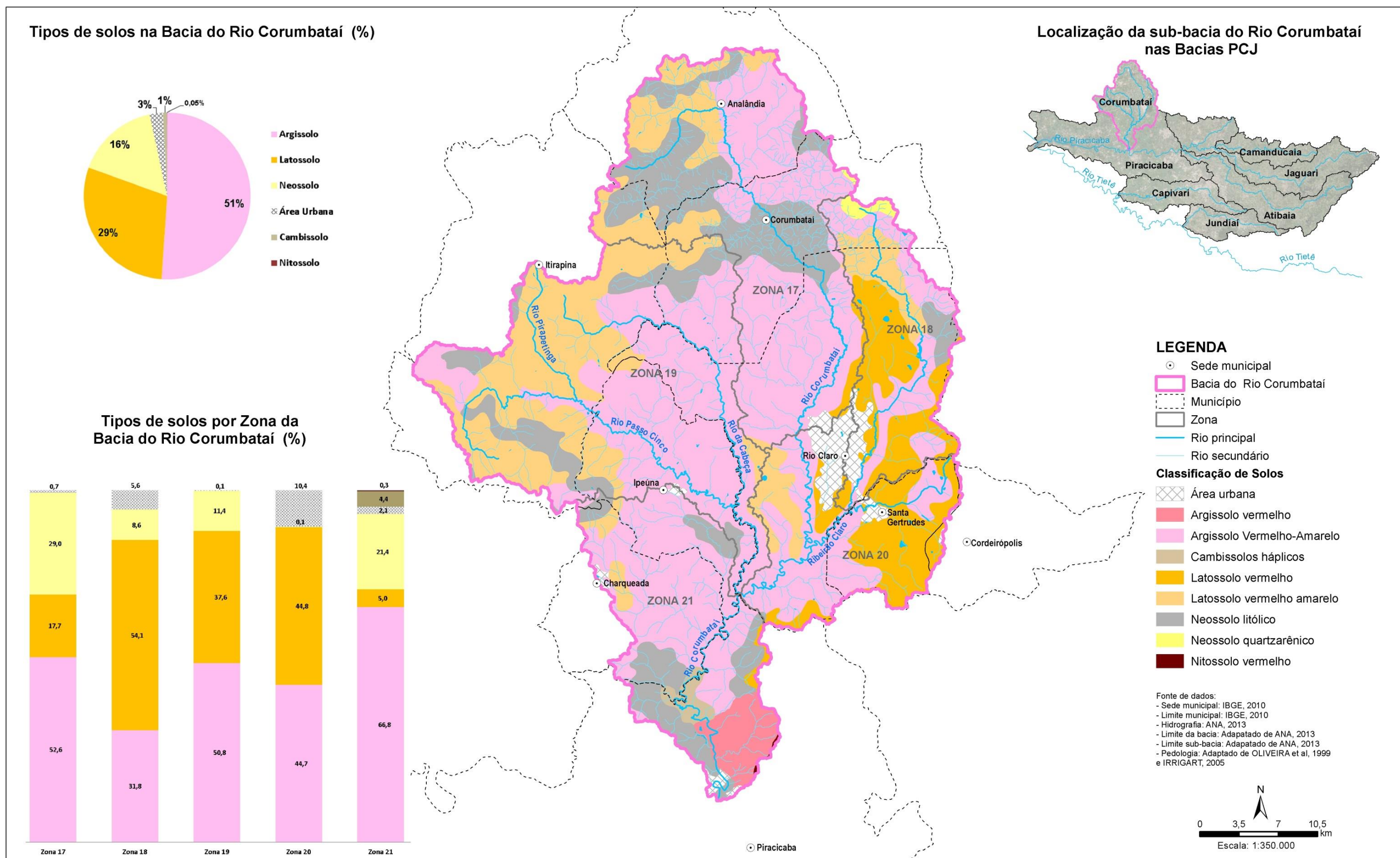


Figura 3.18 – Mapa Pedológico na Bacia do Rio Corumbat

O segundo ocorre em relevos suavizados, porém por apresentarem muito baixa coesão, sua susceptibilidade à erosão é elevada.

Os Cambissolos apresentam alta variação de profundidade, cor e drenagem. São pouco desenvolvidos, que ainda apresentam características do material originário (rocha) evidenciado pela presença de minerais primários¹³. Na Bacia do Rio Corumbataí o Cambissolos Háplicos é encontrado em relevo forte ondulado ou montanhoso com ausência de horizonte A superficial úmido. Com fertilidade variável, essa classe de solo apresenta como principal restrição à agricultura, a baixa profundidade; o relevo de declives acentuados e a ocorrência de pedras na massa do solo¹⁴.

3.3.6 Hidrogeologia

Água subterrânea é um recurso hídrico limitado que, ao longo do tempo, tem relação com: geologia (rochas, solo; estruturas geológicas) e relevo (geomorfologia); interações hidráulicas (condições de infiltração no solo e de circulação de água dentro dos aquíferos; interações águas atmosféricas - superficiais – subterrâneas; inter-relações entre distintos aquíferos) e clima (sobretudo quantidade e distribuição das chuvas), dentro do ciclo das águas. Seu aproveitamento é feito através de captações (poços) e sofre interferências antrópicas em quantidade e qualidade.

Aquífero é uma formação geológica com capacidade de armazenar e transmitir (circular) águas subterrâneas, possibilitando seu aproveitamento como recurso hídrico. Aquitarde é uma formação geológica que, embora possa armazenar água, é de natureza semipermeável (normalmente com granulometria fina – argilosa a silto-argilosa) e, portanto, transmite água a uma taxa muito baixa, o que por vezes inviabiliza seu aproveitamento (com valores de vazão e capacidade específica baixos).

A importância dos aquíferos depende do volume de espaços vazios da rocha (porosidade) e da conexão entre eles para que a água possa circular (permeabilidade). As fotos apresentadas na Figura 3.19 mostram os principais tipos de porosidade associados aos aquíferos presentes na Bacia do Rio Corumbataí: intergranular (associada, sobretudo a terrenos sedimentares) e fissural (ou de fraturas).

As principais unidades aquíferas presentes na Bacia do Rio Corumbataí, formadas por rochas sedimentares (sobretudo) e ígneas, da base para o topo na estratigrafia geológica, são (Figura 3.20):

¹³ ZARONI, Maria José; SANTOS, Humberto Gonçalves dos. Cambissolos. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_8_2212200611538.html>. Acessado em 01 de abril de 2019.

¹⁴ SANTOS, Humberto Gonçalves dos; ZARONI, Maria José; ALMEIDA, Eliane de Paula Clemente. Cambissolos Háplicos. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn1sf65m02wx5ok0liq1mqxz3jrec.html>. Acessado em 01 de abril de 2019.

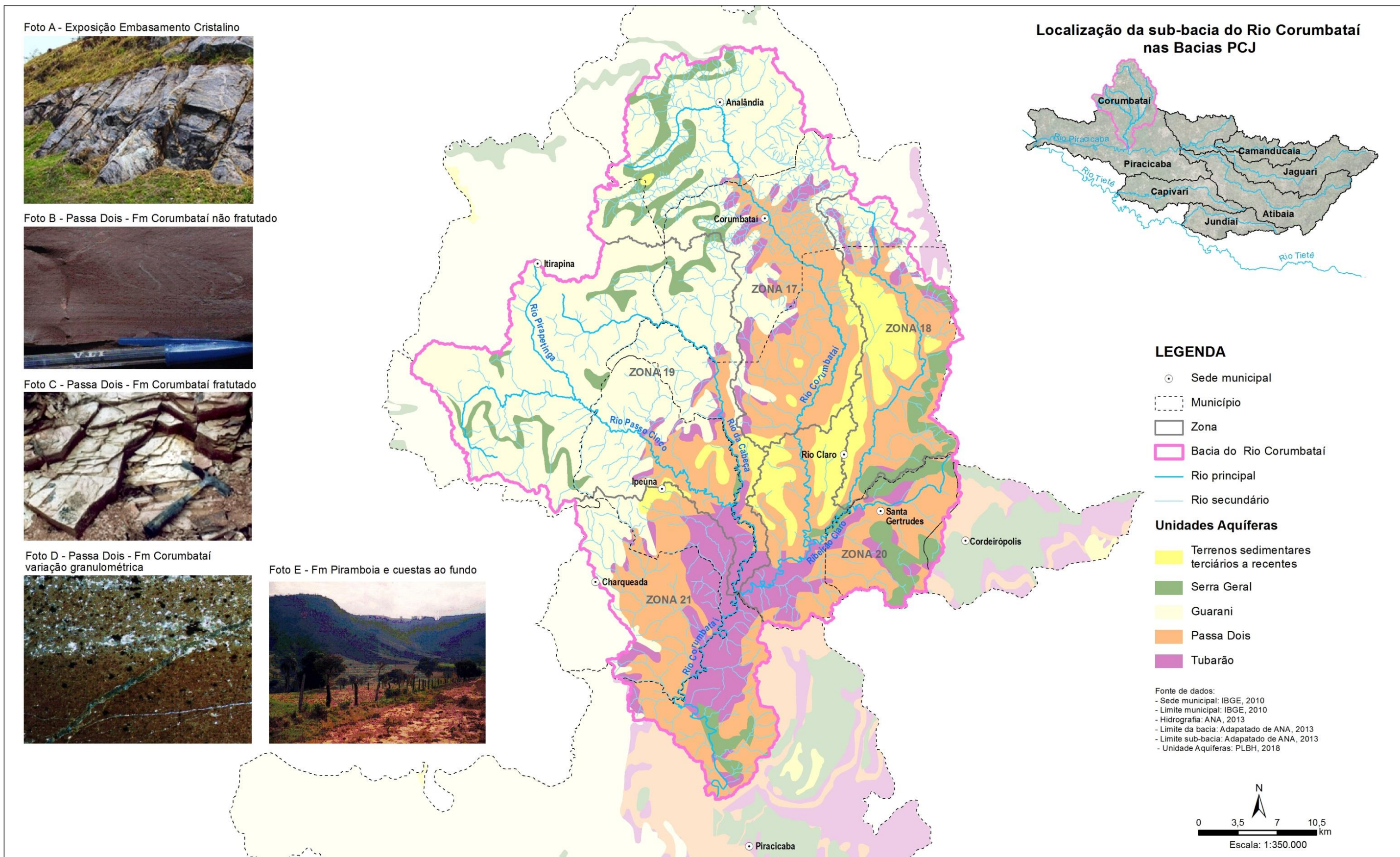


Figura 3.19 – Mapa das Unidades Aquíferas na Bacia do Rio Corumbataí

- ✓ Aquífero Tubarão (11,4% em área aflorante);
- ✓ Aquitarde Passa Dois (30,9%);
- ✓ Aquífero Guarani (SAG - Sistema Aquífero Guarani – 42,1%);
- ✓ Aquífero Serra Geral / diabásios associados (8,3%);
- ✓ Aquíferos locais de Terrenos sedimentares terciários a recentes (7,2%).

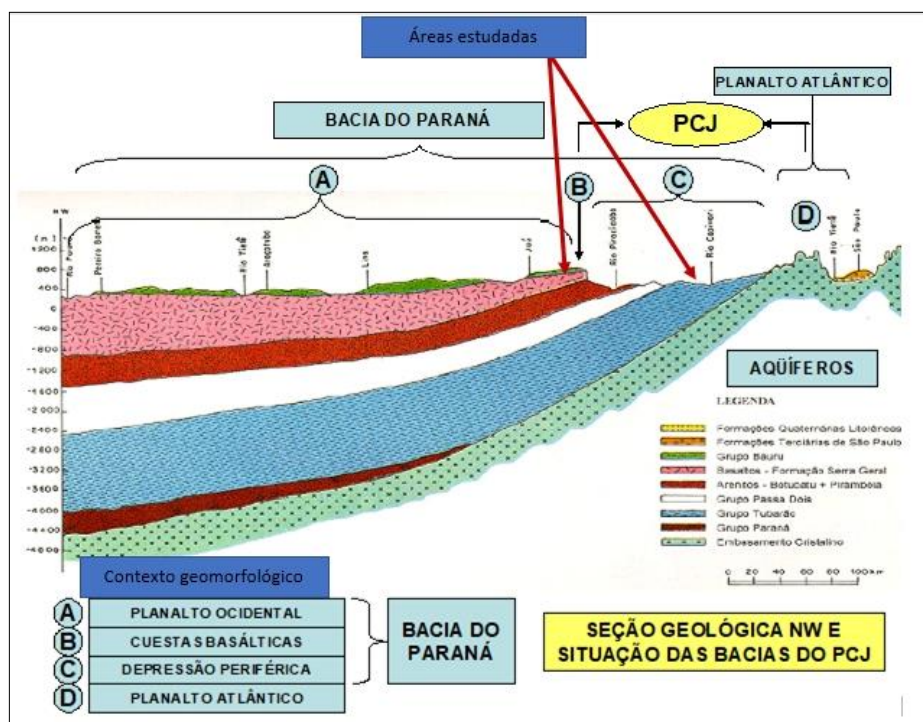


Figura 3.20 – Perfil - Unidades Aquíferas e localização da área estudada

Pelo perfil (Figura 3.20) e pela Figura 3.19, nota-se que a Bacia do Rio Corumbataí encontra-se no contexto geomorfológico da Depressão Periférica (porção centro-leste-sudeste da bacia, na qual predominam afloramentos dos aquíferos Tubarão, Guarani e de Terrenos Sedimentares Terciários a mais recentes, além do aquitarde Passa Dois e de diabásios) ou de Relevos Residuais Cuestiformes (parte oeste-noroeste da bacia, representados por rochas sedimentares do aquífero Guarani, além de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral – estas, devido à maior resistência, sustentam o relevo local - perfazendo as maiores altitudes da bacia -, e por vezes se situam intercaladas a arenitos do aquífero Guarani).

Através dessas representações, é possível notar que, embora o aquífero Tubarão aflore em pouco mais de 11% da área total da bacia, encontra-se também em profundidade, abaixo do pacote do aquífero Passa Dois (este, aflorante em cerca de 30% da bacia), comportando-se nestas porções por vezes como aquífero confinado ou semi-confinado. Trata-se, assim, de um dos principais aquíferos da Bacia do Rio Corumbataí, como recurso hídrico subterrâneo disponível para municípios do centro e leste/sudeste da bacia, em cerca de 40% da área da bacia.

O aquífero Guarani (SAG) é um dos maiores reservatórios de água do planeta, sendo o melhor aquífero da Bacia – em termos hidrodinâmicos, de produtividade ou potencialidade –, mas, devido a sua ocorrência restrita à parte oeste da bacia, é recurso hídrico subterrâneo disponível para municípios ali situados (principalmente Itirapina e Analândia, além de porções oeste de outros municípios). É sobretudo livre na bacia, portanto, além de ser acessível a esta porção oeste para aproveitamento por poços, também apresenta relevância em um contexto mais amplo, das áreas de recarga do aquífero Guarani (como reserva estratégica de recurso hídrico transfronteiriço – além do Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai - e interestadual – diversos estados brasileiros).

Como se nota pelo perfil apresentado na Figura 3.20, o substrato hidrogeológico destes pacotes aquíferos é formado pelo Embasamento Cristalino, conjunto de litologias metamórfico-ígneas mais antigas (notadamente do Pré-Cambriano), não aflorante na Bacia do Rio Corumbataí (aflora a leste, aproximadamente a partir de Campinas (Foto A apresentada na Figura 3.19)).

Outras possibilidades de aproveitamento hidrogeológico na Bacia do Rio Corumbataí, de localização e dimensão mais restritas, são porções mais arenosas (de maior granulometria) do pacote pelítico do aquitarde Passa Dois; fraturas e manto de alteração das litologias ígneas (basaltos nas porções das cuestas e diabásios na Depressão Periférica); e terrenos sedimentares Terciários a mais recentes (estes, com destaque em Rio Claro e nas proximidades das principais drenagens).

Síntese das principais unidades aquíferas

A Tabela 3.5 apresenta uma síntese das principais unidades aquíferas, correlação com a geologia e geomorfologia, além das principais características hidrogeológicas. Estes dados são complementados com análises mais detalhadas de dados, apresentadas nos Capítulos 5.2.2 e 5.2.5.

O aquífero Tubarão é composto por rochas sedimentares bastante heterogêneas, com área aflorante em parte da Bacia do Rio Corumbataí, associado ao Grupo Itararé, Formações Tatuí e Aquidauana (esta, situada fora das áreas estudadas).

O Grupo Itararé (principal componente do aquífero Tubarão) constitui uma unidade com complexa associação de diamictitos, ritmitos, siltitos, argilitos, folhelhos, conglomerados e arenitos, de cor cinza claro a escuro, que se sucedem tanto na vertical como na horizontal; as camadas destas rochas sedimentares podem alcançar várias dezenas de metros de espessura e associam-se a diversos subambientes do ambiente glacial, isto é, fluvial, marinho, lacustre, praiano, deltaico, entre outros. Nas rochas do Grupo Itararé intercalam-se soleiras de diabásio da Formação Serra Geral na porção centro-leste da bacia do Corumbataí.

TABELA 3.5 – SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS REGIONAIS DAS PRINCIPAIS UNIDADES AQUÍFERAS PRESENTES NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

(Continua)

Unidade aquífera	Unidade lito-estratigráfica	Litologia aquífero	Geomorfologia	% área*	Aquífero / porosidade	Características principais	Parâmetros hidrogeológicos**	Potencial hidrogeológico***
Terrenos sedimentares terciários a recentes	Depósitos colúvio-aluvionares recentes	Areias finas a grossas e sedimentos silto-argilosos encontradas nas planícies e encostas	Sobretudo na Depressão Periférica Paulista (e pequenas porções no reverso das cuestas)	7,2%	Aquífero sedimentar; porosidade intergranular	Extensão limitada / local (destaque para Rio Claro), descontínuo, anisotrópico, heterogêneo e livre	Espessuras médias de métricas a até 30m. Q: 1 a 30 m ³ /h. Q/s: 0,1 a 5 m ³ /h/m.	Baixo a médio, localizado. Suprimento de demandas domésticas/rurais através de poços escavados (cacimbas) ou poços tubulares de baixa vazão
	Fm. Rio Claro, Formação Itaqueri e depósitos correlatos (Terc.)	Arenitos e arenitos conglomeráticos; arenitos argilosos						
Serra Geral / Diabásios	Formação Serra geral (basaltos) e diabásios associados	Vulcânicas básicas com intercalações intertra-peanas de arenitos. Soleiras de diabásios (subvulcânicas básicas).	Planaltos Residuais Cuestiformes (basaltos) / Depressão Periférica (diab.)	8,3%	Aquíferos ígneos; porosidade fissural	Extensão limitada na bacia (basaltos a oeste; diabásios em porções na Depressão Periférica), descontínuo, anisotrópico, heterogêneo, livre a semiconfinado	Espessuras métricas a decamétricas na bacia, com fragmentos isolados. Q: 5 a 70 m ³ /h. Q/s: 0,01 a 10 m ³ /h/m. T: 1 a 700 m ² /dia	Baixo a elevado, localizado na bacia. Potencial (vazão explotável por poço) variável, de 7 a 100 m ³ /h (basaltos) e 1 a 12 m ³ /h (diabásios)
Guarani (SAG – Sistema Aquífero Guarani)	Formação Botucatu (extensão mais restrita na bacia)	Arenitos eólicos médios	Planaltos Residuais Cuestiformes / Depressão Periférica Paulista	42,1%	Aquífero sedimentar; porosidade intergranular	Ampla extensão nas porções W a NW da bacia. Aquífero livre (em sua maioria) a confinado (pequena porção). Entre os mais homogêneos/isotrópicos da bacia	Espessuras variáveis (0-250m), com fragmentos isolados. Q: 5 a > 100 m ³ /h. Q/s: 0,01 a 26 m ³ /h/m. T: 40 a > 1000 m ² /dia	Melhor aquífero da bacia, mas requer proteção devido à recarga como aquífero transfronteiriço. Potencial variável, de 20 a 80 m ³ /h (dos mais elevados da bacia)
	Formação Pirambóia (maior extensão)	Arenitos finos a médios						

TABELA 3.5 – SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS REGIONAIS DAS PRINCIPAIS UNIDADES AQUÍFERAS PRESENTES NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

(Conclusão)

Unidade aquífera	Unidade lito-estratigráfica	Litologia aquífero	Geomorfologia	% área*	Aquífero / porosidade	Características principais	Parâmetros hidrogeológicos**	Potencial hidrogeológico***
Passa Dois	Formação Corumbataí	Argilitos, folhelhos e siltitos com intercalações de bancos carbonáticos, silexites e arenitos finos	Depressão Periférica Paulista	30,9%	Aquitarde sedimentar; porosidade intergranular (nas porções mais arenosas); presença de fraturas	Aquitarde (impermeável a semi), de ampla extensão nas porções central, E e SE da bacia; livre a semiconfinado, anisotrópico, heterogêneo. Porções mais arenosas locais, melhores como aquíferos	Espessuras variáveis, de 0 a 120m. Q: <1 a 10 m ³ /h. Q/s: 0,005 (ou inferior) a 1 m ³ /h/m	Aquitarde (Potencial baixo a muito baixo / inexistente), com porções locais aquíferas (mais arenosas), de potencial médio a baixo.
	Formação Irati	Siltitos, argilitos e folhelhos pirobetuminosos em alternância rítmica com calcários						
Tubarão	(Grupo Tubarão) Formação Tatuí(a)/Itararé(b)	Siltitos, arenitos finos concrecionados, calcários e sílex. Arenitos, imaturos a arcósios; conglomerados e diamictitos		11,4%	Aquífero sedimentar; porosidade intergranular; presença de fraturas	Extensão livre limitada (porções centro-E da bacia), anisotrópico, heterogêneo. Porções semiconfinada a confinada (abaixo do pacote do Passa Dois), mais a oeste	Espessuras variáveis, de 0 a 150m. Q: 3 a 50m ³ /h, Q/s: 0,005 a 8,5 m ³ /h/m. T: 0,3 a 200 m ² /dia. Recarga restrita	Médio, variável (muito heterogêneo). Potencial (vazão explotável) variável, de <10 a 40 m ³ /h.

Obs.: Q = vazão de poço (m³/h), Q/s = capacidade específica (m³/h/m), T = transmissividade (m²/h); *área considerando-se o mapa de unidades aquíferas associadas ao mapa geológico de DAEE & UNESP (1980);

dados dos aquíferos em sua extensão/delimitação geral, com elementos regionais a locais; *potencial segundo DAEE et al. (2005).

Fonte: Compilação da literatura: DAEE, 1981; DAEE et al., 2005; IG et al., 1997; IRRIGART, 2003; PROFILL & RHAMA, 2018.

Elaboração: Engecorps, 2019

Quanto às características hidráulicas, o aquífero Tubarão apresenta valores regionais de transmissividade (T) entre 0,30 a 200 m²/dia; a condutividade hidráulica (K) varia entre 0,002 a 0,7 m/dia; a capacidade específica (Q/s) média calculada é de 0,1 m³/h/m, nível estático médio (NE) de 18 m e espessura saturada média de 134 m. As vazões variam de 3 a 50 m³/h^{15 16 17}.

Tomando-se como base a análise dos dados dos poços selecionados em toda extensão, DAEE *et al.* (2005) recomendam uma profundidade máxima de 150 m para a abertura de novos poços, e um rebaixamento máximo da ordem de 30 m (aproximadamente 25% da espessura saturada mediana). É também proposto um espaçamento mínimo de 500 m entre poços (ou 4 poços/km²)¹⁸.

A influência das fraturas sobre a produção do aquífero Tubarão é demonstrada por FERNANDES (1997) e FERNANDES & RUDOLPH (2001) para a região de Campinas^{19 20}. Nesta área a mediana de capacidade específica é de 0,13 m³/h/m, para um universo de 134 poços. Considerando apenas os poços com capacidade específica maior que 0,5 m³/h/m, que totalizam 21 poços, 18 estão próximos a lineamentos e apenas 3 estão longe destas feições. Isto indica a influência positiva das fraturas também sobre o potencial de produção do aquífero Tubarão.

ANA (2013)²¹ e MMA (2015)²², em estudos para bacias federais e Estado do Paraná como um todo, respectivamente, consideram as unidades Palermo, Rio Bonito e Itararé como sistemas aquíferos individuais (distintos), em função do agrupamento de unidades geológicas específicas. No Estado de São Paulo, esses sistemas são frequentemente considerados como apenas uma unidade aquífera aflorante, denominada aquífero Tubarão.

O aquífero Passa Dois é formado predominantemente por argilitos a siltitos (Foto B – Figura 3.19) de produtividade a mais baixa presente da Bacia do Rio Corumbataí. Com extensão regional, encontra-se na base do aquífero Guarani (SAG) e recobre o topo do aquífero Tubarão. Localmente, pode apresentar certa produtividade, relacionada a fraturas na rocha (Foto C) ou porções mais arenosas, de granulometria maior (Foto D).

O aquífero Guarani (SAG) é representado pelas Formações Pirambóia e Botucatu.

¹⁵ DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (1981) Estudo das Águas Subterrâneas – Região Administrativa 5 - Campinas.

¹⁶ IG - INSTITUTO GEOLÓGICO; CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO; DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (1997) Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto Geológico: CETESB. 2v.

¹⁷ ODA, G.H.; IRITANI, M.A.; FERREIRA, L.M.R.; SILVA, A.H.; ROCHA, G.A. (2005). Proposta Metodológica para Exploração Racional do Sistema Aquífero Tubarão no Estado de São Paulo. In: ABAS, Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 14, e Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste, 2, Ribeirão Preto, CD-ROM, 13 p.

¹⁸ DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA; IG - INSTITUTO GEOLÓGICO; IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (2005) Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo – Texto explicativo e mapa.

¹⁹ FERNANDES, A.J.; RUDOLPH, D. (2000) La influencia de la tectónica cenozoica en la proctividad de agua subterrânea en zonas fracturadas: aplicación a São Paulo, Brasil. *Hydrogeology Journal*, v.9, n. 2, p.151-167.

²⁰ FERNANDES, A.J. (1997) Tectônica Cenozóica na porção média da bacia o rio Piracicaba e sua aplicação à hidrologia. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

²¹ ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2015) Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema – Diagnóstico da UGRH Paranapanema. Dezembro de 2015. 262p. Complementarmente, há a Nota Técnica n. 6, específica sobre a temática de águas subterrâneas.

²² MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2015) Carta das Águas Subterrâneas do Paraná – 5v. Execução: Água e Solo, Porto Alegre/RS.

A Formação Pirambóia, maior representatividade geográfica na Bacia do Rio Corumbataí, constitui-se de arenitos com granulação média a muito fina, com matriz silticoargilosa, intercalações de camadas de argilitos e siltitos e raras intercalações arenoso conglomeráticas. As estruturas sedimentares mais comuns nesta unidade são: estratificação cruzada e plano-paralela, estrutura maciça e marcas onduladas. Já a Formação Botucatu é encontrada numa faixa mais estreita, em contatos predominantemente concordantes ou transacionais com a Formação Pirambóia, além de porções entre derrames (Fm. Serra Geral); constitui-se de arenitos de granulação fina a média, com boa seleção de grãos foscos de alta esfericidade, apresentando corpos de arenitos conglomeráticos na base. O constituinte mineralógico principal é o quartzo, que pode apresentar-se com cor avermelhada devido à presença comum nesses grãos de uma película envolvente de óxido de ferro. Os sedimentos apresentam estratificação cruzada de grande porte e acanalada.

O SAG é o principal aquífero da Bacia Geológica do Paraná em termos de reserva e produtividade de água subterrânea, portanto, constitui-se de reserva estratégica, não só para o Brasil (Estados de SP e vizinhos), como para países vizinhos (caráter transfronteiriço). A “desvantagem” como recurso hídrico, é que sua localização é relativamente distante dos principais centros de demanda de água.

No caso da Bacia do Rio Corumbataí, ocorre aflorando na sua porção oeste-noroeste, com destaque para os municípios de Itirapina e Analândia, além de porções (trechos a oeste) em Charqueada, Ipeúna, Piracicaba, Corumbataí e Rio Claro. Está entre 10-15km (em suas porções aquíferas mais delgadas) e 50-75km (porções mais espessas) das áreas urbanas principais (Piracicaba e Rio Claro).

Pela Foto E apresentada na Figura 3.19, é possível observar, desde Charqueada, solo de alteração arenoso (associado a Fm. Pirambóia) e o relevo destacado de cuevas ao fundo (porções mais elevadas do terreno), com intercalações entre arenitos (mais evidentes em “paredões”) e basaltos (rochas ígneas - derrames - de composição básica, identificáveis apenas localmente). Essas quebras de relevo, em suas porções média a baixa, representam áreas preferenciais de descarga dos aquíferos e presença de nascentes. Já as áreas de recarga, embora sejam em toda extensão aflorante da Bacia do Rio Corumbataí para seus diversos aquíferos, têm áreas preferenciais do Guarani associadas aos relevos de cuevas.

As vazões do aquífero Guarani variam, segundo a literatura, de 5 a $> 100 \text{ m}^3/\text{h}$; a capacidade específica, a $0,01$ a $26 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. Trata-se, sem dúvida, do melhor aquífero da Bacia do Rio Corumbataí, com potencial (vazão explotável de poços) de 20 a $80 \text{ m}^3/\text{h}$ (dos mais elevados da bacia). Por outro lado, apresenta este caráter duplo, de ao mesmo tempo servir de aquífero acessível (livre, com boas vazões, não demandando poços muito profundos) aos municípios do setor oeste da Bacia, mas também tendo estas áreas como recarga da reserva estratégica representada pelo aquífero gigante transfronteiriço. Isso requer um equilíbrio, em termos de gestão, com seu uso racional e medidas de proteção.

As demais unidades apresentam importância apenas local (Terrenos Sedimentares Terciários a recentes; basaltos e diabásios) ou são aquíferos (caso do Passa Dois), sendo que suas características gerais são apresentadas na Tabela 3.6.

A Tabela 3.6 apresenta uma síntese da extensão aflorante das unidades aquíferas por Zona, a partir do mapa de Unidades Aquíferas (Figura 3.19). Estes dados indicam que as áreas mais relevantes do aquífero Guarani estão situadas nas Zonas 19 (mais da metade) e 17; e que as áreas do aquífero Tubarão estão localizadas predominantemente nas Zonas 21 (livre, aflorante) e 17/20/21 (considerando-se também a porção sob o aquífero Passa Dois).

TABELA 3.6 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES AQUÍFERAS POR ZONA DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

Zona / Unidade aquífera		Tubarão	Guarani	Passa Dois	Serra Geral / diabásios	Terrenos sedimentares Terciários a recentes	TOTAL
Zona 17	Área em km ²	25,92	245,05	140,96	41,25	16,72	469,89
Zona 18		9,82	29,35	79,95	24,07	51,14	194,33
Zona 19		30,08	407,64	55,77	33,39	11,98	538,86
Zona 20		39,98	-	112,72	31,43	39,59	223,72
Zona 21		90,35	41,07	141,63	12,15	4,69	289,89
Total Geral	Área (%)	196,15	723,10	531,02	142,29	124,12	1.716,69
		11,4%	42,1%	30,9%	8,3%	7,2%	100%

Elaboração: Engecorps, 2019

A Tabela 3.7 apresenta uma síntese da extensão aflorante das unidades aquíferas por município. Estes dados indicam os seguintes destaques:

- ✓ Analândia: amplo destaque para o aquífero Guarani (82,31%);
- ✓ Charquedade: predomínio do aquífero Passa Dois (52,61%), Tubarão (23,34%, além da área sob o Passa Dois, ou seja, é o maior aquífero em área) e Guarani (24,05%);
- ✓ Cordeirópolis: pequena área na bacia (5,32km²), com destaque para diabásios (> 50%);
- ✓ Corumbataí: grande destaque para o aquífero Guarani (63,42%), seguido do aquífero Passa Dois (20,56%) e Tubarão (10,35%, além da área sob o Passa Dois, o que perfaz mais de 30%);
- ✓ Ipeúna: predomínio aflorante para o aquífero Guarani (44,44%), seguido do aquífero Passa Dois (28,65%) e Tubarão (20,18%, além da área sob o Passa Dois, o que totaliza quase 50%);
- ✓ Itirapina: amplo destaque para o aquífero Guarani (89,66%, o maior % na bacia);
- ✓ Piracicaba: predomínio do aquífero Passa Dois (52,27%), Tubarão (36,31%, além da área sob o Passa Dois, ou seja, é o maior aquífero em área) e Serra Geral / diabásios (10,75%);

- ✓ Rio Claro: destaque para o aquífero Passa Dois (49,94%), além do Tubarão (10,26%, além da área sob o Passa Dois, ou seja, perfazendo cerca de 60% da área), Terrenos sedimentares Terciários a recentes (único município o qual estes se destacam) e Guarani (11,07%);
- ✓ Santa Gertrudes: amplo predomínio do aquífero Passa Dois (60,59%) e Tubarão (13,23%, além da área sob o Passa Dois, ou seja, é o maior aquífero em área), além dos diabásios (26,27%).

TABELA 3.7 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES AQUÍFERAS POR MUNICÍPIO – APENAS NA ÁREA DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

Município	Área do Município (km ²)	Áreas das Unidades Aquíferas por município									
		Tubarão		Guarani		Passa Dois		Serra Geral / diabásios		Terrenos sedimentares Terciários a recentes	
		Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Analândia	177,34	0,63	0,36	145,97	82,31	0,72	0,41	29,30	16,52	0,72	0,40
Charquedade	123,14	28,74	23,34	29,62	24,05	64,78	52,61	-	0,00	-	0,00
Cordeirópolis	5,32	0,36	6,68	-	0,00	2,06	38,71	2,91	54,61	-	0,00
Corumbataí	232,10	24,01	10,35	147,20	63,42	47,71	20,56	13,18	5,68	-	0,00
Ipeúna	190,25	38,39	20,18	84,54	44,44	54,50	28,65	2,03	1,07	10,79	5,67
Itirapina	291,14	-	0,00	261,05	89,66	-	0,00	29,86	10,26	0,23	0,08
Piracicaba	113,06	41,05	36,31	0,77	0,68	59,09	52,27	12,15	10,75	-	0,00
Rio Claro	487,27	50,00	10,26	53,94	11,07	243,34	49,94	27,44	5,63	112,39	23,07
Santa Gertrudes	97,08	12,85	13,23	-	0,00	58,82	60,59	25,41	26,17	-	0,00
Total Geral	1.716,71	196,02	-	723,08	-	531,02	-	142,28	-	124,12	-

Elaboração: Engecorps, 2019

Quanto à delimitação das áreas de recarga dos aquíferos para preservação, ela é resultante da combinação dos diversos fatores e diferentes características e propriedades, notadamente do meio físico (geologia, geomorfologia/relevo). As áreas com recarga são, potencialmente, toda extensão aflorante das unidades aquíferas. Muito embora todas as áreas livres sejam possibilidades de recarga, o que varia é: o regime de chuva (quantidade e distribuição), a quantidade desta parcela de chuva que efetivamente infiltra no solo/rochas (função das propriedades hidráulicas do solo e substrato rochoso, do tipo de uso e ocupação do solo e da declividade do terreno) e as condições de armazenamento e circulação/fluxo subterrâneo (em subsuperfície/profundidade), além das condições de descarga dos aquíferos.

Em específico, as áreas preferenciais de recarga dos aquíferos são as partes mais elevadas e de menos declividade da Bacia do Rio Corumbataí, além dos aquíferos considerados com melhores propriedades aquíferas. Assim, destaca-se toda extensão aflorante do aquífero Guarani (por se tratar de área de preservação e recarga da reserva estratégica do SAG como um todo, que se constitui em imenso aquífero transfronteiriço; e por ser excelente aquífero), sendo os destaques preferenciais são as porções mais elevadas nas partes oeste e noroeste da bacia, principalmente os locais com menor declividade (que facilita a infiltração). Também são relevantes as áreas de afloramento dos terrenos sedimentares terciários a mais recentes, os quais normalmente apresentam boas condições de infiltração (notadamente os terrenos arenosos do Terciário, como da Formação Rio Claro), pois estão em áreas mais planas do relevo e normalmente são de granulometria arenosa. Adicionalmente, as áreas de exposição (afloramento) do aquífero

Tubarão também podem ser consideradas preferenciais, pois se trata do aquífero mais utilizado (explorado) na Bacia, mesmo que não seja o aquífero de melhores propriedades hidrogeológicas e como recurso hídrico.

Por outro lado, as áreas aflorantes do Passa Dois são das menos favoráveis, pois exatamente se trata de aquíclude, e as áreas dos basaltos e diabásios, embora heterogêneas e com potencial, são restritas em área (extensão) na bacia.

3.4 ASPECTOS BIÓTICOS

3.4.1 *Biomass e Remanescentes Florestais*

A Bacia do Rio Corumbataí encontra-se numa região de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado. Conforme pode ser observado na Figura 3.21, a presença da Mata Atlântica, representada pela floresta estacional semidecidual, ecossistema mais fragmentado e ameaçado deste domínio, é mais intensa na porção sul e leste da bacia, já o Cerrado está localizado na parte norte e oeste.

Os Campos Cerrados, Cerrados e Cerrados mais densos eram observados nos solos mais profundos, muito permeáveis e pobres. A floresta tropical subcaducifólia predominava nos solos profundos, argilosos e menos pobres em nutrientes como os podzólicos e terras roxas (ZAMPIN & RIBEIRO, 2013)²³.

Devido à ação antrópica na região boa parte desses biomas foi devastada. Atualmente, segundo mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal apresentado na Revisão do Plano das Bacias PCJ 2010-2020, a bacia encontra-se fragmentada, restando somente 22,7% da área total coberta por remanescentes de vegetação nativa, sendo 15,2% da cobertura original de Cerrado e com 7,5% da Mata Atlântica. Esta vegetação remanescente está praticamente restrita aos terrenos muito declivosos e trechos isolados de mata ciliar, como ilustra a Figura 3.21.

É importante dizer que a grande extensão de área favorável à mecanização e, conseqüentemente, à expansão agrícola, é um dos principais fatores do processo de fragmentação florestal na Bacia do Rio Corumbataí.

²³ ZAMPIN & RIBEIRO. Análise Ambiental, Sustentabilidade e Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí-SP. Gestão em Foco, Edição nº 6, Mês/ Ano: 05/2013. Páginas: 37-57. 2013.

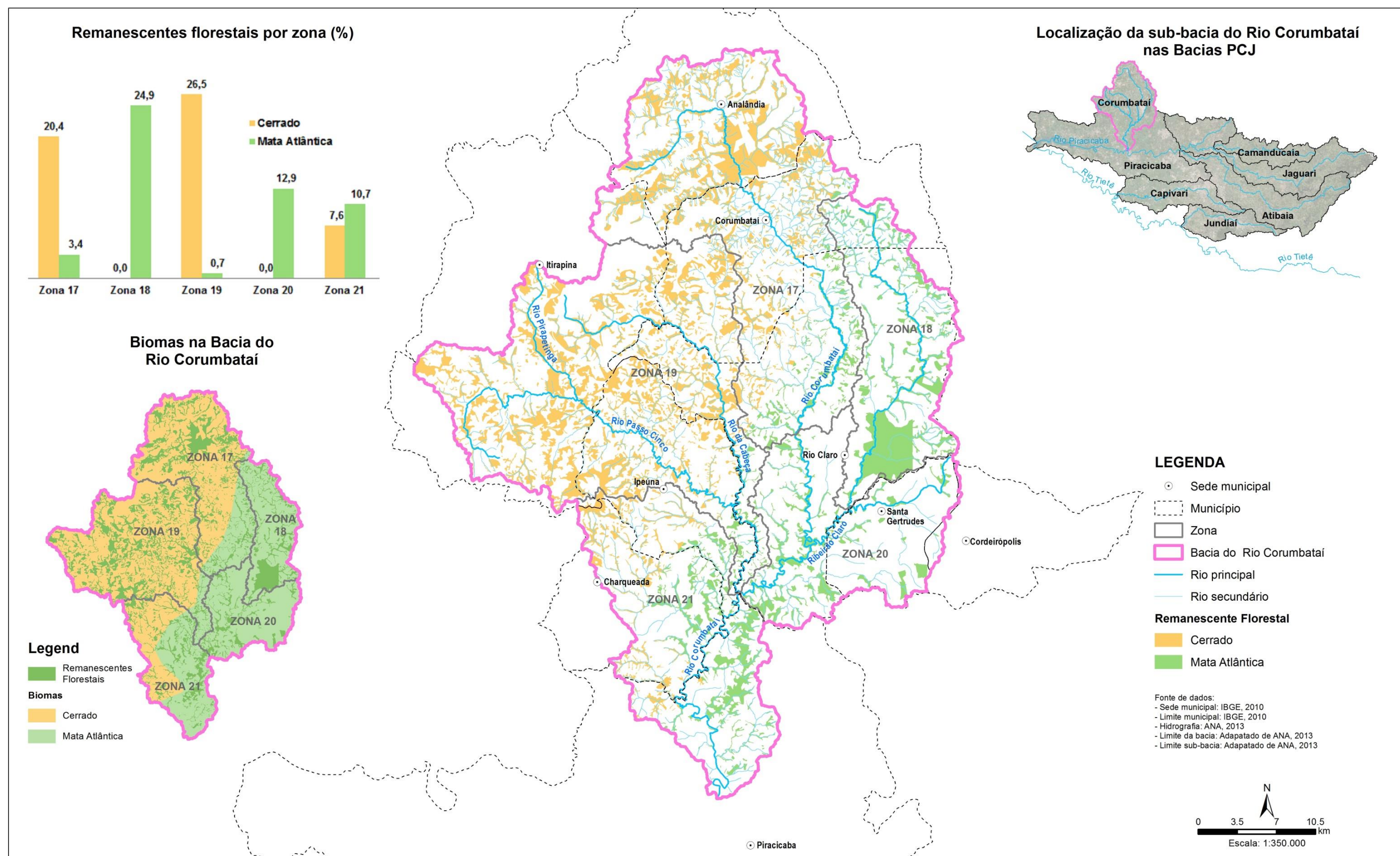


Figura 3.21 – Distribuição espacial da cobertura vegetal na Bacia do Rio Corumbataí

A bacia enfrenta problemas crescentes desde o início do século XIX, decorrentes do intenso desmatamento provocado pela implantação significativa de culturas agrícolas e pastagens, que transformaram a cobertura do solo na região, resultando na alta fragmentação das florestas, poucos fragmentos de cerrado e trechos inexistentes de matas ciliares.

Esses dados são corroborados no estudo de Basile (2006)²⁴ que constata que dentre os fragmentos florestais que mais perdem área, a vizinhança é constituída por pastos e principalmente cana-de-açúcar. Justifica que, aparentemente essas perdas estejam relacionadas ao uso do fogo, muito utilizado nestes tipos de uso do solo e também, ao pisoteio pelo gado, que tende a adentrar os fragmentos à procura de recursos como água e sombra, já que a maioria dos fragmentos não apresenta cerca de proteção.

Porém ainda ocorre na bacia fragmentos florestais com áreas significativas de floresta nativa e cerrado, como é o caso da sub-bacia do Passa-Cinco (Zona 19) e do Alto Corumbataí (Zona 17), regiões oeste e norte da Bacia do Rio Corumbataí. Boa parte dos remanescentes da bacia são, em sua maioria, fragmentos ripários, e estes estão distribuídos ao longo de toda rede hidrográfica, como mostra a Figura 3.21. A Tabela 3.8 mostra o quanto ainda resta de cobertura vegetal em cada uma das 5 Zonas (sub-bacias) do Rio Corumbataí.

TABELA 3.8 – VEGETAÇÃO REMANESCENTE NAS ZONAS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

Zona	Vegetação Remanescente					
	Área Total (km ²)	Cerrado		Mata Atlântica		Vegetação Remanescente (%)
		(km ²)	%	(km ²)	%	
17	470	96	20,4	16	3,4	23,8
18	197	0	0	49	24,9	24,9
19	539	143	26,5	4	0,7	27,3
20	224	0	0	29	12,9	12,9
21	290	22	7,6	31	10,7	18,3
Total	1.720	261	15,2	129	7,5	22,7

Fonte: Mapa Uso e Ocupação do Solo - Revisão do Plano das Bacias PCJ 2010-2020 (2017)

Elaboração: Engecorps, 2019

A presença de fragmentos de cerrado e floresta nativa, preferencialmente na sub-Bacia do Rio Passa-Cinco e no Alto Corumbataí, está condicionada a características relacionadas ao clima, ao tipo de solo e, principalmente, ao relevo.

A Zona 19, sub-Bacia do Rio Passa Cinco, concentra a maior parte dos remanescentes da Bacia do Rio Corumbataí, cerca de 37% deles, sendo que mais de 97% correspondem fragmentos de Cerrado.

As zonas com maior representatividade (percentual) de remanescentes florestais são a 18 (sub-bacia do Ribeirão Claro) e a 19 (sub-Bacia do Rio Passa Cinco), com 24,9% e 27,3%, respectivamente de suas áreas com cobertura vegetal remanescente, como mostra a Tabela 3.8.

²⁴ BASILE, Adriana. Caracterização estrutural e física de fragmentos florestais no contexto da paisagem da Bacia do Rio Corumbataí – SP. Dissertação de Mestrado apresentada à ESALQ/USP. Piracicaba, 2006.

Vale dizer que a Zona 18 concentra uma das reservas mais consistentes e conservadas de Mata Atlântica, localizada na fazenda São José, a nordeste de Rio Claro. Na região de Rio Claro as áreas de Mata Atlântica se encontram, principalmente, acompanhando as encostas de “Cuestas” e morros testemunho.

A degradação da cobertura florestal da Bacia do Rio Corumbataí acarreta sérios prejuízos para a conservação dos mananciais de abastecimento de água, para a conservação da biodiversidade e para o desenvolvimento sustentável regional. As florestas nativas têm funções hidrológicas muito relevantes para a conservação da água na bacia, principalmente nos aspectos de proteção do solo, regulação e conservação do ambiente aquático (IRRIGART, 2017)²⁵.

A baixa cobertura florestal contribui para a crescente deterioração da qualidade e quantidade de água disponível e para a crescente ameaça de empobrecimento da biodiversidade natural da região.

Vale dizer que a questão hídrica, objeto do presente estudo, não deve ser abordada apenas do ponto de vista do funcionamento/capacidade dos sistemas de abastecimentos, mas também, na perspectiva da degradação ambiental das matas ciliares, nascentes e áreas de recarga de aquífero, resguardando o ciclo da água.

3.4.2 Unidades de Conservação e Áreas Protegidas

É evidente a importância da presença de florestas na proteção dos mananciais e seu papel na regulação de diferentes serviços ecossistêmicos, como a quantidade e qualidade da água, além de sua importância no processo de infiltração de água no solo, uma vez que a cobertura vegetal retém a água da chuva²⁶. Para garantir a preservação ambiental e a manutenção da paisagem, mecanismos legais são essenciais.

Dentre eles, hoje existe a Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, com o objetivo de padronizar critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação em âmbito nacional. A Unidade de Conservação (UC) é definida como o “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”²⁷.

A Tabela 3.9 apresenta as três Unidades de Conservação, totalmente ou parcialmente, inseridas na área da Bacia do Rio Corumbataí. Todas estas são de administração estadual e de uso sustentável, isto é, permitem a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos

²⁵ IRRIGART. Plano Diretor para Recomposição Florestal visando à conservação da água nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Relatório 1. Piracicaba, 2017.

²⁶ IRRIGART. Plano Diretor para Recomposição Florestal visando a conservação da água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Julho de 2017.

²⁷ BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acessado em 10 de abril de 2019.

recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável²⁸.

TABELA 3.9 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

Nome da UC	Categoria de UC	Uso	Área (km ²)	Histórico e importância de sua preservação
FE Edmundo Navarro de Andrade (FEENA)	Floresta Estadual	Sustentável	22,3	A Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade advém do Horto Florestal Navarro de Andrade, unidade de produção criada em 1909, pela antiga Companhia Paulista de Estradas de Ferro, que posteriormente foi transformada na FEPASA. Sob o aspecto científico, a FEENA constitui-se num banco genético <i>ex situ</i> com mais de 60 espécies de Eucalyptus, de relevância biológica reconhecida em todo o meio silvicultural, além das nativas cultivadas experimentalmente.
APA Piracicaba/Juqueri Mirim – Área I	Área de Proteção Ambiental	Sustentável	1075,9	Criada pelo Decreto Estadual nº. 26.882, de 1987 e Lei Estadual nº. 7.438, de 16 de julho de 1991, visa proteger a Mata Atlântica, matas ciliares e vegetação de várzea; com destaque na área I para a proteção das Cuestas Basálticas, morros testemunhos, o Aquífero Guarani e recursos hídricos superficiais, destinados ao abastecimento público.
APA Corumbataí, Botucatu e Tejuapá Perímetro Corumbataí	Área de Proteção Ambiental	Sustentável	2.775,4	Criada pelo Decreto Estadual nº 20.960, de 8 de junho de 1983, visa a proteção das Cuestas Arenito-Basálticas da borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, Morros Testemunhos das formações geomorfológicas locais, áreas de recarga do Aquífero Guarani e o patrimônio arqueológico, além da vegetação natural da Mata Atlântica, do Cerrado e sua fauna associada.

Elaboração: Engecorps, 2019

Por se tratarem de UCs de uso sustentável, isso não delimita a ocupação, apenas busca uma regulamentação de equilíbrio, que compatibilize a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Além disso, é importante destacar que parte da porção leste APA Corumbataí, Botucatu e Tejuapá Perímetro Corumbataí é sobreposta por outro perímetro da APA Piracicaba/Juqueri Mirim – Área I (posteriormente criado), que protege os mesmos atributos, todavia focalizando atenção aos mananciais hídricos superficiais utilizados para abastecimento público urbano²⁹.

A manutenção da qualidade da água está fortemente associada ao seu regime de escoamento. O combate à erosão promove o controle do assoreamento que, por sua vez, em conjunto com as demais políticas de manejo sustentado de bacias e microbacias hidrográficas, reduz as enchentes às várzeas, que são domínios dos rios³⁰. Daí também existir a Lei nº 12.651, de 25

²⁸ BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em 10 de abril de 2019.

²⁹ FUNDAÇÃO FLORESTAL. APA Corumbataí, Botucatu e Tejuapá Perímetro Corumbataí. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/perimetro-corumbatai/home>>. Acesso em 12 de abril de 2019.

³⁰ ZULAUF, Werner E. O meio ambiente e o futuro. Estud. av., São Paulo, v. 14, n. 39, p. 85-100, agosto de 2000.

de maio de 2012, que institui o novo Código Florestal que estabelece as leis de proteção das florestas e vegetação nas propriedades privadas rurais³¹.

Em específico, tem-se as áreas de preservação permanente de cursos d'água, as APPs, definidas como: "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas"³². A Figura 3.22 apresenta as diferentes áreas protegidas inseridas na Bacia do Rio Corumbataí definidas pelas duas supracitadas leis.

Por fim, apresenta-se o percentual de áreas protegidas (sejam APPs ou UCs) por sub-bacia (Zona) (Tabela 3.10), informação importante para entender as especificidades da paisagem de cada uma dessas sub-bacias hidrográficas. Observa-se que a porção norte da Bacia do Rio Corumbataí (Zonas 17, 18 e 19) estão quase que totalmente recobertas por Unidades de Conservação, enquanto a porção sul (Zona 20 e 21) possui apenas proteção nos entornos dos mananciais. Esses dados serão discutidos adiante, relacionando a disponibilidade dos recursos, as demandas, a qualidade da água e a apropriação dos recursos pela sociedade.

TABELA 3.10 – PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DE ÁREAS PROTEGIDAS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

Zona	Zona (km ²)	APP		UC	
		Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Zona 17	469,89	39,57	8,42%	431,16	91,76%
Zona 18	196,49	12,45	6,34%	179,06	91,13%
Zona 19	538,86	26,10	4,84%	529,91	98,34%
Zona 20	224,31	10,78	4,81%	5,92	2,64%
Zona 21	289,91	18,32	6,32%	20,16	6,95%
TOTAL	1719,46	107,22	6,24%	1166,213	67,82%

Elaboração: Engecorps, 2019

As figuras a seguir mostram duas diferentes situações em relação à conservação das APPs em trechos de cursos d'água da Bacia do Rio Corumbataí. A Figura 3.23 traz um trecho do Rio da Cabeça, na Zona 19, numa região onde a APP já foi desmatada, agora está ocupada com campo. E a Figura 3.24 mostra o Rio Corumbataí, na Zona 17, numa região com APP ainda bastante preservada.

³¹ ORESTEIN, J. O que mudou depois de 5 anos da sanção do novo Código Florestal, 25 de maio de 2017. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2017/05/25/O-que-mudou-depois-de-5-anos-da-san%C3%A7%C3%A3o-do-Novo-C%C3%B3digo-Florestal>>. Acessado em 14 de abril de 2019.

³² BRASIL. Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acessado em 10 de abril de 2019.

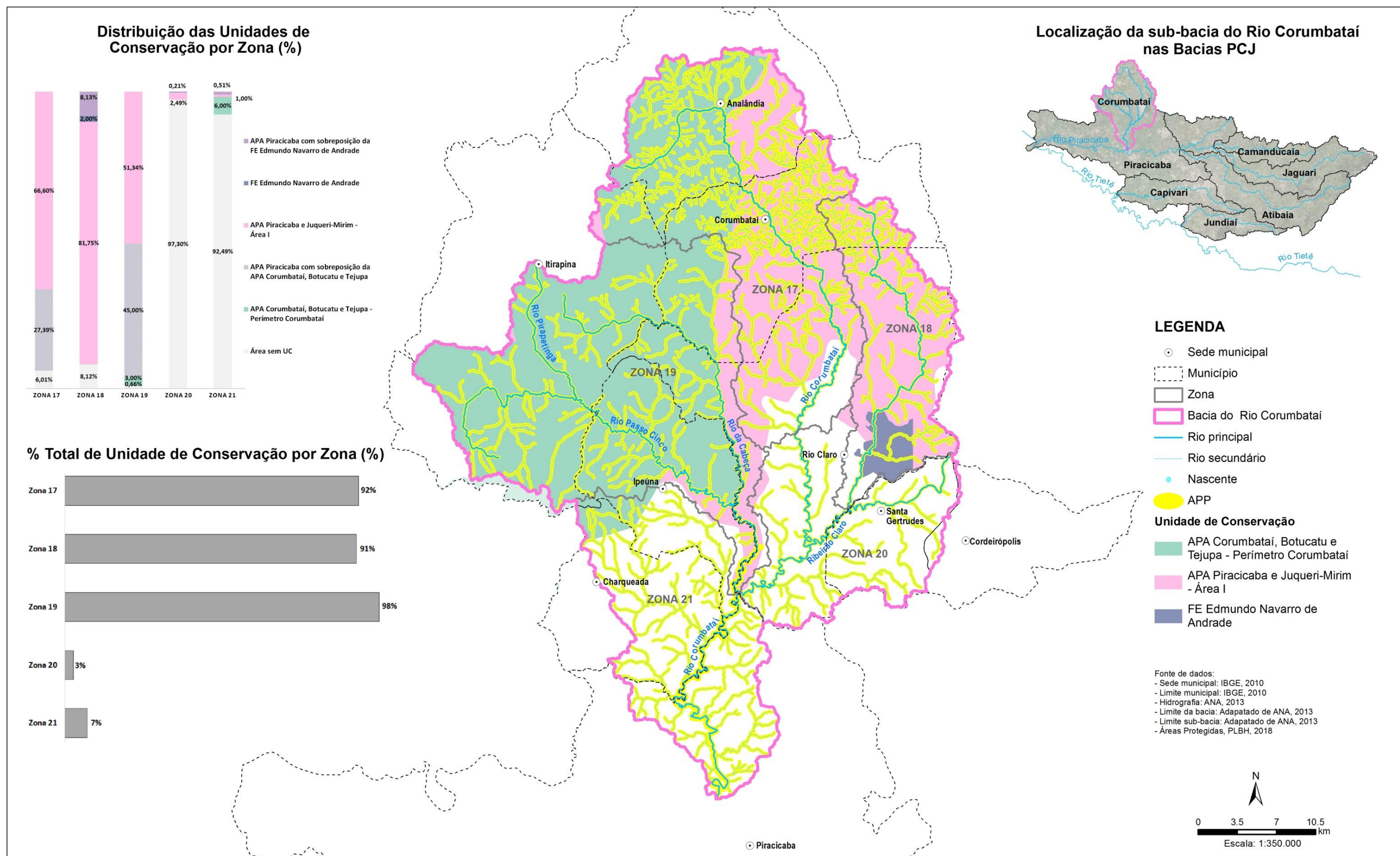


Figura 3.22 – Limites Normativos das Áreas Protegidas (UCs e APPs) na Bacia do Rio Corumbataí



Figura 3.23 – Rio da Cabeça, no município de Itirapina, APP desprovida de vegetação nativa



Figura 3.24 – Rio Corumbataí, no município de Analândia, APP com mata ciliar bem preservada

3.5 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O estudo de cenários, tendo em vista planejar alternativas de abastecimento de água para os municípios pertencente a Bacia do Rio Corumbataí, requer a investigação de vários fatores relacionados ao crescimento econômico e expansivo da região, a localização das atividades econômicas, infraestrutura disponível, etc.

A história da Bacia do Rio Corumbataí está ligada à descoberta de ouro no Mato Grosso. As principais mudanças na paisagem tiveram início nessa ocupação do interior que ocorreu ao longo do século XIX, com a construção das estradas ferroviárias no interior paulista³³, alcançando o município de Rio Claro em 1876, com a Companhia Paulista de Estradas de Ferro³⁴. A partir daí a região obteve destaque no cenário regional, principalmente com rebanhos de gado e plantações de café, laranja, cana-de-açúcar e madeira, além do desenvolvimento da indústria paulista, que também ocupa a região desde esse período.

O presente item abordará os aspectos socioeconômicos dos municípios inseridos na Bacia do Rio Corumbataí. Para isso, ele está dividido em 4 subitens que subsidiarão a discussão do uso e ocupação do solo e, por consequência terá relação com a apropriação dos recursos hídricos e da qualidade das águas.

3.5.1 Dinâmica Demográfica

O contexto demográfico da Bacia do Rio Corumbataí inclui um conjunto de 9 municípios com todo ou parte de seu território inserido na bacia. O conjunto destes municípios em 2010 totalizava 638.330 habitantes, sendo 617.167, aproximadamente, residente em áreas urbanas e 21.163 em áreas rurais, correspondendo a uma taxa de urbanização de 96,7%, proporção similar ao Estado de São Paulo neste mesmo ano, que era 95,9% (IBGE Cidades, 2010)³⁵.

³³ MONBEIG, P. *Pioneiros e fazendeiros de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1984.

³⁴ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Estação de Rio Claro*. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=448576&view=detalhes>>. Acessado em 30 de março de 2019.

³⁵ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *IBGE Cidades*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama>>. Acessado em 30 de março de 2019.

O maior município da bacia em termos populacional era Piracicaba, com aproximadamente 364.571 habitantes em 2010 (segundo dado do último Censo Demográfico), correspondendo a 57,1% do somatório dos municípios. Em segundo lugar, encontrava-se o município de Rio Claro, com 186.253 habitantes (29,2%). Os outros municípios, juntos representavam pouco mais que 87.500 habitantes, que corresponde a 13,7% do total.

Todavia, considerando o objeto do presente estudo, os dados supracitados foram refinados para os limites da Bacia do Rio Corumbataí, utilizando valores populacionais agregados aos setores censitários³⁶ (menor unidade de desagregação de dados do Censo Demográfico).

Daí a população ter sido recalculada em função exclusivamente dos setores censitários internos aos limites da Bacia do Rio Corumbataí. Importante esclarecer que alguns setores são cortados pelos limites, nestes casos, a distribuição populacional foi considerada homogênea e o cálculo foi feito em função da proporcionalidade da área. Adotando essa abordagem, a somatória da população para a bacia foi 265.217 habitantes, sendo que grande parte desta população, 255.115 habitantes aproximadamente, residente em áreas urbanas, ou seja, 96%, e 10.102 em áreas rurais, distribuída conforme a Tabela 3.11 apresenta.

TABELA 3.11 – POPULAÇÃO TOTAL, URBANA E RURAL DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

Município	População Total	População na área na bacia	População do município inserido na Bacia (%)	População Urbana na bacia		População Rural na bacia	
				Habitantes	%	Habitantes	%
Analândia	4.293	3.767	87,7	3376	89,6	391	10,4
Charqueada	15.085	9.023	59,8	8088	89,6	935	10,4
Cordeirópolis	21.080	1.674	7,9	1642	98,1	32	1,9
Corumbataí	3.874	3.702	95,6	2091	56,5	1611	43,5
Ipeúna	6.016	5.974	99,3	5173	86,6	801	13,4
Itirapina	15.524	3.120	20,1	2259	72,4	861	27,6
Piracicaba	364.571	31.127	8,5	30131	96,8	996	3,2
Rio Claro	186.253	185.247	99,5	180967	97,7	4280	2,3
Santa Gertrudes	21.634	21.581	99,8	21388	99,1	193	0,9
Bacia do Rio Corumbataí	638.330	265.215	100 %	255.115		10.100	

Fonte: Censo Demográfico - IBGE, 2010

A partir desta Tabela, percebe-se que a maior população da bacia não corresponde a de Piracicaba, mesmo sendo o maior município em termos populacional, pois a sede urbana deste município encontra-se fora dos limites da Bacia do Rio Corumbataí. Apenas o distrito de Santa Terezinha de Piracicaba, um dos seis distritos do município, tem sua área urbana inserida na bacia.

A maior população na Bacia do Rio Corumbataí corresponde a do município de Rio Claro (65,8%), e, em segundo lugar tem-se então Piracicaba, com 11%. Tal população refere-se,

³⁶ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. Disponível em: < <https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acessado em 30 de março de 2019.

sobretudo, ao distrito de Santa Terezinha de Piracicaba, que possui uma população de 49.273 habitantes, sendo 21.837 dentro da bacia.

A Tabela 3.12 apresenta a população de algumas áreas urbanas isoladas, dos distritos dos municípios inseridos na Bacia do Rio Corumbataí. Os municípios que têm sedes distritais, concentrações populacionais, dentro da bacia são: Charqueada (Paraisolândia), Itirapina (Itaqueri da Serra), Piracicaba (Santa Terezinha de Piracicaba) e Rio Claro (Assistência e Ajapi). Estes distritos são apresentados na Figura 3.25.

TABELA 3.12 – POPULAÇÃO DOS DISTRITOS DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

<i>Município</i>	<i>Distrito</i>	<i>População Total</i>
Charqueada	Paraisolândia	4.079
Itirapina	Itaqueri da Serra	178
Piracicaba	Santa Terezinha	16.097
Piracicaba	Artemis*	1
Piracicaba	Guamium*	2
Piracicaba	Tupí*	0
Piracicaba	Ibitiruna*	0
Rio Claro	Ajapi	3.045
Rio Claro	Assistência	1.338

Fonte: Censo Demográfico - IBGE, 2010

*Sedes distritais fora dos limites da bacia.

A Figura 3.25 apresenta a distribuição da população na Bacia do Rio Corumbataí por setor censitário, e a Tabela 3.13 traz a população agregada por Zona.

TABELA 3.13 – POPULAÇÃO URBANA E RURAL POR ZONA (SUB-BACIA) NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

<i>Zona</i>	<i>População Total</i>	<i>População Rural</i>		<i>População Urbana</i>	
		<i>População</i>	<i>%</i>	<i>População</i>	<i>%</i>
Zona 1	36.207	3.705	10,2	32.502	89,8
Zona 2	53.739	1.363	2,5	52.376	97,5
Zona 3	5.746	2.125	37,0	3.621	63,0
Zona 4	125.482	796	0,6	124.686	99,4
Zona 5	44.041	2.111	4,8	41.930	95,2
TOTAL	265.215	10.100	20,1	255.115	96,2

Fonte: Censo Demográfico - IBGE, 2010

Elaboração: Engecorps, 2019

3.5.2 Indicadores Sociais

O papel essencial da água para a sobrevivência humana e para o desenvolvimento das sociedades é de conhecimento geral na atualidade³⁷. Diversos estudos epidemiológicos, investigando a relação entre saúde e saneamento, já foram desenvolvidos, contemplando diferentes indicadores de saúde, diferentes ações de saneamento e diferentes realidades socioeconômicas e geográficas³⁸.

Posto isso, o presente item tem como objetivo apresentar indicadores sociais para caracterizar a área de estudo e relacioná-los com a questão do uso dos recursos hídricos na Bacia do Rio Corumbataí. Indicadores sociais é uma medida em geral quantitativa, dotada de significado social substantivo, usada para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato, de interesse teórico ou pragmático³⁹. Nesse sentido, para caracterizar a população da bacia foram adotados os seguintes indicadores: o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

O primeiro, o IPRS, é um indicador inspirado no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e exprime sinteticamente um conjunto de dimensões para mensurar as condições de vida da população⁴⁰. Ele é desenvolvido pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados, órgão da Secretaria de Planejamento e Gestão do Governo do estado de São Paulo. O segundo, o IDHM, é um índice composto que agrega 3 das mais importantes dimensões do desenvolvimento humano: a oportunidade de viver uma vida longa e saudável, de ter acesso ao conhecimento e ter um padrão de vida que garanta as necessidades básicas, representadas pela saúde, educação e renda⁴¹. Este é desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. O IPRS varia de Grupo 1 a 5 (Tabela 3.14) enquanto o IDHM (Figura 3.26) varia entre 0 e 1 (quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano do município).

³⁷ HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. *Abastecimento de água para consumo humano*. Editora UFMG, 2006.

³⁸ HELLER, Léo. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 3, p. 73-84, 1998.

³⁹ JANUZZI, P.M. *Indicadores Sociais no Brasil: Conceitos, Fontes de Dados e Aplicações*. Conceitos Básicos. Campinas. Alínea Editora. p. 13-36, 2001.

⁴⁰ SEADE. Índice Paulista de Responsabilidade Social. Disponível em: <<http://www.iprs.seade.gov.br/>>. Acessado em 30 de março de 2019.

⁴¹ PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. O que é IDHM? Disponível em:

<<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html>>. Acessado em 30 de março de 2019.

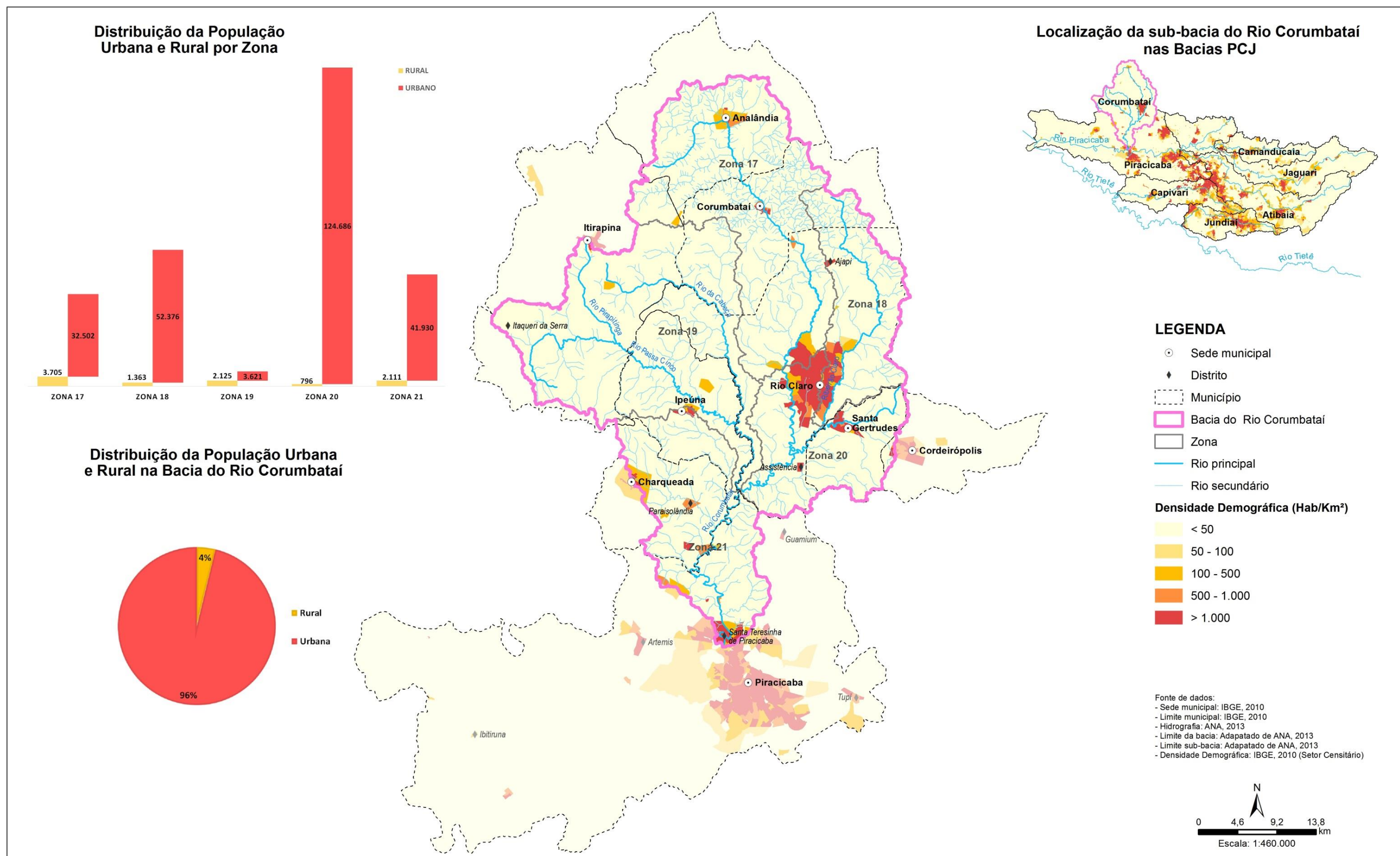


Figura 3.25 – Distribuição da População inserida na Bacia do Rio Corumbataí em 2010

TABELA 3.14 – CLASSIFICAÇÃO DO IPRS E SUA RELAÇÃO COM A DIMENSÃO DA ECONOMIA, DA SAÚDE E DA EDUCAÇÃO

Grupo	Categoria
GRUPO 1	Alta riqueza, alta longevidade e alta escolaridade
	Alta riqueza, alta longevidade e média escolaridade
	Alta riqueza, média longevidade e alta escolaridade
GRUPO 2	Alta riqueza, média longevidade e média escolaridade
	Alta riqueza, alta longevidade e baixa escolaridade
	Alta riqueza, média longevidade e baixa escolaridade
	Alta riqueza, baixa longevidade e alta escolaridade
	Alta riqueza, baixa longevidade e média escolaridade
GRUPO 3	Alta riqueza, baixa longevidade e baixa escolaridade
	Baixa riqueza, alta longevidade e alta escolaridade
	Baixa riqueza, alta longevidade e média escolaridade
GRUPO 4	Baixa riqueza, média longevidade e alta escolaridade
	Baixa riqueza, média longevidade e média escolaridade
	Baixa riqueza, baixa longevidade e alta escolaridade
GRUPO 5	Baixa riqueza, baixa longevidade e média escolaridade
	Baixa riqueza, baixa longevidade e baixa escolaridade

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano Brasil, disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/>. Acessado em 30 de março de 2019

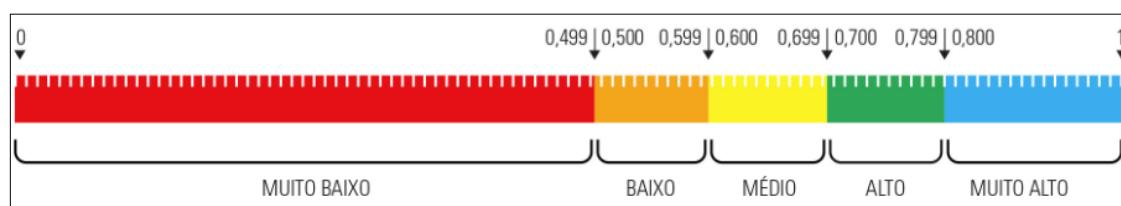


Figura 3.26 – Faixas de Desenvolvimento Humano Municipal

A partir do uso desses indicadores, foi possível estabelecer uma radiografia socioeconômica da Bacia do Rio Corumbataí com a qual foi demonstrado que Rio Claro e Piracicaba, mesmo com uma maior população e uma maior produção de riqueza, não apresenta uma condição de vida muito superior em relação aos outros municípios. Rio Claro, por exemplo, apresenta um IDHM médio e Piracicaba apresenta IDHM baixo, todavia ambos se enquadram no Grupo 1 do IPRS. Na outra ponta do ranking, Itirapina possui IDHM baixo e se enquadra no Grupo 4 do IPRS.

Devido a essas incongruências na comparação desses índices, o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) também foi adotado, pois ele baseia-se nos setores censitários, permitindo alcançar um detalhamento intraurbano. Este é um indicador focalizado em uma visão mais detalhada das condições de vida do seu município com a identificação e a localização espacial das áreas que abrigam os segmentos populacionais mais vulneráveis à pobreza⁴². Ele é categorizado entre Vulnerabilidade Baixíssima e Muito Alta (Tabela 3.15).

⁴² SEADE, IPVS. Disponível em: <<http://www.iprs.seade.gov.br/>>. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html>>. Acessado em 30 de março de 2019

TABELA 3.15 – CLASSIFICAÇÃO DO IPVS E SUA RELAÇÃO COM A DIMENSÃO SOCIOECONÔMICA E DO CICLO FAMILIAR

Grupos	Dimensões		IPVS2010	Situação e tipo de setores por grupo
	Socioeconômica	Ciclo de vida familiar		
7	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais	Vulnerabilidade alta	Vulnerabilidade alta
6	Baixa	Famílias jovens residentes em aglomerados subnormais	Vulnerabilidade muito alta	Urbanos subnormais
5	Baixa	Famílias jovens em setores urbanos	Vulnerabilidade alta	Urbanos não especiais
4	Baixa	Famílias adultas e idosas	Vulnerabilidade média	Urbanos não especiais e subnormais
3	Média	Famílias jovens	Vulnerabilidade baixa	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
2	Média	Famílias adultas e idosas	Vulnerabilidade muito baixa	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
1	Muito Alta	Situação e tipo de setores por grupo	Baixíssima vulnerabilidade	Urbanos e rurais não especiais e subnormais

Fonte: Metodologia do Índice Paulista da Vulnerabilidade Social, disponível em:

<<http://www.iprs.seade.gov.br/ipvs2010/view/pdf/ipvs/metodologia.pdf>>. Acessado em 30 de março de 2019

A Figura 3.27 apresenta de forma compilada a distribuição espacial dos 3 índices sociais. Interessante notar que não existe nenhum setor censitário em situação de baixíssima vulnerabilidade do IPVS nem municípios no Grupo 5 de IPRS (Baixa riqueza, baixa longevidade e baixa escolaridade). E, em geral, de acordo com o IPVS, a média dos setores censitários classificados apresenta vulnerabilidade entre baixa e muito baixa (2,567), enquanto os municípios têm IDHM baixo (0,546).

3.5.3 Infraestrutura

A infraestrutura de um município é a base indispensável ao funcionamento dessa área. São elementos da infraestrutura, sobretudo, a energia elétrica, o transporte, a habitação, os sistemas de comunicação, o sistema de abastecimento de água e o sistema de esgoto. Estes dois últimos serão discutidos de forma mais detalhada no Capítulo 5.1.

Em relação à energia elétrica, os municípios de Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Rio Claro e Santa Gertrudes são atendidos pela empresa terceirizada “Elektro”; e em Analândia, Charqueada e Piracicaba a empresa responsável pelo atendimento é a CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz).

A Tabela 3.16 apresenta a situação dos domicílios quanto à disponibilidade de energia elétrica por municípios da Bacia do Rio Corumbataí. Juntos, os municípios de Piracicaba e Rio Claro representam 79% do consumo de energia elétrica. Enquanto Analândia representa menos que 1% do consumo.

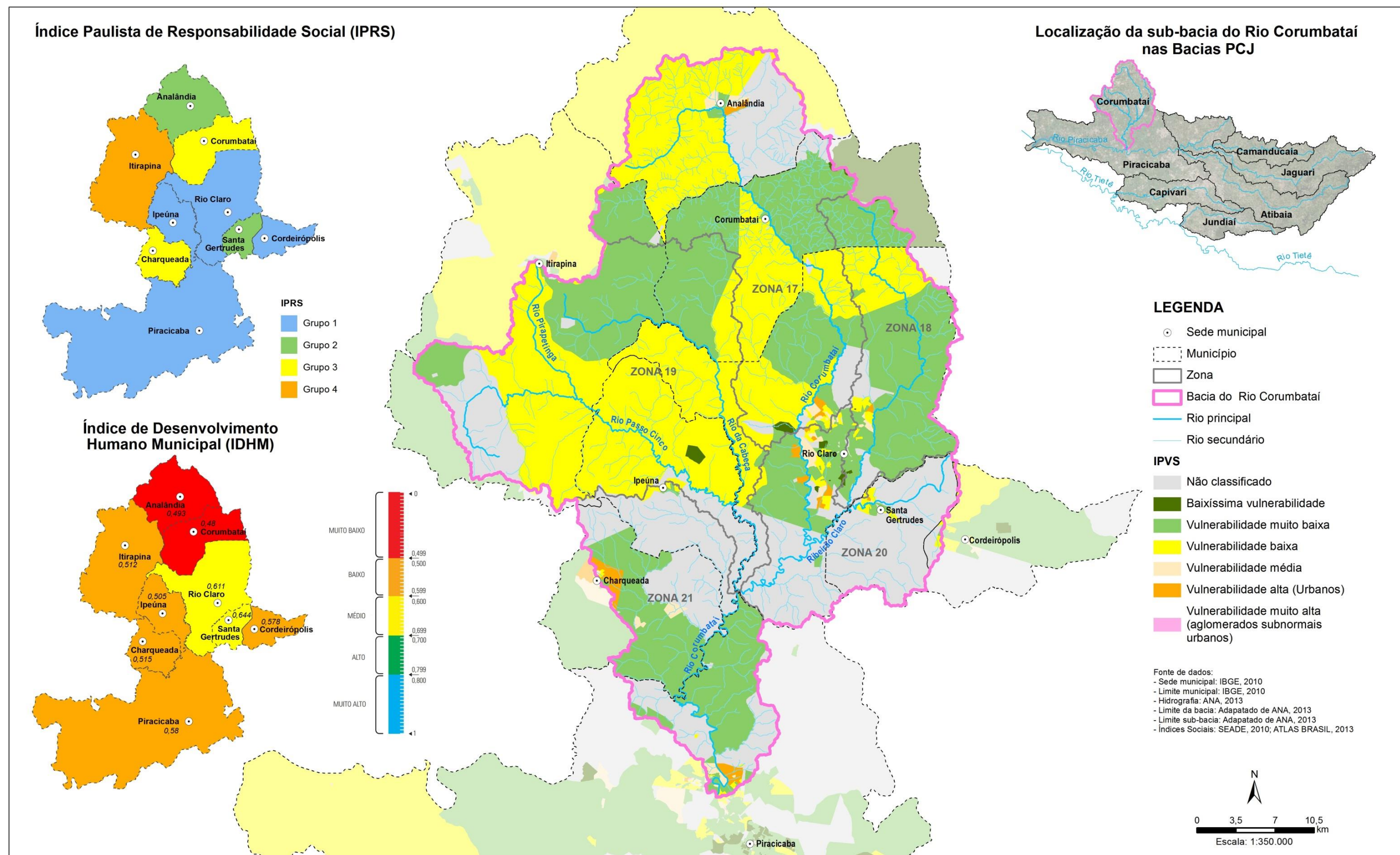


Figura 3.27 – Mapa de Indicadores Sociais - IPVS, IPRS e IDHM na Bacia do Rio Corumbataí

TABELA 3.16 – CONSUMO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA (KWH) POR MUNICÍPIO

<i>Municípios</i>	<i>Número de consumidores</i>	<i>Consumo Anual (kWh)</i>
Analândia	1.904	9.672.370
Charqueada	5.804	26.841.470
Cordeirópolis	8.722	300.222.927
Corumbataí	1.603	32.752.525
Ipeúna	3.050	30.579.594
Itirapina	6.351	34.696.290
Piracicaba	155.893	2.261.884.808
Rio Claro	79.970	866.405.472
Santa Gertrudes	8.714	380.990.975

Fonte: Anuário Estatístico (Secretaria de Energia, 2013).

Quanto ao transporte, conforme já abordado no item 3.2, a Bacia do Rio Corumbataí possui uma rede de transportes composta por rodovias, estradas vicinais, terminais rodoviários, ferrovias e aeroportos regionais. De acordo com a base geográfica da malha viária do IBGE (2015, validada e atualizada através de fotointerpretação), têm-se aproximadamente 610 km de infraestrutura rodoviária na área da Bacia do Rio Corumbataí. Destes, 391 km são leitos naturais e 218 km são pavimentados (Tabela 3.17).

TABELA 3.17 – INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA POR MUNICÍPIO

<i>Município</i>	<i>Leito natural (km)</i>	<i>Pavimentado (km)</i>	<i>Total Geral (km)</i>
Analândia	44,25	17,04	61,29
Charqueada	29,51	22,33	51,85
Cordeirópolis	3,22	1,85	5,08
Corumbataí	64,06	31,48	95,54
Ipeúna	34,30	15,32	49,62
Itirapina	63,48	19,99	83,46
Piracicaba	17,26	9,54	26,80
Rio Claro	120,05	84,88	204,93
Santa Gertrudes	15,18	15,37	30,55
Total Geral	391,31	217,80	609,12

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013, adaptado).

Quanto aos sistemas de comunicação, os dados da Anatel mostram que todos os municípios apresentam cobertura de serviço de sinal de internet móvel com tecnologia 3G e 4G. Com relação aos dados de telefonia fixa, em 2014 eram 147.911 acessos em serviço⁴³, sendo Corumbataí o município que apresentava menor quantidade de conexões (apenas 607).

Por fim, quanto à infraestrutura referente à moradia, no âmbito municipal, nem todos os municípios apresentam legislação específica, o Plano Local de Habitação de Interesse Social. Por exemplo, Cordeirópolis realizou audiência pública em 21 de fevereiro deste ano para a

⁴³ ANATEL. *Acessos em Serviço*. Quantitativo mensal de acessos em serviço de Telefonia Fixa, modalidade concessão, entre 2007 e 2018, agrupados por empresa. Disponível em: https://cloud.anatel.gov.br/index.php/s/TpaFAwSw7RPfBa8?path=%2FTelefonia_Fixa%2FConcessionarias%2FAcessos_Em_Servico. Acessado em 10 de abril de 2019.

explicação dessa lei complementar⁴⁴. Em Santa Gertrudes, onde o déficit habitacional ainda é muito alto, há um empasse entre a prefeitura e a Caixa Econômica Federal para viabilizar a assinatura de novos contratos do Programa Minha Casa Minha Vida⁴⁵.

Importante salientar a existência de diferentes programas que podem auxiliar a sanar esse problema urbano. Em geral, seus objetivos são a ocupação dos vazios urbanos, a identificação das reais necessidades da população por moradia, o conhecimento do perfil das famílias necessitadas e a utilização desses conjuntos de informações para estabelecimento de políticas públicas a longo prazo.

3.5.4 Atividades Econômicas

Desde o começo da ocupação da Bacia do Rio Corumbataí, a migração populacional em direção ao interior do estado de São Paulo já remete às atividades primárias, sobretudo ao desenvolvimento da cultura do café e de culturas de subsistência no início do século XX. O crescimento dessas culturas impulsionou o desenvolvimento econômico da região, ao ponto de haver a implementação de ferrovias para uma maior integração territorial.

Em suma, a Bacia do Rio Corumbataí está localizada em uma porção do território paulista de grande importância econômica, sob o ponto de vista do desenvolvimento agrícola e industrial.

Estas atividades econômicas estão refletivas no PIB (Produto Interno Bruto) do conjunto dos municípios que compõem a Bacia do Rio Corumbataí, que em 2016, segundo dados do IBGE e da SEADE, representava 1,7% do PIB estadual. A Tabela 3.18 apresenta a participação de cada setor no PIB municipal e introduz os tópicos da agricultura e da indústria que serão discutidos no presente item.

TABELA 3.18 – VALOR ADICIONADO DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

Municípios	Valor Adicionado (em mil reais)				Impostos (em mil reais)	PIB (em mil reais)	
	Agropecuária %	Indústria %	Serviços				Total Geral
			Administração Pública %	Total (exclusive Administração Pública) %			
Analândia	20,60%	28,30%	18,70%	32,30%	138.472	142.577	
Charqueada	9,30%	18,90%	24,40%	47,40%	250.354	272.057	
Cordeirópolis	2,80%	29,30%	6,80%	61,10%	1.915.388	2.258.963	
Corumbataí	17,90%	5,20%	15,50%	61,40%	141.804	166.351	
Ipeúna	2,80%	61,20%	5,00%	31,00%	586.116	659.789	
Itirapina	14,60%	19,40%	21,00%	45,00%	353.154	404.518	
Piracicaba	1,00%	32,40%	9,20%	57,40%	17.089.226	21.557.592	
Rio Claro	0,90%	39,10%	10,50%	49,50%	7.583.068	8.858.141	
Santa Gertrudes	0,90%	52,30%	10,40%	36,40%	1.090.769	1.300.024	

Fonte: Fundação Seade, 2016.

⁴⁴ CÂMARA MUNICIPAL DE CORDEIRÓPOLIS. Câmara Realiza Audiência Pública Para Discutir Política Habitacional De Interesse Social, 13 de fevereiro de 2019. Disponível em: <<http://www.camaracordeirópolis.sp.gov.br/Noticia/Visualizar/9568>>. Acessado em 10 de abril de 2019.

⁴⁵ CUNHA, F. Santa Gertrudes: Habitação aguarda data para contratos. Jornal Cidade. Disponível em: <<https://www.jornalcidade.net/santa-gertrudes-habitacao-aguarda-data-para-contratos/57138/>>. Acessado em 10 de abril de 2019.

Os municípios de Piracicaba e Rio Claro destacam-se no contexto econômico, juntos representam mais de 85% do PIB da bacia, sendo que Piracicaba sozinho corresponde a mais de 60%.

No setor primário, o maior destaque é a produção da cana-de-açúcar, hoje uma das maiores fontes de renda da região. A atividade agrícola temporária, representada pela cana-de-açúcar, está presente em todos os municípios e ocupa a maioria da área plantada dentre todas as atividades agrícolas. O maior destaque é a produção da cana nos municípios de Analândia, Corumbataí, Itirapina e Ipeúna, pois atendem à demanda das usinas açucareiras de regiões próximas⁴⁶.

O café e a laranja são os principais representantes das culturas permanentes. O café, a base do surgimento e desenvolvimento desses municípios da bacia, hoje é pouco expressivo, sendo seu cultivo em pequena escala em Analândia, Itirapina e Corumbataí.

Um movimento de expansão da cana-de-açúcar, por exemplo, entre 1980 e 2000, foi identificado no eixo de crescimento na área a sudoeste de Rio Claro, ao passo que as citriculturas se expandiam entre o norte de Rio Claro e as áreas urbanas de Itirapina e Analândia⁴⁷. Essa dinâmica expansiva dos canaviais também pode ser constatada por meio das Pesquisas Municipais Agrícolas e Pecuárias (PPM – IBGE)⁴⁸, onde são fornecidos os efetivos bovinos e áreas de lavouras por município para o período compreendido entre 1974 e 2018.

Os dados para os efetivos bovinos, produção de cana-de-açúcar e de laranja para o período de 2000 a 2017 são apresentados na Tabela 3.19. Observa-se um crescimento do efetivo bovino, principalmente nos municípios de Corumbataí, Itirapina e Rio Claro. A produção de gado para ordenha sofreu uma retração de 57,8% entre 2000 e 2017, sendo mais marcante em Analândia e Cordeirópolis. No mesmo período a produção de laranja retraiu 58,2%, sendo significativo em Cordeirópolis, Corumbataí e Itirapina.

Por outro lado, a produção de cana-de-açúcar saltou de 83.147 hectares para 115.965 hectares, um crescimento de 39,5% na área destinada à cultura na Bacia do Rio Corumbataí. É bastante relevante, por exemplo, a presença da empresa Raízen, localizada no setor sul da Bacia do Rio Corumbataí, no município de Piracicaba, maior exportadora individual de açúcar do Brasil e uma das principais produtoras de álcool combustível no mercado interno.

⁴⁶ INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. Conservação dos Recursos Hídricos por meio da Recuperação e da Conservação da Cobertura Florestal da Bacia do Rio Corumbataí. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/relatorios/plano_diretor_corumbatai.pdf>. Acessado em 18 de abril de 2018.

⁴⁷ MARINO JUNIOR, Edgard. Análise integrada dos efeitos do uso da terra em fragmentos florestais da bacia do rio Corumbataí, SP. Tese de Doutorado em Ecologia Aplicada. Universidade de São Paulo, 2006.

⁴⁸ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=o-que-e>>. Acessado em 18 de abril de 2018.

TABELA 3.19 – EFETIVO DOS REBANHOS, ÁREA PLANTADA DE CANA-DE-AÇÚCAR E DE LARANJA NOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO CORUMBATAÍ

<i>Municípios</i>	<i>Bovinos (cabeças)</i>				<i>Cana-de-açúcar</i>		<i>Laranja</i>	
	<i>Efetivo dos Rebanhos</i>		<i>Vacas ordenhadas</i>		<i>Área Plantada (Ha)</i>		<i>Área Plantada (Ha)</i>	
	<i>2000</i>	<i>2017</i>	<i>2000</i>	<i>2017</i>	<i>2000</i>	<i>2017</i>	<i>2000</i>	<i>2017</i>
Analândia	12.500	11.380	4.500	270	1.800	9.000	1.875	1.232
Charqueada	3.994	4.830	550	550	9.500	11.300	-	...
Cordeirópolis	900	1.036	241	36	6.000	10.166	1.563	60
Corumbataí	13.520	16.634	2.350	1.165	800	3.700	2.028	300
Ipeúna	7.420	10.796	530	385	3.500	5.568	81	-
Itirapina	14.820	19.224	2.375	2.068	4.447	8.331	2.452	517
Piracicaba	51.716	54.790	5.471	2.290	40.000	49.000	1.563	2.100
Santa Gertrudes	480	413	60	28	5.700	4.900	281	...
Rio Claro	11.590	17.701	1.277	1.340	11.400	14.000	1.908	700
Total	116.940	136.804	17.354	8.132	83.147	115.965	11.751	4.909

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Outra fonte interessante para demonstrar esse movimento de crescimento agropecuário, são os dados do projeto Canasat do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais⁴⁹. A Tabela 3.20 registra essa expansão no período. Como é possível verificar, a área total cultivada no estado de São Paulo passou de 3 milhões de hectares na safra de 2003/2004 para 5,77 milhões de hectares na safra de 2013/2014, o que representa uma expansão de 92%.

TABELA 3.20 – ÁREA CULTIVADA DE CANA-DE-AÇÚCAR NOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO CORUMBATAÍ

<i>Municípios</i>	<i>Safra 2003/2004</i>			<i>Safra 2013/2014</i>		
	<i>Disponível para colheita (ha)</i>	<i>Em reforma (ha)</i>	<i>Total Cultivada (ha)</i>	<i>Disponível para colheita (ha)</i>	<i>Em reforma (ha)</i>	<i>Total Cultivada (ha)</i>
Analândia	1.015	379	1.394	5.335	1.813	7.148
Charqueada	7.637	93	7.730	7.681	947	8.627
Cordeirópolis	5.866	817	6.683	6.273	1.051	7.324
Corumbataí	1.175	648	1.823	3.304	1.346	4.650
Ipeúna	4.462	301	4.763	5.099	919	6.018
Itirapina	4.457	277	4.734	8.331	2.050	10.381
Piracicaba	37.475	2.922	40.397	44.673	5.194	49.867
Rio Claro	8.440	455	8.895	10.281	1.122	11.403
Santa Gertrudes	5.296	624	5.920	4.847	952	5.799
Total nos municípios	75.823	6.516	82.339	95.824	15.394	111.218
Estado SP	2.571.334	431.342	3.002.676	5.045.885	722.287	5.768.172

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

⁴⁹ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. CanaSAT. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/>>. Acessado em 18 de abril de 2018.

Embora tenha sido menos significativa do que o ocorrido no estado, a expansão dos canaviais nos municípios da bacia do Corumbataí chegou a 35%, tendo sido particularmente expressivo no município de Analândia, onde a ampliação de canaviais aumentou mais de quatro vezes no mesmo período. Com essas diferentes fontes, demonstra-se uma consolidada literatura sobre o protagonismo da cana-de-açúcar nas atividades econômicas da Bacia do Rio Corumbataí. A região de Piracicaba ocupou a posição de maior produtora de cana do estado de São Paulo por muitos anos, sobretudo ao longo das décadas de 1980 e 1990, tendo então havido a ampliação da produção para o eixo centro-norte, com destaque na região de Araraquara, Jaú, Limeira e Piracicaba⁵⁰.

É importante mencionar que a produção de cana-de-açúcar eleva o potencial de poluição em função de diferentes aspectos diretamente relacionados a ela. Uma delas é as práticas agrícolas que podem impactar o meio ambiente local, tais como a queima da lavoura no período pré-colheita, outra delas é o uso de pesticidas para controle de pragas. Os principais produtos usados nas plantações são os herbicidas, inseticidas e fungicidas, sendo os herbicidas o principal produto utilizado para controle de pragas⁵¹.

Além deles, o vinhoto, que é subproduto da destilação fracionada do caldo de cana na produção de álcool, é normalmente utilizado para a geração de biogás ou é aspergido sobre a lavoura para uso como fertilizante. Entretanto, ele pode representar uma séria fonte poluidora se despejado diretamente sobre os corpos hídricos, infiltrada nos aquíferos ou utilizada em quantidade maior do que a que poderia ser absorvida pelo canavial⁵².

A silvicultura também representa uma relevante atividade da Bacia do Rio Corumbataí. De acordo com a Tabela 3.21, da Pesquisa de Produção da Extração Vegetal e Silvicultura de 2017⁵³, tanto a produção de madeira para ser usada como lenha como a madeira em tora para uso na indústria de papel e celulosa e outros usos, tiveram significativo crescimento no período analisado.

As atividades industriais são destaque nos municípios de Piracicaba, Rio Claro, Santa Gertrudes e Ipeúna. Nos dois primeiros casos, serão identificadas as localidades dos distritos industriais no subitem do Uso e Ocupação do Solo. Estes aglomerados contêm indústrias de grande porte, com produção de componentes variados que normalmente demandam grandes quantidades de água.

Rio Claro, em seu distrito industrial, possui a produção de eletrônicos, cerâmicas, fibras de vidro, termoplásticos, plásticos, cimento, cal, reagentes químicos, adesivos e alimentos. Parte do mercado consumidor dessa produção é local, principalmente dos compostos agroquímicos, que

⁵⁰ CANO, A.; PAULILLO, L. F. *Evolução da Ocupação Territorial do Cultivo da Cana no Estado de São Paulo entre 1983 e 2013*. Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2016.

⁵¹ ARMAS, E. D., MONTEIRO, R. T. R., AMÂNCIO, A. V., CORREA, R. M. L., & GUERCIO, M. A. Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica. *Quim. Nova*, 28(6), 975-982, 2005.

⁵² FUESS, L. T.; GARCIA, M. L. Implications of stillage land disposal: a critical review on the impacts of fertigation. *Journal of Environmental Management*, 145, 210-229, 2014.

⁵³ IBGE, *Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2017*. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

são utilizados nas lavouras da região. Já em Santa Gertrudes existe um conhecido polo nacional de fabricação de cerâmica de revestimento.

TABELA 3.21 – PRODUÇÃO DE LENHA E MADEIRA EM TORO NOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

<i>Município</i>	<i>Lenha (m³)</i>		<i>Madeira em tora (m³)</i>	
	<i>2000</i>	<i>2017</i>	<i>2000</i>	<i>2017</i>
Analândia	0	0	0	30.000
Charqueada	7.280	16.300	455	820
Cordeirópolis	0	0	0	0
Corumbataí	10.300	6.300	120	68.320
Ipeúna	2.345	9.800	3.905	0
Itirapina	26.216	34.000	128.224	219.420
Piracicaba	52.160	72.500	18.385	107.000
Rio Claro	6.250	4.900	290	0
Santa Gertrudes	185	0	15	0
Total	104.736	143.800	151.394	425.560

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

No setor sudeste de Ipeúna se encontra um distrito industrial onde são produzidos refratários e componentes de metal, como presilhas e molas. Entretanto, o principal responsável por esse alto valor de PIB industrial de Ipeúna é a presença da empresa Korin, estabelecimento de processamento em escala industrial de produtos da produção agropecuária. Ali, desde 1994, a Korin Agropecuária desenvolve atividades agrícolas, especialmente produção de frangos e ovos livres de antibióticos e orgânicos, além de fomentar pesquisas e tecnologias para a Agricultura Natural, com apoio e suporte do Centro de Pesquisa Mokiti Okada, hoje integrante da Korin Agricultura e Meio Ambiente.

Também se deve considerar o grande potencial de mineração da região, devido à disponibilidade de matéria-prima (depósitos de argila na formação Corumbataí,) utilizada para a fabricação de cerâmicas, corretivos de solo e revestimentos cerâmicos. Esta aptidão natural, e consequentemente, a concentração da atividade minerária na região, propiciou a instalação do polo cerâmico.

O Polo Cerâmico de Santa Gertrudes é formado pelas cidades de Limeira, Cordeirópolis, Santa Gertrudes, Rio Claro, Ipeúna, Piracicaba e Itacemópolis. É o maior polo cerâmico das Américas em produção e o segundo maior do mundo. O Estado de São Paulo tem um papel de destaque na produção nacional de revestimentos cerâmicos, representando hoje 70% da produção nacional, com aproximadamente 600 milhões de metros quadrados por ano produzidos. Cerca de 85% da produção de todo o Estado está localizada na região de Santa Gertrudes (ASPACER, 2016)⁵⁴.

⁵⁴ ASPACER – Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento. Polo Cerâmico de Santa Gertrudes em pauta. In: <http://www.aspacer.com.br/2016/06/01/polo-ceramico-de-santa-gertrudes-em-pauta/>. 01/06/2016.

O arranjo produtivo do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes envolve diversos segmentos: mineração, empresas cerâmicas, comércio, fornecedores de insumos, máquinas e equipamentos e instituições de ensino e pesquisa.

A indústria cerâmica foi instalada entre 1918 e 1930, e refletiu no crescimento econômico, na demanda por mão-de-obra e, conseqüentemente, na vinda de imigrantes de outros estados do Brasil, intensificando a expansão urbana do município⁵⁵. Em meados da década de 1980, a indústria cerâmica deu um grande salto, com o sistema de monoqueima em substituição à produção artesanal; em 1993, com a instalação de um moderno laboratório de análises, ampliou-se ainda mais a competitividade para os pisos e revestimentos produzidos em Santa Gertrudes⁵⁶.

Um grande diferencial competitivo é que as argilas da região possuem características especiais em termos de granulometria, assembléia mineralógica, fácil secagem e alta fusibilidade, o que lhes conferem desempenho cerâmico praticamente único no cenário mundial. E um ponto negativo desta dinâmica produtiva é a elevada e crescente pressão de demanda de recursos minerais na região (IPT, 2016)⁵⁷.

Muitas cavas estão abertas em operação no município, e outras tantas não são acompanhadas após encerramento. Em Rio Claro, por exemplo, há a proibição de atividades minerárias consideradas de grande, médio e pequeno porte, conforme decisão da diretoria da CETESB 25/2014. Assim, embora o processo de fabricação dos produtos cerâmicos no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes evoluiu muito nestes últimos anos gerando produtos diversificados e de melhor qualidade, no entanto o setor minerário não acompanhou a evolução do processo de fabricação. A exploração da matéria-prima ainda é realizada de forma rudimentar⁵⁸.

Por fim, importante apresentar a indústria do turismo. Desde agosto de 2017 Ipeúna, Capital da Agricultura Natural, é integrante do grupo de Municípios de Interesse Turístico do Estado de São Paulo, nomeação consentida pela Secretaria de Turismo do Estado como cumprimento à lei nº 464/2017. Assim, os aspectos naturais da região se apresentam como alternativa para o desenvolvimento por ter um valor ambiental e turístico expressivo. A paisagem cênica da região, principalmente em Analândia e Itirapina é o que move parte da economia dos municípios.

De modo geral, há uma relação de dependência da sociedade local e dos recursos ambientais que se dá em diferentes formas na bacia do Rio Corumbataí. Ela é definida como a necessidade do conjunto de indivíduos por “qualquer elemento ou aspecto da natureza que esteja em

⁵⁵ PANCHER, A. M. Os reflexos do desenvolvimento da indústria cerâmica na urbanização nos municípios do polo cerâmico de Santa Gertrudes - SP. In: **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia**, SBC, Rio de Janeiro - RJ, p. 387-391, 2017.

⁵⁶ ALVARINHO, Helton Henrique; PANCHER, Andréia Medinilha. A influência da expansão urbana em APP: ênfase ao perímetro urbano de Santa Gertrudes-SP. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 6948-6959, 2017.

⁵⁷ IPT. O conceito de ordenamento territorial com ênfase às atividades de mineração: Contexto da APL de Santa Gertrudes – SP. XIII Seminário Nacional de Arranjos Produtivos Locais de Base mineral. Santa Gertrudes, outubro de 2016.

⁵⁸ ALAMINO, Renata de Carvalho Jimenez, VERDE, Rodrigo Braga da Rocha Villa; FERNANDES, Francisco Rego Chaves. Os prós e contras do APL Cerâmico de Santa Gertrudes (SP). In: Recursos Minerais e Comunidade: impactos humanos, socioambientais e econômicos. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014.

demanda, seja passível de uso ou esteja sendo usado direta ou indiretamente pelo homem como forma de satisfação de suas necessidades físicas e culturais, em determinado tempo e espaço”⁵⁹.

Pode-se encarar essa questão sob a perspectiva econômica que implica em geração de emprego e renda, como também sob a perspectiva vital. No primeiro caso, os municípios industriais e agrícolas dependem, sobretudo do solo e da água, pois são eles que permitem o cultivo de gêneros agrícolas e a produção industrial para o desenvolvimento econômico; os municípios que fazem parte da indústria do turismo dependem da paisagem⁶⁰, pois esse é o bem que atrai os visitantes.

3.5.5 Áreas de Fragilidades Sujeitas à Erosão e Assoreamento

O conceito de áreas de fragilidade sujeitas à erosão e assoreamento relaciona-se com fatores de desequilíbrio de ordem tanto natural (expresso pela própria dinâmica do ambiente), como em situações de elevadas declividades aliada à falta de proteção dos solos, quanto antropogênica (uso inadequado da terra e de intervenções em regimes fluviais). Quando é quebrado o estado de equilíbrio dinâmico, o sistema pode entrar em colapso, passando para uma situação de risco, podendo ocasionar processos erosivos e assoreamentos.

A interação dos aspectos físicos e bióticos da bacia hidrográfica do Rio Corumbataí, como descrito nos itens 3.3 e 3.4, induzem a uma dinâmica ambiental própria. As características naturais do relevo, do solo e da litologia têm uma participação de grande relevância na identificação das áreas de fragilidade. Como já apresentado anteriormente, a bacia é marcada por maciços residuais do relevo das Cuestas Basálticas nas suas principais cabeceiras, situados a cerca de 1.000 m de altitude (porções oeste e norte da bacia), e seu exutório situado na topografia plana da Depressão Periférica, a cerca de 470 m. Ou seja, a bacia possui um desnível altimétrico de quase 600 metros. Os solos predominantes são os Argissolos (51%), Latossolos (29%) e Neossolos (16%).

E ainda, a bacia possui como litologias principais as formações Corumbataí, Pirambóia, Botucatu e Serra Geral. As formações Botucatu e Pirambóia são compostas por arenitos com diferentes graus de coesão, sendo que a Formação Corumbataí, composta por sedimentos argilosos que são facilmente transportados pela erosão laminar e linear, assim como por arrasto em suspensão na coluna d'água, conferindo turbidez à água, especialmente após episódios de chuva, ou ainda incorporados às águas da bacia através de processos intempéricos, como material dissolvido (SPATTI JÚNIOR, 2011)⁶¹.

Essas características naturais da bacia podem proporcionar condições para o transporte e deposição de materiais de rochas e solos. Contudo, a ação humana sobre a paisagem contribui para a aceleração deste processo, provocados pelo uso do solo nas suas várias formas, desde o

⁵⁹ VENTURI, Luis Antonio Bittar. Recurso Natural: a construção de um conceito. *GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)*, n. 20, p. 09-17, 2006.

⁶⁰ CARMO, Jean Pereira de Azevedo do. Analândia/SP: Desenvolvimento da Indústria do Turismo e Implicações Ambientais. *Caminhos de Geografia*, v. 10, n. 32, 2009.

⁶¹ SPATTI JÚNIOR. Avaliação ambiental, caracterização da qualidade de água e transporte de sedimentos da bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande (SP). Dissertação de Mestrado apresentada à UNESP. Rio Claro, 2011.

desmatamento e a agricultura, até obras urbanas e viárias, que, de alguma forma, tornam favorável a concentração das águas de escoamento superficial.

O agravamento destes processos erosivos traz como consequências, a perda de solos férteis, a poluição da água, o assoreamento dos cursos d'água e reservatórios e a degradação e redução da produtividade tanto dos ecossistemas terrestres quanto aquáticos (SPÖRL, 2007)⁶².

Neste contexto, a retirada da cobertura florestal e a introdução de culturas agrícolas e pastagem que vem ocorrendo na bacia do Rio Corumbataí tem aumentado rapidamente os processos de perda de solos, principalmente em locais de solos susceptíveis em que não são adotadas práticas conservacionistas (Figuras 3.28 e 3.29). Como será visto no próximo capítulo (item 4.1), o plantio da cana-de-açúcar e as pastagens ocupam hoje cerca de 60% da área da bacia, 44% e 16%, respectivamente.



Figura 3.28 – Solo exposto nas margens do Rio Corumbataí, numa área de pastagem no município de Rio Claro



Figura 3.29 – Perda de solo nas margens do Rio Corumbataí, no município de Rio Claro

De acordo com o Mapa de Erosão do Estado de São Paulo (IPT/DAEE, 1997)⁶³, que identificou as áreas com maior potencial ao desenvolvimento de processos erosivos, principalmente os lineares, a bacia do Rio Corumbataí está predominantemente inserida nas classes: I – Muito Alta, II – Alta e III – Média. Como visto na Figura 3.30, as áreas de suscetibilidade muito alta, extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas, estão concentradas nas porções oeste e norte da bacia do Rio Corumbataí, sobretudo nas cabeceiras dos rios da Cabeça, Corumbataí e Passa Cinco. Esta classe (Classe I) corresponde a 43% do território da bacia hidrográfica.

De acordo com Kertzman *et al.* (1995)⁶⁴, na Classe I, grande parte dessas áreas caracteriza-se pelas condições naturais muito favoráveis ao desenvolvimento tanto da erosão laminar como da erosão linear, por ravinas e voçorocas, independentemente das formas de ocupação do solo, a partir do simples desmatamento; na Classe II (não ocorre na bacia do Rio Corumbataí), as áreas apresentam também condições naturais muito favoráveis ao desenvolvimento tanto de processos

⁶² SPÖRL, Christiane. Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais artificiais. Tese de Doutorado apresentada à FFLCH-USP. São Paulo, 2007.

⁶³ A metodologia desenvolvida em IPT/DAEE (1997) foi baseada na análise integrada da paisagem, ponderando-se o comportamento da água e incidências dos processos erosivos, em relação aos fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos.

⁶⁴ Kertzman, *et al.* Mapa de erosão do estado de São Paulo. Revista do Instituto Geológico. Volume especial, 1995.

de erosão laminar como de erosão linear; na Classe III, que ocorre em cerca de 15% da bacia, especialmente nas cabeceiras dos rios da Cabeça e Corumbataí e no município de Rio Claro, os processos erosivos dependem muito mais de grandes concentrações das águas de escoamento superficial; na Classe IV, as voçorocas praticamente não ocorrem; e por fim, na Classe V, com ocorrência em apenas 1% da bacia, nas margens do Rio Corumbataí entre os municípios de Corumbataí e Rio Claro, não há erosão por causas naturais.

Em consonância com este estudo, o trabalho realizado pelo IPT/DAEE (2012)⁶⁵ que cadastrou os processos erosivos lineares no Estado de São Paulo, identificou nesta mesma região, as porções oeste e norte da bacia do Rio Corumbataí, as áreas mais frágeis sujeitas à erosão. Nesta região estão concentrados 44% dos processos erosivos (235 registros de voçorocas/ravinas) identificados no cadastramento realizado pelo IPT/DAEE (2012), como mostra a Figura 3.30. Nesta região também é onde a cana-de-açúcar se expandiu e os campos diminuíram nos últimos 20 anos, tópicos que serão melhor abordados a seguir no item 4.2.

Com cerca de 43% de seu território classificado como Classe I, onde as condições naturais são muito favoráveis a deflagração de processos erosivos, independentemente das formas de ocupação do solo, apenas pela falta de proteção do solo, o que se observa na bacia do Rio Corumbataí é que com a retirada da cobertura vegetal para ocupação com pastagens e o plantio de citros e cana-de-açúcar (como será visto no item 4.1) os solos dessas áreas ficaram extremamente vulneráveis à processos erosivos, principalmente, em trechos de grande declividade. Cabe destacar que a cultura da cana-de-açúcar provoca uma perda média de solo da ordem de 4,5 t ha⁻¹.

Essa configuração da bacia favorece a intensificação dos processos erosivos, gerando uma enorme perda de solos, principalmente nas cabeceiras dos principais afluentes do Rio Corumbataí. E conseqüentemente, o carreamento destes solos, agrava o assoreamento dos cursos d'água, especialmente, o médio e baixo Corumbataí, como mostram as Figuras 3.31 e 3.32.

A falta de cobertura vegetal em torno das margens do rio deixa o solo desprotegido causando erosão e assoreamento do rio, conseqüentemente, prejudicando a qualidade da água. O aumento da turbidez, especialmente na estação chuvosa, é uma consequência da erosão e provoca aumento dos custos operacionais para as estações de tratamento de água (FALQUETO, 2008)⁶⁶.

⁶⁵ A metodologia desenvolvida em IPT/DAEE (2012) foi baseada na identificação de processos erosivos nos 645 municípios do Estado, e distritos, por meio da interpretação visual das imagens de satélites disponíveis no software Google Earth, associada à análise das características do relevo utilizando-se as Cartas Topográficas do IBGE. Foram identificadas feições erosivas dos tipos sulcos/ravina e voçorocas e conduzidas visitas de campo com o objetivo de validar os dados.

⁶⁶ FALQUETO. Avaliação do índice de qualidade da água (IQA) e dos elementos químicos nas águas e nos sedimentos do rio Corumbataí-SP". Dissertação de Mestrado apresentada à ESALQ-USP. Piracicaba, 2008.

Para Kertzman *et al.* (1995)⁶⁷ o controle da erosão nessas áreas é muito complexo, e exigem altos investimentos, tornando, em geral antieconômica a exploração rural criteriosa.

Há necessidade de recuperação das matas ciliares em alguns trechos para diminuir o assoreamento e também maior controle das monoculturas dominantes instaladas em declives acima de 45° e próximas às cavas de rios e córregos.

⁶⁷ Kertzman, *et al.* Mapa de erosão do estado de São Paulo. Revista do Instituto Geológico. Volume especial, 1995.

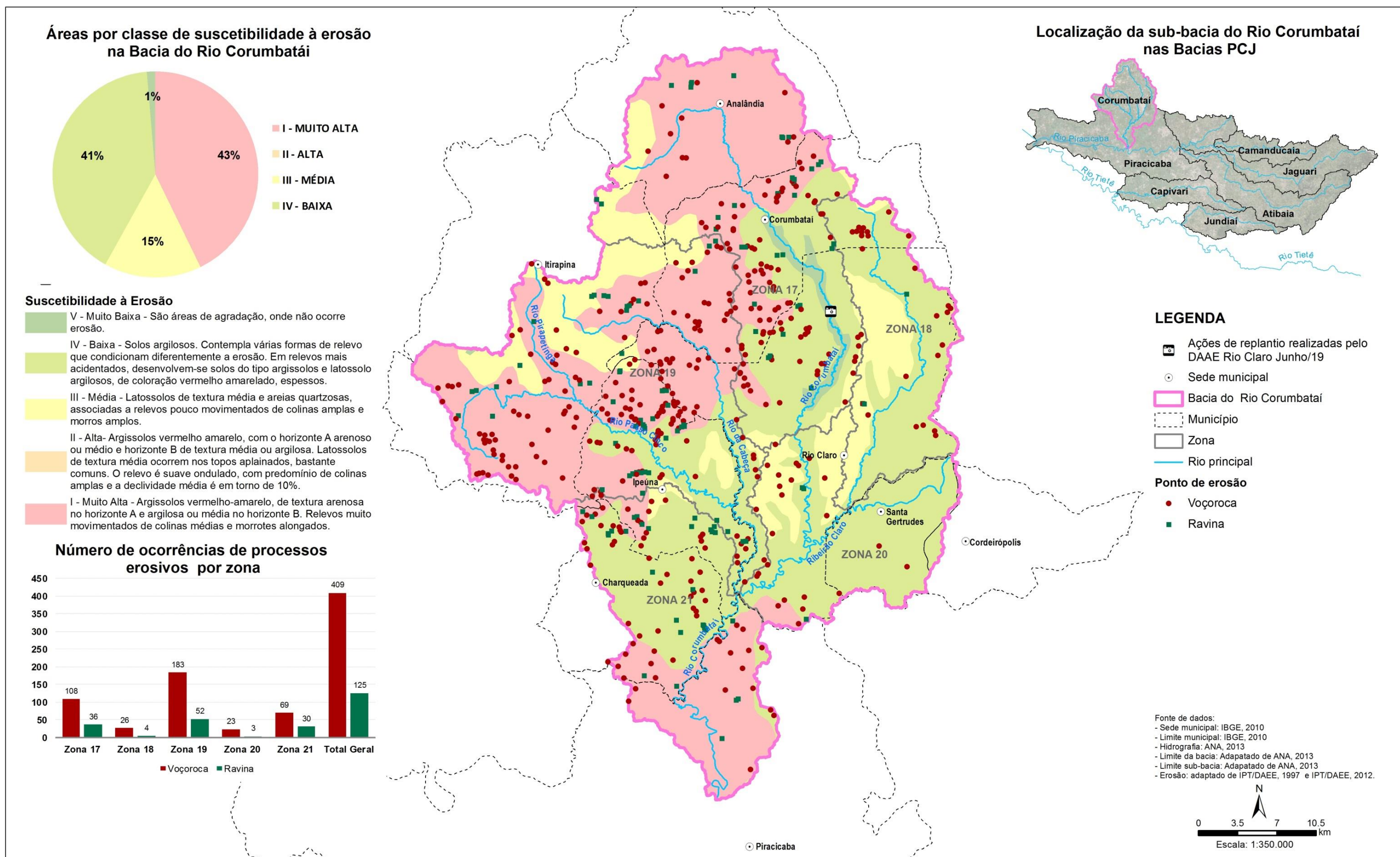


Figura 3.30 – Áreas de Fragilidades Sujeitas à Erosão na Bacia do Rio Corumbataí



Figura 3.31 – Erosão nas margens do Rio Corumbataí, no município de Rio Claro



Figura 3.32 – Assoreamento nas margens do Rio Corumbataí, no município de Rio Claro

Algumas ações vêm sendo realizadas neste sentido para recuperar as matas ciliares e nascentes dos rios da bacia do Rio Corumbataí, buscando melhorar as condições destas manancias, e evitar a intensificação do assoreamento destes cursos d'água. Assim como, o Projeto Nascentes que tem como objetivo contribuir para a recuperação, conservação e proteção de nascentes e mananciais da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí. Com destaque para: (i) o Projeto Nascentes de Analândia, com ações desde agosto de 2017 com intervenções em 15 propriedades rurais do município; e (ii) as ações de monitoramento, recuperação e proteção dos recursos hídricos que o DAAE Rio Claro faz desde 2017, com o plantio de mudas de árvores nativas e frutíferas em área rural e urbana do município.

Em comemoração à semana do meio ambiente, entre os dias 03 e 11 de junho de 2019, o DAAE Rio Claro realizou o plantio de 1.400 mudas de árvores frutíferas, com participação de alunos dos ensinos fundamental e médio de cinco escolas da rede pública e particular do município, numa área próxima à captação da Estação de Tratamento de Água (ETA 2), nas margens do Rio Corumbataí, na Estrada do Sobrado. Este local foi selecionado após estudo da bacia hidrográfica feito pela Unidade de Gerenciamento de Projetos de Rio Claro (UGP), com visita de campo e imagens via satélite. As Figuras 3.33 e 3.34 demonstram essas ações de plantio realizadas recentemente.

Vale mencionar o estudo de FERRAZ *et al* (2013)⁶⁸, que mostra que a eficiência dos serviços ambientais dos reflorestamentos pode ter variação significativa, em função da localização da área reflorestada na propriedade. A eficiência do planejamento adequado do reflorestamento da Reserva Legal pode aumentar em mais de três vezes a sua eficiência na redução das perdas de solo.

⁶⁸ FERRAZ *et al*. Simulação de perda de solos em função de cenários de adequação ambiental em microbacias agrícolas. Scientia Forestalis. Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 271-282, jun. 2013.



Figura 3.33 – Alunos da rede pública e particular do município de Rio Claro participando do plantio de mudas de árvores frutíferas em 10/06/2019 nas margens do Rio Corumbataí



Figura 3.34 – Alunos da rede pública e particular do município de Rio Claro participando do plantio de mudas de árvores frutíferas em 10/06/2019 nas margens do Rio Corumbataí

4. ESTUDO DA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

4.1 MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – SITUAÇÃO ATUAL

A crescente demanda de uso da água, seja para o abastecimento público, agrícola ou industrial, está diretamente relacionada à mudança de uso e ocupação do solo. Já é reconhecido que diversos problemas de água têm sua origem nos usos do solo ou atividades relacionadas, assim é essencial conectar o planejamento do uso do solo ao dos recursos hídricos (MITCHELL, 2005)⁶⁹.

Acompanhar as mudanças nos usos e ocupações do solo das áreas da bacia hidrográfica significa ter controle sobre a gestão dos recursos hídricos. A detecção de mudanças de uso e ocupação de solo é chave para diagnosticar novas demandas hídricas, pois esta técnica consiste no processo de identificação das diferenças no estado dos objetos ou dos fenômenos observados em diferentes tempos (SINGH, 1989)⁷⁰.

Nesse contexto, o sensoriamento remoto tornou-se uma valiosa fonte de informações sobre as mudanças do uso de solo, pois ele permite a coleta periódica de dados da realidade à distância de forma sinótica.

Diante deste contexto, para entender as mudanças do uso e ocupação do solo na Bacia do Rio Corumbataí, primeiramente, é imprescindível conhecer sua situação atual, bem como identificar as modificações ocorridas na paisagem ao longo dos últimos 20 anos. Assim é possível detectar as alterações ocorridas, entender as tendências de expansão urbana e dinâmica de uso do solo num cenário futuro.

4.1.1 Metodologia

O mapeamento do uso e ocupação do solo atual foi elaborado a partir de informações extraídas do Mapa de Uso e Ocupação do Solo disponibilizado na Revisão do Plano das Bacias PCJ (em elaboração), ajustado para o recorte espacial da Bacia do Rio Corumbataí.

Neste mapeamento de referência, realizado para o Plano das bacias PCJ, as classes de uso do solo foram delimitadas com base em ortofotos do Projeto Mapeia São Paulo (EMPLASA) com resolução espacial de 1 metro, datadas de 2010/2011.

Foi mantida a mesma chave de interpretação: Área Urbana, Campo, Campo Úmido, Cana-de-Açúcar, Lavoura Permanente, Lavoura Temporária, Mata Nativa, Silvicultura, Corpos D'água e Outros Usos. Entretanto, devido à heterogeneidade de usos do solo intraurbanos, dada à atual escala de trabalho, foi realizada uma caracterização mais detalhada do ambiente construído. Na “Área Urbanizada” do presente estudo foram identificadas áreas com maior densidade de construções, com predominância de comércio ou indústrias, com loteamentos ou conjuntos

⁶⁹ MITCHELL, B. Integrated water resource management, institutional arrangements, and land-use planning. *Environment and Planning A*, v. 37, n. 8, p. 1335-1352, 2005.

⁷⁰ SINGH, A. Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, v. 10, n. 6, p. 989-1003, 1989.

habitacionais e com áreas ocupadas por favelas ou invadidas. Este novo mapeamento foi denominado “Mapa de Uso e Ocupação Urbana Detalhada”.

A importância desta etapa reside no fato de que áreas densamente ocupadas por residências e indústrias demandam grandes quantidades de água, ao mesmo tempo em que são responsáveis por significativos lançamentos de efluentes na rede hidrográfica.

A metodologia consistiu na sobreposição de imagens de altíssima resolução de 2016 a 2018, disponibilizada em serviços gratuitos (*Google* e *Virtual Earth*) e a ferramenta *Open Street Maps* e *Google Street View* para visualização dos padrões ao nível do solo. Neste detalhamento foram utilizadas as seguintes classes: Residencial, Residencial Denso, Residencial Irregular, Comércio, Universidade e Indústria, conforme mostra o Quadro 4.1. Importante ressaltar que os resultados se basearam no cruzamento das diferentes referências (fontes), assim sendo, em alguns casos embora a interpretação visual demonstra-se uso industrial, constatou-se o uso comercial.

QUADRO 4.1 – CLASSES DE USO URBANO

(Continua)

<i>Classe</i>	<i>Amostra</i>	<i>Descrição</i>
Residencial		Em sua maioria, composta por loteamentos com aspecto regular e forma retangular, ocupação caracterizada por casas térreas ou sobrados geminados, podendo ou não existir um jardim ou garagem de dimensões reduzidas.
Residencial Denso		Inclui a área ocupada por conjuntos habitacionais de prédios, oriundos de programas governamentais (BNH e Minha Casa Minha Vida) e de empreendimentos privados.

QUADRO 4.1 – CLASSES DE USO URBANO

(Continuação)

Residencial Irregular		Residência caracterizada pela inexistência de arruamento regular entre as casas, telhados de amianto com direcionamento irregular e construções pequenas quando comparadas ao restante da cidade.
Comércio		Empreendimentos de tamanho variados localizados geralmente no meio do centro urbano, pois servem para abastecer o mercado consumidor local. São dotados de bolsões de estacionamento ou não, e geralmente estão localizados em vias principais. Foram identificados também devido ao contexto, próximos às áreas residenciais.

QUADRO 4.1 – CLASSES DE USO URBANO

(Conclusão)

Universidade		Instituição de ensino e pesquisa constituída por um conjunto de faculdades e escolas destinadas a promover a formação profissional e científica de pessoal de nível superior. Por se tratar de um ambiente de vivência estudantil, além dos prédios com salas de aula e laboratórios, existem residências, posto de atendimento de saúde, espaços de lazer e áreas verdes.
Indústria		Empreendimento que tem por finalidade a transformação de matérias primas em vários tipos de produtos. Geralmente encontra-se localizada afastada do centro urbano, onde os terrenos são mais baratos e o escoamento de insumos e de produtos se dão de maneira mais fluida.

Elaboração: Engecorps, 2019

4.1.2 Situação atual do Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Rio Corumbataí

A partir do mapeamento de Uso e Ocupação do Solo realizado por ocasião da Revisão do Plano das Bacias PCJ (em elaboração), foram consideradas 11 classes de cobertura e uso do solo. A Tabela 4.1, apresenta a distribuição dessas classes nas 5 Zonas que compõem a totalidade da

área da bacia. Como é possível verificar com o mapeamento, a paisagem foi amplamente antropizada e tais manipulações estão diretamente relacionadas à história regional (vide item 3.5.4).

TABELA 4.1 – CLASSES E ÁREAS DE USO DO SOLO DIVIDIDOS POR ZONAS

Classes	Área em km ² por Zona					Total
	Zona 17	Zona 18	Zona 19	Zona 20	Zona 21	
Área Urbanizada	15,99	18,73	5,41	32,60	14,31	87,05
Campo	57,63	8,59	177,03	12,98	28,94	285,17
Campo Úmido	0,08	1,01	8,79	11,70	10,31	31,89
Cana de Açúcar	220,56	78,13	147,63	128,20	179,44	753,97
Corpos D'Água	0,41	1,27	1,54	1,07	2,67	6,97
Lavoura Permanente	57,70	37,27	17,76	1,01	0,39	114,13
Lavoura Temporária	1,91	1,81				3,72
Mata Nativa	111,65	49,30	147,73	29,23	53,24	391,15
Mineração	2,04	0,37	0,36	5,72		8,48
Outros Usos				1,20		1,20
Silvicultura	1,92		32,62	0,59	0,60	35,73
Total	469,89	196,49	538,86	224,31	289,91	1719,46

Fonte: Mapa Uso e Ocupação do Solo - revisão do Plano das Bacias PCJ 2010-2020 (2017), adaptado por Engecorps (2019)

A Bacia do Rio Corumbataí está localizada em área originalmente composta pela zona de transição dos domínios do Cerrado e da Mata Atlântica. Apesar de apresentar uma expressiva quantidade de áreas ocupadas atualmente por matas, cerca de 391,15 km² segundo o mapeamento de 2019 realizado pela Engecorps com base na Revisão do Plano das Bacias PCJ (22,7% da área total), é importante destacar que essas matas estão fortemente fragmentadas e restritas em grande parte às áreas de várzea ao longo da hidrografia, as matas ciliares, e em áreas de maiores declividades. A Figura 4.1 mostra a distribuição espacial destes tipos de uso.

As matas concentram-se ao longo dos rios, principalmente nas zonas 17 e 19, onde se localizam as seções mais elevadas do relevo e as principais nascentes da bacia. Dentre as nascentes, destacam-se as cabeceiras do Rio Corumbataí, no município de Analândia, e do Rio Passa-Cinco em Itirapina, cuja vegetação leva o status de área prioritária para conservação dada à condição de corredor ecológico de cerrado. Também merece destaque a mancha vegetada a leste da área urbana de Rio Claro, onde está localizado o Horto Municipal.

Atualmente a classe de uso que mais se destaca nesta região é a “Cana-de-Açúcar” (Foto 1 – Figura 4.1), que ocupa um total de 754 km², quase 44% do total da bacia. As lavouras de cana-de-açúcar estão, sobretudo, distribuídas nas zonas 17, 20 e 21. Nas zonas 20 e 21 essas áreas plantadas ocupam mais de 50% da área total da zona, 57% e 62%, respectivamente.

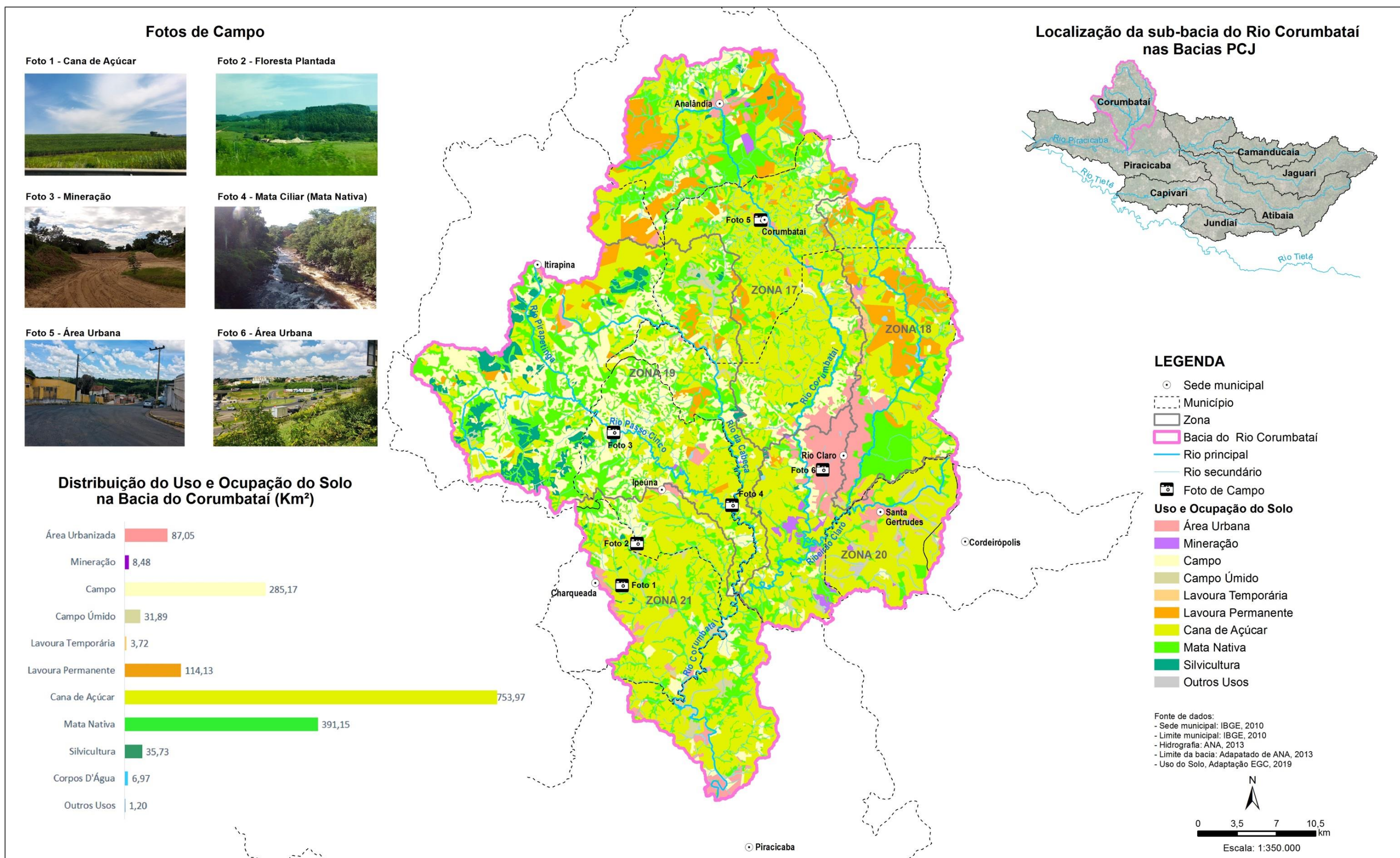


Figura 4.1 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Corumbataí

O cultivo da “Cana-de-Açúcar” está concentrado em áreas de menor elevação, geralmente em altitudes inferiores a 800 metros, associadas a baixas declividades. Assim as condições favoráveis de solo e relevo para as culturas agrícolas, condicionaram a predominância da cana-de-açúcar, principalmente na porção inferior da bacia.

Cabe ressaltar que dentre os impactos ambientais gerados pela monocultura da cana-de-açúcar, está a vinhaça, efluente da indústria da produção do açúcar e do álcool.

A classe “Campos”, que compreende as capoeiras e as áreas para pastagem de gado, responde por 16,6% da área total (285,17 km²) e se encontram muito concentradas em dois setores principais na Bacia do Rio Corumbataí: o primeiro, menos significativo, adjacente ao extremo oeste da área urbana do município de Rio Claro e, o segundo, no centro-oeste da bacia, na zona 19, entre os municípios de Itirapina, Ipeúna e extremo oeste de Rio Claro. Este tipo de uso está relacionado à produção pecuária.

As “Lavouras Permanentes” e “Lavouras Temporárias”, compreendem juntas a 6,9% a área total da bacia, com destaque as “Lavouras Permanentes”, principalmente o cultivo da laranja. Estão mais concentradas na porção norte e nordeste da bacia, próximos aos divisores de água, nos municípios de Analândia e Rio Claro, e na porção central da bacia, no município de Corumbataí.

A classe “Silvicultura” (Foto 2 – Figura 4.1) compreende 35,7km², que corresponde a cerca de 2% da área total da bacia, sendo que a maior parte está localizada na porção oeste da zona 19 (91,3%) onde são plantadas florestas de eucálptos e pinus para a produção de madeira e celulose.

A classe “Mineração” (Foto 3 – Figura 4.1), por sua vez, responde por 8,5 km², sobretudo localizada na Zona 17 (2 km²) ao sul de Analândia e na Zona 20 (5,7 km²), ao sul de Rio Claro. Essa atividade é responsável pela extração de areia, silte e argila que é usada na produção e comercialização de insumos para as indústrias de vidro, fundição, cerâmica de revestimento, entre outros, localizadas principalmente nos municípios de Santa Gertrudes e Rio Claro.

A “Área Urbanizada” (Fotos 5 e 6 – Figura 4.1) responde por 87,05km² da bacia, localizada principalmente nas zonas 17, 18 e 20, onde está localizada a sede urbana de Rio Claro, município mais populoso da bacia, com pouco mais de 200 mil pessoas. Além dessa mancha principal, outras menores se encontram dispersas por todo o restante da área de estudo e compõem as sedes municipais dos demais municípios, seus bairros e distritos rurais. A seguir, as áreas urbanas serão analisadas em detalhe.

4.1.3 Áreas Urbanizadas - Mapeamento Uso e Ocupação Urbana Detalhada

As áreas urbanizadas, extraídas do Mapa de Uso e Ocupação do Solo disponibilizado na Revisão do Plano das Bacias PCJ, foram detalhadas e atualizadas no presente estudo. Dada à heterogeneidade de usos do solo intraurbanos, foi realizada uma caracterização mais detalhada do ambiente construído, delineando áreas com maior densidade de construções, com predominância de comércio ou indústrias, com loteamentos ou conjuntos habitacionais.

Neste novo mapeamento, “Uso e Ocupação Urbana Detalhada”, foi classificada como “área urbana” um total de 87,05 km², que corresponde a 5,1% do total da Bacia do Rio Corumbataí. É importante ressaltar que no mapeamento apresentado na Revisão do Plano das Bacias PCJ, esta classe de uso do solo correspondia a 90,8 km², portanto houve uma redução de quase 4 km² de área urbana na presente classificação de uso e ocupação.

Esta redução de áreas urbanas pode ser justificada pelos seguintes motivos: (i) aumento de resolução espacial da imagem de satélite associada à adoção de uma maior escala na classificação, que permitiu excluir áreas agropastoris e vegetadas anteriormente classificadas como áreas urbanas (Figura 4.2), Situação A; e foi deixado de considerar no presente mapeamento, as rodovias como “Áreas Urbanizadas”, pois embora sejam decorrentes da intervenção antrópica na paisagem, elas também são parte do funcionamento rural e não devem ser consideradas para fins de estudos hídricos (Figura 4.3), Situação B.

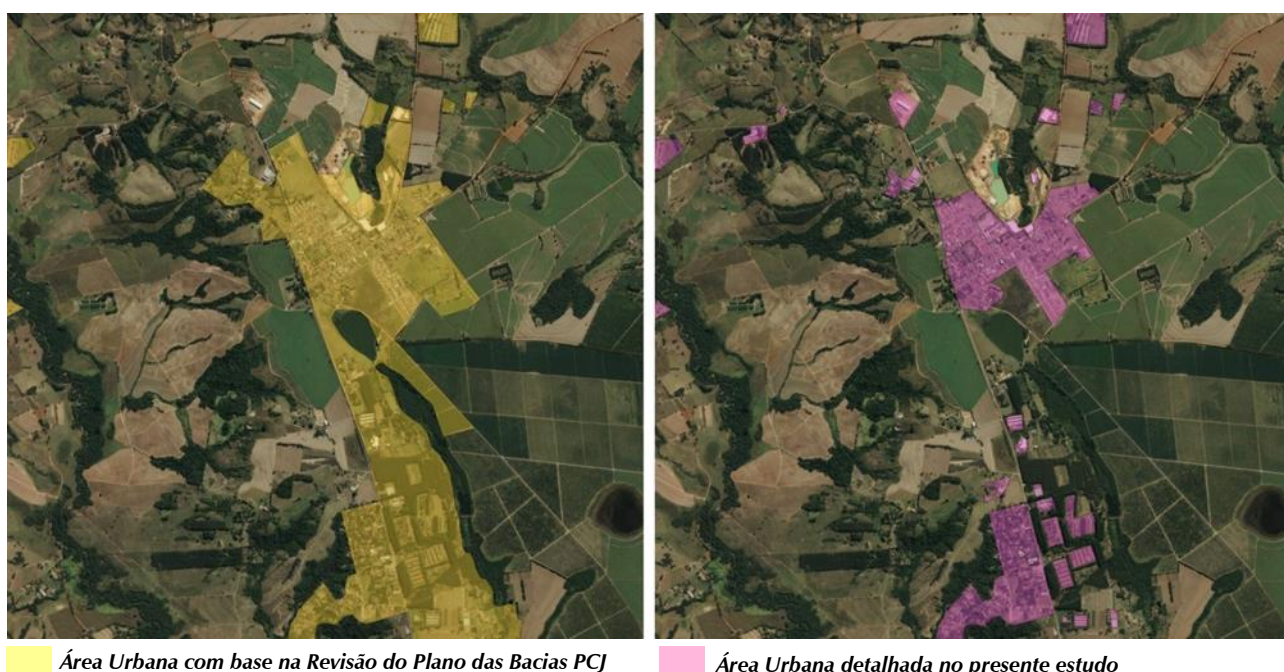


Figura 4.2 – Comparação da classificação da “Área Urbana” nos dois mapeamentos (Situação A)

Como mostra a Figura 4.2, em amarelo (à direita) tem-se a classificação de ocupação e uso do solo da Revisão do Plano das Bacias PCJ (em elaboração). Enquanto em rosa (à esquerda), é apresentado o detalhamento proposto pelo presente estudo. Percebe-se que graças ao uso de imagens de maior resolução espacial e uma maior escala foi possível refinar os limites das “Áreas Urbanas”, além de subdividir essa classe.

A Figura 4.3, de forma análoga à Figura anterior, em amarelo (à direita) a classificação de uso e ocupação do solo da Revisão do Plano das Bacias PCJ (em elaboração), que considera as vias como “Áreas Urbanizadas”, enquanto que em rosa (à esquerda), o detalhamento proposto pelo presente estudo que excluem essas áreas da classe “Áreas Urbanizadas”.



Área Urbanizada com base na Revisão do Plano das Bacias PCJ

Área Urbanizada detalhada no presente estudo

Figura 4.3 – Comparação da classificação da “Área Urbana” nos dois mapeamentos (Situação B)

Como visto no item 4.1.2, com uma área de 87,05 km² de “Áreas Urbanizadas”, a principal mancha observada na Bacia do Rio Corumbataí corresponde à sede municipal de Rio Claro.

No detalhamento das “Áreas Urbanizadas” foram definidas as seguintes classes de usos intraurbanos: Residencial, Residencial Denso, Residencial Irregular, Comércio, Universidade e Indústria. A proporção entre as classes é apresentada na Tabela 4.2.

TABELA 4.2 – CLASSES E ÁREAS DE USO E OCUPAÇÃO URBANA DETALHADA

Classe	Área (km²)	%
Residencial	67,0	77%
Residencial Denso	0,74	0,8%
Residencial Irregular	0,08	0,1%
Comércio	1,31	1,5%
Universidade	0,74	0,8%
Indústria	17,18	19,7
Total	87,05	100%

Elaboração: Engecorps, 2019

A Tabela 4.2 aponta que o uso intraurbano mais significativo está vinculado às áreas residenciais, que somam 67,82 km². Desse total, 67 km² são formados pelas áreas residenciais cujo padrão se pode atribuir à designação “Normal”.

As exceções a esta regra são normalmente atribuídas a condomínios residenciais localizados em áreas afastadas, como o condomínio Recreio das Águas Claras, localizado a nordeste da sede municipal de Rio Claro. Em condomínios como este, os lotes são consideravelmente maiores, com casas térreas ou sobrados, separadas por jardins, com piscinas e outros equipamentos de lazer.

Também são exceções os domicílios localizados nos bairros e distritos mais afastados, como é o caso de Ajapi, uns dos distritos de Rio Claro, localizado à nordeste da sede municipal, e cujo padrão de ocupação em algumas áreas também inclui terrenos vazios, havendo ou não presença de áreas privadas de lazer, como quadras poliesportivas e piscinas.

A classe “Residencial Denso” abrange 0,74 km², que corresponde a menos de 1% das “Áreas Urbanizadas” da Bacia do Rio Corumbataí. Entretanto, essa classe tem uma participação importante, pois apresentam uma taxa de ocupação bem maior, mesmo em áreas mais restritas demandam uma maior quantidade de água que as áreas residenciais ditas “Normais”.

A distribuição da classe “Residencial Denso” está alocada, sobretudo no núcleo urbano de Rio Claro, a oeste e sul da sede do município. Em sua maioria, são agrupamentos prediais de pequeno porte, não mais que 5 ou 6 andares, sem áreas de vivência e com presença de bolsões de estacionamento ao nível da térreo. Os prédios maiores estão localizados principalmente no centro de Rio Claro, onde é possível encontrar condomínios com garagens subterrâneas, áreas de vivência e edifícios com alturas superiores a 60 metros, comportando mais de 10 andares.

É importante destacar que esses padrões mais adensados compostos de prédios de pequeno ou grande porte são igualmente comuns no município de Piracicaba, contudo a localização deles está fora da área da Bacia do Rio Corumbataí.

As áreas de “Residências Irregulares”, caracterizada por moradias de baixo padrão e pela inexistência de arruamento regular entre as casas, foram identificadas apenas ao norte do município de Piracicaba, no distrito de Santa Terezinha, na porção oeste do bairro Bosque dos Lenheiros. Uma observação pertinente é que tais construções não estão presentes nas fotografias do *Google Street View*, coletadas nessa área ao longo do ano de 2011, o que indica que essa área foi ocupada em algum momento recente, entre 2011 e 2018 (Figura 4.4). De acordo com a Revisão do Plano Diretor de Piracicaba (INSTITUTO PÓLIS, 2018), a região norte do município é a área de maior incremento populacional na última década e presença de população de baixa renda. Cabe ainda mencionar que uma pequena parcela desta ocupação irregular identificada está inserida em Área de Preservação Permanente – APP, como ilustra a Figura 4.4.



Figura 4.4 – Classe “Residência Irregular” identificada no Distrito de Santa Terezinha

Por definição, APP é toda área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade; facilitar o fluxo gênico de fauna e flora; proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Sem o devido planejamento urbano a expansão das cidades acaba gerando ocupação em APPs. Essas áreas, muitas vezes, são ocupadas por uma parcela mais carente da população devido à falta de alternativas habitacionais, e não contam com infraestrutura urbana adequada, apresentando um sistema de saneamento básico precário. Esses fatores, combinados com a vulnerabilidade dos corpos hídricos que perdem suas margens de proteção, geram grandes consequências ambientais, causando impactos em áreas que são protegidas por lei federal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012).

Invasões irregulares (desmatamento, ocupação inapropriada urbanização, etc.) das APPs provocam efeitos nocivos à qualidade da água dos rios e córregos, impactando negativamente toda a cadeia de eventos referentes ao uso eficiente da água na bacia hidrográfica.

Vale mencionar casos de ocupação irregular sobre APPs nos municípios da Bacia do Rio Corumbataí. Em Rio Claro, por exemplo, conforme apresentado por Melo *et al* (2010), há nos bairros Jardim Boa Vista I e Jardim Bom Vista II (também conhecido como Conjunto Habitacional Recanto Verde), uma ocupação irregular na periferia da cidade, próximos ao Rio Corumbataí.

Conforme definido no Plano Diretor, parte da área do Conjunto Habitacional Recanto Verde encontra-se irregular, pois a área de várzea do Rio Corumbataí (APP) não é passível de ser urbanizada. De acordo com Cunha *et al* (2009)⁷¹ há várias outras ocupações irregulares em APPs na área urbana do município de Rio Claro. O Córrego Olinda, por exemplo, apresenta uma ocupação urbana relativamente intensa em suas margens, sofrendo processos erosivos consideráveis, fruto da perda vegetacional e da ocupação irregular. Outra ocorrência refere-se à ocupação irregular em área de várzea do Ribeirão Claro, principalmente na Vila Industrial. Nos bairros Jardim Novo e Jardim Guanabara, são registrados casos de ocupações irregulares no vale do Córrego da Servidão. Situação semelhante ainda se encontra na transição dos bairros Jardim Palmeiras e Jardim Nova Rio Claro, os quais ocupam o vale do Corumbataí, no setor sudoeste do espaço urbano.

A ocupação dos Bairros Jardim Conduta e Cidade Jardim, localizados na bacia do Rio Conduta no município de Rio Claro, também não foi realizada conforme a legislação ambiental vigente no período de loteamento de ambos os bairros, segundo Moraes *et al.* (2009)⁷².

Em contato com órgãos responsáveis pela Habitação e por Obras e Planejamento Urbano dos municípios inseridos na bacia do Rio Corumbataí, foram levantadas informações referentes à presença de áreas ocupadas irregularmente. Os municípios de Analândia, Corumbataí e Ipeúna informaram a inexistência de moradias nessa situação, enquanto Santa Gertrudes e Cordeirópolis apontaram algumas áreas ocupadas irregularmente:

- ✓ Cordeirópolis: de acordo com informações obtidas junto à Secretaria de Habitação de Cordeirópolis (em junho de 2019), no município há 5 áreas com ocupações irregulares, sendo: (i) uma favela ocupada por 80 famílias entre a rodovia SP-316 e a linha férrea; (ii) duas áreas da antiga rede ferroviária, estação e o antigo tronco Cordeirópolis/Araras ocupadas por 110 famílias; (iii) uma área de APP no bairro Jardim Eldorado, ocupada por 15 famílias; e (iv) o Assentamento Santa Rita, ocupada por aproximadamente 80 famílias.
- ✓ Santa Gertrudes: a Secretaria de Habitação apontou uma ocupação irregular com uns 20 lotes de chácaras, sendo que apenas 2 lotes estão ocupados (informação de junho de 2019).

A Figura 4.5 apresenta outros casos de ocupação próxima às APPs (Áreas de Preservação Permanente), que requerem atenção para que as matas ciliares e os leitos dos corpos hídricos sejam preservados. A ocupação irregular de áreas de preservação permanente no meio urbano é um tema que merece atenção especial porque indica as fragilidades do sistema de proteção a esses espaços.

⁷¹ CUNHA *et al.* Diagnóstico dos elementos de drenagem da Área Urbana de Rio Claro-SP: Subsídios para o Plano Diretor. REA – Revista de estudos ambientais (Online) v.11, n. 2, p. 88-100, jul./dez. 2009.

⁷² MORAES *et al.* Expansão urbana e degradação de áreas de proteção permanente em zonas urbanas: o caso do Córrego Conduta/Rio Claro-SP.



Figura 4.5 – Ocupação e uso do solo intensivo próximo às APPs e ocupações irregulares

A classe “Universidade”, com 0,74 km², refere-se às áreas dos *campi* dos Institutos de Biociências e Geociências da Universidade Estadual Paulista de Rio Claro localizada à leste da sede municipal e próximo ao Horto municipal. Por ser uma das principais universidades do estado de São Paulo, o campus atrai diariamente um grande contingente de pessoas entre estudantes, professores, funcionários e visitantes.

A classe “Comércio” por sua vez, soma 1,31 km² e está localizada principalmente na mancha urbana de Rio Claro. Distribui-se ao redor das áreas centrais do município e estão normalmente agregadas no entorno das grandes avenidas, como é o caso dos arredores da avenida Visconde de Rio Claro, com orientação norte-sul e as avenidas 14, 16 e 18, com orientação leste-oeste.

Por fim, a classe “Indústria” corresponde ao segundo maior uso intraurbano na Bacia do Rio Corumbataí, depois de áreas residenciais, ocupando 17,18 km², cerca de 20%. Estas áreas industriais estão concentradas principalmente nas Zonas 18, 20 e 21, entre os municípios de Rio Claro, Santa Gertrudes e Piracicaba.

Tais estabelecimentos industriais são bastante heterogêneos, apresentando diferentes ramos de atividades, e porte variados de plantas industriais. Por exemplo, ao norte de Rio Claro e ao norte de Piracicaba, em seus respectivos distritos industriais, há indústrias de grande porte, com produção de componentes variados, conforme descrito no Item 3.5.4.

Também merece destaque as indústrias localizadas no eixo da rodovia Washington Luís, principalmente ao sul de Rio Claro. Na região central dos municípios de Santa Gertrudes e Oeste de Cordeirópolis existe um conhecido polo nacional de fabricação de cerâmica de revestimento. Ao passo que no setor sudeste de Ipeúna se encontra um distrito industrial onde são produzidos refratários e componentes de metal, como presilhas e molas.

Mais afastadas da mancha urbana se encontram os estabelecimentos que processam em escala industrial os produtos da produção agropecuária, dentre elas é possível destacar as granjas, que estão dispersas em toda a área da bacia. Também é relevante a presença da empresa Raízen, localizada no setor sul da Bacia do Rio Corumbataí, maior exportadora individual de açúcar do Brasil e uma das principais produtoras de álcool combustível no mercado interno.

Cabe mencionar a importância de identificar e localizar áreas industriais, geralmente responsáveis por grandes demandas de água e por significativos lançamentos de efluentes, fundamentais para os estudos focados em recursos hídricos, principalmente na bacia do Rio Corumbataí, onde o uso industrial tem papel de destaque na demanda da água.

O mapeamento de uso e ocupação urbana detalhada identificou aproximadamente 18,5 km² de área com predominância de comércio ou indústria, que corresponde a cerca de 22% da área total da bacia. Tais tipos de usos utilizam recursos hídricos para fins de abastecimento e para o lançamento de seus efluentes.

Neste sentido, é importante o acompanhamento do licenciamento e aprovação de novos empreendimentos comerciais e industriais causadores de impacto regional urbanístico-ambiental, especialmente no que diz respeito ao comprometimento da disponibilidade hídrica e na qualidade desse recurso natural.

Este acompanhamento permite antever o potencial de crescimento e para onde estes usos estão se expandindo, e assim antecipar as possíveis demandas futuras por utilização de serviços públicos de saneamento. Assunto que será melhor abordado no Produto 3.

A Figura 4.6 mostra as “Áreas Urbanizadas” das sedes municipais de Rio Claro e Santa Gertrudes, maior mancha urbana da Bacia do Rio Corumbataí. E a Figura 4.7 apresenta as “Áreas Urbanizadas” das sedes dos municípios de Analândia, Corumbataí, Itirapina, Ipeúna e Charqueada, bem como, o Distrito de Santa Terezinha de Piracicaba, correspondendo as porções inseridas na bacia do Rio Corumbataí.

4.2 *DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – ÚLTIMOS 20 ANOS*

4.2.1 *Metodologia*

O estudo da dinâmica das paisagens permite analisar as transformações do meio físico bem como das atividades humanas ao longo do tempo em uma determinada área. Serve como interpretações de momentos em uma paisagem dentro de uma escala temporal, visam auxiliar agentes de planejamento a compreender a dinâmica da área e os problemas ambientais consequentes⁷³. Nesse sentido, esse estudo demonstra-se fundamental a medida que permite reconhecer tendências de expansão antrópicas que podem ser vistas como potencial aumento nas demandas de água na Bacia do Rio Corumbataí.

Buscando compreender a dinâmica do uso da terra na Bacia do Rio Corumbataí, o presente estudo teve como objetivo principal mapear e quantificar o uso e cobertura do solo da bacia nos últimos 20 anos.

A detecção da dinâmica do uso e ocupação do solo focalizado no aumento da demanda por recursos hídricos foi realizada através de série temporal de mapas de uso de solo entre 2000 e 2018, do Projeto MapBiomias⁷⁴.

A análise temporal da paisagem requer insumos da mesma base e com a mesma precisão. Por isso, optou-se por usar os mapas de uso do Solo oriundos do programa MapBiomias. Esse programa produz classificações de uso e ocupação de solo a partir de uma classificação pixel a pixel de imagens dos satélites Landsat. Todo processo é feito com extensivos algoritmos de aprendizagem de máquina (machine learning) através da plataforma Google Earth Engine que oferece imensa capacidade de processamento na nuvem⁷⁵.

⁷³ Santos, R.F. dos (2004) - Planejamento Ambiental: teoria e prática. 184p., Editora Oficina de Textos, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 9788586238628.

⁷⁴ Projeto MapBiomias – Coleção 3 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em 06 de dezembro de 2018 através do link: <http://mapbiomas.org/map#coverage>.

⁷⁵ MapBiomias. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/>>. Acessado em 01 de abril de 2019.

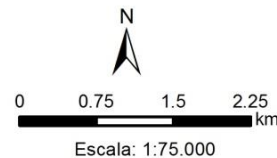
Mapa de Localização



LEGENDA

- Sede municipal
- Município
- Zona
- Bacia do Rio Corumbataí
- Rio principal
- Rio secundário
- Fotos
- Uso e Ocupação do Solo
 - Área Urbana
 - Residencial Denso
 - Universidade
 - Comércio
 - Industrial

Fonte de dados:
- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Uso do Solo: Adaptação EGC, 2019
- Relatório Fotográfico: Street View



Relatório Fotográfico

Foto 1 - Área Industrial



Foto 6 - Área Comercial



Foto 2 - Universidade



Foto 7 - Vista da Cidade de Rio Claro



Foto 3 - Área Comercial



Foto 8 - Área Comercial



Foto 4 - Área Residencial



Foto 9 - Área Residencial



Foto 5 - Área Residencial



Foto 10 - Residencial Denso

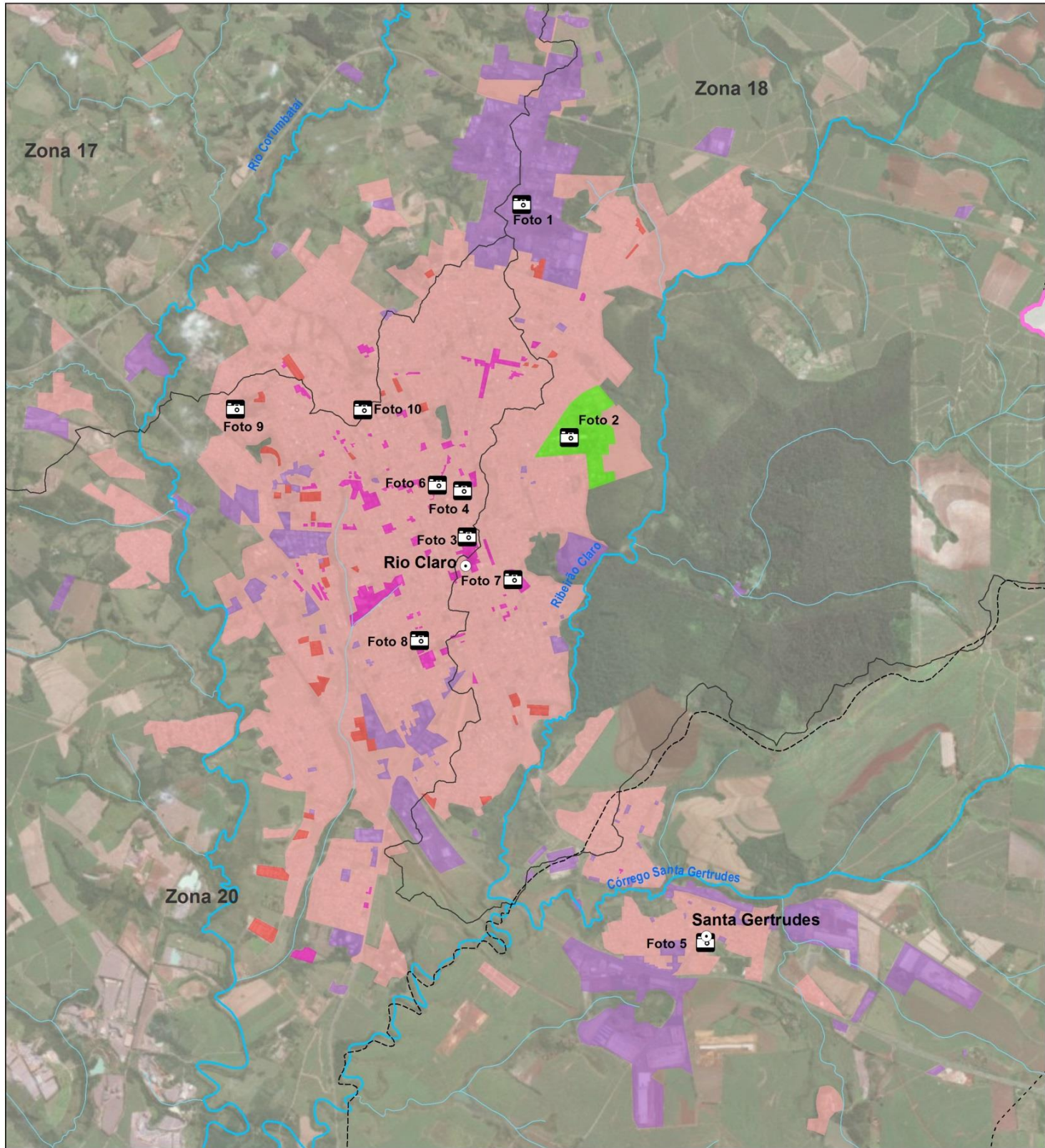


Figura 4.6 – Área Intraurbana dos Municípios de Rio Claro e Santa Gertrudes

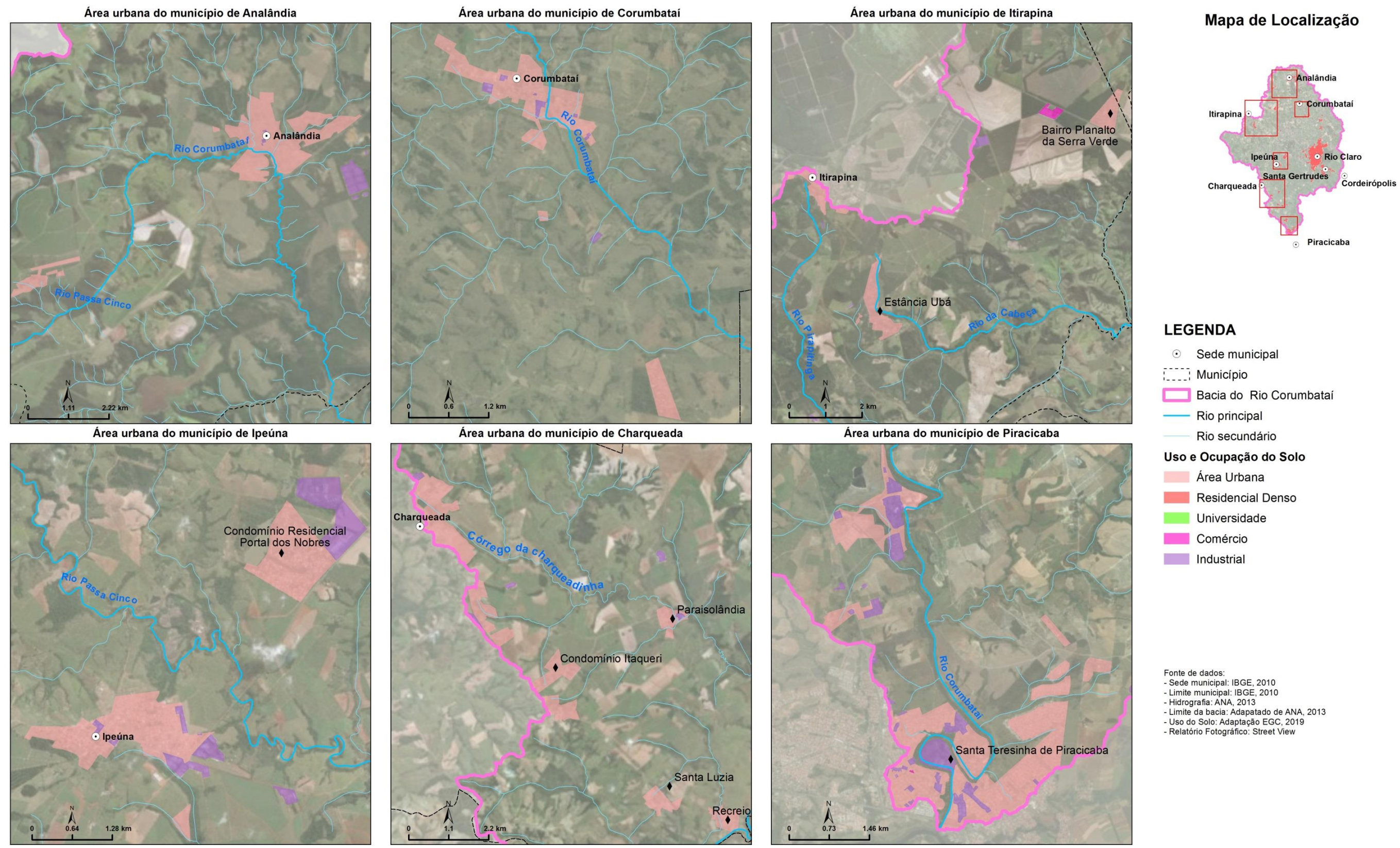


Figura 4.7 – Área Intraurbana dos Municípios de Analândia, Corumbataí, Itirapina, Ipeúna, Charqueada, e o Distrito de Santa Terezinha de Piracicaba

Assim, foram obtidos mapas de uso e ocupação do solo para os anos de 2000 e 2017 (dados de 2018 ainda não estavam disponíveis). Por fim, uma vez que os dois mapas compartilhavam da mesma matriz, realizou-se uma tabulação cruzada, tendo como resultado a matriz de transição que, em linhas gerais apresenta quais foram as mudanças observadas no período e quais foram as classes afetadas.

4.2.2 Dinâmica de Uso e Ocupação do Solo

Os mapeamentos de 2000 e 2017 do Projeto MapBiomias foram utilizados a fim de possibilitar a análise dos fatores de pressão identificados na Bacia do Rio Corumbataí. De acordo com a análise comparativa entre estes mapeamentos, verifica-se que grandes alterações ocorreram no uso e ocupação da bacia ao longo do período analisado.

Dentre as dinâmicas observadas, a que merece maior atenção é o avanço significativo das áreas destinadas à Cultura Semiperene, fundamentalmente a Cana-de-Açúcar, sendo que sua área de cultivo passou de 299,5 km², no ano 2000, para 403,1 km², em 2017, registrando um crescimento de 35%. Por outro lado, a Pastagem perdeu importância na bacia, teve uma redução de cerca de 271 km², perdendo mais de 46% da sua área entre os anos de 2000 e 2017, como mostra a Tabela 4.3.

TABELA 4.3 – DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

<i>Classe</i>	<i>Área 2000 (km²)</i>	<i>Área 2017 (km²)</i>	<i>Diferença de área (km²)</i>	<i>%</i>
Formação Florestal	254,2	219,6	-34,6	-14%
Formação Savânica (Cerrado)	3,1	3,1	0	0,0%
Floresta Plantada (Silvicultura)	23,6	75,0	51,4	218%
Formação Campestre (Campo)	1,4	1,4	0	0,0%
Pastagem	505,6	271,0	-234,6	-46%
Cultura Anual e Perene	0,5	3,5	3	562%
Cultura Semiperene	299,5	403,1	103,6	35%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	584,7	678,5	93,8	16%
Infraestrutura Urbana	38,6	57,4	18,8	49%
Outra área não vegetada	5,7	2,4	-3,3	-58%
Mineração	0,6	2,5	1,9	298%
Rio, lago e oceano	2,0	2,0	0	0,0%
Total	1.719,5	1.719,5	-	-

Fonte: Projeto MapBiomias
Elaboração: Engecorps, 2019

Além da Cana-de-Açúcar, outros usos ganharam espaço na bacia no período analisado, entre eles: Mosaico de Agricultura e Pastagem, que teve um acréscimo de 16% em sua área, passou de 584,7 km², em 2000 para 678,5 km², em 2017; a Infraestrutura Urbana, que passou de 38,6 km² para 57,4 km² (crescimento de 49%); e a Floresta Plantada (Silvicultura) que teve um incremento de 51,4 km² em sua área em relação a 2000, representando um crescimento de 218%.

Vale ressaltar que, percentualmente, a Cultura Anual e Perene e a Mineração chamam a atenção em termos de expansão, com crescimento de 562 e 298%, respectivamente no período analisado. Porém, suas áreas são muito pequenas quando comparadas à da bacia, somam menos de 6 km², ou seja, representam menos de 0,4% da área total da bacia.

E assim como a Pastagem, a Formação Florestal, também apresentou uma redução bastante significativa de área, perdeu 34,9 km² no período, cerca de 14% da sua área, que era de 254,2 km² em 2000 e diminuiu para 219,6 km².

Conforme mencionado anteriormente, a tabulação cruzada permite verificar diretamente quais foram as classes afetadas na variação das áreas da paisagem, em outras palavras, identificar as atividades que cederam espaço para acomodar os usos existentes em 2017.

A Tabela 4.4 apresenta a matriz de transição para o período analisado. A primeira coluna apresenta a classe de origem, ou seja, a classe a que um dado grupo de pixels foi classificado para o ano de 2000, a segunda coluna indica a classe de destino, ou seja, a classe a que esse grupo de pixels foi classificado em 2017, a terceira e a quarta colunas indicam a variação que essa transição corresponde e a área afetada, respectivamente, e nas duas últimas colunas os processos de retração e expansão associados.

TABELA 4.4 – MATRIZ DE TRANSIÇÃO DOS MAPAS DE USO DO SOLO 2000 – 2017 - BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

(Continua)

Classe 2000 (origem)	Classe 2017 (destino)	Variação	Área (km ²)	Processos Associados	
				–	+
Formação florestal	Floresta plantada	2,4%	6,2	Retração florestal	Expansão de Silvicultura
Formação florestal	Pastagem	1,8%	4,6	Retração florestal	Expansão pecuária
Formação florestal	Cultura semiperene	1,1%	2,7	Retração florestal	Expansão Canaveira
Formação florestal	Mosaico de Agricultura e Pastagem	19,8%	50,3	Retração florestal	Expansão agrícola
Pastagem	Floresta plantada	6,8%	34,6	Retração Pecuária	Expansão de Silviculturas
Pastagem	Cultura semiperene	12,0%	60,9	Retração Pecuária	Expansão Canaveira
Pastagem	Mosaico de Agricultura e Pastagem	35,0%	177,2	Retração Pecuária	Expansão agrícola
Pastagem	Infraestrutura urbana	0,5%	2,4	Retração Pecuária	Expansão urbana
Cultura semiperene	Floresta plantada	0,7%	2,1	Retração agrícola	Expansão de Silviculturas
Cultura semiperene	Pastagem	1,3%	3,9	Retração agrícola	Expansão pecuária
Cultura semiperene	Mosaico de Agricultura e Pastagem	19,4%	58,2	Retração agrícola	Expansão agrícola
Cultura semiperene	Infraestrutura urbana	0,6%	1,9	Retração agrícola	Expansão urbana
Cultura semiperene	Mineração	0,6%	1,8	Retração agrícola	Expansão minerária

TABELA 4.4 – MATRIZ DE TRANSIÇÃO DOS MAPAS DE USO DO SOLO 2000 – 2017 - BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

(Conclusão)

Classe 2000 (origem)	Classe 2017 (destino)	Variação	Área (km ²)	Processos Associados	
				–	+
Mosaico de Agricultura e Pastagem	Formação florestal	5,0%	29,2	Retração agropecuária	Expansão florestal
Mosaico de Agricultura e Pastagem	Floresta plantada	1,4%	8,5	Retração agropecuária	Expansão de Silvicultura
Mosaico de Agricultura e Pastagem	Pastagem	5,5%	32,1	Retração agropecuária	Expansão pecuária
Mosaico de Agricultura e Pastagem	Cultura anual e Perene	0,5%	2,9	Retração agropecuária	Expansão agrícola
Mosaico de Agricultura e Pastagem	Cultura semiperene	18,5%	108,0	Retração agropecuária	Expansão Canaveieira
Mosaico de Agricultura e Pastagem	Infraestrutura urbana	2,5%	14,5	Retração agropecuária	Expansão urbana

Fonte: Projeto MapBiomias
Elaboração: Engecorps, 2019

A Figura 4.8 apresenta os mapas de uso e ocupação do solo da Bacia do Rio Corumbataí para os dois períodos analisados, 2000 e 2017. Nele é possível verificar o crescimento significativo da Cana-de-Açúcar em detrimento direto à classe de Pastagem.

Além da Tabela 4.4, matriz de transição, os resultados também são apresentados através dos diagramas de Sankey (Figura 4.9).

A expansão das áreas ocupadas por Silviculturas (chamadas de Florestas Plantadas pelo Projeto MapBiomias) também chama a atenção na Figura 4.9. Sua área passou de 23,6 km² para 75 km², distribuídas sobretudo nas cabeceiras das Zonas 19, 17 e 18. Esse resultado também está consonante com os dados da Pesquisa de Produção da Extração Vegetal e Silvicultura (PEVS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apresentados no Item 3.5.4.

Com base nesses dados e na comparação visual entre os mapas de 2000 e 2017 (Figura 4.9) é possível verificar que tanto a Pastagem como a Formação Florestal cederam lugar às culturas semiperenes e aos Mosaicos de Agricultura e Pastagem. Esse resultado aponta uma clara expansão da “Cana-de-Açúcar”, atividade chave na economia da região, conforme discutido no item 3.5.4, ocupando áreas na porção norte da bacia, principalmente nos municípios de Analândia, Itirapina e Corumbataí, em substituição às Pastagens sobretudo, e na porção oeste da bacia, ocupando espaços antes ocupados por Formação Florestal e Mosaicos de Agricultura e Pastagem.

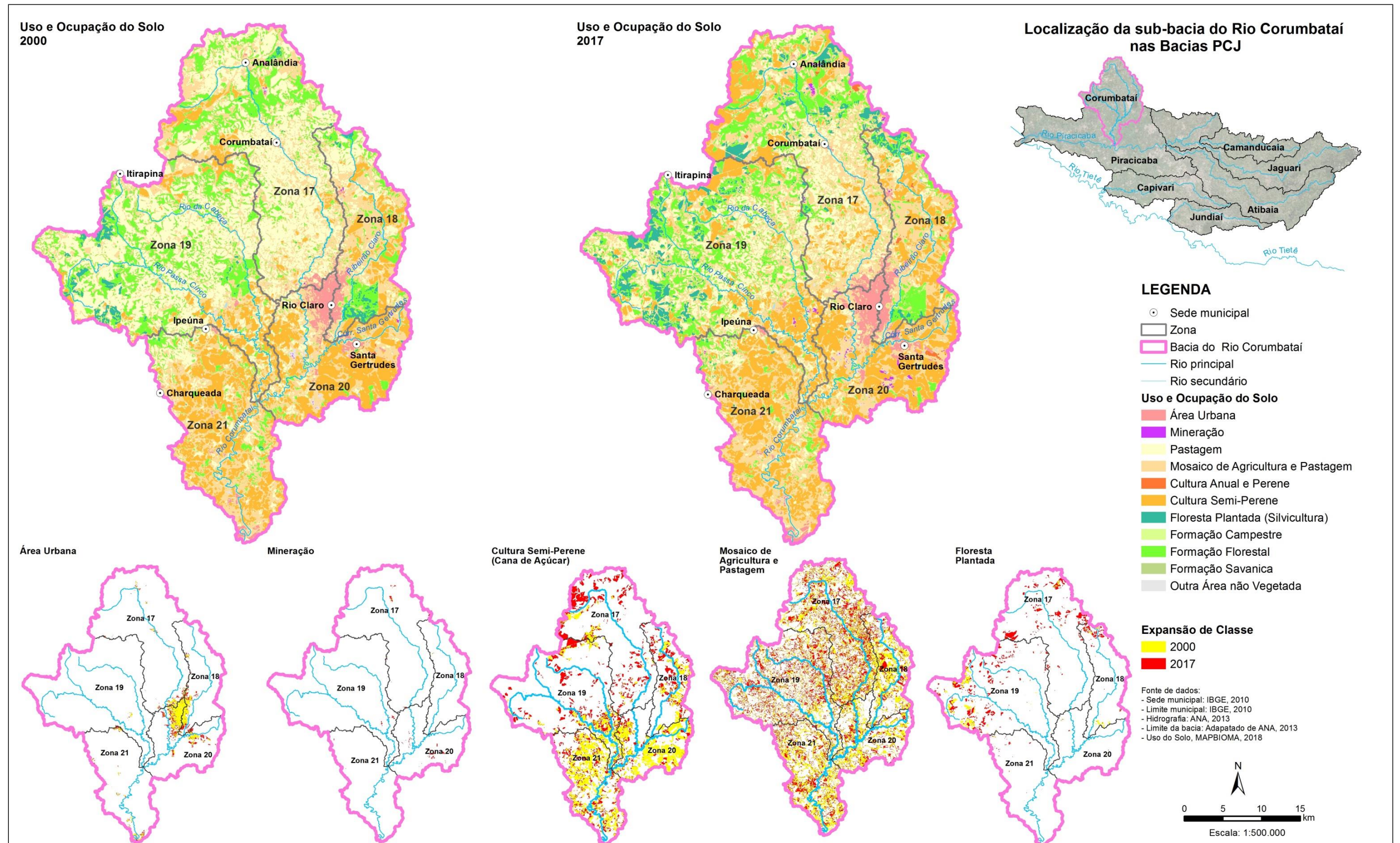
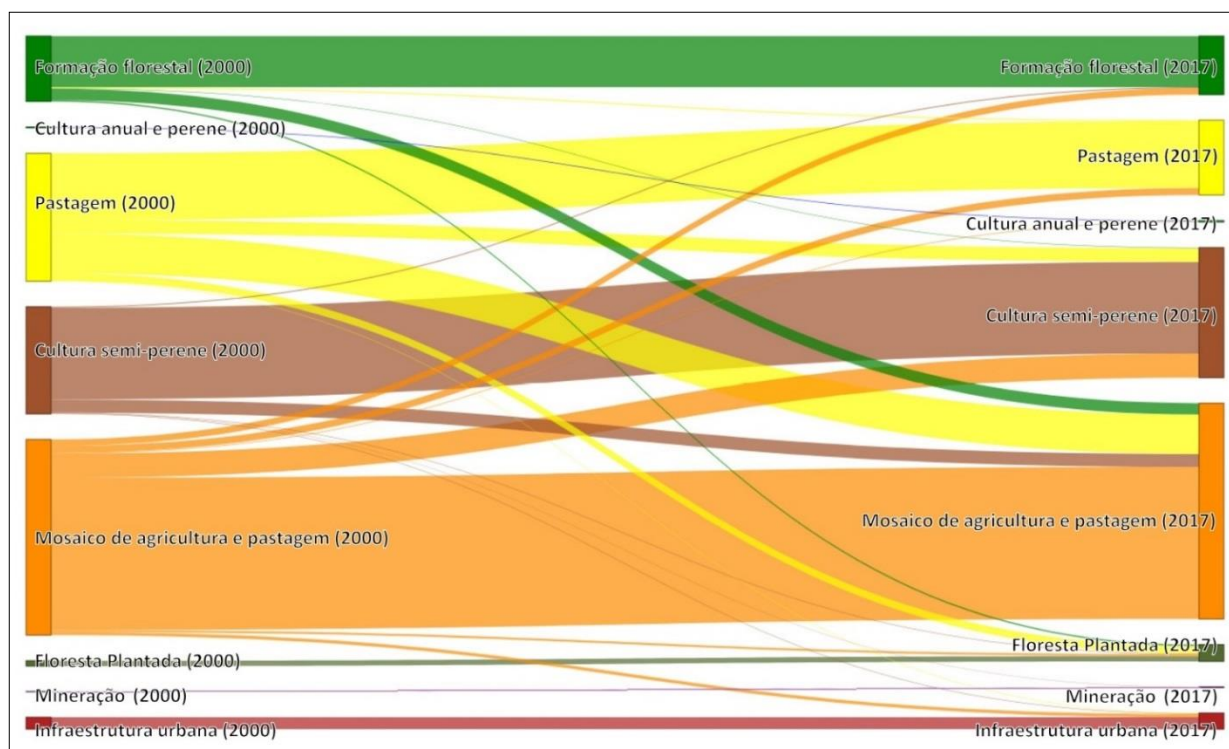


Figura 4.8 – Uso e ocupação do solo da Bacia do Rio Corumbataí para os dois períodos analisados, 2000 e 2017



Fonte: Projeto MapBiomias
Elaboração: Engecorps, 2019

Figura 4.9 – Diagrama Sankey das transições ocorridas na Bacia do Rio Corumbataí

E em relação à Infraestrutura Urbana destaca-se o crescimento da área urbanizada do município de Rio Claro, ao longo do eixo norte-sul, onde está a Rodovia Fausto Santo Mauro (em direção ao distrito de Assistência) e a Avenida Brasil/Estrada Rio Claro (em direção ao distrito de Ajapi), como mostra a Figura 4.10. A instalação de novos loteamentos foi mais significativa nos setores periféricos situados ao norte e oeste/sudoeste da cidade, especialmente, com a implantação de bairros populares. Ao setor sul foram direcionados bairros de classe média, representados principalmente por condomínios fechados⁷⁶. E, continua-se observando nos últimos anos o surgimento de várias solicitações de aprovação para implantação de novos loteamentos.

Para identificar outros vetores de expansão urbana foram levantadas informações referentes à presença de novos loteamentos ou conjuntos habitacionais aprovados, mas ainda não implantados nos municípios da bacia. Vale salientar a importância de acompanhar os loteamentos em implantação, pré-aprovados e em estudo, prováveis áreas a serem adensadas, a fim de antecipar as possíveis demandas futuras por utilização de serviços públicos de saneamento.

⁷⁶ ROSSETTI, L.A.F.G. Geotecnologias aplicadas à caracterização e mapeamento das alterações da cobertura vegetal intra-urbana e da expansão urbana da cidade de Rio Claro (SP). 2007. 115 f. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

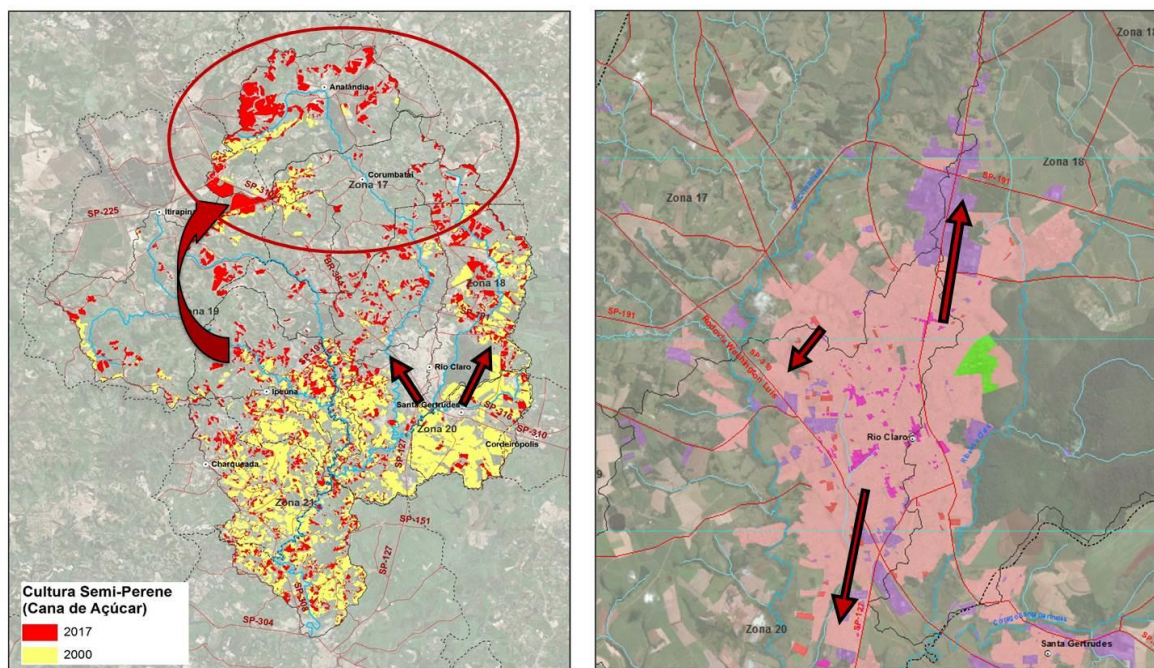


Figura 4.10 – Vetores de expansão urbana e da agricultura na Bacia do Rio Corumbataí

Em consulta aos órgãos responsáveis pela Habitação e por Obras e Planejamento Urbano dos municípios inseridos na bacia, o município de Corumbataí informou a inexistência de tais loteamentos, enquanto Analândia, Cordeirópolis e Santa Gertrudes apontaram alguns novos loteamentos, conforme indicado a seguir:

- ✓ Analândia: há dois loteamentos aprovados: Cuscuville, localizado na Avenida Marginal, à noroeste da sede urbana; e Santana.
- ✓ Cordeirópolis: há vários loteamentos pré-aprovados e em estudo, como visto a seguir:
 - ✧ Jardim Aurora (pré-aprovado) com 417 lotes;
 - ✧ Jardim Emilia (pré-aprovado) com 240 lotes;
 - ✧ Jardim Itajaí (2019) com 468 lotes e 200 unidades habitacionais;
 - ✧ Jardim Celeste I (em estudo) com 90 lotes;
 - ✧ Jardim Celeste II (em estudo) com 117 lotes;
 - ✧ Jardim Parati (2020) com 346 lotes;
 - ✧ Jardim Almirante Levy (2020) com 505 lotes;
 - ✧ Família Levy (2020) com 500 lotes;
 - ✧ Ibicaba (2021) com 680 lotes;
 - ✧ Família Teixeira com 300 unidades habitacionais.
- ✓ Santa Gertrudes: existe um empreendimento aprovado financiado pelo Minha Casa Minha Vida, com 384 apartamentos que está em fase de implantação.

No eixo rodoviário da Washington Luís, fundamental via do escoamento da produção regional, nos municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis e Rio Claro, localizam-se a maioria das empresas e dos empregos na produção cerâmica regional⁷⁷. Nessa área, identifica-se já em 2010, região Noroeste de Santa Gertrudes, uma conurbação com o município de Rio Claro, seja ao longo da rodovia ou através da Avenida Conde Francisco Matarazzo⁷⁸.

Entre 1995 e 2010, houve a intensificação na ocupação urbana em todos os municípios do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, com o aumento na densidade de ocupação e preenchimento de vazios urbanos. Por consequência, municípios do entorno como Cordeirópolis também receberam um contingente populacional. A partir da década de 1980 houve a construção de loteamentos para abrigar migrantes vindos de mão de obra para o Polo Cerâmico de Santa Gertrudes⁷⁹.

Santa Gertrudes é o município que sofreu maior influência da atividade cerâmica no crescimento urbano⁸⁰. Conforme aponta Bonacin (2004)⁸¹, as altas taxas de urbanização e industrialização nesse período significa outrossim o aumento por demanda de recursos hídricos para usos industrial e de abastecimento público, bem como incremento da geração de cargas poluidoras potenciais. Nesse contexto, as análises apontam que a Mineração cresceu 298% para o período em análise, com grande impacto sobretudo nos municípios de Santa Gertrudes e Rio Claro.

Ressalta-se que os municípios possuem um papel importante no setor, principalmente na etapa da emissão da certidão de uso do solo. Os municípios deveriam conter no Plano Diretor Municipal um Plano de Mineração onde estes contemplassem as áreas aptas para seu desenvolvimento⁸². Mais do que isso, destaca-se um instrumento específico, o ordenamento territorial geomineiro (OTGM) do polo minero-cerâmico de Santa Gertrudes. Desenvolvido pelo IPT⁸³ e discutido por Cabral Júnior e Gamba (2017)⁸⁴, o modelo de zoneamento minerário gerado constitui um referencial técnico para subsidiar a inserção da atividade minerária na legislação de uso e ocupação territorial. A proposta utilizada comprova que a ponderação de critérios considerados estratégicos para o desenvolvimento da mineração permite identificar áreas mais ou menos aptas à implantação desta atividade.

⁷⁷ FUINI, Lucas Labigalini. Estudo do mercado de trabalho em Arranjo Produtivo Local (APL): território e produção cerâmica em Santa Gertrudes/SP. **Sociedade & Natureza**, p. 75-85, 2008.

⁷⁸ ALVARINHO, Helton Henrique; PANCHER, Andréia Medinilha. A influência da expansão urbana em APP: ênfase ao perímetro urbano de Santa Gertrudes-SP. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 6948-6959, 2017.

⁷⁹ VIEIRA, Paulo Henrique; DA SILVA VIEIRA, Aline Cristina Alves. Um estudo da evolução urbana no município de Cordeirópolis/SP: com auxílio do SIG. **Ágora**, v. 20, n. 2, p. 126-134, 2018.

⁸⁰ PANCHER, A. M. Os reflexos do desenvolvimento da indústria cerâmica na urbanização nos municípios do polo cerâmico de Santa Gertrudes - SP. In: **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia**, SBC, Rio de Janeiro - RJ, p. 387-391, 2017.

⁸¹ BONACIN, A.L. Caracterização ambiental e estudo do comportamento do chumbo, zinco e boro em área degradada por indústrias cerâmicas – região dos lagos de Santa Gertrudes, SP. **Dissertação de Mestrado**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

⁸² CHRISTOFOLETTI, Sergio Ricardo; MORENO, Maria Margarita Torres. Sustentabilidade da Mineração no Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, São Paulo-Brasil. **Revista Cerâmica Industrial**, 2011.

⁸³ CABRAL JÚNIOR, M.; GAMBA, T. de C.; ALMEIDA, A. S.; FIAMMETTI, I. C. C.; TANNO, L. C.; MONTE, E. D.; MELONI, R. E. **Formulação do Plano Diretor de Mineração dos municípios de Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis, Rio Claro e Santa Gertrudes**. São Paulo (Rel. IPT n. 129345-205), 2012.

⁸⁴ CABRAL JÚNIOR, M.; GAMBA, C. T. C. Ordenamento Territorial Geomineiro (OTGM) do Polo Minero-Cerâmico de Santa Gertrudes-SP: Um Instrumento de Planejamento e Gestão para Garantir o Suprimento Sustentável de Recursos Minerais. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 3, p. 54-73, 2017.

5. SITUAÇÃO ATUAL DO SISTEMA DE SANEAMENTO BÁSICO E DOS RECURSOS HÍDRICOS

5.1 SITUAÇÃO ATUAL DO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO

O diagnóstico do setor do saneamento básico na Bacia do Rio Corumbataí estabelecido neste tópico foi definido através do levantamento de dados secundários oriundos, principalmente, dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) e da Primeira Revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2010 – 2020 (ABPCJ, 2018). De maneira a complementar esse arcabouço principal, foram utilizadas outras fontes, tais como o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS, 2017), dentre outras.

Estes dados secundários, sobretudo a primeira Revisão do Plano das Bacias PCJ, subsidiaram o preenchimento de um formulário desenvolvido, especialmente para auxiliar a caracterização da situação atual do sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário de cada um dos 9 municípios envolvidos neste estudo.

Vale ressaltar a importância dos PMSBs como fonte de informação para esta caracterização dos sistemas de água e esgoto, justificada pela sua posição como o instrumento maior de planejamento do setor para a esfera municipal, definido pela Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal 11.445/2007). A sua elaboração deve ser conduzida de forma a determinar o retrato mais fiel da situação das componentes do setor nos municípios, a um nível de profundidade que, em tese, outros instrumentos e estudos não alcançam. Além deste fato, o processo da elaboração de um PMSB passa, de acordo com o que preconiza a lei, por um processo de controle social que consolida no seu teor uma maior pluralidade das visões dentro do processo de definição de diagnóstico, cenários, metas e prioridades de investimentos. Neste sentido, as informações contidas neste instrumento apresentam maior nível de confiabilidade do que aquelas que se oficializam a partir de atos autodeclaratórios.

Para o recorte da Bacia do Rio Corumbataí destaca-se que os 9 municípios alvo deste estudo apresentam PMSB concluído (regulamentados ou não). Parte deles foram elaborados há mais 4 anos, prazo máximo para elaboração da revisão preconizado pela Lei 11.445/2007. Os PMSBs dos municípios de Charqueada, Ipeúna, Corumbataí e Itirapina ainda se encontram dentro do prazo mencionado.

O manejo dos resíduos sólidos é, segundo a Lei 11.445/2007, um componente dos serviços de saneamento básico e, como tal, deve ser contemplado na estrutura dos PMSBs ao lado do abastecimento público, esgotamento sanitário e drenagem e manejo das águas pluviais. No entanto, após três anos de sua promulgação, o Governo Federal publicou a Lei 12.305/2010, versando de forma específica sobre este serviço. Conhecida como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, esta legislação estabeleceu um marco regulatório para o setor que se sobrepôs à Política Nacional de Saneamento Básico, ao instituir o Plano de Resíduos Sólidos (PRS) como seu principal instrumento de planejamento. Em função dessa sobreposição, a elaboração dos

PMSBs contempla os serviços de manejo de resíduos, de acordo com as exigências do respectivo Termo de Referência, mas a este componente atribui-se um caráter facultativo.

Para os municípios da Bacia do Rio Corumbataí, com exceção dos municípios de Analândia e Cordeirópolis, todos os demais apresentam PMSB contemplando a componente de manejo de resíduos sólidos. Além disso, os municípios de Corumbataí e Piracicaba contam também com seus respectivos Plano de Resíduos Sólidos. Ambos os instrumentos (PMSB e PRS) foram fontes para a determinação do diagnóstico do setor.

Vale ainda dizer que, com exceção do município de Charqueada, todos os demais têm planos de redução de perdas no abastecimento. As perdas de água nos sistemas de distribuição são um importante indicador da eficiência do serviço. Além destes planos municipais, no Plano das Bacias PCJ 2010-2020, foi estabelecida uma meta de redução de perdas nos sistemas de distribuição para os municípios da bacia, que corresponde a um IPD de 25% para o horizonte de 2020. O impacto dos efluentes domésticos urbanos nos corpos hídricos representa um grande desafio para a gestão das águas no sentido da manutenção da qualidade, assim como a operação dos sistemas de abastecimento público guardam relação direta de dependência com a quantidade de água disponível no manancial. Em resumo, a relevância das atividades de saneamento básico na gestão das águas em uma bacia hidrográfica é de primeira ordem e sua importância se traduz invariavelmente na parcela de investimentos direcionados para o setor, dentro do escopo de um planejamento específico.

Um panorama geral dos principais cursos d'água da bacia responsáveis pelo abastecimento de água da região, por receber efluentes não tratados e aqueles rios que representam transtornos a população, em momentos de chuvas intensas, com seu transbordamento são apresentados na Figura 5.1. Esta figura traz uma primeira apresentação das bacias hidrográficas que são mananciais superficiais, os corpos hídricos receptores de despejos sanitários ou importantes para a drenagem urbana, os quais serão detalhados adiante.

De acordo com a Revisão do Plano das Bacias PCJ, dentre os 32 subprogramas distribuídos entre os 8 Programas de Duração Continuada (PDCs) estabelecidos pelo seu plano de investimentos, foram priorizados para o quadriênio 2016 – 2020:

- ✓ Subprograma 1.2 do PDC 1 (Bases Técnicas em Recursos Hídricos), onde o foco seria a elaboração, revisão e atualização dos PMSBs;
- ✓ Subprograma 3.1 do PDC 3 (Melhoria e Recuperação da Qualidade das Águas), com metas de investimentos ligadas à coleta e tratamento dos efluentes domésticos;
- ✓ Subprograma 5.1 do PDC 5 (Gestão da Demanda de Água), com foco na redução de perdas e na manutenção estrutura da rede de distribuição de água.

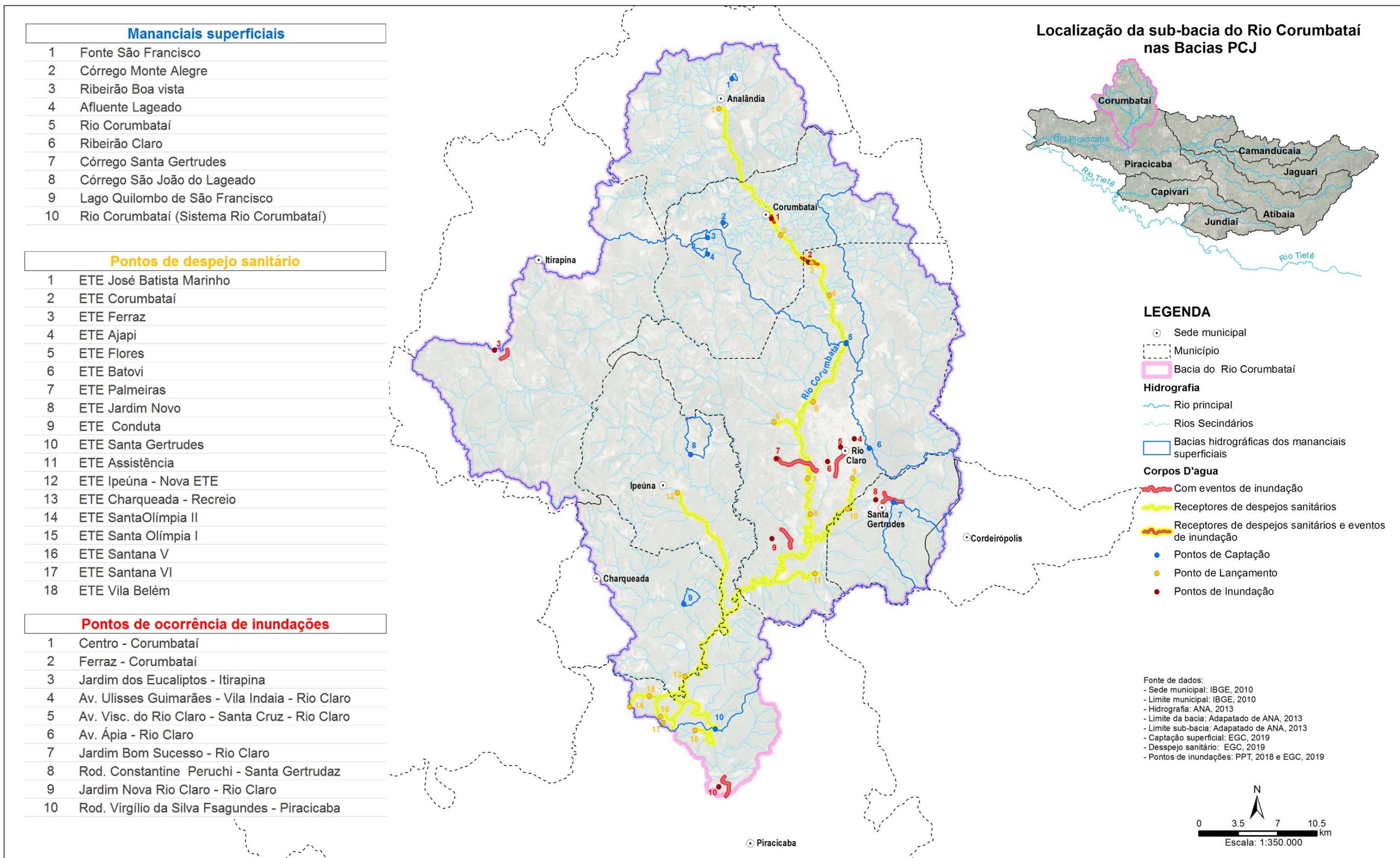


Figura 5.1 – Delimitação de bacias hidrográficas e suas relações com o saneamento básico

Estes três subprogramas concentram metade (50,86%) dos investimentos totais (recursos oriundos do FEHIDRO e da cobrança federal) previstos pelo Programa de Investimentos para o Orçamento Executivo sendo que, ao subprograma 3.1 estão destinados 22,35% do total dos recursos. Esta tabela reflete em números o desafio enfrentado pelo sistema de gestão das águas no que concerne ao tratamento de efluentes domésticos frente aos demais pontos na pauta rotineira dos comitês de bacia.

Dada esta importância, o plano de bacias hidrográficas, enquanto instrumento de planejamento estratégico do Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos, guarda estreita relação com o diagnóstico da situação do setor do saneamento nos municípios que compõem a bacia hidrográfica para a qual este se aplica. Apesar de não trazer no seu diagnóstico a riqueza de detalhes de um plano municipal de saneamento, o plano de bacias contempla informações complementares com recortes distintos e, em muitos casos, mais atuais do que aquelas constantes nos planos de saneamento, compreendendo assim uma importante fonte para o estabelecimento do presente trabalho.

O conjunto destes dados secundários, fonte para o pré-preenchimento dos formulários, foi o marco inicial para traçar um esboço da situação atual dos sistemas de saneamento. Estes formulários foram atualizados com base em consulta aos operadores dos sistemas, e consolidados e validados em reuniões com o corpo técnico das instituições envolvidas. O Anexo I apresenta os formulários de água e esgoto correspondente a cada município, bem como registros das visitas técnicas realizadas entre os dias 25 e 27 de março de 2019, conforme Tabela 5.1.

TABELA 5.1 – OPERADORES DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO NOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ E CONTATOS DAS VISITAS TÉCNICAS

<i>Município</i>	<i>Operador do Sistema</i>				<i>Contato</i>	<i>Data Visita</i>
	<i>Água</i>	<i>Esgoto</i>	<i>Resíduos Sólidos</i>	<i>Drenagem Urbana</i>		
Analândia	P. M. de Analândia	DAE	P. M. de Analândia	P. M. de Analândia	Prefeito Jairo Mascia	25/03/2019
Charqueada	SABESP	SABESP	P.M. de Charqueada	P.M. de Charqueada	Lineu Edemir Ferraz	27/03/2019
Cordeirópolis	SAAE	SAAE	P.M. de Cordeirópolis	P.M. de Cordeirópolis	Osmar da Silva Junior	26/03/2019
Corumbataí	P.M. de Corumbataí	P.M. de Corumbataí	P. M. de Corumbataí	P. M. de Corumbataí	Jeferson Fernandes	25/03/2019
Ipeúna	P.M. de Ipeúna	P.M. de Ipeúna	P.M. de Ipeúna	P.M. de Ipeúna	Secretário Bruno Lourenço	26/03/2019
Itirapina	P.M. de Itirapina	P.M. de Itirapina	P.M. de Itirapina	P.M. de Itirapina	Edivan Ferreira	25/03/2019
Piracicaba	SEMAE	Águas do Mirante S.A	Piracicaba Ambiental S.A	P. M. de Piracicaba	Hugo Marcos Piffer Leme/ João Carlos Marconato	27/03/2019
Rio Claro	DAAE - Rio Claro	BRK Ambiental	P.M. de Itirapina	P.M. de Itirapina	Nilton Moura Freitas de Souza e Ricardo Pires de Oliveira	26/03/2019
Santa Gertrudes	BRK Ambiental	BRK Ambiental	P.M. de Itirapina	P.M. de Itirapina	Leandro Victorio Rosseto	27/03/2019

Fonte: SNIS (2017), atualizado com visitas técnicas (Engecorps, 2019).

Elaboração: Engecorps, 2019

Sendo assim e com base majoritária nestes dois documentos, o presente diagnóstico foi estabelecido tendo os seguintes objetivos:

- ✓ Identificar as captações de água superficiais e subterrâneas, bem como e as áreas de atendimento dos sistemas de abastecimento público dos municípios localizados na Bacia do Rio Corumbataí;
- ✓ Identificar os pontos de lançamento de efluentes domésticos e de estações de tratamento, bem como delimitar as áreas de atendimento dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios localizados na Bacia do Rio Corumbataí;
- ✓ Apresentar os índices de eficiência dos sistemas municipais de abastecimento e de esgotamento sanitário;
- ✓ Caracterizar a situação do manejo dos resíduos sólidos através da localização e tipificação dos locais de destinação final (situação de licenciamento, classificação, tratamento de chorume, capacidade operacional, vida útil) e identificar as áreas atendidas pelo sistema regular de coleta.

5.1.1 *Panorama do Sistema de Abastecimento de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí*

A Bacia do Rio Corumbataí apresenta como característica dominante a prestação municipalizada dos serviços de abastecimento público. Dos 9 municípios que compõem o seu território, 7 deles tem a administração pública direta como ente responsável pela oferta destes serviços. Dentre estes municípios, a natureza jurídica dos órgãos responsáveis se divide entre autarquias municipais (no caso de Cordeirópolis, Piracicaba e Rio Claro) e pela própria estrutura da administração pública direta (como ocorre em Analândia, Ipeúna, Itirapina e Corumbataí). Os municípios de Santa Gertrudes e de Charqueada tem essa atividade concedida para entes externos, sendo eles a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp (Charqueada) e a BRK Ambiental, empresa privada que opera no município de Santa Gertrudes.

A Tabela 5.2 sistematiza a situação da prestação dos serviços de abastecimento público na bacia. A Figura 5.2 traz o mapa da área de estudo destacando a categoria do operador do sistema de abastecimento público fazendo assim, uma representação espacial dos dados apresentados neste tópico, bem como a distribuição das tipologias, tanto para a categoria do operador quanto para a sua natureza jurídica.

TABELA 5.2 – SITUAÇÃO DA OPERAÇÃO DOS SISTEMAS MUNICIPAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

<i>Município</i>	<i>Companhia de Saneamento</i>		
	<i>Operador</i>	<i>Categoria</i>	<i>Natureza Jurídica</i>
Analândia	P. M. de Analândia	Serviço Municipal	Adm. Pública Direta
Charqueada	SABESP	Companhia Estadual	Sociedade de Economia Mista com Adm. Pública
Cordeirópolis	SAAE	Serviço Municipal	Autarquia
Corumbataí	P.M. de Corumbataí	Serviço Municipal	Adm. Pública Direta
Ipeúna	P.M. de Ipeúna	Serviço Municipal	Adm. Pública Direta
Itirapina	Sec. Mun. de Saneamento de Itirapina	Serviço Municipal	Adm. Pública Direta
Piracicaba	SEMAE	Serviço Municipal	Autarquia
Rio Claro	DAAE - Rio Claro	Serviço Municipal	Autarquia
Santa Gertrudes	BRK Ambiental	Empresa Privada	Empresa Privada

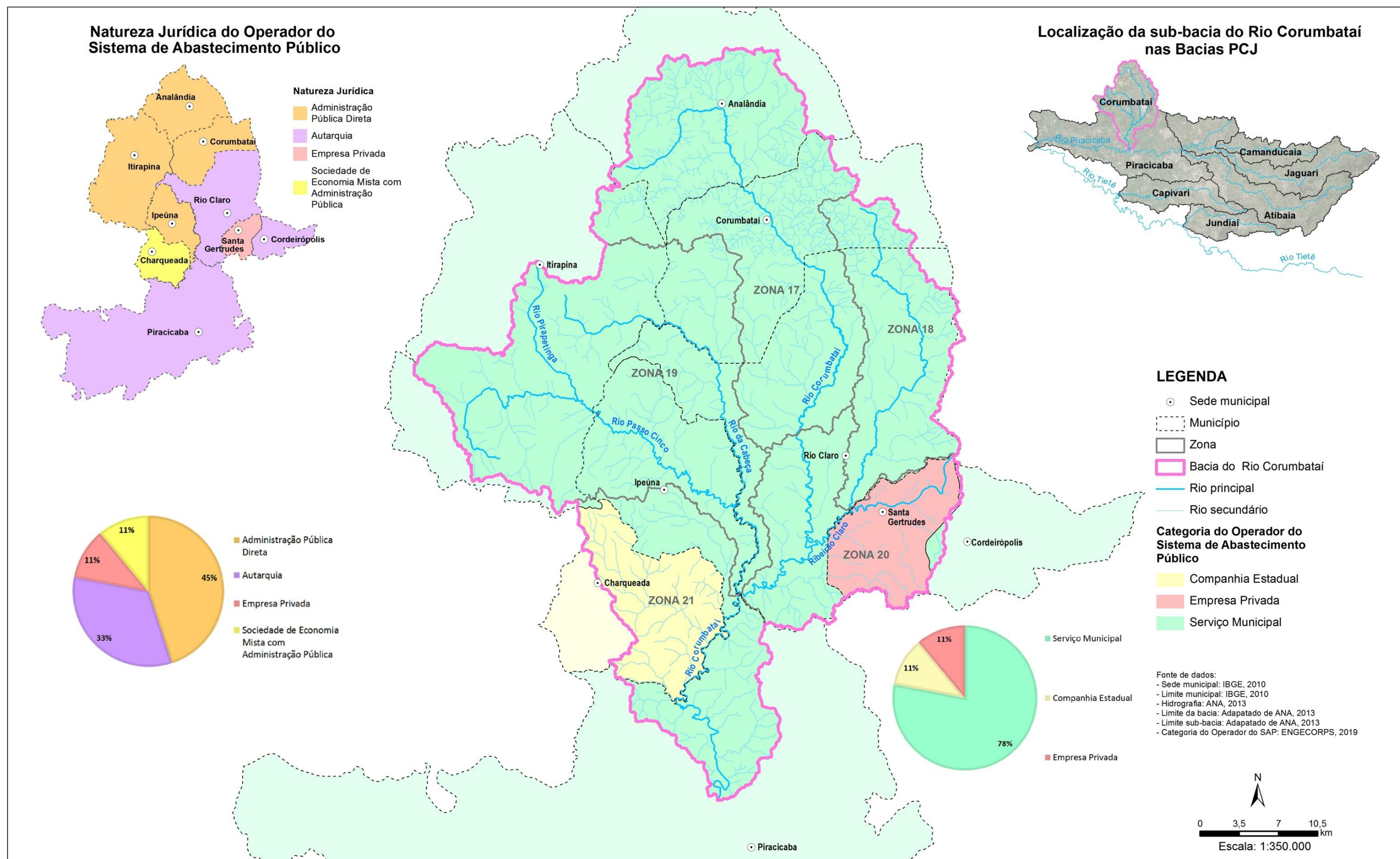
Elaboração: Engecorps, 2019

Estabelecido o pano de fundo institucional dos sistemas municipais de abastecimento público, faz-se necessária para a caracterização destes sistemas a identificação das captações para abastecimento urbano, dos mananciais utilizados, bem como das estações de tratamento de água. A princípio os dados estão agregados para as 5 sub-bacias do Rio Corumbataí (Zonas), e na sequência, os sistemas de abastecimento estão apresentados por município.

Com base nos dados obtidos nas visitas técnicas aos municípios foram identificadas 14 ETAs (Estações de Tratamento de Água): sendo 12 em operação; 1 em obras, a ETA Nova, no município de Cordeirópolis, prevista para entrar em operação em dezembro de 2019; e 1 desativada, a ETA Analândia.

As 12 ETAs que estão em operação têm uma capacidade máxima de tratamento de 4.044 L/s, com destaque para a ETA Capim Fino, localizada no município de Piracicaba, que sozinha representa quase 50% da capacidade de tratamento destas ETAs. É importante ressaltar que dentre estas 12 ETAs em operação, apenas 7 estão dentro dos limites da Bacia do Rio Corumbataí, que somam uma capacidade de tratamento de 3.110 L/s.

A Figura 5.3 mostra as 14 ETAs identificadas nas visitas técnicas aos municípios, bem como suas capacidades de tratamento, e seu status atual (ativa, desativada ou em obra). A Tabela 5.3 sintetiza as principais informações referentes as ETAs inseridas na Bacia do Rio Corumbataí.



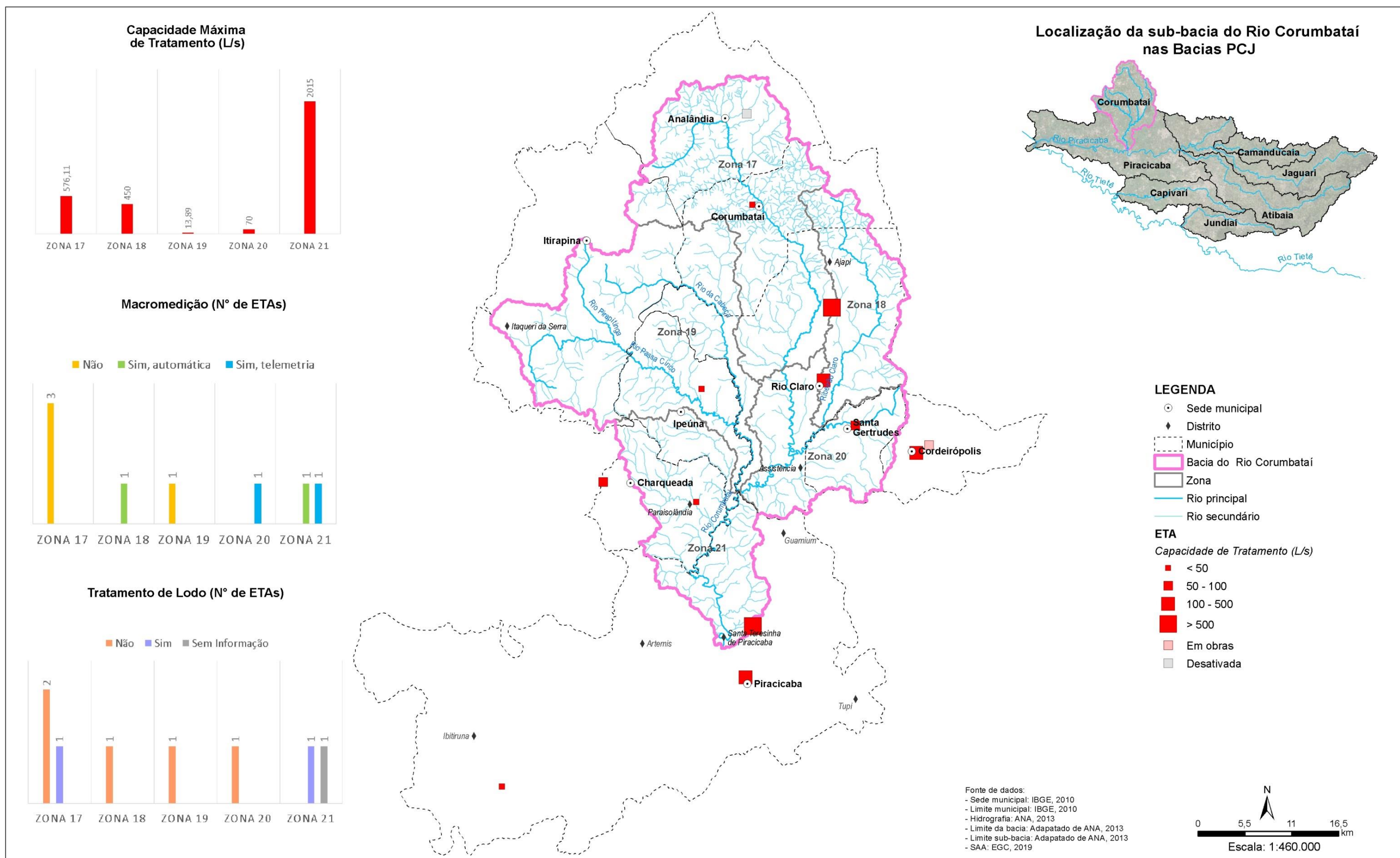


Figura 5.3 – Capacidade Nominal de Tratamento das ETAs na Bacia do Rio Corumbataí

TABELA 5.3 – INFORMAÇÕES SOBRE AS ETAS E SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

<i>Zona</i>	<i>Município</i>	<i>ETA</i>	<i>Manancial</i>	<i>Macromedição</i>	<i>Capacidade máxima de tratamento (L/s)</i>	<i>Status</i>
17	Analândia	ETA Analândia	Córrego do Retiro	Não	15	Desativada
	Corumbataí	ETA 1	Ribeirão Boa Vista, Afluente Lageado	Não	11,11	Ativo
	Rio Claro	ETA II Rio Claro	Rio Corumbataí	Não	550	Ativo
18	Rio Claro	ETA I Rio Claro	Ribeirão Claro	Sim, automática	450	Ativo
19	Ipeúna	ETA Portal do Nobres	Córrego São João do Lageado	Não	13,89	Ativo
20	Santa Gertrudes	ETA Santa Gertrudes	Córrego Santa Gertrudes	Sim, telemétrica	70	Ativo
21	Charqueada	ETA Paraisolândia	Afluente do Ribeirão Paraíso (Lago Quilombo de São Francisco)	Sim, automática	15	Ativo
	Piracicaba	ETA Capim Fino	Rio Corumbataí	Sim, telemétrica	2.000	Ativo

Elaboração: Engecorps, 2019

O gráfico apresentado na Figura 5.3 mostra que apenas 21% das ETAs analisadas possuem algum destino para o lodo, sendo eles dispostos em Lagoas de decantação na ETA II Rio Claro, secagem do lodo na ETA Nova, e ETL (Decantação+adensador+centrífuga+leito de secagem) na ETA Capim Fino. Na ETA Charqueada - Água Branca o destino para o lodo está em fase de projeto e licenciamento. A ETA Analândia está desativada por apresentar problemas de tratabilidade.

Em relação à macromedição (medições de água na saída da ETA), fundamental para o adequado monitoramento e gerenciamento do sistema de abastecimento de água, ressalta-se que apenas 65% dos 14 sistemas de abastecimento analisados possuem macromedição, ou telemétrica ou automática. E 35% não possuem esse tipo de monitoramento.

Considerando as captações superficiais e subterrâneas para abastecimento urbano obtidas durante as visitas técnicas aos municípios, e os tempos de bombeamento de cada captação, tem-se uma vazão média total captada de 3.114,6 L/s, sendo que mais de 90% (2.943,6 L/s) corresponde às captações superficiais, como mostra a Tabela 5.4.

As maiores vazões captadas estão concentradas no Rio Corumbataí, mais especificamente nas Zonas 18 e 21, correspondendo as captações para abastecimento público dos municípios de Rio Claro (382 L/s) e Piracicaba (1.791 L/s), respectivamente, como ilustra a Figura 5.4.

Dentre os 9 municípios objeto deste estudo, 2 são abastecidos por mananciais exclusivamente superficiais (Charqueada e Cordeirópolis), 1 exclusivamente subterrâneo (Itirapina), e os demais por sistemas superficiais, subterrâneos ou mesmo mistos.

TABELA 5.4 – FONTES DE ABASTECIMENTO NOS MUNICÍPIOS

<i>Município</i>	<i>Fonte Preferencial</i>	<i>Captação Superficial Ativa</i>		<i>Captação Subterrânea</i>			<i>Manancial de Abastecimento</i>
		<i>Nº</i>	<i>Vazão Média Total Captada (L/s)</i>	<i>Nº</i>	<i>Vazão Média Total Captada (L/s)*</i>	<i>Aquífero</i>	
Analândia	Subterrânea	1	3,5	7	15,8	Guarani	Misto
Charqueada	Superficial	2	35,9	-	-	-	Superficial
Cordeirópolis	Superficial	3	70,0	-	-	-	Superficial
Corumbataí	Superficial	3	9,9	2	2,7	Tubarão	Misto
Ipeúna	Subterrânea	1	9,7	5	19,5	Itararé	Misto
Itirapina	Subterrânea	-	-	8	108,5	Guarani	Subterrânea
Piracicaba	Superficial	4	2.120,0	4	9,41	Itararé	Misto
Rio Claro	Superficial	2	644	4	2,9	Tubarão**	Misto
Santa Gertrudes	Superficial	1	50,6	2	6,7	Tubarão	Misto
Total		17	2.943,6	36	164,9		

Elaboração: Engecorps, 2019

* Os valores apresentados de vazão de captação são a normalização da vazão nominal em função do tempo de funcionamento das captações. Estes dados foram informados pelo sistema operador e/ou prefeitura. Em caso de inexistência, adotou-se 20 horas/dia como valor padrão de funcionamento da bomba.

**Informação sujeita à confirmação com dados de perfis de poços. Dados não disponíveis.

Estabelecida esta estrutura, segue a análise municipal para o panorama do sistema de abastecimento público na Bacia do Rio Corumbataí, tendo como principal referência os dados consolidados e validados nas visitas técnicas realizadas em março de 2019.

Conforme apontado no tópico 5.1, o objetivo deste levantamento é o de identificar os pontos de captação e a disposição espacial da área de atendimento dos sistemas de produção de água que compõem o sistema municipal de abastecimento. Entretanto, este estudo não se furtou em aprofundar a sua investigação e dispor de dados técnicos de operação deste sistema.

No Anexo I são apresentados os formulários validados em visita técnica, com todas as informações relacionadas ao sistema de abastecimento de água de cada município. Estão apresentadas todas as captações, inclusive as emergenciais e desativadas. Os valores de vazão das captações subterrânea apresentadas nestes formulários são os nominais, isto é, não foram convertidos em função do tempo de operação/funcionamento das bombas, diferentemente do que está apresentado nos itens que subseguem.

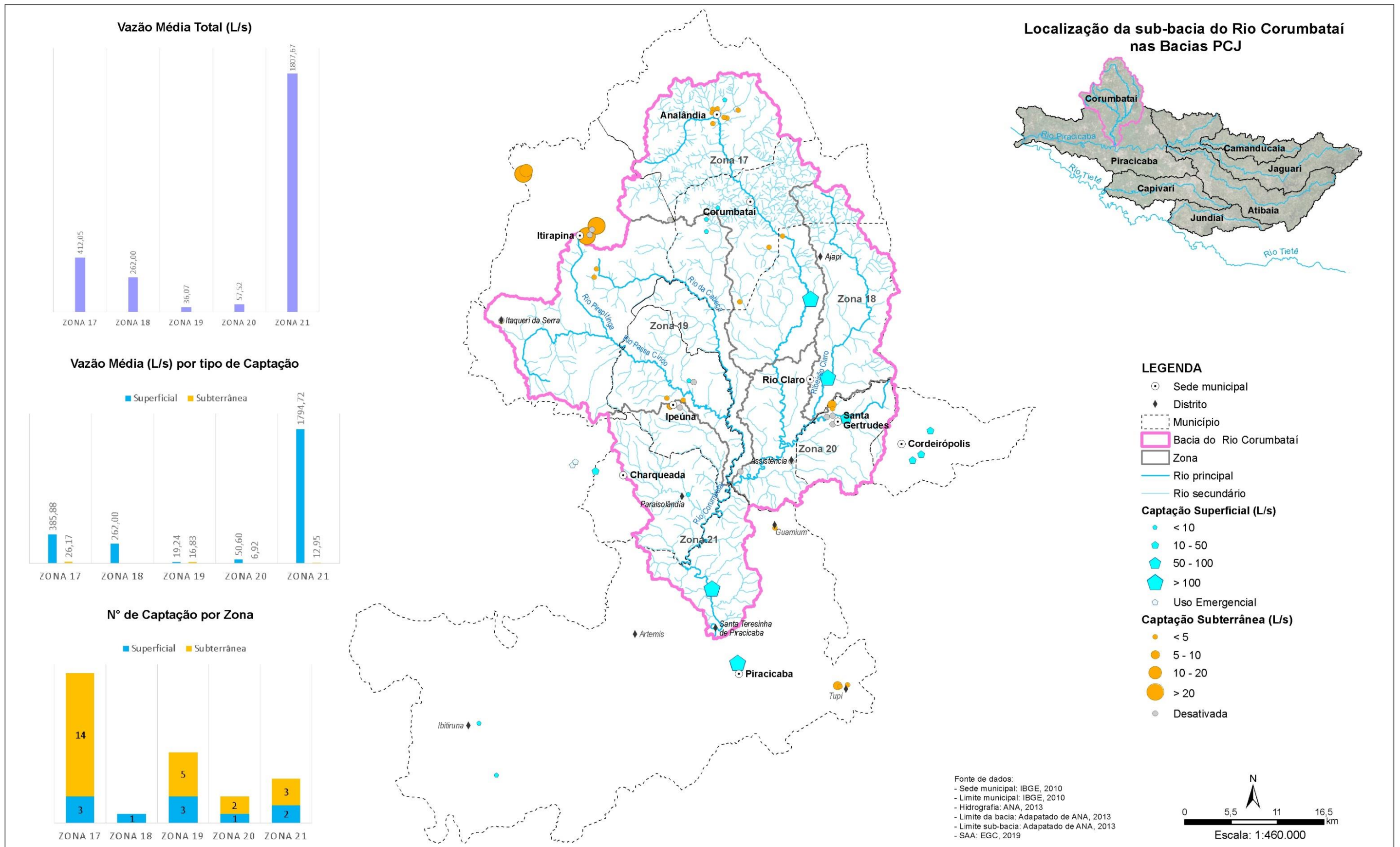


Figura 5.4 – Captações Superficiais e Subterrâneas na Bacia do Rio Corumbataí

5.1.1.1 ANALÂNDIA

O Município de Analândia, localizado na porção norte da Bacia do Rio Corumbataí, apresenta uma área de 325,95 km² e, desse total, 54% corresponde ao território inserido na bacia.

De acordo com dados projetados do Censo Demográfico, Analândia apresenta em 2018 uma população de 4.933 habitantes.

O sistema de abastecimento de água no município, operado pela Prefeitura Municipal de Analândia, Serviço Municipal de Água e Esgoto, atende 100% da população urbana, e é realizado por captações superficiais e subterrâneas.

Analândia conta com um sistema principal de abastecimento que atende à sede municipal e é composto por sete subsistemas. Majoritariamente, o abastecimento provém de captações subterrâneas (aquífero Guarani - SAG), localizadas na própria sede municipal, que somadas apresentam uma vazão de 18,92 L/s; havendo também duas captações superficiais: Fonte de São Francisco, com vazão de 3,47 L/s; e a captação do Córrego do Retiro, que opera apenas em regime emergencial, com uma vazão de 5,0 L/s. A Tabela 5.5 traz um resumo das vazões captadas em cada subsistema.

TABELA 5.5 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ANALÂNDIA

<i>Tipo Captação</i>	<i>Manancial</i>	<i>Subsistema</i>	<i>Vazão Média (L/s)</i>	<i>Operação (h/dia; dias/semana)</i>	<i>Localidade</i>
Superficial	Fonte São Francisco	-	3,5	-	Distrito Sede Centro/Samambaias
Subterrânea	Poço 1 – SAG	Jd. Alto da Boa Vista	3,78	20;7	Distrito Sede Jd Alto da Boa Vista
	Poço 2 - SAG	Jd. São Carlos	1,33	20;7	Distrito Sede Jd São Carlos
	Poço 3 - SAG	Jd. Santa Ana	1,03	20;7	Distrito Sede Jd Santa Ana
	Poço 4 - SAG	Nova Esperança	3,28	20;7	Distrito Sede Nova Esperança
	Poço 5 - SAG	Jd. Nova Analândia	1,36	20;7	Distrito Sede Jd Nova Analândia
	Poço 6 - SAG	Jd. Morada do Sol	4,07	20;7	Distrito Sede Jd Morada do Sol
	Poço 7 - SAG	Centro/Samambaias	4,07	20;7	Distrito Sede Centro/Samambaias
Total			22,39		

Elaboração: Engecorps, 2019

Conforme disposto na Figura 5.5, cada subsistema está associado a um poço tubular e a captação superficial atua em conjunto com o Poço 7 no setor central. Vale ressaltar que todos os poços tubulares que atendem Analândia estão associados ao SAG. A Tabela 5.6 traz um resumo das principais características do sistema de abastecimento do município.

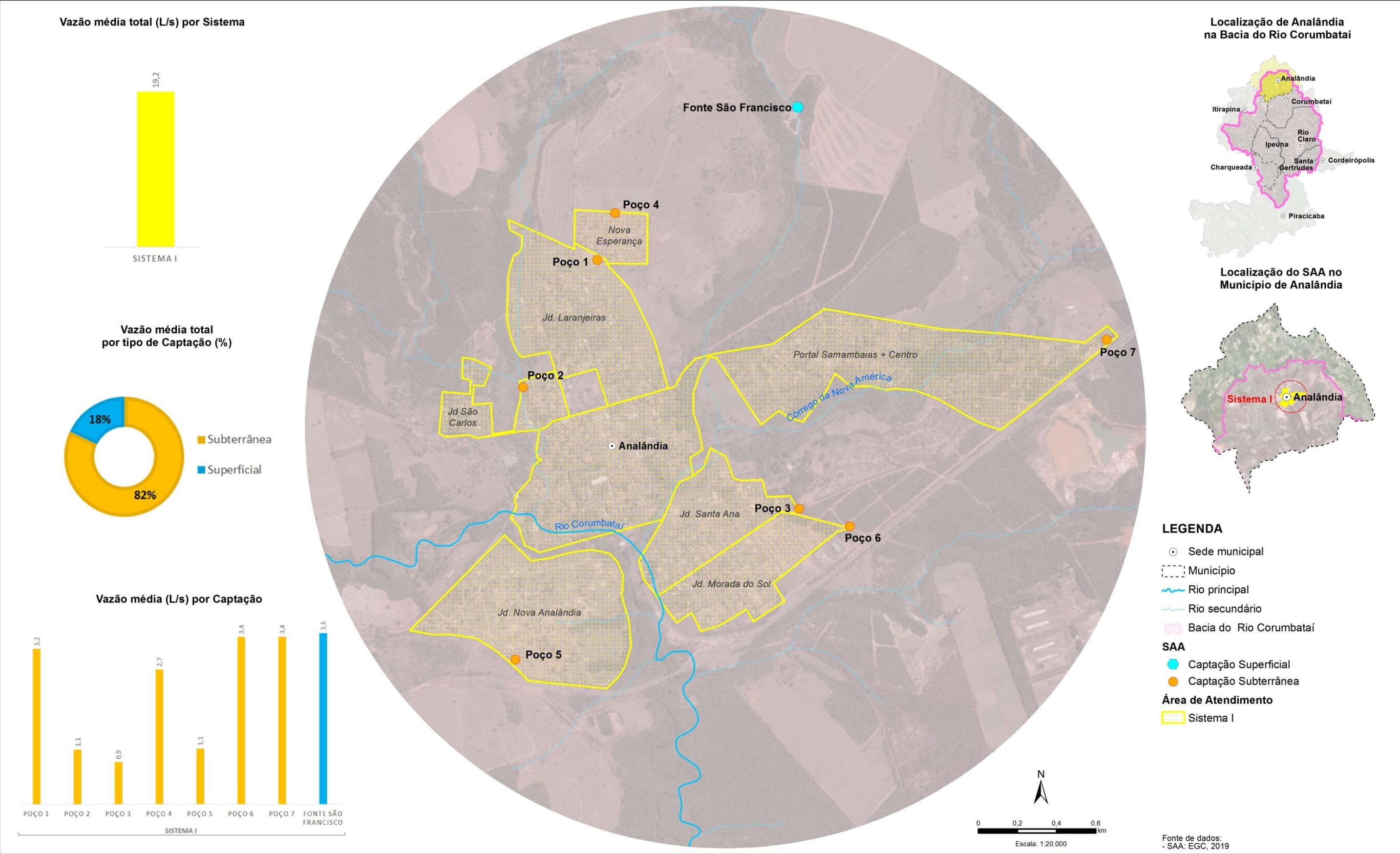


Figura 5.5 – Sistema de Abastecimento de Água de Analândia

TABELA 5.6 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ANALÂNDIA

População Municipal (IBGE, 2018)	4.933
Nº de Sistemas	1
Nº de Captações Superficiais	2*
Nº de Poços	7
Vazão média (L/s)	22,4
Índice de atendimento urbano de água (%)	100
Índice de atendimento total de água (%)	76
Índice de perdas na distribuição da água tratada (%)	50**
Quantidade de ligações ativas de água	2.022
Quantidade de economias ativas de água	1.853
Índice de Hidrometração (%)	100
Índice de micromedicação (%)	100
Índice de macromedicação (%)	100
Volume de água produzido (1.000 m³/ano)	200
Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	111,1**

Elaboração: Engecorps, 2019

Nota: *a captação Córrego do Retiro só opera em caráter emergencial e **foi adotado o Índice de Perdas e Consumo médio per capita de água da revisão do Plano das Bacias PCJ – ETAPA 2 – Garantia de Suprimento Hídrico de maio de 2019.

Vale ainda ressaltar que o Poço 7, que atende a população do Distrito Sede Centro/Samambaias, com uma vazão de 3,4 L/s, ainda não está outorgado, conforme dados validados em visita técnica.

Tanto para as captações subterrâneas quanto para as superficiais o sistema de tratamento de água é a desinfecção simples com cloro e flúor. Recentemente a ETA que operava no município foi desativada em decorrência da baixa eficiência que o sistema vinha apresentando em função da falta de manutenção.

O município de Analândia elaborou no ano de 2015 o seu Plano Diretor de Combate às Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento Público com apoio da Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Neste documento foi estabelecida um índice de perdas de 59,65%.

Para fazer frente a esta situação e adequar o município à meta comum para as bacias PCJ (que é de 25% de perdas até o ano de 2020) foi definido um plano de ação envolvendo atividades afeitas à setorização da rede de distribuição, à macromedicação de vazão e nível, à pesquisa de vazamentos e ligações clandestinas, à micromedicação, à manutenção da rede, à manutenção das instalações elétricas das elevatórias de água (bruta e/ou tratada), ao monitoramento de pressão na rede, e à manutenção nos poços. Este plano foi definido para um horizonte de 20 anos, visando a redução do índice de perdas em 39,65% com um investimento de cerca de R\$ 6.500.000,00.

5.1.1.2 CHARQUEADA

O município de Charqueada localizado na porção sudoeste da Bacia do Rio Corumbataí, tem 70% do seu território inserido dentro dos limites desta bacia, o que corresponde a 123,09 km² de um total de 175,85 km². Seu território é constituído de 2 distritos: Sede e Paraisolândia.

De acordo com dados projetados do Censo Demográfico, Charqueada apresenta em 2018 uma população urbana de 17.009 habitantes.

O sistema de abastecimento de água no município de Charqueada, operado pela Companhia Estadual, a SABESP, atende 100% da população urbana, e é realizado por duas captações superficiais: Ribeirão Água Branca e Lago Quilombo de São Francisco.

A captação superficial que atende a maior parte da demanda do município está situada fora da Bacia do Rio Corumbataí, havendo assim uma transposição das águas do Ribeirão Água Branca (UGRHI 13) para ser consumida por boa parte da população do município. Esta captação com uma vazão de 32,2 L/s atende quatro localidades: a sede municipal, o Condomínio Itaqueri, as localidades de Santa Luzia e de Recreio. Além disso, parte da vazão deste sistema é encaminhada para o sistema de Paraisolândia, onde incrementa a vazão que abastece o distrito de mesmo nome.

A Tabela 5.7 sistematiza esta situação e a Figura 5.6 traz a espacialização destes dados e as áreas atendidas pelos dois sistemas de abastecimento público.

TABELA 5.7 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CHARQUEADA

<i>Captação</i>	<i>Manancial</i>	<i>Vazão Média (L/s)</i>	<i>Localidade</i>
Superficial	Ribeirão Água Branca	32,2	Distrito Sede Distrito Paraisolândia Condomínio Itaqueri Santa Luzia Recreio
	Lago Quilombo de São Francisco	3,7	Distrito Paraisolândia
Total		35,9	

Elaboração Engecorps, 2019

A Tabela 5.8 traz um resumo das principais características do sistema de abastecimento do município.

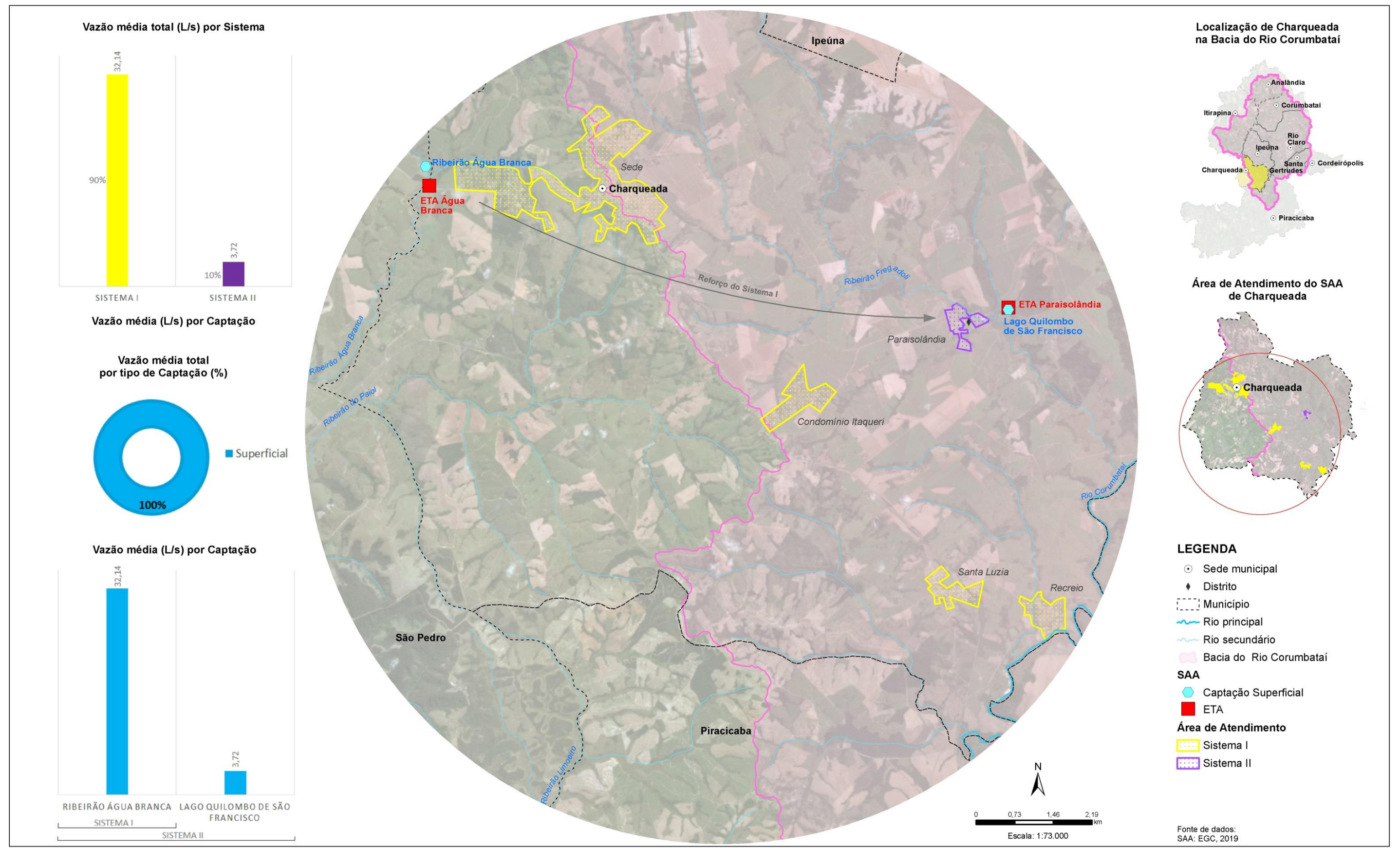


Figura 5.6 – Sistema de Abastecimento de Água de Charqueada

TABELA 5.8 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE CHARQUEADA

População Municipal (IBGE, 2018)	17.009
Nº de Sistemas	2
Nº de Captações Superficiais	2
Nº de Poços	-
Vazão média (L/s)	35,9
Índice de atendimento urbano de água (%)	100,00
Índice de atendimento total de água (%)	100,00
Índice de perdas na distribuição da água tratada (%)	35,90*
Quantidade de ligações ativas de água	5.916
Quantidade de economias ativas de água	5.974
Índice de Hidrometração (%)	100,00
Índice de micromedicação (%)	58,69
Índice de macromedicação (%)	100,00
Volume de água produzido (1.000 m³/ano)	1.573
Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	164,9*

Elaboração: Engecorps, 2019

Nota: * foi adotado o Índice de Perdas e Consumo médio per capita de água da revisão do Plano das Bacias PCJ – ETAPA 2 – Garantia de Suprimento Hídrico de maio de 2019.

Os 2 sistemas produtores de água de Charqueada atendem 100% de sua população urbana e conta com 5.916 ligações ativas.

Como observado na Figura 5.6 Charqueada é atendido por 2 sistemas de abastecimento de água:

- ✓ Sistema I: com uma vazão total de 32,2 L/s, capta água no Ribeirão Água Branca, localizado fora da área da Bacia do Rio Corumbataí e distribui para o distrito Sede, para as localidades de Santa Luzia e de Recreio, para o Condomínio Itaqueri, além de reforçar a vazão do Sistema II, do distrito de Paraisolândia. A água bruta captada é tratada pela ETA Charqueada, com uma capacidade máxima de tratamento 60 L/s, onde passa por um tratamento convencional antes de ser encaminhada para a distribuição. Em fase de projeto e licenciamento o tratamento do lodo desta ETA.
- ✓ Sistema II: com uma vazão de 3,7 L/s, a captação no Lago Quilombo de São Francisco atende o distrito de Paraisolândia. A água bruta passa por tratamento convencional na ETA Paraisolândia, com uma capacidade máxima de tratamento 15 L/s, e segue para a distribuição no distrito.

Charqueada apresenta um índice de perdas de 35,9%, o qual está aquém da meta estabelecida pelo Plano de Bacias PCJ 2010 – 2020, onde se estabelece a marca de 25% de perdas a ser alcançada até o ano de 2020.

É importante salientar que como uma contingência para o Sistema I (Sede), o município mantém dois pontos de captação em *stand by*, sendo um localizado no Ribeirão Araquá, (vazão operacional de 45,5 L/s) e outro no Córrego Nagib, um afluente do Ribeirão Araquá (vazão operacional de 10 L/s).

5.1.1.3 CORDEIRÓPOLIS

O município de Cordeirópolis tem 96% do seu território localizado fora dos limites da Bacia do Rio Corumbataí, inclusive no que diz respeito à área de atendimento do seu sistema municipal de abastecimento e das duas captações superficiais que suprem a sua demanda.

De acordo com dados projetados do Censo Demográfico, Cordeirópolis apresenta em 2018 uma população de 24.221 habitantes.

Seu sistema de abastecimento é operado pelo SAAE, Serviço Municipal de Água e Esgoto, que atende 100% da população urbana, sendo realizado exclusivamente por captações superficiais.

A sua operação é sustentada pela produção da ETA Cordeirópolis, que é abastecida pelas captações do Córrego do Cascalho, da Represa Santa Maria e do Córrego Ibicaba. A vazão captada nestes pontos totaliza 70 L/s e passa por tratamento convencional antes de ser distribuída no Distrito Sede.

A Tabela 5.9 sistematiza esta situação e a Figura 5.7 traz a espacialização destes dados e as áreas atendidas pelos dois sistemas de abastecimento público.

TABELA 5.9 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CORDEIRÓPOLIS

Captação	Manancial	Vazão Média (L/s)	Operação (h/dia; dias/semana)	Localidade
Superficial	Represa do Mirante (Córrego Cascalho)	36,0	-	Distrito Sede
	Represa Santa Marina (Córrego Cascalho)	18,0	-	Distrito Sede
	Córrego Ibicaba	16,0	-	Distrito Sede
Total		70,0		

Elaboração: Engecorps, 2019

A Tabela 5.10 traz um resumo das principais características do sistema de abastecimento do município.

TABELA 5.10 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE CORDEIRÓPOLIS

População Municipal (IBGE, 2018)	24.221
Nº de Sistemas	1
Nº de Captações Superficiais	3
Nº de Poços	-
Vazão média (L/s)	70
Índice de atendimento urbano de água (%)	100
Índice de atendimento total de água (%)	100
Índice de perdas na distribuição da água tratada (%)	20*
Quantidade de ligações ativas de água	8.363
Quantidade de economias ativas de água	7.868
Índice de Hidrometração (%)	98,88
Índice de micromedicação (%)	100
Índice de macromedicação (%)	100
Volume de água produzido (1.000 m³/ano)	1.752
Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	320,0*

Elaboração: Engecorps, 2019

Nota: * foi adotado o Índice de Perdas e Consumo médio per capita de água da revisão do Plano das Bacias PCJ – ETAPA 2 – Garantia de Suprimento Hídrico de maio de 2019.

O sistema municipal apresenta um índice de perdas muito baixo quando comparado com a média nacional (38,3%) e estadual (35%). Com 20% de perdas, foi cumprida a meta estabelecida pelo Plano de Bacias PCJ 2010 – 2020 (25% até 2020).

O Plano Diretor de Perdas do município de Cordeirópolis foi elaborado no ano de 2008 e contempla as seguintes atividades no seu plano de ação: Projeto e Implantação da Pesquisa de Vazamentos; Projeto e Implantação dos Setores de Abastecimento; Implantação do Projeto de Macromedicação; Implantação do projeto de Micromedicação; Implantação da Nova Represa Santa Marina; Projeto e Implantação da Nova captação e Adução; Projeto e Implantação da Nova ETA; Implantação do Sistema de Reservação com Adutoras; Implantação da nova Rede de Distribuição; Projeto e Implantação do Sistema de Automação e Telemetria; Monitoramento das pressões na rede de distribuição por telemetria; Elaboração da modelagem matemática com software EPANET.

Neste documento, o índice de perdas foi estabelecido através da produção de água do sistema e do consumo micromedido, chegando a um valor de 28,9%. A implantação do plano de ação considera um horizonte de 4 semestres e foi orçada em R\$ 11.318.433,73.

Por fim, é importante ressaltar que segundo informações obtidas na visita técnica, o município irá concluir até o mês de dezembro de 2019, uma segunda estação de tratamento de água (ETA Nova) que dobrará a capacidade do município no que diz respeito à disponibilização de água tratada para a sua população.

5.1.1.4 CORUMBATAÍ

O município de Corumbataí, localizado na porção norte da bacia, tem 83% do seu território inserido dentro dos limites desta bacia, o que corresponde a 231 km² de um total de 278,6 km².

De acordo com dados projetados do Censo Demográfico, Corumbataí apresentava em 2018 uma população de 4.047 habitantes.

O município é abastecido por três sistemas isolados, sendo que um dos sistemas (Sistema I, responsável por abastecer a Sede) é atendido por 3 captações superficiais e os outros dois, por uma captação subterrânea cada um (aquífero Tubarão). A Tabela 5.11 estabelece a participação de cada captação no sistema municipal de abastecimento. A Figura 5.8 ilustra a disposição dos sistemas de acordo com as respectivas áreas de atendimento e o tipo de manancial a elas associado.

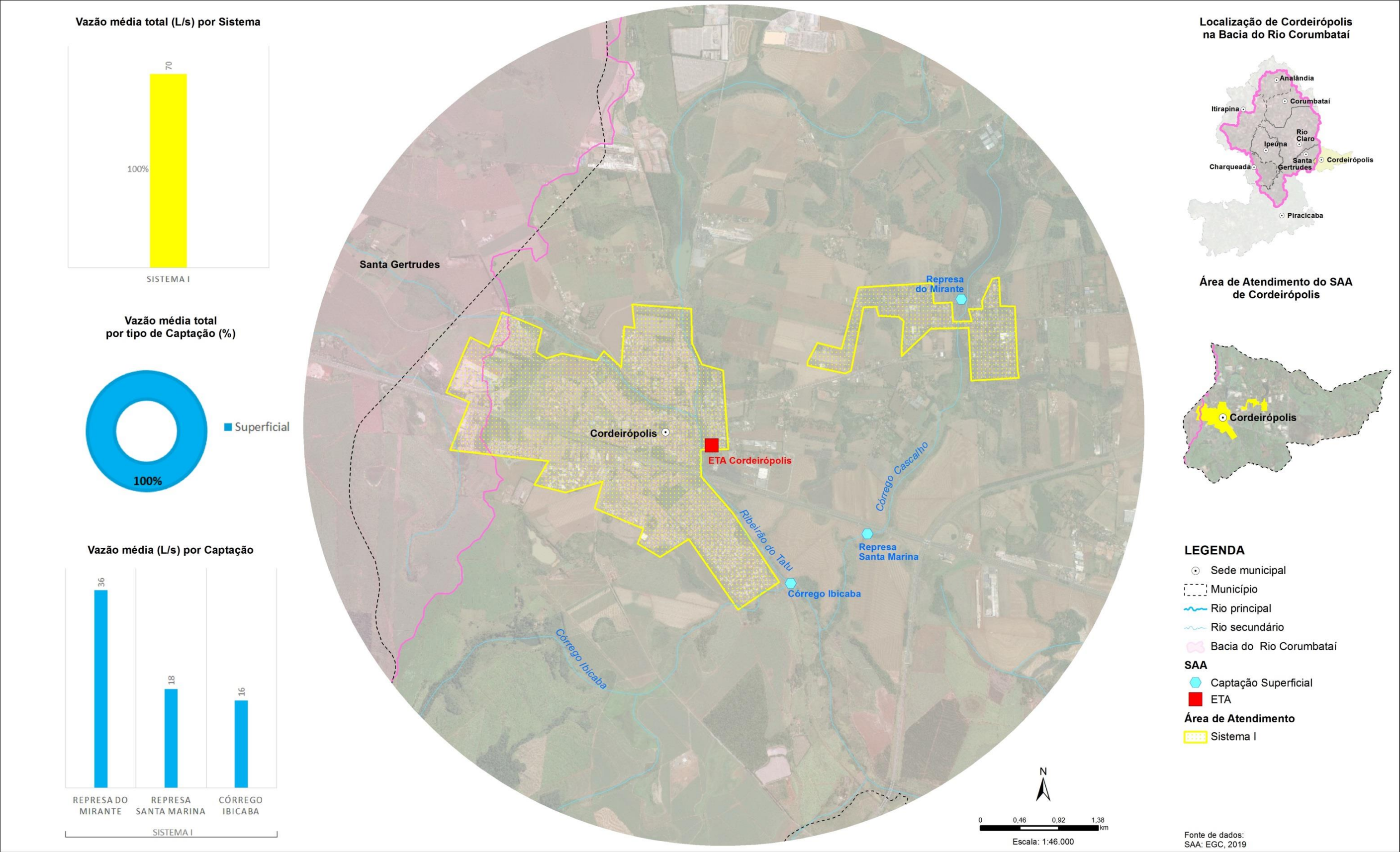


Figura 5.7 – Sistema de Abastecimento de Água de Cordeirópolis

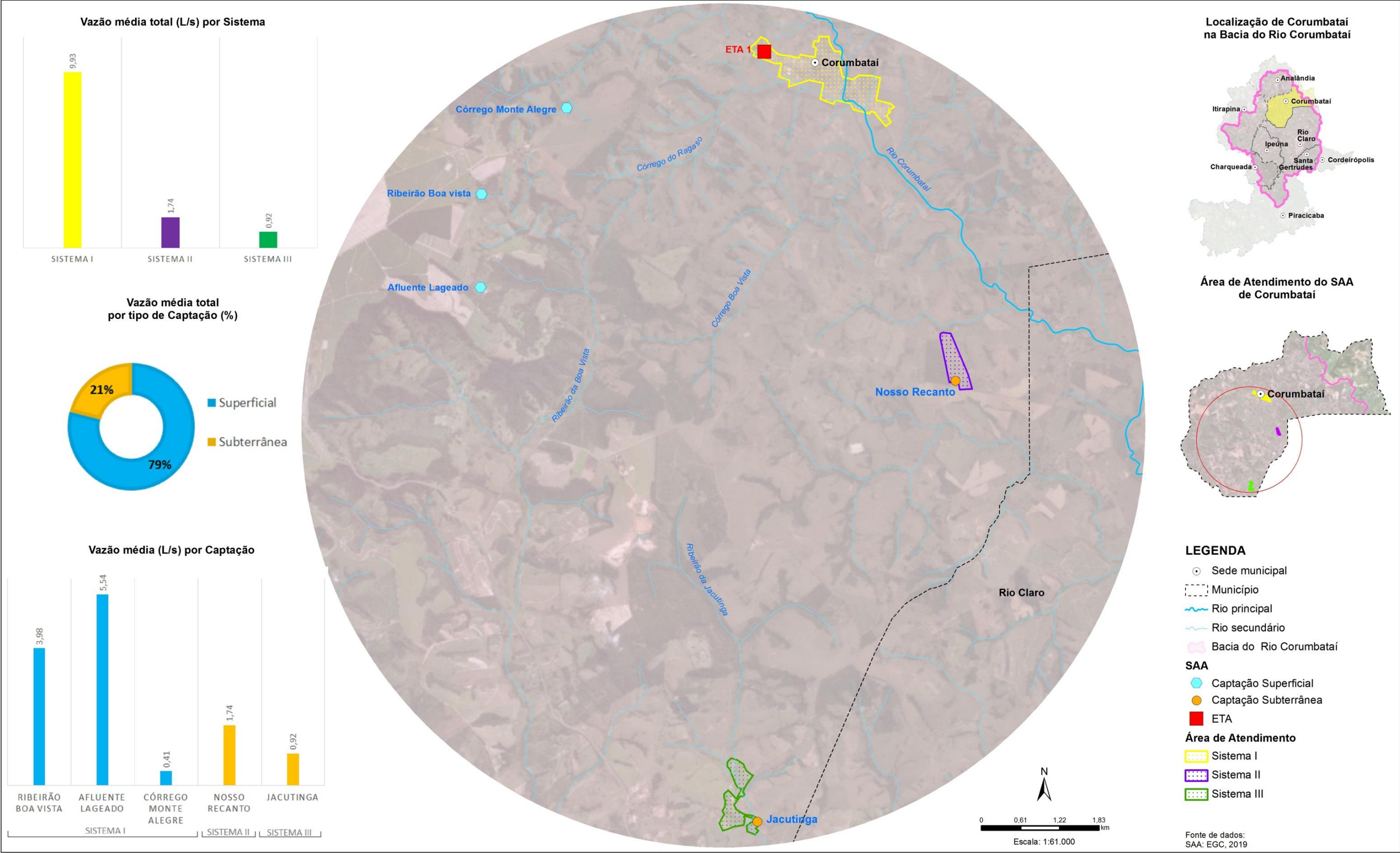


Figura 5.8 – Sistema de Abastecimento de Água de Corumbataí

TABELA 5.11 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CORUMBATAÍ

<i>Captação</i>	<i>Manancial</i>	<i>Vazão Média (L/s)</i>	<i>Operação (h/dia; dias/semana)</i>	<i>Localidades</i>
Superficial	Ribeirão Boa vista	4,0	-	Sede
	Afluentes Lageado	5,5	-	Sede
	Córrego Monte Alegre	0,4	-	Sede
Subterrânea	Poço - aquífero Tubarão	2,78	15	Nosso Recanto
	Poço - aquífero Tubarão	2,78	8	Jacutinga
Total		15,46		

Elaboração: Engecorps, 2019

O sistema de abastecimento de Corumbataí é operado pela própria prefeitura municipal, PMC, que atende 100% da população urbana, e conta com 1.431 ligações ativas. A Tabela 5.12 traz um resumo do sistema municipal de abastecimento de Piracicaba.

TABELA 5.12 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE CORUMBATAÍ

População Municipal (IBGE, 2018)	4.047
Nº de Sistemas	3
Nº de Captações Superficiais	3
Nº de Poços	2
Vazão média (L/s)	15,46
Índice de atendimento urbano de água (%)	100,00
Índice de atendimento total de água (%)	100,00
Índice de perdas na distribuição da água tratada (%)	16,67*
Quantidade de ligações ativas de água	1.431
Quantidade de economias ativas de água	1.431
Índice de Hidromedicação (%)	100
Índice de micromedicação (%)	95,00
Índice de macromedicação (%)	0,00
Volume de água produzido (1.000 m³/ano)	312
Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	177,3*

Elaboração: Engecorps, 2019

Nota: * foi adotado o Índice de Perdas e Consumo médio per capita de água da revisão do Plano das Bacias PCJ – ETAPA 2 – Garantia de Suprimento Hídrico de maio de 2019.

Considerando os três sistemas de atendimento do município, a vazão média total produzida é de 15,46 L/s, sendo que a maior parte é oriunda do sistema que abastece o distrito Sede, como será pormenorizado a seguir.

- ✓ Sistema I (Distrito Sede): responsável por abastecer o distrito Sede do município, conta com três captações superficiais (Ribeirão Boa Vista, Afluentes Lageado e Córrego Monte Alegre) que totalizam uma vazão média de 9,9 L/s, o que representa 64% do total produzido no sistema municipal de abastecimento. A água bruta é encaminhada para um sistema de tratamento simples por desinfecção com adição de cloro e flúor. Apesar de ser tratada aqui como uma ETA, esta estrutura contempla uma caixa de passagem simples, onde não há retenção da vazão em tratamento.

- ✓ Sistema II (Nosso Recanto): a localidade de Nosso Recanto é atendida por uma captação subterrânea e a água bruta passa por desinfecção simples por cloro. A vazão normalizada produzida neste sistema é de 1,74 L/s.
- ✓ Sistema III (Jacutinga): o bairro de Jacutinga é atendido por uma captação subterrânea e a água bruta passa por desinfecção simples por cloro. A vazão normalizada produzida neste sistema é de 0,93 L/s.

Conforme disposto na Figura 5.8, os Sistemas II e III estão associados a um poço tubular cada um dos sistemas, sendo que estes dois poços tubulares estão associados ao aquífero Tubarão.

Os 3 sistemas do município atendem 100% da população urbana e, assim como observado para Analândia e Cordeirópolis, o sistema municipal apresenta um índice de perdas muito baixo quando comparado com a média nacional e estadual. Com 16,7% de perdas, o município cumpriu a meta estabelecida no Plano de Bacias PCJ 2010 – 2020, que é de alcançar a marca de 25% até o ano de 2020, e atingiu também a meta municipal de 20% para o horizonte de 2030, como mencionado a seguir.

O Plano Diretor de Combate às Perdas Totais de Água nos Sistemas de Abastecimento Público do município de Corumbataí foi elaborado no ano de 2010 e estabeleceu um horizonte de 20 anos para que o índice de redução de perdas estabelecido em 37% fosse reduzido para 20%. Para tanto, conta com projetos que abordam as seguintes atividades: macromedição, setorização, cadastro técnico, cadastro de consumidores, micromedição, redução de pressões, substituição/reabilitação de redes, pesquisa de vazamentos, melhorias operacionais, redução de perdas de faturamento, redução de perdas na ETA, e treinamento do corpo técnico. O investimento orçado no documento é de R\$ 1.500.000,00.

5.1.1.5 IPEÚNA

O município de Ipeúna, com uma área de 190 km² tem 100% de seu território inserido na Bacia do Rio Corumbataí. De acordo com dados projetados do Censo Demográfico, Ipeúna apresenta em 2018 uma população urbana de 7.401 habitantes.

Ipeúna é atendido por 3 sistemas produtores de água, operados pela própria prefeitura municipal, PMI, que atende 100% da população urbana.

Estes sistemas de abastecimento de água são compostos, tanto por mananciais superficiais quanto por poços (aquífero Tubarão), com uma vazão total captada pelos sistemas de 29,8 L/s. A participação de cada manancial pode ser observada na Tabela 5.13.

TABELA 5.13 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE IPEÚNA

<i>Captação</i>	<i>Manancial</i>	<i>Vazão Média (L/s)</i>	<i>Operação (h/dia; dias/semana)</i>	<i>Localidades</i>
Superficial	Córrego São João do Lageado	9,7	-	Portal dos Nobre
Subterrânea	Poço 001 – aquífero Tubarão	7,09	12	Sede
	Poço 002 – aquífero Tubarão	9,52	11	Sede
	Poço 003 – aquífero Tubarão	9,36	12	Sede
	Poço 004 – aquífero Tubarão	7,34	15	Sede
	Poço 006 – aquífero Tubarão	2,79	20	Sede
Total		45,8		

Elaboração: Engecorps, 2019

A Figura 5.9 ilustra a disposição dos sistemas de acordo com as respectivas áreas de atendimento e o tipo de manancial. A Tabela 5.14 traz um resumo do sistema de abastecimento do município.

TABELA 5.14 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE IPEÚNA

População Municipal (IBGE, 2018)	7.401
Nº de Sistemas	3
Nº de Captações Superficiais	1
Nº de Poços	5
Vazão média (L/s)	45,8
Índice de atendimento urbano de água (%)	100,00
Índice de atendimento total de água (%)	86,06
Índice de perdas na distribuição da água tratada (%)	48,2*
Quantidade de ligações ativas de água	2.920
Quantidade de economias ativas de água	2.963
Índice de Hidrometração (%)	100,00
Índice de micromedicação (%)	100,00
Índice de macromedicação (%)	100,00
Volume de água produzido (1.000 m ³ /ano)	622
Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	170,0*

Elaboração: Engecorps, 2019

Nota: * foi adotado o Índice de Perdas e Consumo médio per capita de água da revisão do Plano das Bacias PCJ – ETAPA 2 – Garantia de Suprimento Hídrico de maio de 2019.

Considerando os três sistemas de atendimento do município, o sistema conta com 2.920 ligações ativas, que somam uma vazão nominal de 45,8 L/s, destaca-se que a maior parte é oriunda do Sistema I que abastece o distrito Sede, como será detalhado a seguir.

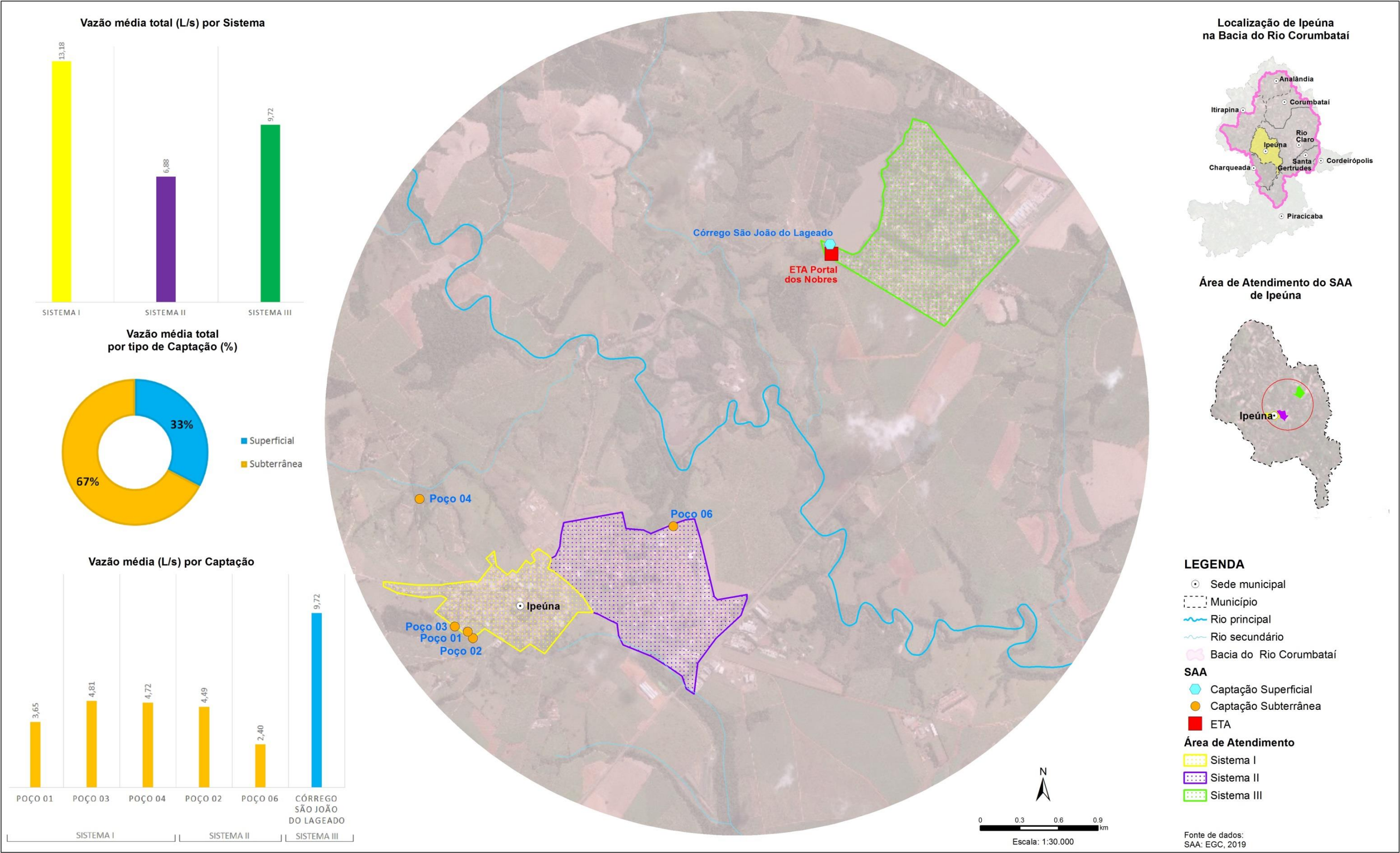


Figura 5.9 – Sistema de Abastecimento de Água de Ipeúna

- ✓ Sistema I (Distrito Sede): a sede municipal é abastecida por dois sistemas distintos, atendidos pelas 5 captações subterrâneas do município. O Sistema I atende a região central e é abastecido por 3 poços com vazão total de 23,79 L/s. A água bruta passa por um processo de desinfecção simples antes de ser encaminhada para a distribuição.
- ✓ Sistema II (Distrito Sede): o Sistema II atende as demais regiões da sede municipal e é abastecido por 2 poços com vazão total de 12,31 L/s. A água bruta passa por um processo de desinfecção simples antes de ser encaminhada para a distribuição.
- ✓ Sistema III (Portal dos Nobres): o Portal dos Nobres é um condomínio de casas de veraneio distante da sede municipal em aproximadamente 4 km e que se caracteriza por ter uma alta flutuabilidade populacional. A demanda de abastecimento em temporadas de férias e feriados estendidos é muito superior à observada em períodos de baixa temporada e essa variação é suprida por uma captação superficial em um barramento do córrego São João do Lageado. A água bruta captada (9,7 L/s) é encaminhada para tratamento convencional na estação Portal dos Nobres para, então, ser distribuída.

Em relação ao monitoramento de qualidade da água bruta, nos Sistemas I e II, abastecidos por captações subterrâneas, há uma campanha mensal onde são considerados os seguintes parâmetros: coliformes totais, coliformes termotolerantes, cor aparente, turbidez, temperatura e pH.

Vale ressaltar que todos os poços tubulares que atendem Ipeúna estão associados ao aquífero Itararé.

Ipeúna apresenta um índice de perdas de 48,2%, o qual está aquém da meta estabelecida pelo Plano de Bacias PCJ 2010 – 2020, onde se estabelece a marca de 25% de perdas a ser alcançada até o ano de 2020.

O município de Ipeúna elaborou no ano de 2015 o seu Plano Diretor de Combate às Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento Público com apoio da Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Neste documento foi estabelecido um índice de perdas de 48,2%. E foi definido um horizonte de 20 anos, visando a redução deste índice para 28,2%, com um investimento de R\$ 6.050.353,53.

As atividades previstas no documento como componentes do plano de ação proposto são as seguintes: Implantação da Setorização da Rede de Distribuição em Zonas de Pressão; Implantação do projeto de macromedidores de vazão e nível, incluindo a telemetria das informações; Realização de Pesquisa de Vazamento não visível, bem como pesquisa visando localizar as fraudes (ligações clandestinas); Substituição dos hidrômetros mais antigos do sistema de distribuição de água; Substituição das redes mais antigas; Atualização do software de gerenciamento comercial, incluindo melhorias que permitam criar ferramentas de controle dos usuários; Implantação dos inversores de frequência nas elevatórias de água bruta e tratada; Implantação do sistema de monitoramento das pressões na rede de distribuição através de

sensores de pressão incluindo a transmissão destes dados via telemetria; Realização das manutenções nos poços e conjuntos motorbombas das elevatórias de água bruta e tratada.

5.1.1.6 ITIRAPINA

O município de Itirapina é o segundo em termos de área dentre os 9 municípios inseridos da Bacia do Rio Corumbataí, com uma área de 564,6 km², perde apenas para Piracicaba (1.378 km²), entretanto apenas 52% do seu território está inserido nos limites da bacia. Seu território é constituído de 2 distritos: Sede e Itaqueri da Serra.

De acordo com dados projetados do Censo Demográfico, Itirapina apresenta em 2018 uma população de 17.922 habitantes.

O limite geográfico que determina esta divisão hidrográfica (Bacia do Rio Corumbataí) divide também o próprio distrito da sede municipal, deixando a sua menor porção dentro da Bacia do Rio Corumbataí. Além de parte do distrito Sede, o Balneário Santo Antônio também está localizado fora do território da bacia.

O sistema de abastecimento municipal é suprido essencialmente por água subterrânea (SAG), operado pela Secretária Municipal de Saneamento Básico de Itirapina que atende 85,08% da população urbana.

Com uma população de 17.922 habitantes (IBGE, 2018), o município é atendido por 5 sistemas de abastecimento de água, com uma vazão total de 111,4 L/s, captando água a partir de 8 poço tubulares, associados ao aquífero Guarani (Formação Botucatu/Pirambóia).

A Tabela 5.15 traz a relação dos pontos de captação subterrânea com as respectivas vazões e as localidades por eles atendidas.

TABELA 5.15 – CAPTAÇÕES E LOCALIDADES ATENDIDAS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ITIRAPINA

<i>Captação</i>	<i>Manancial</i>	<i>Vazão Média (L/s)</i>	<i>Operação (h/dia; dias/semana)</i>	<i>Localidades</i>
Subterrânea	Poço Local-002-DAEE 217-007 (Sistema I) – SAG	38,24	20	Distrito Sede
	Poço Local-009-DAEE 191-0202 (Sistema I) - SAG	32,40	16	Distrito Sede
	Poço Local-012-DAEE 192-0033 (Sistema II) – SAG	5,59	20	Bairro Planalto da Serra Verde
	Poço Local-006-DAEE 217-0005 (Sistema III) – SAG	5,39	20	Estância Jardim de Ubá
	Poço Local-008-DAEE 217-0012 (Sistema III) – SAG	5,39	16	Estância Jardim de Ubá
	Poço Local-010-DAEE 217-0033 (Sistema IV) – SAG	2,97	3	Distrito Itaqueri da Serra
	Poço Local-005-DAEE 191-0006 (Sistema V) – SAG	19,25	20	Balneário Santo Antônio
	20180018872-JNU (Sistema V) - SAG	30,51	20	Balneário Santo Antônio
Total		139,74		

Elaboração: Engecorps, 2019

A Figura 5.10 ilustra a disposição dos sistemas de acordo com as respectivas áreas de atendimento e o tipo de manancial a elas associado. A localidade Bairro Planalto da Serra Verde não é atendida pelo sistema municipal de abastecimento público.

A partir da análise da figura fica evidente que, com exceção do sistema que atende o distrito Sede, não há transposição de bacias: a água utilizada em cada localidade é captada sem que haja transferência de uma bacia para outra. No caso da Sede municipal, essa transposição é muito discreta, uma vez que este distrito tem boa parte da sua área localizada na mesma bacia de onde estão localizadas as captações que o atendem.

O sistema de abastecimento de Itirapina é operado pela própria prefeitura municipal, Secretária Municipal de Saneamento Básico - PMI, que atende 85,08% da população urbana, e conta com 5.759 ligações ativas.

A Tabela 5.16 traz uma síntese do sistema municipal de abastecimento de Itirapina.

A seguir, estão dispostas as informações para cada um dos sistemas do município, de acordo com os dados levantados nos documentos de referência e nas visitas técnicas de campo.

- ✓ Sistema I (Distrito Sede): a sede municipal é abastecida por um sistema composto de 2 poços que produzem, no total, 70,64 L/s. Estes poços, Poço Local - 002 - DAEE 217-007 e Poço Local - 009 - DAEE 191-0202, estão associados ao Aquífero Guarani (Formação Botucatu/Pirambóia). E a água captada nestes poços tubulares passa por um processo de desinfecção simples (adição de cloro e flúor).
- ✓ Sistema II (Bairro Planalto da Serra Verde): o Bairro Planalto da Serra Verde é abastecido pela captação de um único poço tubular (Poço Local - 012 - DAEE 192-0033), com vazão média de 5,59 L/s. A água bruta passa por um processo de desinfecção simples, através da adição automática de cloro e flúor na saída do poço.
- ✓ Sistema III (Estância Jardim de Ubá): este sistema, composto por dois poços (Poço Local - 006 - DAEE 217-0005 e Poço Local - 008 - DAEE 217-0012) que produzem uma vazão de 10,79 L/s, abastece o Bairro de Estância Jardim de Ubá. Assim como nos demais sistemas, a água bruta captada é tratada por um sistema de desinfecção simples através da adição de cloro e flúor.
- ✓ Sistema IV (Itaqueri da Serra): este sistema abastece o distrito de Itaqueri da Serra é estruturalmente semelhante ao sistema do Bairro Planalto da Serra Verde, sendo composto por um poço (Poço Local - 010 - DAEE 217-0033) que produz uma vazão de 2,97 L/s. Assim como nos demais sistemas, a água bruta captada é tratada por um sistema de desinfecção simples através da adição.
- ✓ Sistema V (Balneário Santo Antônio): o Bairro Balneário Santo Antônio é abastecido pela captação de dois poços tubulares (Poço Local - 005 - DAEE 191-0006 e 20180018872-JNU) que somam uma vazão média captada de 49,76 L/s. A água bruta captada pelos poços passa por um processo de desinfecção simples, através da adição automática de cloro e flúor na saída do poço.

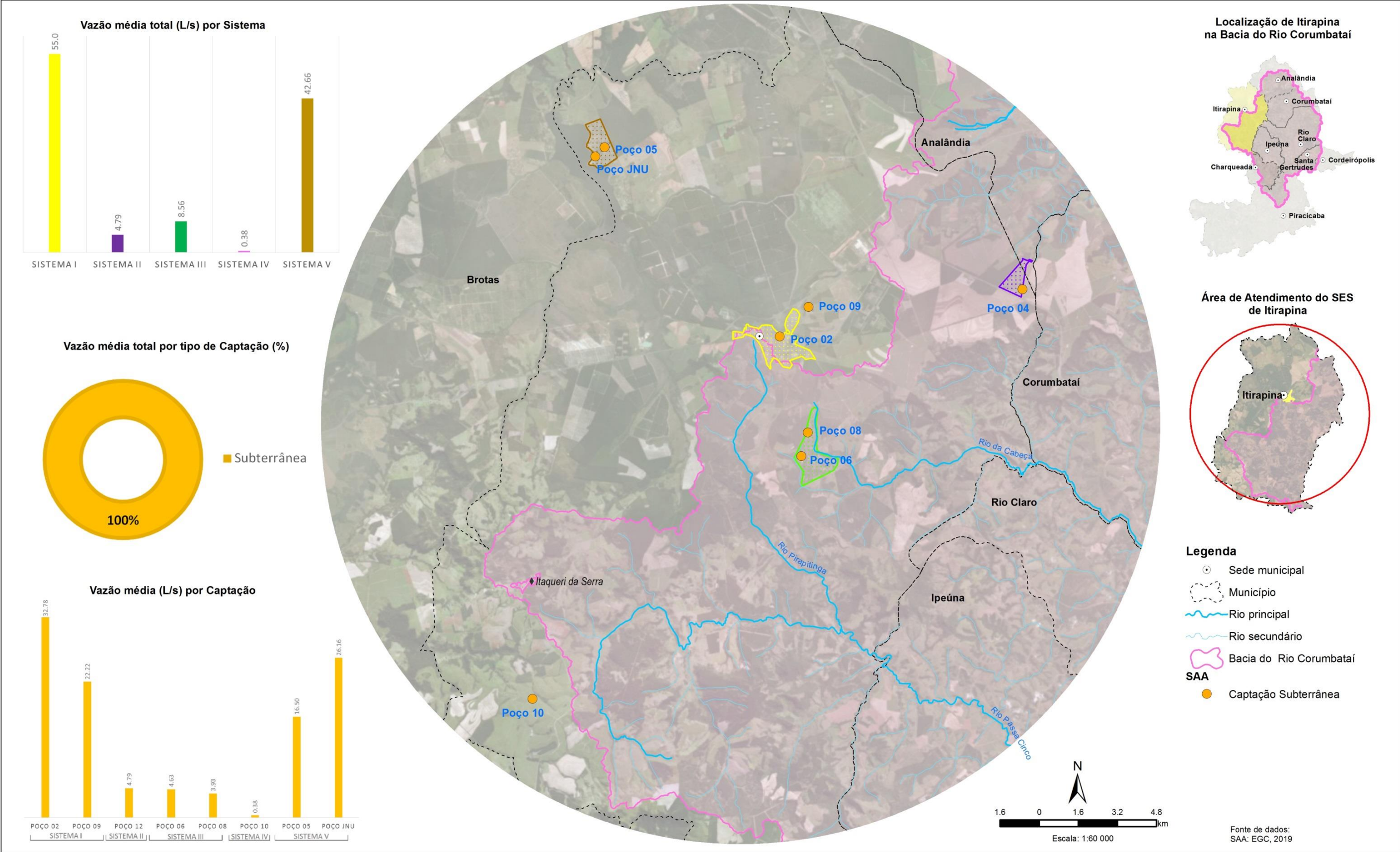


Figura 5.10 – Sistema de Abastecimento de Água de Itirapina

TABELA 5.16 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ITIRAPINA

População Municipal (2010)	17.922
Nº de Sistemas	5
Nº de Captações Superficiais	0
Nº de Poços	8
Vazão média (L/s)	139,74
Índice de atendimento urbano de água (%)	85,08
Índice de atendimento total de água (%)	76,73
Índice de perdas na distribuição da água tratada (%)	28,8*
Quantidade de ligações ativas de água	5.759
Quantidade de economias ativas de água	5.759
Índice de Hidrometração (%)	94,41
Índice de micromedicação (%)	56,75
Índice de macromedicação (%)	0,00
Volume de água produzido (1.000 m³/ano)	1.577,26
Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	240,2*

Elaboração: Engecorps, 2019

Nota: * foi adotado o Índice de Perdas e Consumo médio per capita de água da revisão do Plano das Bacias PCJ – ETAPA 2 – Garantia de Suprimento Hídrico de maio de 2019.

Com relação ao índice de perdas apresentado pelo município (28,8%), nota-se que há uma proximidade do valor de 25% estabelecido como meta pelo Plano de Bacias PCJ 2010 – 2020 a ser alcançada no ano de 2020, porém não se pode dar a situação como cumprida.

A julgar pelo baixo índice de macromedicação, é possível que haja um subdimensionamento do índice de perdas, uma vez que não há parâmetros que evidenciem a quantidade de água que está entrando no sistema. O baixo índice de micromedicação corrobora esta situação, sendo que este fator é o que permite a contabilização da água que é consumida pelas economias ligadas na rede.

O Plano Diretor de Combate a Perdas de Água no Sistema de Abastecimento do município de Itirapina foi elaborado no ano de 2015 e, com a meta de reduzir o índice de perdas que, na ocasião, foi estabelecido em 42,25% para 25%. A estimativa para o investimento total estabelecida no Plano Diretor é de R\$ 6.146.904,97. O seu plano de ação foi estruturado em três etapas conforme disposto a seguir:

- ✓ Primeira etapa (redução do índice de perdas para 35%):
 - ✧ Implantação do projeto de Setorização;
 - ✧ Projeto do Sistema de Macromedicação de Vazão e Nível, incluso Automação e Telemetria, caixas de proteção e aferição com Pitometria;
 - ✧ Projeto de Pesquisa de Vazamentos não visíveis.
- ✓ Segunda etapa (redução do índice de perdas para 30%):
 - ✧ Projeto da Micromedicação;
 - ✧ Implantação dos Inversores de Frequência;

- ✧ Manutenção para recuperação dos poços profundos.
- ✓ Terceira etapa (redução do índice de perdas para 25%):
 - ✧ Substituição das Redes de Ferro Fundido

5.1.1.7 PIRACICABA

O município de Piracicaba, além de apresentar a maior população dentre os 9 municípios inseridos na Bacia do Rio Corumbataí, 400.949 habitantes (IBGE, 2018), é o que conta com a maior área municipal, 1.378,07 km². No entanto, apenas uma pequena parte desta área está inserida dentro dos limites desta bacia, cerca de 8%, caracterizada.

É importante destacar que a maior parte da demanda do município provém da população que habita a Bacia do Rio Piracicaba e, conforme será observado mais adiante neste tópico, esta demanda é suprida quase integralmente por uma captação superficial localizada no Rio Corumbataí, um pouco antes do seu exutório, ou seja, trata-se de uma exportação de água retirada da bacia hidrográfica do rio para atender à uma parcela significativa da área urbana de Piracicaba.

Piracicaba, com grande dimensão territorial, é constituído por 6 distritos: Piracicaba-Sede, Artemis, Guamium, Ibituruna, Santa Terezinha de Piracicaba e Tupi, com distâncias consideráveis entre eles, sendo que grande parte da população está concentrada na sede municipal. Estas características delimitaram uma solução de abastecimento complexa, dotada de sistemas isolados abastecidos tanto por captações superficiais, quanto por captações subterrâneas.

O sistema de abastecimento de água municipal é operado pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto – SEMAE Piracicaba, que atende 100% da população urbana.

O município é atendido por 6 sistemas de abastecimento de água, com uma vazão total de 2.131,31 L/s, captando água a partir de 4 mananciais superficiais, com vazão de 2.120 L/s; e 4 poços (Distritos de Tupi e Tanquinho; aquífero Tubarão), que somam uma vazão de 11,3 L/s, como indicado na Tabela 5.17.

TABELA 5.17 – CAPTAÇÕES E DISTRITOS ATENDIDOS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PIRACICABA

<i>Captação</i>	<i>Manancial</i>	<i>Vazão Média (L/s)</i>	<i>Operação (h/dia; dias/semana)</i>	<i>Atendimento</i>
Superficial	Rio Corumbataí (Sistema I)	1.791,0	-	Sede, Santa Terezinha de Piracicaba, Tupi e Artemis
	Rio Piracicaba (Sistema II)	323,0	-	Sede e Tupi
	Nascente Ibitiruna (Sistema V)	0,2	-	Distrito Ibitiruna
	Ribeirão Anhumas (Sistema VI)	5,8	-	Distrito Anhumas
Subterrânea	3 poços (Sistema III) – aquífero Tubarão	9,7	20	Distrito de Tupi
	1 poço (Sistema IV) – aquífero Tubarão	1,5	20	Distrito de Tanquinho
Total		2.131,2		

Elaboração: Engecorps, 2019

A Figura 5.11 ilustra a disposição dos sistemas I, II, III e IV de acordo com as respectivas áreas de atendimento e o tipo de manancial.

A Figura 5.12 ilustra a disposição dos sistemas V e VI de acordo com as respectivas áreas de atendimento e o tipo de manancial.

Entre estes sistemas há uma grande discrepância no que diz respeito a suas vazões médias. Os dois sistemas que atendem à sede municipal, por exemplo, têm como vazão média total cerca de 2.000 L/s. Já o sistema que abastece o distrito de Anhumas conta com uma captação superficial que produz 5,8 L/s. A Tabela 5.18 traz um resumo do sistema municipal de abastecimento de Piracicaba.

TABELA 5.18 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE PIRACICABA

População Municipal (IBGE, 2018)	400.949
Nº de Sistemas	6
Nº de Captações Superficiais	4
Nº de Poços	4
Vazão média (L/s)	2.131,2
Índice de atendimento urbano de água (%)	100
Índice de atendimento total de água (%)	100
Índice de perdas na distribuição da água tratada (%)	49,64*
Quantidade de ligações ativas de água	146.119
Quantidade de economias ativas de água	170.820
Índice de Hidrometração (%)	100
Índice de micromedicação (%)	100
Índice de macromedicação (%)	100
Volume de água produzido (1.000 m ³ /ano)	64.132
Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	189,6**

Elaboração: Engecorps, 2019

Nota: * foi adotado o Índice de Perdas informado pelo município em julho de 2019.

** foi adotado o Consumo médio per capita de água da revisão do Plano das Bacias PCJ – ETAPA 2 – Garantia de Suprimento Hídrico de maio de 2019.

Os 6 sistemas produtores de água de Piracicaba atendem 100% de sua população, incluindo urbana e rural, que corresponde a 400.949 habitantes, segundo estimativas do IBGE (2018), e conta com 146.119 ligações ativas.

O município apresenta um controle rígido com relação às vazões que entram no sistema de abastecimento. As 4 ETAs que operam em Piracicaba apresentam macromedicação e o índice de hidrometração é de mais de 99%. Cabe ressaltar que este índice de perdas de 54,4% está aquém da meta estabelecida pelo Plano de Bacias PCJ 2010 – 2020, onde se estabelece a marca de 25% de perdas a ser alcançada até o ano de 2020.

Vale salientar que o município possui Plano Diretor de Perdas em processo de revisão, com modelagem matemática da distribuição de água, com projetos já implantados e em implantação com recursos da FEHIDRO e Cobrança PCJ (ARESPCJ, 2013)⁸⁵.

⁸⁵ ARESPCJ. Relatório de fiscalização técnica dos sistemas de água e esgoto do município de Piracicaba. Relatório 1 – Diagnóstico. Americana-SP, 2013.

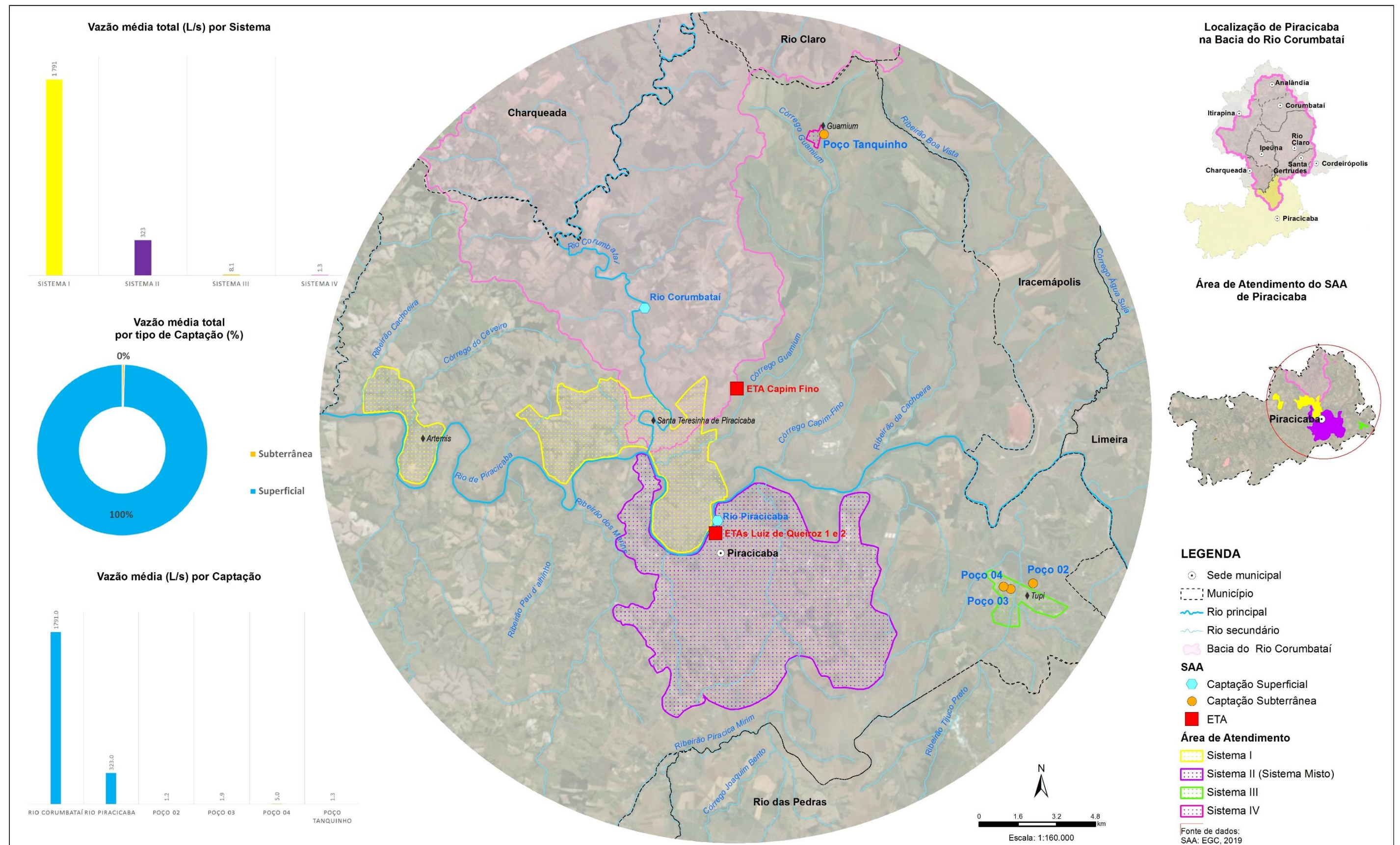


Figura 5.11 – Sistema de Abastecimento de Água de Piracicaba

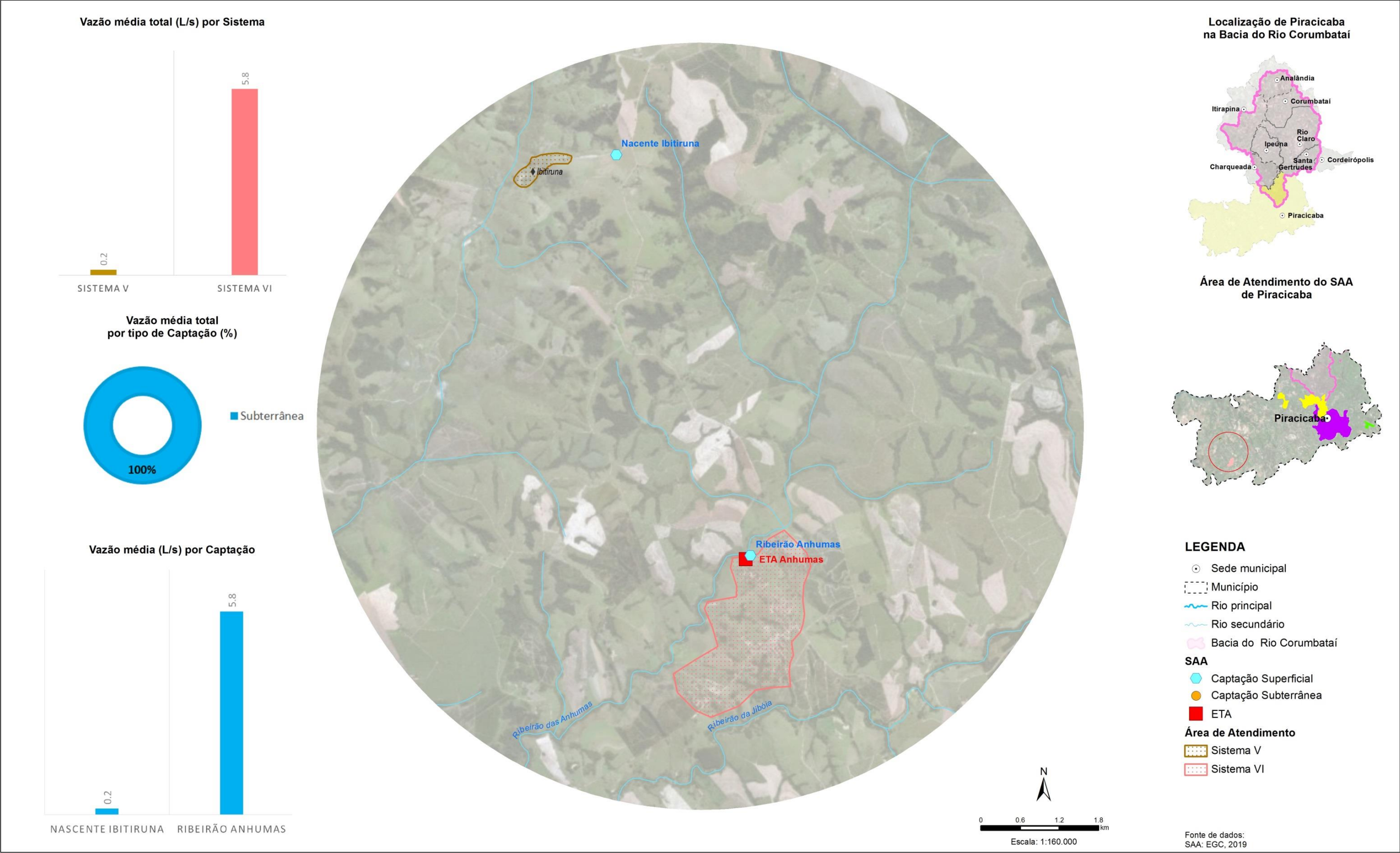


Figura 5.12 – Sistema de Abastecimento de Água de Piracicaba

A seguir, estão dispostas as informações para cada um dos sistemas do município, de acordo com os dados levantados nos documentos de referência e nas visitas técnicas de campo realizadas em março de 2019.

- ✓ Sistema I (Captação Rio Corumbataí): é responsável pela principal produção de água do município, cerca de 85%. A vazão captada no Rio Corumbataí (na porção mais baixa da bacia) é, em média, de 1.791 L/s sendo, parte encaminhada para tratamento na ETA Capim Fino, para abastecer os distritos de Santa Terezinha de Piracicaba e Artemis, e parte é encaminhada para as ETAs Luiz de Queiroz 1 e 2.
- ✓ Sistema II (Sistema Misto): trata-se de um sistema misto, abastecido através das ETAs 1 e 2 - Luiz de Queiroz (captação Rio Piracicaba) e da ETA Capim Fino (captação Rio Corumbataí). A captação de água do Rio Piracicaba, em conjunto com parte da água bruta proveniente da captação do Rio Corumbataí, abastece as ETAs 1 e 2 - Luiz Queiroz, que por sua vez, atendem a sede e reforçam o abastecimento de Tupi (sempre que o sistema local, vazão produzida pelas captações subterrâneas, não for suficiente). Vale lembrar que parte da água tratada da ETA Capim Fino é encaminhada aos reservatórios da sede.

É importante ressaltar que a captação de água do Rio Piracicaba, que representa em torno de 15% da água fornecida à cidade de Piracicaba, não abastece isoladamente nenhuma parte da cidade, necessitando ser complementada pela vazão do Rio Corumbataí para atender essa demanda. Uma peculiaridade deste sistema misto é que o Rio Corumbataí, além de complementar a vazão do Rio Piracicaba, em algumas épocas do ano quando o Rio Piracicaba apresenta uma qualidade aquém do nível de tratabilidade, contribui com essa vazão para diluição, melhorando a qualidade da água. Esta mistura se dá na entrada das ETAs Luiz de Queiroz 1 e 2, com capacidade máxima de tratamento de 400 L/s e 350 L/s, respectivamente. Após o tratamento (Convencional - Ciclo Completo), parte da água produzida abastece a porção localizada à margem esquerda do Rio Piracicaba, e parte é encaminhada para o distrito de Tupi.

- ✓ Sistema III (Distrito de Tupi): o distrito de Tupi conta com três poços tubulares (Poços 02, 03 e 04) para o abastecimento local, associados ao aquífero Itararé, produzindo uma vazão média de 9,7 L/s, e operando 20 h/dia. Além dessa vazão, há um aporte oriundo do Sistema II com uma vazão tratada não determinada. A água captada nos poços tubulares do distrito passa por um processo de desinfecção simples (adição de cloro e flúor).
- ✓ Sistema IV (Distrito de Tanquinho): o distrito de Tanquinho é abastecido pela água captada em um poço tubular associado ao aquífero Itararé, com uma vazão média de 1,6 L/s, sendo tratada com adição de cloro e flúor. A Figura 5.11 traz a área de atendimento do Sistema IV e a localização do poço.
- ✓ Sistema V (Distrito de Ibitiruna): O distrito de Ibitiruna é abastecido pela água captada na nascente Ibitiruna, com uma vazão média de 0,2 L/s, tratada com adição de cloro e flúor e encaminhada para o sistema de distribuição local.

- ✓ Sistema VI (Distrito de Anhumas): o distrito de Anhumas é abastecido por uma captação superficial no Ribeirão Anhumas, com uma vazão média captada de 5,8 L/. A água é encaminhada para tratamento (Tipo Convencional – ciclo completo) na ETA Anhumas.

5.1.1.8 RIO CLARO

O município de Rio Claro é o segundo mais populoso da bacia e possui praticamente a totalidade do seu território inserido nos limites da Bacia do Rio Corumbataí (apenas 2% do território fica de fora). É composto por três distritos: Rio Claro (Sede), Ajapi e Assistência e a sua população atual é de 204.797 habitantes segundo estimativas do IBGE (2018).

O sistema de abastecimento de água municipal é operado pelo Departamento Autônomo de Água e Esgoto - DAAE, que atende 100% da população urbana.

O arranjo do sistema municipal de abastecimento público conta com 3 sistemas isolados, sendo que os dois principais estão concentrados na produção de água para o distrito Sede, através da captação de água superficial no Rio Corumbataí e no Ribeirão Claro. A produção total dos três sistemas é de 649,5 L/s, sendo que 99% deste total é oriundo das 2 captações superficiais (captações subterrâneas em operação, apenas no Distrito de Ferraz). A Tabela 5.19 traz a participação de cada captação para o total produzido no município bem como as localidades atendidas por cada uma.

TABELA 5.19 – CAPTAÇÕES E DISTRITOS ATENDIDOS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE RIO CLARO

<i>Captação</i>	<i>Manancial</i>	<i>Vazão Média (L/s)</i>	<i>Operação (h/dia; dias/semana)</i>	<i>Localidade</i>
Superficial	Rio Corumbataí (Sistema I)	382	-	Distrito Sede Distrito Ajapi
	Ribeirão Claro (Sistema II)	262	-	Distrito Sede Distrito Assistência
Subterrânea	Poço 1 (Sistema III) – aquífero Tubarão*	1,36	1	Ferraz
	Poço 2 (Sistema III) – aquífero Tubarão*	1,26	20	Ferraz
	Poço 3 (Sistema III) – aquífero Tubarão*	0,82	-	Ferraz
	Poço 4 (Sistema III) – aquífero Tubarão*	2,06	20	Ferraz
Total		649,5		

Elaboração Engecorps, 2019

*Informação sujeita à confirmação com dados de perfis de poços. Dados não disponíveis.

A Figura 5.13 ilustra a disposição dos sistemas de acordo com as respectivas áreas de atendimento e o tipo de manancial.

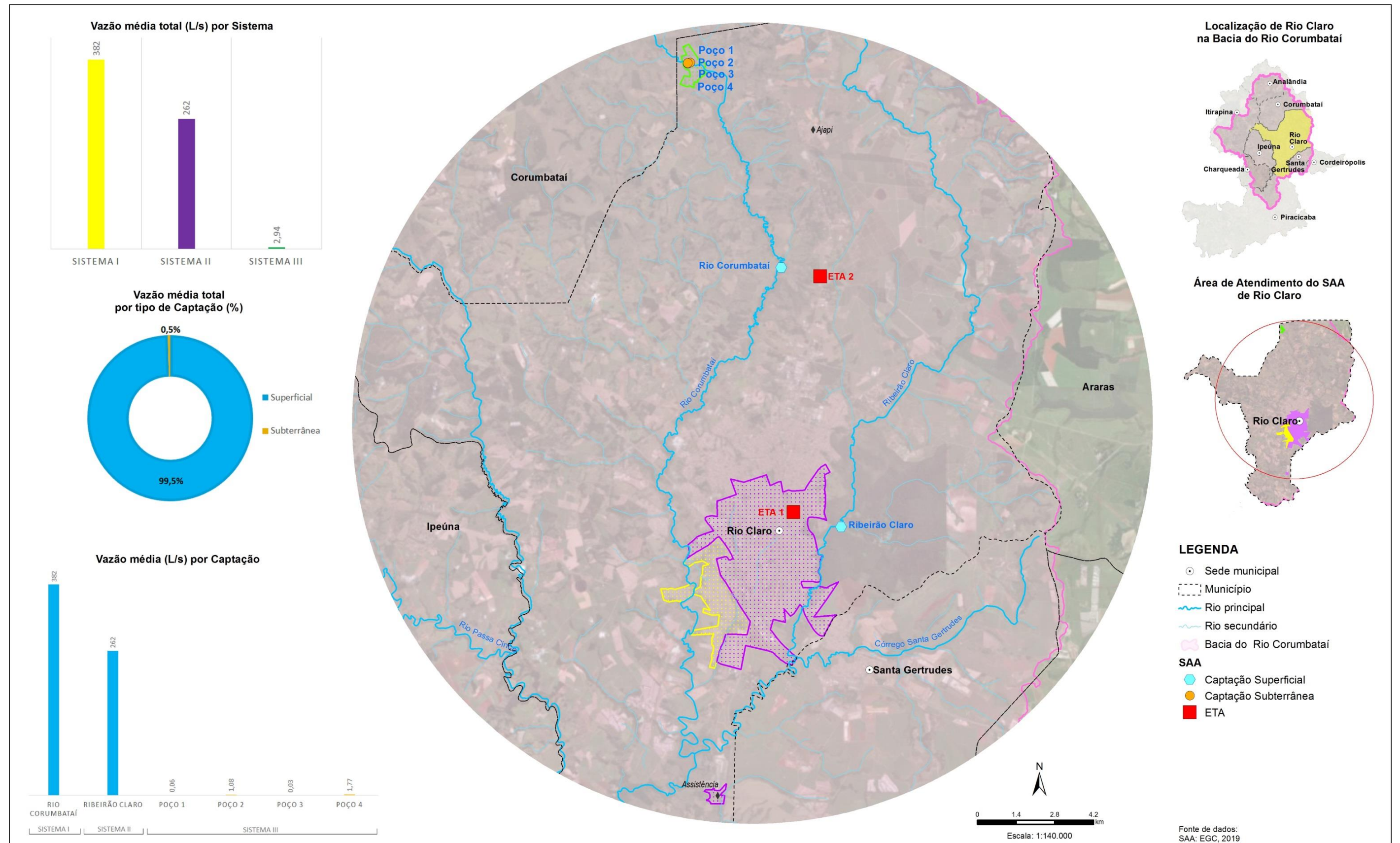


Figura 5.13 – Sistema de Abastecimento de Água de Rio Claro

Entre estes sistemas há uma grande discrepância no que diz respeito a suas vazões médias. Os dois sistemas que captam em manancial superficial, e atendem a Sede e os distritos de Ajapi e Assistência, têm como vazão média cerca de 644 L/s. Já o sistema que captam água subterrânea e abastece o distrito de Ferraz, conta com 4 poços tubulares que nominalmente produzem 5,5 L/s, mas considerando o tempo de funcionamento das bombas, produzem 2,9 L/s.

A Tabela 5.20 traz um resumo do sistema municipal de abastecimento de Rio Claro.

TABELA 5.20 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE RIO CLARO

População Municipal (2018)	204.797
Nº de Sistemas	3
Nº de Captações Superficiais	2
Nº de Poços	4
Vazão média (L/s)	646,9
Índice de atendimento urbano de água (%)	100,00
Índice de atendimento total de água (%)	100,00
Índice de perdas na distribuição da água tratada (%)	39,4*
Quantidade de ligações ativas de água	69
Quantidade de economias ativas de água	82
Índice de Hidrometração (%)	98,60
Índice de micromedicação (%)	60,27
Índice de macromedicação (%)	100,00
Volume de água produzido (1.000 m³/ano)	20.390,53
Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	171,6*

Elaboração: Engecorps, 2019

Nota: * foi adotado o Índice de Perdas e Consumo médio per capita de água da revisão do Plano das Bacias PCJ – ETAPA 2 – Garantia de Suprimento Hídrico de maio de 2019.

A seguir, estão dispostas as informações para cada um dos sistemas do município, de acordo com os dados levantados nos documentos de referência e nas visitas técnicas de campo.

- ✓ Sistema I (Captação Rio Corumbataí): o Sistema I abastece as porções norte e oeste da sede municipal, além do distrito de Ajapi, situado em cerca de 10 km ao norte da sede. A captação é feita no Rio Corumbataí e a água bruta é tratada na ETA Rio Claro II antes de seguir para as estruturas da rede de reservação e distribuição.
- ✓ Sistema II (Sede Municipal - Captação Ribeirão Claro): em complemento ao Sistema I, a vazão de água captada no Ribeirão Claro (dentro da área da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade, uma unidade de conservação estadual de uso sustentável) abastece a porção sul do município e o distrito de Assistência, distante da sede no sentido sul em cerca de 7 km. A vazão média captada é de 262 L/s e o tratamento é feito na ETA Rio Claro I, através de um sistema convencional.
- ✓ Sistema III (Ferraz): Ferraz é uma localidade isolada da sede, situada no extremo norte do território municipal, e consiste essencialmente em uma área rural. A água que abastece a região provém da captação subterrânea de uma bateria de 4 poços, sendo 3 automáticos e 1 manual. A vazão total gerada pela operação destes poços é de 2,9 L/s e a água bruta

captada é tratada através de processos de desinfecção simples. Estes poços estão associados ao aquífero Tubarão. Cabe destacar que nenhum destes poços está outorgado.

O índice de perdas apresentado pelo município de Rio Claro é de 39,4% e fica atrás daquele estabelecido como meta pelo Plano de Bacias PCJ 2010 – 2020 (25%). Esta posição, no entanto, depende de uma avaliação mais precisa que só será viabilizada com um incremento do índice de micromedição da rede.

O município possui Plano de Controle de Perdas no Sistema de Abastecimento de Água, e atualmente está em processo de revisão, sendo elaborado pela empresa Hidrosan, com entrega prevista para o final de 2019.

5.1.1.9 SANTA GERTRUDES

O município de Santa Gertrudes está localizado na porção leste da Bacia do Rio Corumbataí, entre os municípios de Rio Claro e Cordeirópolis e, assim como o município de Ipeúna, se encontra completamente inserido no território da bacia.

De acordo com dados projetados do Censo Demográfico, Santa Gertrudes apresenta em 2018 uma população urbana de 26.403 habitantes.

O sistema de abastecimento de água municipal é operado por empresa privada, a BRK Ambiental - Santa Gertrudes S.A. que atende 100% da população urbana.

O sistema municipal é abastecido por duas captações subterrâneas (totalizando 6,9 L/s) e uma captação superficial no Córrego Santa Gertrudes (50,6 L/s). A adequação da concentração de flúor das captações subterrâneas é realizada na Caixa de Mistura, através da diluição com a água sem flúor da ETA. Esta estrutura compõe o sistema ETA – Vigorelli. A maior parte da água tratada que sai da ETA, no entanto, é encaminhada diretamente para um outro reservatório, que atende 70% da área urbana. Este é o sistema ETA Velório. A Tabela 5.21 traz a participação de cada captação para o total produzido no município bem como as localidades atendidas.

TABELA 5.21 – CAPTAÇÕES E DISTRITOS ATENDIDOS PELOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SANTA GERTRUDES

<i>Captação</i>	<i>Manancial</i>	<i>Vazão Média (L/s)</i>	<i>Operação (h/dia; dias/semana)</i>	<i>Localidade</i>
Superficial	Córrego Santa Gertrudes	50,6	-	Distrito Sede
Subterrânea*	Poço 7 – Jequitibás II – aquífero Tubarão	6,7	20	Distrito Sede
	Poço 9 – Jequitibás III – aquífero Tubarão	1,4	20	Distrito Sede
Total		58,7		

*Um terceiro poço (P5 – Vigorelli) atualmente não está em operação, mas está previsto que retorne futuramente. Elaboração: Engecorps, 2019

A Figura 5.14 ilustra a disposição do sistema de acordo com as respectivas áreas de atendimento e o tipo de manancial.

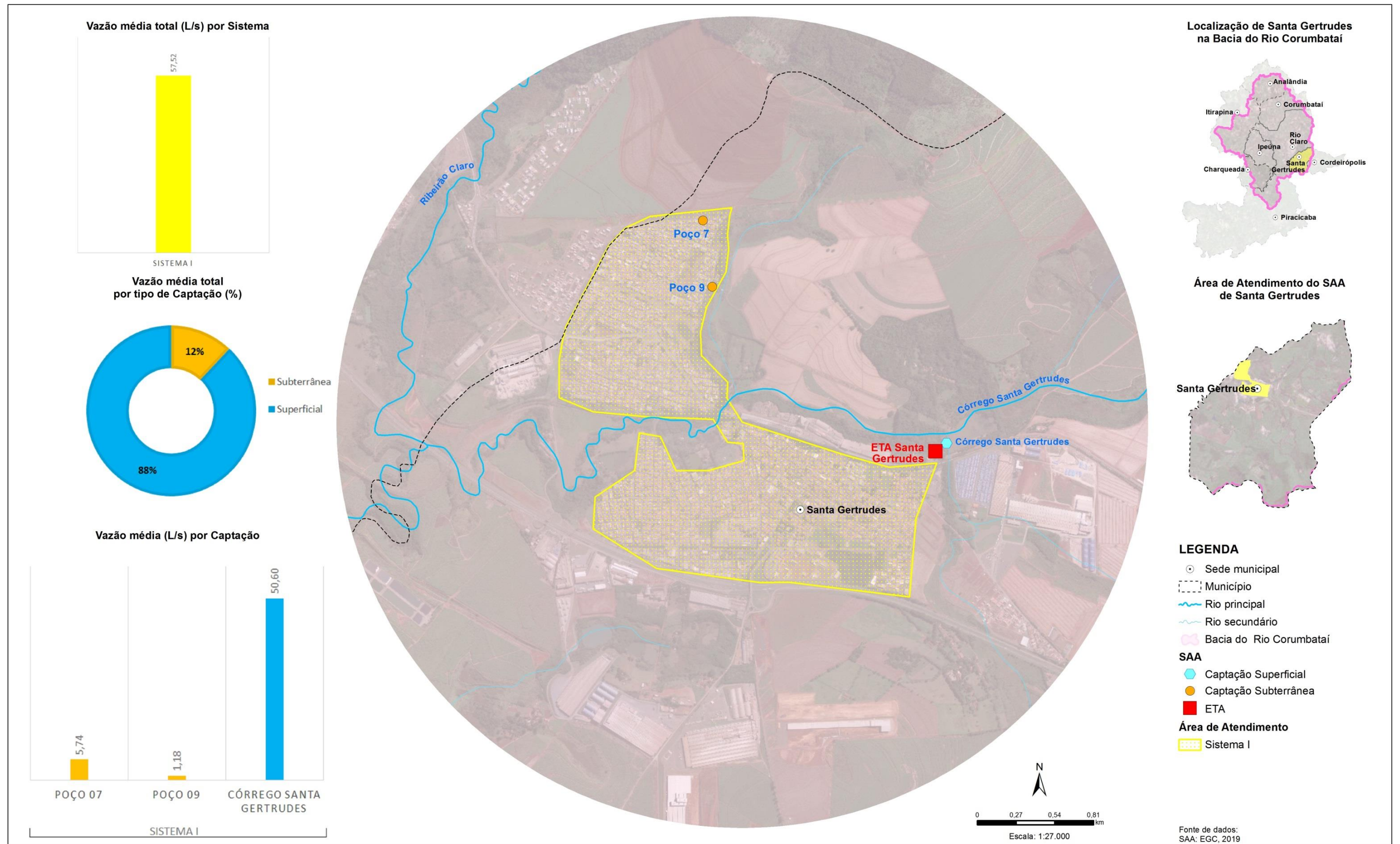


Figura 5.14 – Sistema de Abastecimento de Água de Santa Gertrudes

O sistema de abastecimento de água de Santa Gertrudes atende 100% da população urbana, conta com 8.503 ligações ativas, com uma vazão média total de 58,7 L/s. A Tabela 5.22 traz um resumo do sistema de abastecimento do município.

TABELA 5.22 – RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE SANTA GERTRUDES

População Municipal (IBGE, 2018)	26.403
Nº de Sistemas	1
Nº de Captações Superficiais	1
Nº de Poços	2
Vazão média (L/s)	58,7
Índice de atendimento urbano de água (%)	100,00
Índice de atendimento total de água (%)	100,00
Índice de perdas na distribuição da água tratada (%)	20,0*
Quantidade de ligações ativas de água	8.503
Quantidade de economias ativas de água	9.530
Índice de Hidrometração (%)	100,00
Índice de micromedicação (%)	100,00
Índice de macromedicação (%)	100,00
Volume de água produzido (1.000 m³/ano)	1849
Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	149,1*

Elaboração: Engecorps, 2019

Nota: * foi adotado o Índice de Perdas e Consumo médio per capita de água da revisão do Plano das Bacias PCJ – ETAPA 2 – Garantia de Suprimento Hídrico de maio de 2019.

Com um índice de perdas de 20,0%, o município está alinhado com a meta proposta pelo Plano de Bacias PCJ 2010 – 2020 (25%). É importante ressaltar os altos níveis de macro e micromedicação apresentados por Santa Gertrudes, o que confere solidez ao índice de perdas apresentado.

O Programa de Redução e Controle de Perdas de Água do município de Santa Gertrudes foi elaborado em 2006 e propôs um plano de ação estruturado em torno de 5 grandes temas para redução do índice de perdas estipulado em 23,1%: captação de água bruta, estação de tratamento de água, macromedicação, rede de distribuição e micromedicação. A estimativa para o investimento total estabelecida no Plano Diretor é de R\$ 5.414.360,00.

5.1.2 Panorama do Sistema de Esgotamento Sanitário na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí

Da mesma forma que se constatou para a prestação dos serviços de abastecimento público, a Bacia do Rio Corumbataí apresenta como característica dominante a prestação municipalizada dos serviços de esgotamento sanitário. Dos 9 municípios que compõem o seu território, 6 deles tem a administração pública direta como ente responsável pela oferta destes serviços. Dentre estes municípios, a natureza jurídica dos órgãos responsáveis se divide entre autarquias municipais (no caso de Cordeirópolis e Piracicaba) e pela própria estrutura da administração pública direta (como ocorre em Analândia, Ipeúna, Itirapina e Corumbataí). Os municípios de Santa Gertrudes, Rio Claro e Charqueada tem essa atividade concedida para entes externos, sendo eles a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp (Charqueada),

PPP Mirante do grupo AEGEA (Piracicaba) e a BRK Ambiental, empresa privada que opera nos municípios de Santa Gertrudes e Rio Claro.

A Tabela 5.23 sistematiza a situação da prestação dos serviços de esgotamento sanitário na Bacia. A Figura 5.15 traz o mapa da área de estudo destacando a categoria do operador do sistema de esgotamento fazendo assim, uma representação espacial dos dados apresentados neste tópico, bem como a distribuição das tipologias, tanto para a categoria do operador quanto para a sua natureza jurídica.

TABELA 5.23 – SITUAÇÃO DA OPERAÇÃO DOS SISTEMAS MUNICIPAIS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

<i>Município</i>	<i>Companhia de Saneamento</i>		
	<i>Operador</i>	<i>Categoria</i>	<i>Natureza Jurídica</i>
Analândia	DAE	Serviço Municipal	Adm. Pública Direta
Charqueada	SABESP	Companhia Estadual	Sociedade de Economia Mista com Adm Pública
Cordeirópolis	SAAE	Serviço Municipal	Autarquia
Corumbataí	P.M. de Corumbataí	Serviço Municipal	Adm. Pública Direta
Ipeúna	P.M. de Ipeúna	Serviço Municipal	Adm. Pública Direta
Itirapina	P.M. de Itirapina	Serviço Municipal	Adm. Pública Direta
Piracicaba	Águas do Mirante S.A	Empresa Privada	Empresa Privada
Rio Claro	BRK Ambiental	Empresa Privada	Empresa Privada
Santa Gertrudes	BRK Ambiental	Empresa Privada	Empresa Privada

Elaboração: Engecorps, 2019

Estabelecido o pano de fundo institucional dos sistemas municipais de esgotamento sanitário, faz-se necessária para a sua caracterização a identificação das estações de tratamento de esgotos, suas respectivas áreas de atendimento e os corpos d'água receptores dos efluentes.

Num primeiro momento foram identificadas 50 estações de tratamento de esgotos (ETEs) na área dos municípios contemplados por este estudo. Este levantamento foi realizado a partir de dados secundários fornecidos pelo Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017), e pela Revisão do Plano das Bacias PCJ (em elaboração) e pelos Planos de Saneamento Municipal.

Com a realização das visitas técnicas aos municípios em marços de 2019 foi feita uma atualização sobre o status de operação destas estações e este número caiu para 42 ETEs. Os detalhes sobre esta atualização serão tratados adiante, quando os sistemas municipais forem pormenorizados.

Considerando apenas as estações localizadas dentro da área da Bacia do Rio Corumbataí, esta lista passa a contar com apenas 17 estações, as quais estão relacionadas Na Tabela 5.23, inclusive com a sua localização relativa às Zonas da bacia. A Figura 5.16 traz a disposição destas ETEs na bacia.

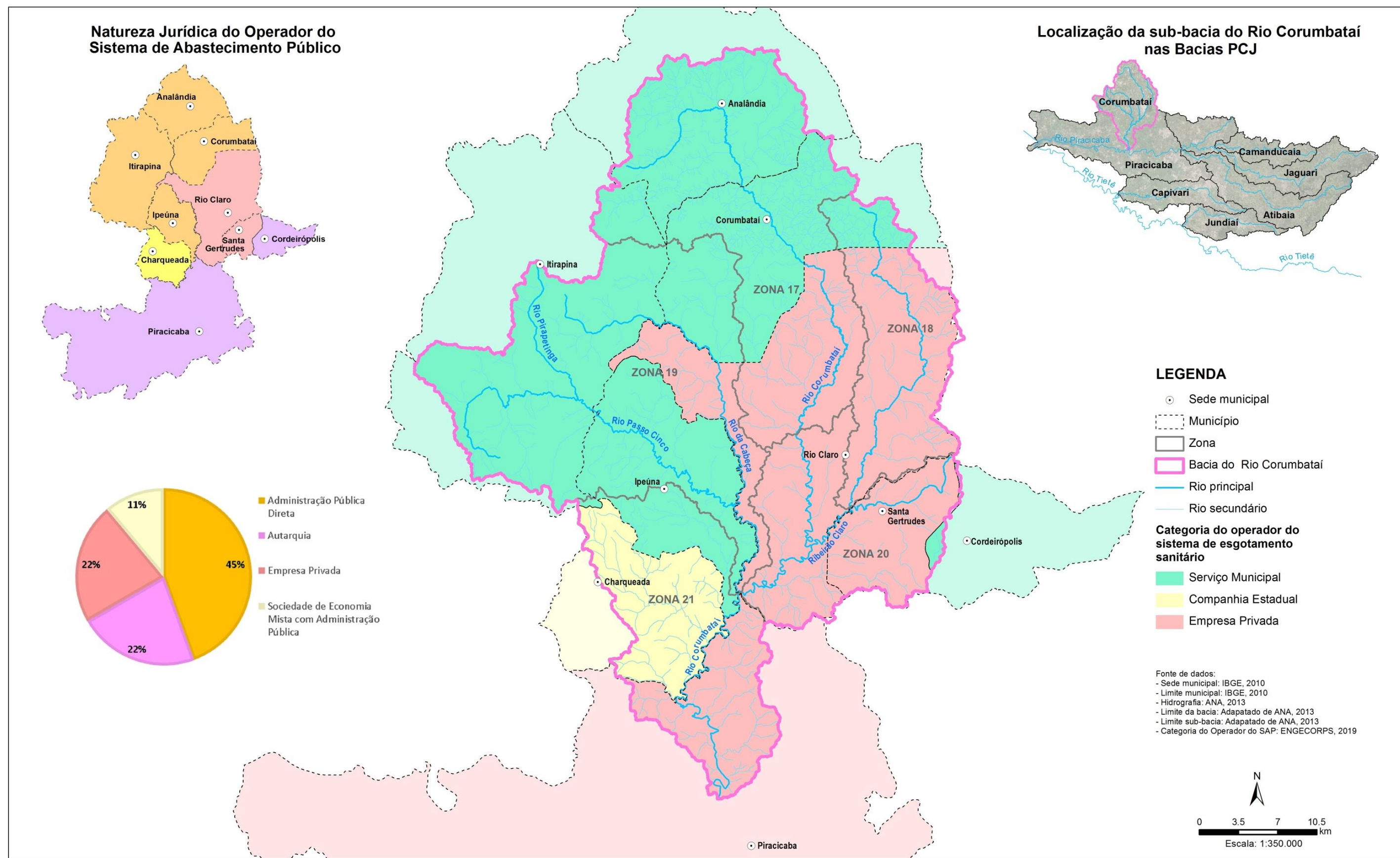


Figura 5.15 – Municípios da Bacia do Rio Corumbataí classificados de acordo com a categoria do operador do sistema de esgotamento sanitário

TABELA 5.24 – ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS LOCALIZADAS NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ

<i>Município</i>	<i>nº</i>	<i>ETE</i>	<i>Processo de Tratamento</i>	<i>Vazão de Projeto (L/s)</i>	<i>Remoção (%)</i>	<i>Zona</i>
Analândia	12	José Batista Marinho	lagoa anaeróbia + lagoa facultativa	26	75	17
Corumbataí	8	Corumbataí	lodos ativados de aeração prolongada	-	85	17
Rio Claro	17	Batovi	fossa séptica + reator anaeróbio UASB + filtro aeróbio submerso + desinfecção	2	97	17
Rio Claro	10	Flores	reator anaeróbio (UASB) + lodos ativados	91	96	17
Rio Claro	1	Ajapi	lagoa anaeróbia + lagoa facultativa + lagoa de maturação	20	90	17
Rio Claro	2	Ferraz	fossa séptica + reator anaeróbio + vala de filtração	3	96	17
Rio Claro	3	Conduta	reator anaeróbio + lodos ativados + desinfecção UV	161	96	18
Rio Claro	5	Assistência	fossa séptica + filtro aeróbio submerso + desinfecção	6,3	91	20
Rio Claro	4	Jardim Novo	sem informação	272	94	20
Rio Claro	6	Palmeiras	reator anaeróbio + lagoa aerada + lagoa de maturação	17,25	90	20
Santa Gertrudes	7	Santa Gertrudes	lagoa anaeróbia + lagoa facultativa + lagoa de maturação	44	80	20
Charqueada	9	Charqueada - Recreio	lagoa facultativa	10	85	21
Ipeúna	11	Ipeúna - Nova ETE	lagoa anaeróbia + lagoa facultativa	17,6	75	21
Piracicaba	14	Vila Belém	tanque séptico + filtro anaeróbio	2	65	21
Piracicaba	15	Santana VI	tanque séptico + filtro anaeróbio + sumidouro	2	84	21
Piracicaba	16	Santana V	tanque séptico + filtro anaeróbio	2	62	21
Piracicaba	13	Santa Olímpia I	lagoa facultativa	2,7	92	21

Elaboração: Engecorps, 2019

Considerando o cenário municipal de esgotamento sanitário, independente da intersecção com o território da Bacia do Rio Corumbataí, este diagnóstico apresentará números globais associados a indicadores de operação do sistema antes de fazer maiores detalhamentos para os municípios em questão.

Como ponto de partida, dispõe-se a seguir uma análise sobre a vazão de projeto (capacidade máxima de tratamento) de cada uma das 42 estações em operação no território dos municípios contemplados neste estudo.

A partir da análise dos dados obtidos, nota-se uma variação da capacidade de tratamento que vai de 2 a 400 L/s entre as estações. Aplicando-se uma estatística simples sobre os valores para a vazão de projeto de cada ETE, obtém-se uma média aritmética de 50,1 L/s.

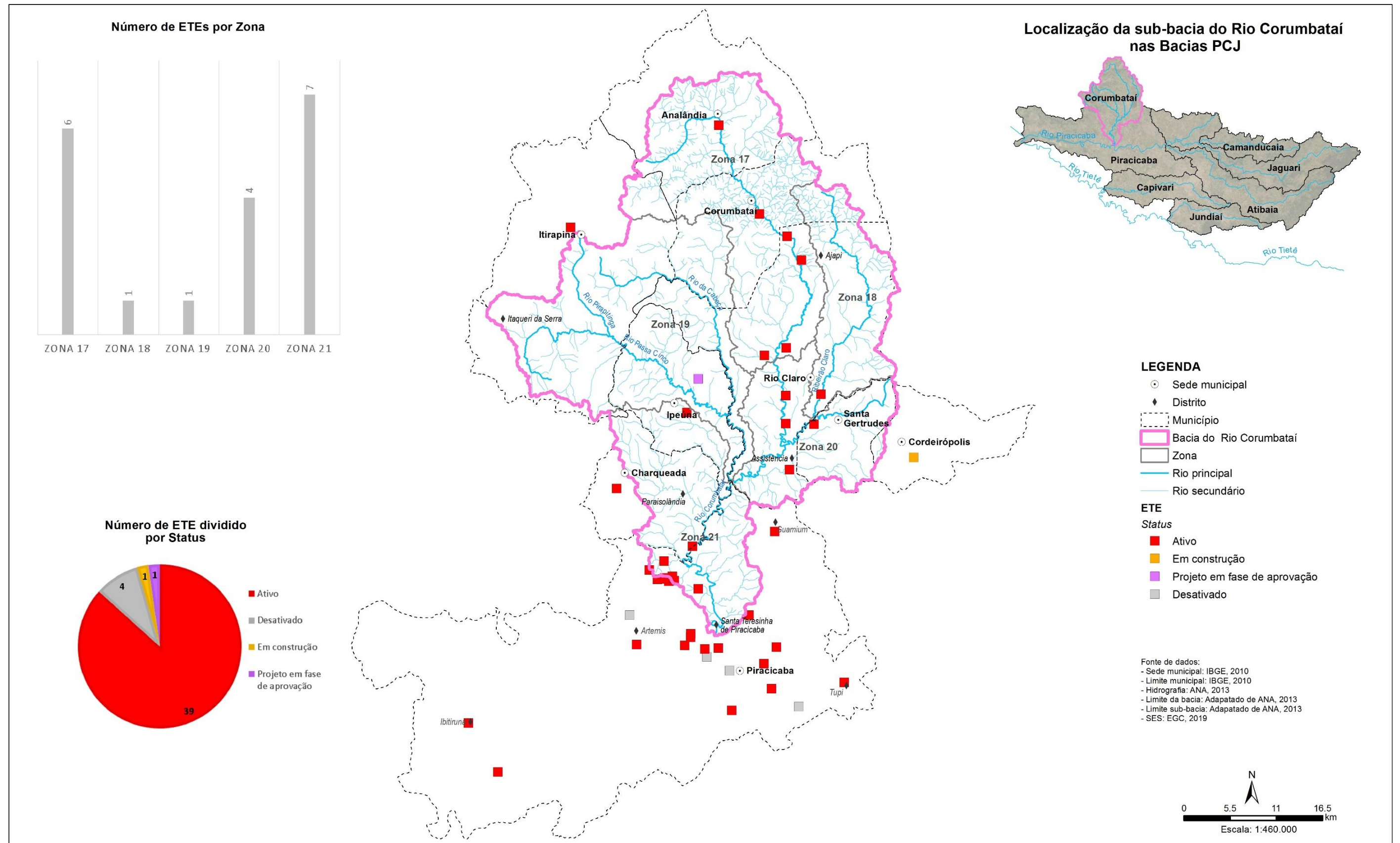


Figura 5.16 – Estações de Tratamento de Esgotos localizadas na Bacia do Rio Corumbataí

No entanto, é importante que se observe a distribuição de cada valor dentro do conjunto considerado para que se tenha a real dimensão do valor estatístico deste resultado. Dentre as 42 vazões, 35 apresentam dados abaixo da média e, destes 35, 17 contemplam vazões iguais ou menores do que 2 L/s. Desta maneira, afirmar que a média da capacidade de tratamento das ETEs dos municípios em questão é de 50 L/s pode induzir a um equívoco natural de interpretação.

Para respaldar e justificar esta análise, a Figura 5.17 mostra a distribuição irregular destes valores para as ETEs da bacia do Rio Corumbataí. Foram omitidos os nomes das ETEs para favorecer a visualização dos dados e inseridos nos gráficos os respectivos números de identificação, conforme consta na Tabela 5.24.

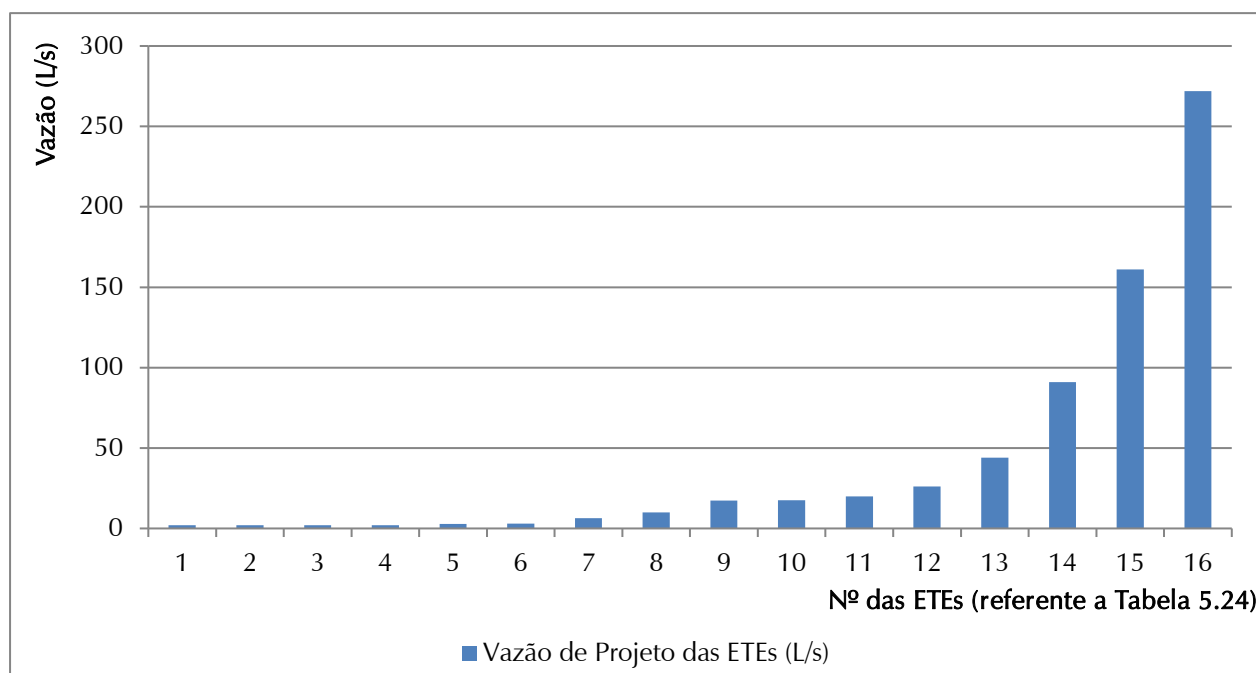


Figura 5.17 – Distribuição dos valores de vazão de projeto para as ETEs dos municípios estudados

Esta representação gráfica da distribuição das vazões de projeto corrobora com a ressalva feita sobre o uso da média e evidencia que esta está distorcida por algumas estações com vazões de projeto muito díspares às demais.

Dentre as ETEs que distorceram a média das vazões de projeto estão:

- ✓ ETE Conduta: 161 L/s – Rio Claro;
- ✓ ETE Jardim Novo: 272 L/s – Rio Claro;
- ✓ ETE Bela Vista: 381 L/s - Piracicaba;
- ✓ ETE Piracicamirim: 387 L/s - Piracicaba;
- ✓ ETE Ponte do Caixão: 407 L/s - Piracicaba.

É importante salientar que este grupo corresponde às principais estações dos dois municípios mais populosos da bacia e, juntas, representam 73% da capacidade de tratamento do conjunto.

Com relação à porcentagem de remoção da carga orgânica gerada, a situação é oposta. Independente da vazão de projeto, as ETEs apresentam valores muito próximos para este parâmetro e isso é confirmado pela proximidade entre a média (82,8%) e a mediana (85%). Nos extremos deste conjunto estão, de um lado a ETE Chácara Unidas (Piracicaba) com 61% de remoção e, do outro, as ETEs Batovi (Rio Claro), Tupi e Bela Vista (ambas de Piracicaba), com 97% de remoção.

Os indicadores de operação a respeito do sistema de esgotamento apresentados pela Revisão do Plano das Bacias PCJ se aproximaram daqueles contidos no Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017) e dos dados confirmados em campo junto aos órgãos responsáveis. A Tabela 5.25 apresenta o panorama do esgotamento sanitário dos municípios inseridos na Bacia do Rio Corumbataí.

TABELA 5.25 – INDICADORES MUNICIPAIS PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

<i>Município</i>	<i>Índice de Coleta (%)</i>	<i>Índice de Tratamento (coletado) (%)</i>	<i>Índice de tratamento sobre o gerado (%)</i>	<i>Índice de Solução Individual (%)</i>	<i>Remoção de DBO (%)</i>
Analândia	93	100	93	2	70
Charqueada	87	96	83	5	67
Cordeirópolis	99	-	-	-	-
Corumbataí	97	100	97	3	82
Ipeúna	94	100	94	2	75
Itirapina	95	100	95	5	85
Piracicaba	100	100	100	0	94
Rio Claro	100	98	98	-	86
Santa Gertrudes	100	99	99	0	85

Elaboração: Engecorps, 2019

Apesar de apresentar um alto índice de coleta de esgotos, o município de Cordeirópolis não possui ETE operante. Esta situação será tratada adiante no item correspondente ao município.

Após a o tratamento efetuado nos esgotos domésticos (coletados pelas redes municipais) as ETEs lançam o seu efluente nos corpos hídricos de forma a otimizar os seus processos naturais de depuração. Conhecer a distribuição desses pontos ao longo da bacia é fundamental para que se possa estabelecer um subsídio para a análise que integre as abordagens qualitativa e quantitativa. A Figura 5.18 reúne os pontos de lançamento que estão localizados dentro da Bacia do Rio Corumbataí, associados às respectivas ETEs.

Dentre os corpos hídricos da bacia, o Rio Corumbataí é aquele onde mais se encontram pontos de lançamento de efluentes domésticos. Conforme mencionado anteriormente, operam dentro do território da Bacia do Rio Corumbataí 17 ETEs e, como era de se esperar, este número se repete para os pontos de lançamento. Destes 17 pontos, 9 estão localizados no Rio Corumbataí.

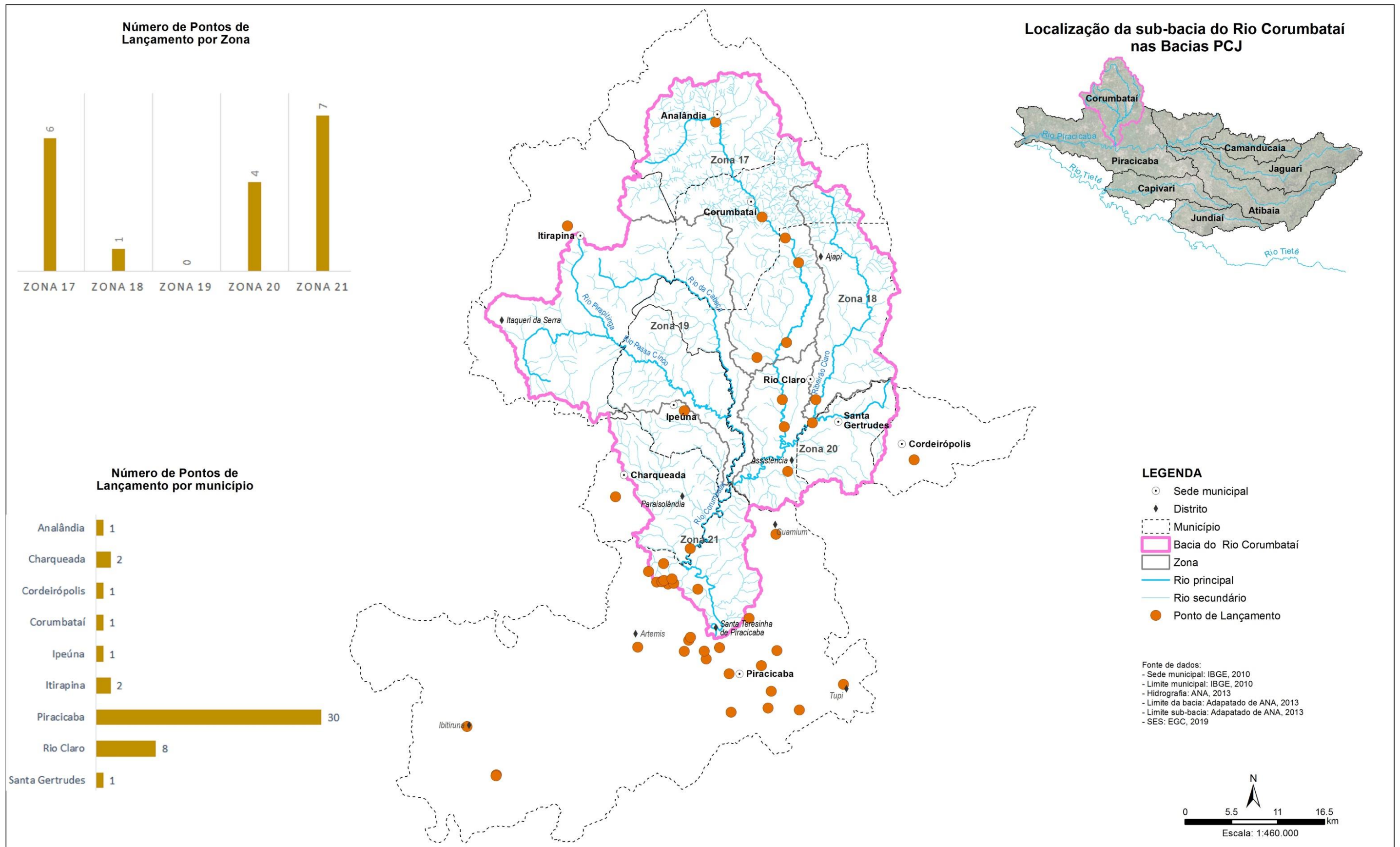


Figura 5.18 – Distribuição dos pontos de lançamento inseridos na Bacia do Rio Corumbataí

As maiores vazões lançadas pelas ETEs que afluem nos corpos hídricos da bacia são aquelas associadas às ETEs de maior vazão de operação. Conforme disposto anteriormente, existem 5 estações que operam com vazões muito superiores à média da bacia, sendo 3 do município de Piracicaba e 2, de Rio Claro. Apenas as ETEs de Rio Claro estão localizadas dentro da Bacia do Rio Corumbataí, sendo que seus lançamentos (os maiores dentre os lançamentos da bacia) estão localizados no Ribeirão Claro (ETE Conduta) e no próprio Rio Corumbataí (ETE Jardim Novo).

Estabelecidas estas marcas, segue a análise municipal para o objetivo deste levantamento, conforme disposto no tópico 5.1: identificar a disposição espacial da área de atendimento dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, a localização das estações de tratamento de esgotos e os pontos de lançamento que compõem o sistema municipal de esgotamento sanitário.

No Anexo II é apresentado o formulário validado em visita técnica, com todas as informações relacionadas ao sistema de esgotamento sanitário de cada município.

5.1.2.1 ANALÂNDIA

O esgoto coletado no município de Analândia é encaminhado para a ETE José Batista Marinho, localizada na Rodovia SP 225 – km 76, responsável por atender 93% da população do distrito Sede. Os indicadores da ETE estão reunidos na Tabela 5.26.

TABELA 5.26 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE ANALÂNDIA

<i>Nome da ETE</i>	<i>ETE José Batista Marinho</i>
Status	Ativa
Vazão de projeto (L/s)	26
Vazão afluente (L/s)	12
Processo	LAGOA ANAERÓBIA + LAGOA FACULTATIVA
Eficiência adotada	75%
Carga afluente ETE (Kg DBO/dia)	184,5
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	46,1

Elaboração: Engecorps, 2019

O efluente da estação de tratamento é lançado no Rio Corumbataí, com uma carga de DBO estimada em 56,5 Kg/dia. Esse valor reflete uma eficiência de aproximadamente 75% de remoção de carga. Os gráficos apresentados na Figura 5.19 trazem os principais parâmetros operacionais do sistema de esgotamento sanitário de Analândia e a disposição da área de atendimento do sistema, da ETE e do ponto de lançamento dos efluentes tratados. A localidade do Portal das Samambaias não é atendida pelo sistema municipal de esgotamento sanitário.

5.1.2.2 CHARQUEADA

O esgoto coletado no município de Charqueada é tratado por duas ETEs. O distrito Sede é atendido pela ETE Sede, que atende uma população de 9.953 habitantes, operando com uma vazão média de 13,9 L/s e a uma eficiência de remoção de 80%. As demais localidades (Paraisolândia, Santa Luzia e Recreio) são atendidas pela ETE Recreio, que consiste em uma lagoa facultativa, com capacidade de tratamento de 10 L/s.

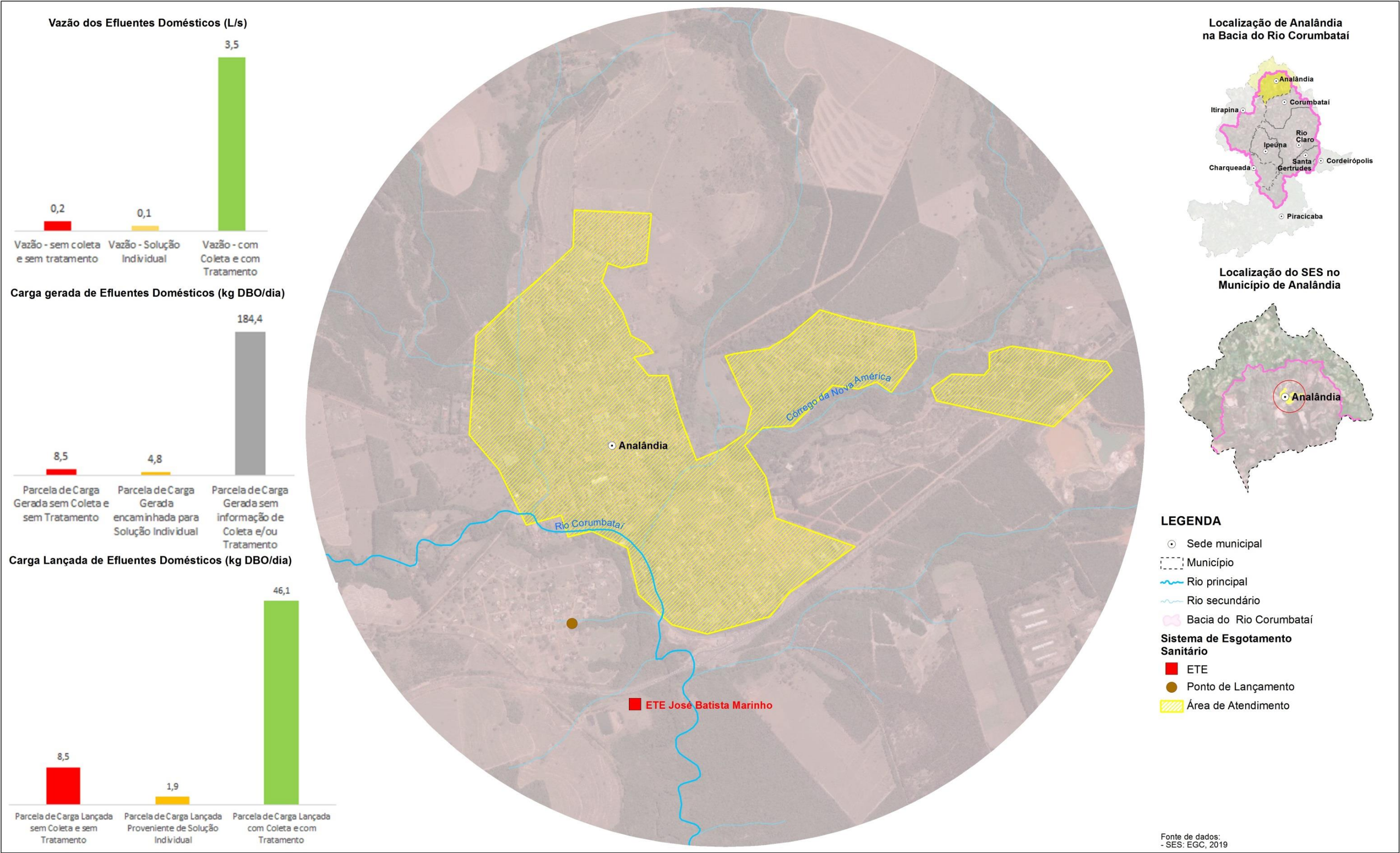


Figura 5.19 – Sistema de Esgotamento Sanitário de Analândia

Os indicadores das ETEs estão reunidos na Tabela 5.27.

TABELA 5.27 – INDICADORES PARA AS ETEs DE CHARQUEADA

<i>Nome da ETE</i>	<i>ETE SEDE</i>	<i>ETE Recreio</i>
Status	Ativa	Ativa
Vazão de projeto (L/s)	23	10
Vazão afluente (L/s)	13,9	10
Processo	Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa	Lagoa facultativa
Eficiência adotada	80%	85%
Carga afluente ETE (Kg DBO/dia)	581,5	76
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	145,4	7

Elaboração: Engecorps, 2019

Os efluentes das estações de tratamento são lançados no Ribeirão Fregadoli (ETE Sede) e no Rio Corumbataí (ETE Recreio). O primeiro ponto de lançamento fica localizado fora do território da Bacia do Rio Corumbataí. Os gráficos apresentados na Figura 5.20 trazem os principais parâmetros operacionais do sistema de esgotamento sanitário de Charqueada e a disposição da área de atendimento do sistema, das ETEs e dos pontos de lançamento dos efluentes tratados. A localidade do Condomínio Itaqueri não é atendida pelo sistema municipal de esgotamento sanitário.

5.1.2.3 CORDEIRÓPOLIS

O município de Cordeirópolis apresenta uma ampla rede municipal de coleta que atende a área urbana, porém ainda não conta com uma ETE operante. No entanto está em fase de construção a ETE Cordeirópolis que atenderá uma população de 31.545 habitantes. Esta ETE irá operar através de um processo integrado com sistema aeróbio e anaeróbio (reator UBOX) e tem a vazão de projeto de 71 L/s. Os indicadores da ETE estão reunidos na Tabela 5.28.

TABELA 5.28 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE CORDEIRÓPOLIS

<i>Nome da ETE</i>	<i>ETE Cordeirópolis</i>
Status	Em construção
Vazão de projeto (L/s)	71
Vazão afluente (L/s)	0
Processo	Reator UBOX
Eficiência adotada	94%

Elaboração: Engecorps, 2019

O efluente da estação de tratamento será lançado no Córrego Ibicaba (fora do território da Bacia do Rio Corumbataí), e a sua operação terá uma eficiência de 94% de remoção de carga. Os gráficos apresentados na Figura 5.21 trazem os principais parâmetros operacionais do sistema de esgotamento sanitário de Cordeirópolis e a disposição da área de atendimento do sistema, da ETE e do ponto de lançamento dos efluentes tratados. A localidade do Recreio não é atendida pelo sistema municipal de esgotamento sanitário.

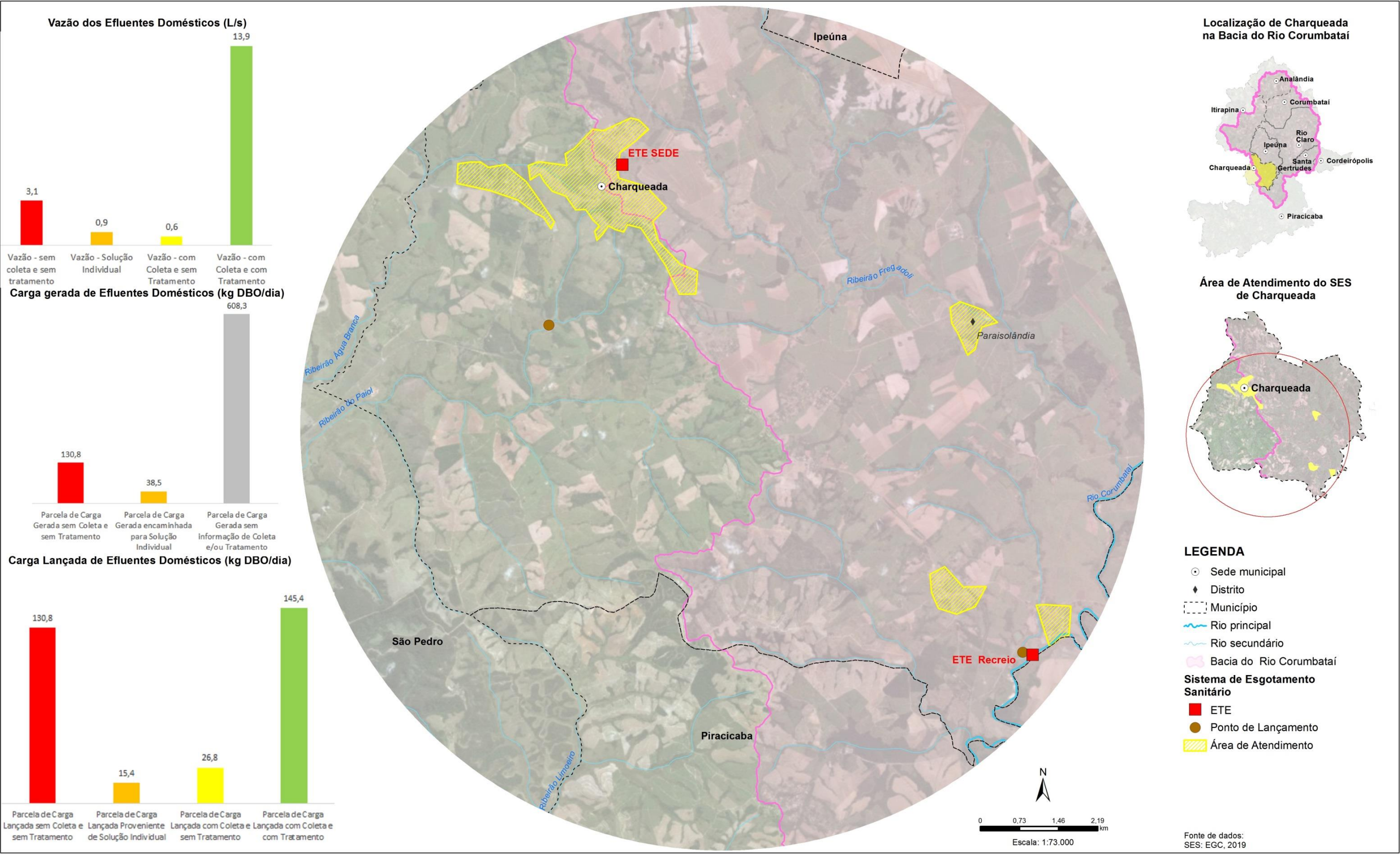


Figura 5.20 – Sistema de Esgotamento Sanitário de Charqueada

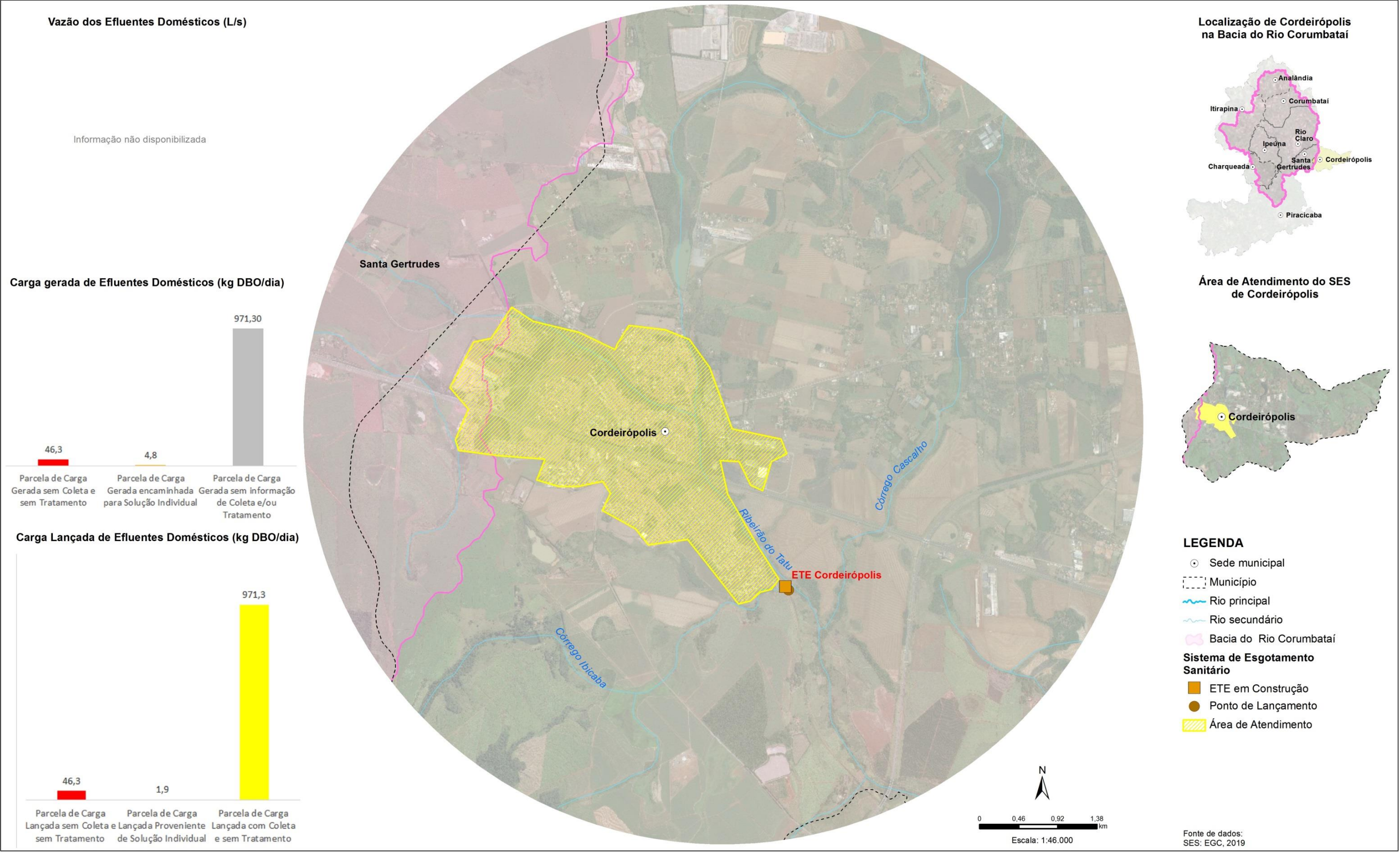


Figura 5.21 – Sistema de Esgotamento Sanitário de Cordeirópolis

5.1.2.4 CORUMBATAÍ

O município de Corumbataí conta com um sistema de esgotamento que atende a Sede municipal (2.460 habitantes) e trata os efluentes domésticos na ETE Corumbataí, a partir de um processo de lodos ativados associado à aeração prolongada que confere uma eficiência de 85% de remoção de carga. Os indicadores da ETE estão reunidos na Tabela 5.29.

TABELA 5.29 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE CORUMBATAÍ

<i>Nome da ETE</i>	<i>ETE Corumbataí</i>
Status	Ativa
Vazão de projeto (L/s)	-
Vazão afluente (L/s)	13
Processo	Lodos ativados de aeração prolongada
Eficiência adotada	85%
Carga afluente ETE (Kg DBO/dia)	425,9
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	40,7

Elaboração: Engecorps, 2019

O efluente da estação de tratamento é lançado no Rio Corumbataí, com uma carga remanescente de aproximadamente 40 Kg DBO/dia. Os gráficos apresentados na Figura 5.22 trazem os principais parâmetros operacionais do sistema de esgotamento sanitário de Corumbataí e a disposição da área de atendimento do sistema, da ETE e do ponto de lançamento dos efluentes tratados. A localidade do Jardim Residencial Iracema não é atendida pelo sistema municipal de abastecimento público.

5.1.2.5 IPEÚNA

O sistema de esgotamento sanitário de Ipeúna é composto por dois sistemas isolados. O primeiro atende a sede municipal, contando com o tratamento de 10 L/s na ETE denominada por 'Nova ETE'. O segundo sistema é voltado para atender ao condomínio Portal dos Nobres, para o qual há um projeto para uma estação de tratamento que, no entanto, não houve recurso financeiro para a construção. Assim, o sistema deste condomínio é pautado em soluções individuais (fossas sépticas e sumidouros). Os indicadores da ETE em operação no distrito sede estão reunidos na Tabela 5.30.

TABELA 5.30 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE IPEÚNA

<i>Nome da ETE</i>	<i>ETE Ipeúna - Nova ETE</i>
Status	Ativa
Vazão de projeto (L/s)	17,6
Vazão afluente (L/s)	10
Processo	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa
Eficiência adotada	75%
Carga afluente ETE (Kg DBO/dia)	289,7
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	72,4

Elaboração: Engecorps, 2019

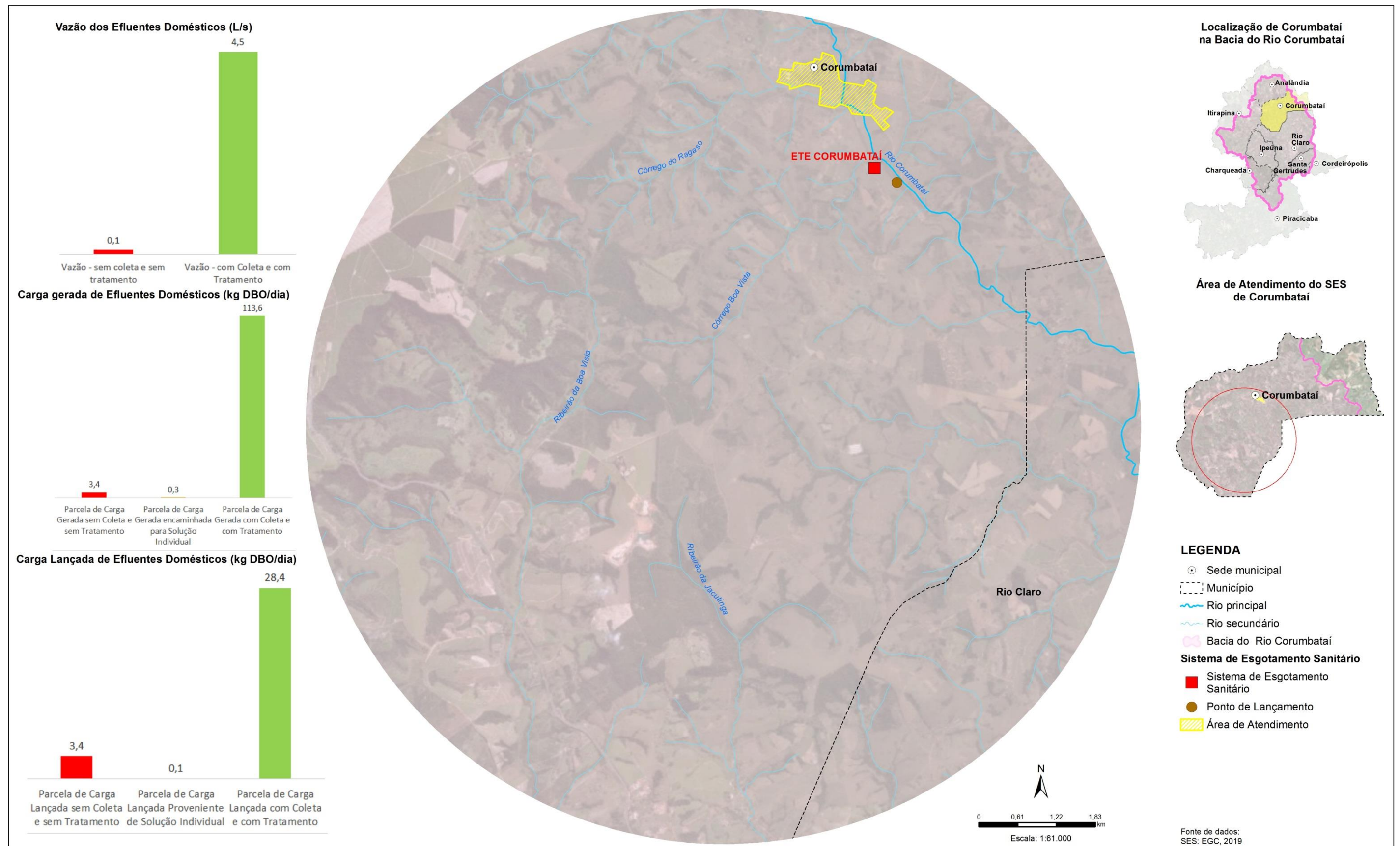


Figura 5.22 – Sistema de Esgotamento Sanitário de Corumbatai

A ETE opera a uma taxa de eficiência de 75% e a carga remanescente lançada no Córrego das Lavadeiras é de 72,4 Kg DBO/dia. Os gráficos apresentados na Figura 5.23 trazem os principais parâmetros operacionais do sistema de esgotamento sanitário de Ipeúna e a disposição da área de atendimento do sistema, da ETE e do ponto de lançamento dos efluentes tratados.

5.1.2.6 ITIRAPINA

O efluente doméstico gerado pela região urbana de Itirapina (distrito Sede) é coletado e tratado pela ETE Itirapina, que conta com uma vazão de projeto de 89 L/s e utiliza um processo de tratamento através de lagoa anaeróbia, lagoa facultativa e lagoa de maturação. Este sistema atende uma população de 13.832 habitantes. Os indicadores da ETE em operação no distrito Sede estão reunidos na Tabela 5.31.

TABELA 5.31 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE ITIRAPINA

<i>Nome da ETE</i>	<i>ETE Itirapina</i>
Status	Ativa
Vazão de projeto (L/s)	89
Vazão afluyente (L/s)	30,7
Processo	Lagoa Anaeróbia/Lagoa Facultativa/Lagoa Maturação
Eficiência adotada	82%
Carga afluyente ETE (Kg DBO/dia)	746,9
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	134,4

Elaboração: Engecorps, 2019

A ETE opera a uma taxa de eficiência de 82% e a carga remanescente lançada no Córrego da Água Branca é de 134,4 Kg DBO/dia. Os gráficos apresentados na Figura 5.24 trazem os principais parâmetros operacionais do sistema de esgotamento sanitário de Itirapina e a disposição da área de atendimento do sistema, da ETE e do ponto de lançamento dos efluentes tratados.

5.1.2.7 PIRACICABA

O sistema municipal de esgotamento sanitário de Piracicaba, assim como o seu sistema de abastecimento, é complexo e composto por uma série de estruturas e áreas de atendimento que delimitam sistemas isolados, atendendo localidades mais distantes ou, até mesmo, compondo um conjunto de subsistemas como é o caso da sede municipal.

O município conta hoje com 25 estações de tratamento de esgotos operantes, segundo atualização efetuada em visita técnica realizada em março de 2019, junto aos técnicos da SEMAE. Recentemente houve uma reestruturação nos sistemas de esgotamento em operação no município, o que justifica a dissonância com relação à quantidade de 32 ETEs contida na Revisão do Plano das Bacias PCJ.

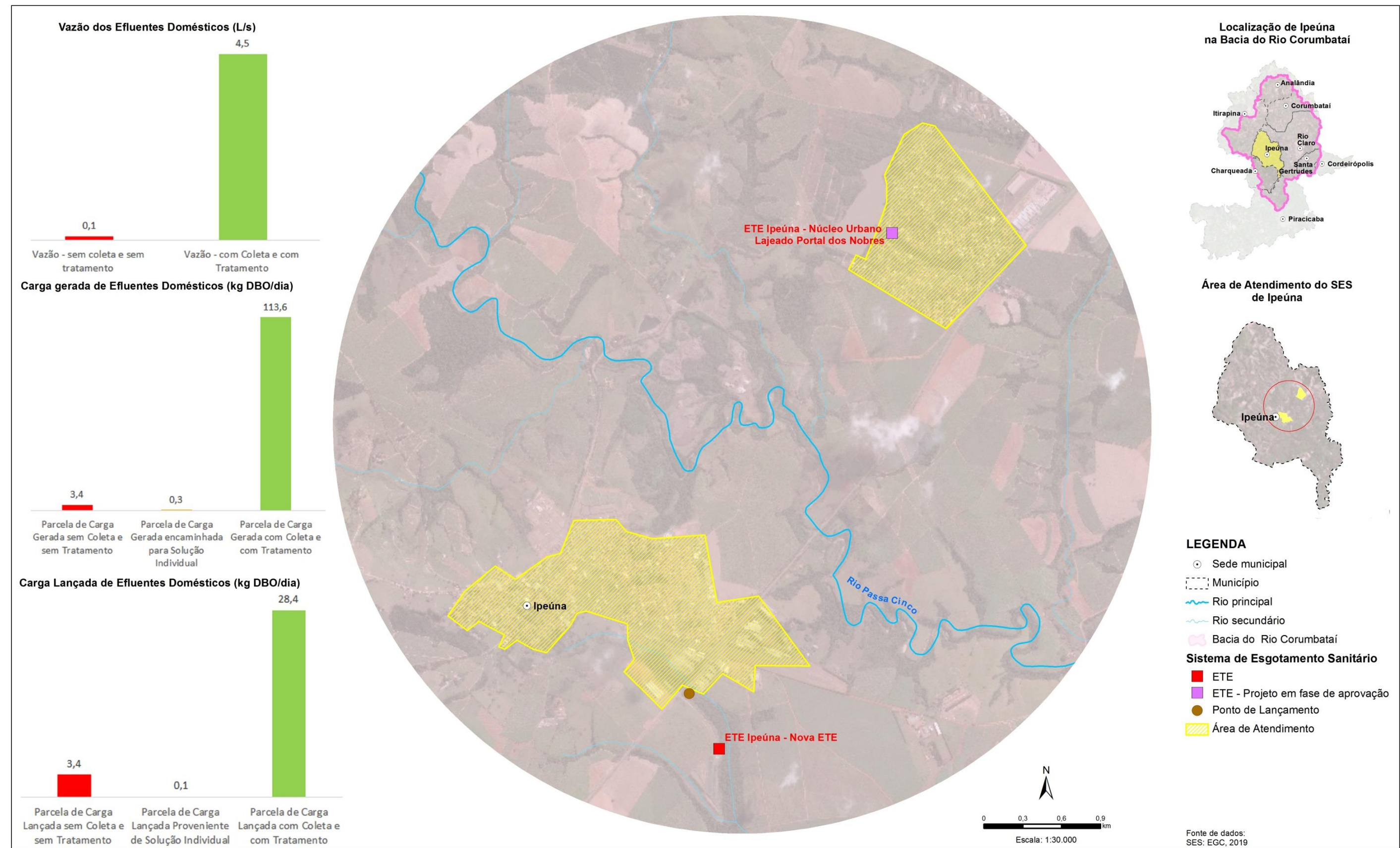


Figura 5.23 – Sistema de Esgotamento Sanitário de Ipeúna

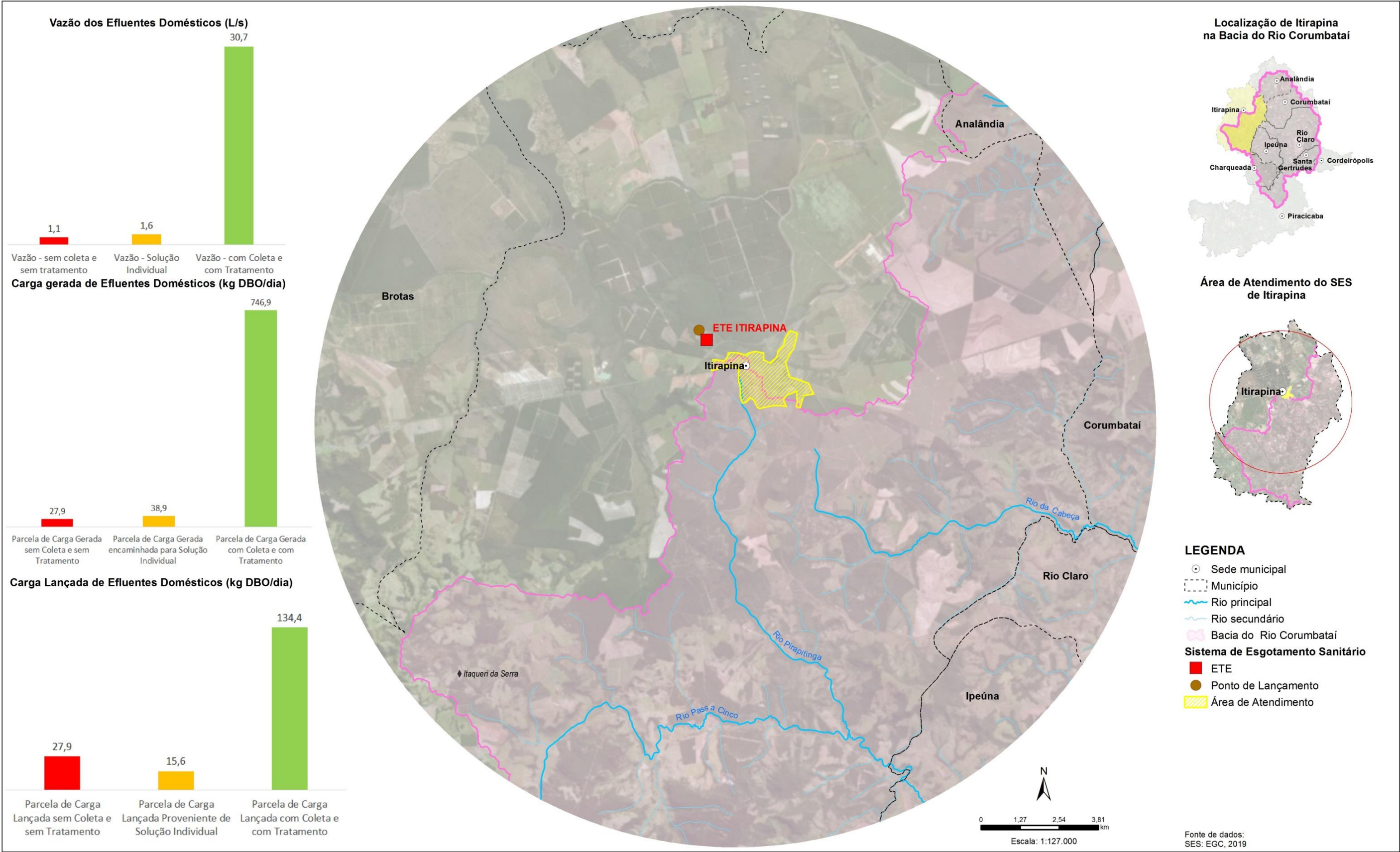


Figura 5.24 – Sistema de Esgotamento Sanitário de Itirapina

Essa redução do número de ETEs se justifica tanto pela conversão de algumas para estações elevatórias, quanto pela desativação definitiva. Em ambos os casos, reflete a alteração da conformação de alguns sistemas de esgotamento em operação no município. A Tabela 5.32 traz a relação das ETEs que saíram de operação e as justificativas obtidas na ocasião da visita técnica.

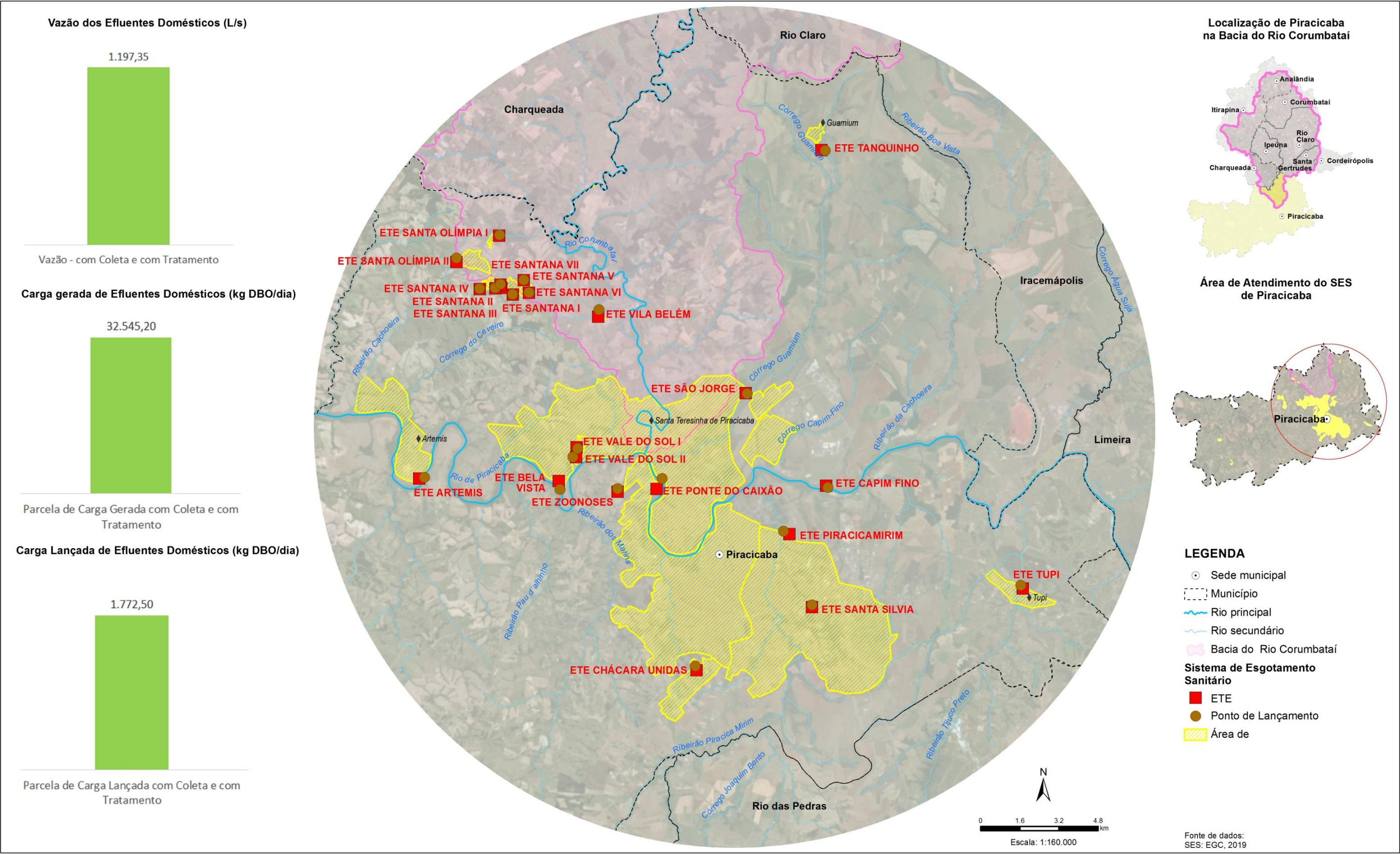
TABELA 5.32 – ATUALIZAÇÃO DO STATUS OPERACIONAL DAS ETES DESATIVADAS DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA

<i>ETE</i>	<i>Atualização de Status</i>
Anhumas II	Conversão para Estação Elevatória
Lago Azul II	Conversão para Estação Elevatória
Jupia	Conversão para Estação Elevatória
Engenho	Desativação
Santa Inês	Desativação
CECAP	Desativação
Curtume	Conversão para Estação Elevatória

Elaboração: Engecorps, 2019

De maneira geral, segundo o SNIS (2017) o município de Piracicaba apresenta 100% de coleta e tratamento dos esgotos, com uma taxa de remoção de 94%. Essas informações foram corroboradas durante as visitas técnicas realizadas em março de 2019.

Do total das 25 ETEs em operação no município, 4 estão localizadas dentro do território da Bacia do Rio Corumbataí. Estas estações operam sistemas de localidades isoladas sendo que as ETEs Santa Olímpia I e Vila Belém atendem áreas que estão completamente inseridas na bacia. Já as ETEs Santana V e Santana VI atendem, em conjunto com mais 5 estações, uma área parcialmente inserida na bacia. Cabe ressaltar que a ETE Santa Olímpia II, apesar de estar localizada fora da bacia, atende uma área que está praticamente toda inserida na Bacia do Rio Corumbataí. As Figuras 5.25 e 5.26 mostram a disposição das estruturas mencionadas neste parágrafo. As características técnicas de cada um destes sistemas estão representadas nos gráficos desta figura.



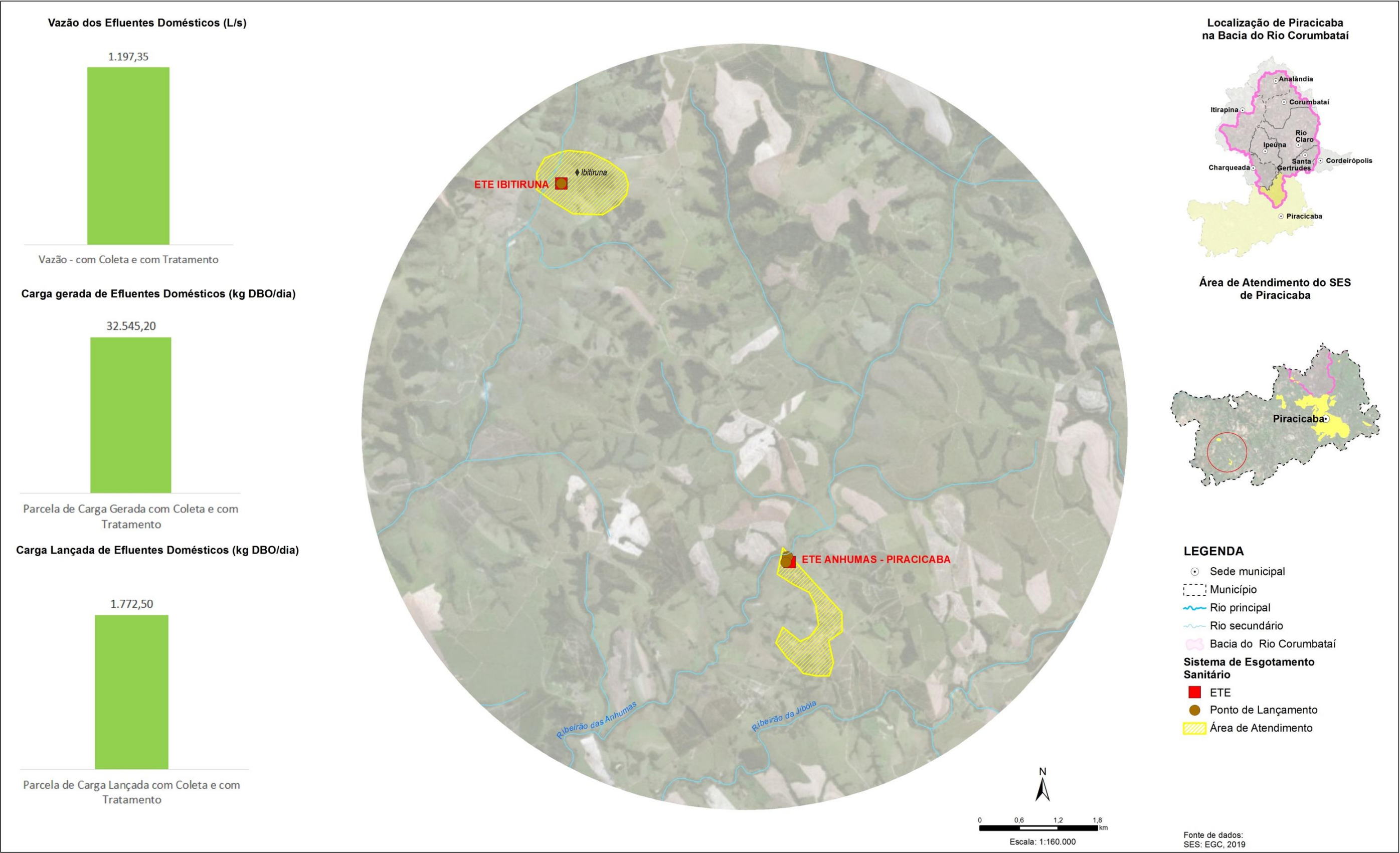


Figura 5.26 – Detalhe dos sistemas isolados do município de Piracicaba que margeiam a área da Bacia do Rio Corumbataí

TABELA 5.33 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS VILA BELÉM, SANTANA, SANTA OLÍMPIA I E SANTA OLÍMPIA II

Sistema	Nome da ETE	População atendida (hab.)	Vazão de projeto (L/s)	Vazão afluenta (L/s)	Processo	Eficiência adotada (%)	Nome corpo receptor	Classe de enquadramento adotada	Carga afluenta ETE (Kg DBO/dia)	Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	Vazão de referência corpo receptor (L/s)
Vila Belém	ETE Vila Belém	800	2	0,3	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	65	Rio Corumbataí	2	7,0	2,3	6.852,0
Santana	ETE Santana I	800	2	0,67	Tanque Séptico	71	Afluenta ao Corrego do Ceveiro	2	31,0	9,1	NI
	ETE Santana II	800	2	0,18	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	73	Afluenta ao Corrego do Ceveiro	2	7,0	1,9	NI
	ETE Santana III	800	2	0,12	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio + Sumidouro	65	Ribeirao S. Luis	2	3,0	1,1	NI
	ETE Santana IV	800	2	0,3	Fossa Filtro/(Fossa Séptica + Filtro Biológico) + Sumidouro	67	Ribeirao S. Luis	2	4,0	1,2	NI
	ETE Santana V	800	2	0,52	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	62	Afluenta ao Corrego do Ceveiro	2	23,0	8,8	NI
	ETE Santana VI	800	2	0,21	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio + Sumidouro	84	Afluenta ao Corrego do Ceveiro	2	9,0	1,2	NI
	ETE Santana VII	800	2	0,13	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	66	Corrego do Ceveiro	2	3,0	1	NI
Santa Olímpia I	ETE Santa Olímpia I	950	2,7	1,12	Lagoa Facultativa	92	Ribeirão Fazenda Santa Olimpia	2	36,0	3	106,7
Santa Olímpia II	ETE Santa Olímpia II	800	2	0,2	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio + Sumidouro	78	Ribeirão Limoeiro	2	13,0	2,6	NI

Elaboração: Engecorps, 2019
NI: Não Informado

O distrito de Santa Terezinha de Piracicaba é atendido pelos sistemas Bela Vista, Vale do Sol I e Vale do Sol II. Os detalhes técnicos de cada um destes sistemas estão dispostos na Tabela 5.34.

TABELA 5.34 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS QUE ATENDEM O DISTRITO DE SANTA TEREZINHA DE PIRACICABA

Nome da ETE	ETE Bela Vista	ETE Vale Do Sol I	ETE Vale Do Sol II
População atendida	142.500	800	800
Vazão de projeto (L/s)	381,2	2,0	2,0
Vazão afluente (L/s)	301,7	1,83	0,4
Processo	Lodos Ativados de Aeração Prolongada	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio
Eficiência adotada	97%	81%	66%
Nome corpo receptor	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba
Classe de enquadramento adotada	2	2	2
Carga afluente ETE (Kg DBO/dia)	8196	59	12
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	235	9,3	4,1
Vazão de referência corpo receptor (L/s)	40.329,5	40.031,1	40.031,1

Elaboração: Engecorps, 2019

Com relação à Sede municipal, a cobertura do atendimento fica a cargo dos sistemas Ponte do Caixão, Zoonoses, Piracicamirim, Chácara Unidas e Santa Silvia. Os detalhes técnicos de cada um destes sistemas estão dispostos na Tabela 5.35.

TABELA 5.35 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS QUE ATENDEM A SEDE DE PIRACICABA

Nome da ETE	ETE Ponte Do Caixão	ETE Zoonoses	ETE Piracicamirim	ETE Chácara Unidas	ETE Santa Silvia
População atendida	151.265		135.000	800	800
Vazão de projeto (L/s)	407,2	1,0	387,0	2,0	2,0
Vazão afluente (L/s)	509,7	0,3	304,3	0,5	0,41
Processo	Lodos Ativados De Aeração Prolongada	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio + Sumidouro	Lodos Ativados De Aeração Prolongada	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	Tanque Séptico
Eficiência adotada	94%	81%	94%	61%	63%
Nome corpo receptor	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	Ribeirão Piracicamirim	-	Ribeirão Piracicamirim
Classe de enquadramento adotada	2	2	2	2	2
Carga afluente ETE (Kg DBO/dia)	14.662,0	4,0	7.338,0	20,0	21,0
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	903,2	0,6	462	7,7	7,9
Vazão de referência corpo receptor (L/s)	32.692,8	40.031,1	542,5	60,8	542,5

Elaboração: Engecorps, 2019

Os sistemas Tupi e Tanquinho estão localizados na porção leste do território municipal e os sistemas Ibitiruna, Artemis e Anhumas, isolados na porção oeste. Estes quatro sistemas contemplam localidades isoladas entre si e a tabela a seguir traz as informações técnicas de cada um.

TABELA 5.36 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS DE IBITIRUNA, TUPI, TANQUINHO, ARTEMIS E ANHUMAS

Nome da ETE	ETE Tanquinho	ETE Tupi	ETE Ibitiruna	ETE Anhumas	ETE Artemis
População atendida	550	5.000	800	2.500	10.000
Vazão de projeto (L/s)	1,6	11,7	2	5	30
Vazão afluente (L/s)	0,57	12,34	0,22	2,86	21,73
Processo	Tanque Séptico + Lagoa Facultativa	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados	Tanque Séptico + Filtro Aneróbio	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio + Vala De Filtração	Lodos Ativados De Aeração Prolongada
Eficiência adotada	89%	97%	75%	94%	94%
Nome corpo receptor	Ribeirão Guamium	Ribeirão Tijuco Preto	Ribeirão dos Patos	Ribeirão das Anhumas	Rio Piracicaba
Classe de enquadramento adotada	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0
Carga afluente ETE (Kg DBO/dia)	31	474	10	154	336
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	3,4	12,0	2,1	9,0	21,0
Vazão de referência corpo receptor (L/s)	46,4	263,8	234,6	324,2	40.505,2

Elaboração: Engecorps, 2019

Os sistemas São Jorge e Capim Fino atuam na porção norte da área urbana, na margem direita do Rio Piracicaba. A tabela a seguir traz as informações técnicas de cada um.

TABELA 5.37 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS QUE ATENDEM O DISTRITO DE SANTA TEREZINHA DE PIRACICABA

Nome da ETE	ETE São Jorge	ETE Capim Fino
População atendida	1.650	30.000
Vazão de projeto (L/s)	3,8	57,0
Vazão afluente (L/s)	4,21	32,73
Processo	Lagoa Facultativa	Reator Anaeróbio + Lodos Ativados
Eficiência adotada	87%	95%
Nome corpo receptor	Ribeirão Guamium	Rio Piracicaba
Classe de enquadramento adotada	2	2
Carga afluente ETE (Kg DBO/dia)	160	934
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	19,6	43
Vazão de referência corpo receptor (L/s)	281,4	31.907,5

Elaboração: Engecorps, 2019

No Anexo II é apresentado o formulário validado em visita técnica, com todas as informações relacionadas ao sistema de esgotamento sanitário do município.

5.1.2.8 RIO CLARO

O município de Rio Claro é atendido por um conjunto de sistemas que, assim como foi observado para o município de Piracicaba, ora se complementam para atender um distrito, ora atendem de forma individual as localidades mais isoladas. De maneira resumida, a sede

municipal é atendida por 5 sistemas: Jardim Flores, Jardim Novo, Conduta, Jardim Palmeiras e Batovi.

As localidades isoladas de Ferraz e Ajapi, localizadas na porção norte do município, são atendidas por dois sistemas. Na porção sul, o sistema Assistência atende a localidade de mesmo nome.

E a região conhecida como Allan Grey, localizada entre a sede municipal e o sistema de Ajapi, na porção norte, não é atendida pelo sistema municipal de esgotamento sanitário e o destino dos efluentes ali gerados é um complexo de fossas sépticas.

Os gráficos apresentados na Figura 5.27 trazem os principais parâmetros operacionais do sistema de esgotamento sanitário de Rio Claro e a disposição da área de atendimento dos sistemas que atendem a sede municipal, com as suas respectivas ETEs e pontos de lançamento dos efluentes tratados.

Os sistemas da sede municipal estão descritos a seguir através da Tabela 5.38 de resumo técnico.

TABELA 5.38 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS QUE ATENDEM A SEDE DE RIO CLARO

Nome da ETE	ETE BATOVI	ETE CONDUTA	ETE FLORES	ETE PALMEIRAS	ETE JARDIM NOVO
População atendida	381	52.993	41.403	18.323	76.475
Vazão de projeto (L/s)	2,0	161,0	91,0	17,3	272,0
Vazão afluente (L/s)	2,0	154,0	78,0	13,0	237,0
Processo	FOSSA SÉPTICA + UASB + FILTRO AERÓBIO SUBMERSO + DESINFECÇÃO	REATOR ANAERÓBIO + LODOS ATIVADOS + DESINFECÇÃO UV	REATOR ANAERÓBIO (UASB) + LODOS ATIVADOS	REATOR ANAERÓBIO + LAGOA AERADA + LAGOA DE MATURAÇÃO	Sistema NEREDA
Eficiência adotada	97%	96%	96%	90%	94%
Nome corpo receptor	Rio Corumbataí	Ribeirão Claro	Rio Corumbataí	Rio Corumbataí	Córrego da Servidão
Classe de enquadramento adotada	2	3	2	2	2
Carga afluente ETE (Kg DBO/dia)	44,0	3.780,0	2.128,0	493,0	5.218,0
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	1,0	144,0	94,0	50,0	299,0
Vazão de referência corpo receptor (L/s)	1.583,4	792	1.583,4	2.035,4	2.035,4

Elaboração: Engecorps, 2019

Vale ressaltar que a ETE Jardim Novo, com início da operação em 2017, tem como diferencial a tecnologia NEREDA®, um sistema moderno e adequado aos novos padrões ambientais. Consiste em um sistema inovador desenvolvido na Holanda, mais avançado e eficiente, em que todos os processos biológicos de tratamento do esgoto, que em outros sistemas ocorrem separadamente, neste método acontecem simultaneamente.

O Sistema NEREDA® emite menos gases, pois possui tratamento aeróbio, e reduz o consumo de energia elétrica em cerca de 25% dentro das estações de tratamento.⁸⁶ Rio Claro é o segundo município do Brasil e o primeiro no estado de São Paulo a operar com essa nova tecnologia.

Com capacidade para tratar 242 litros por segundo, a ETE Jardim Novo trata o maior volume de esgoto do município, com a melhor qualidade e resultados ambientais. A implantação desta ETE elevou o tratamento global da cidade de 55% para 92%. O volume restante também será tratado na ETE Jardim Novo, após novas obras previstas para curto prazo, segundo gerente operacional da BRK Ambiental Rio Claro⁸⁷.

Ressalta-se que a implantação da ETE Jardim Novo, juntamente com a implantação de 21 km de redes coletoras e emissários de esgoto na região das avenidas Tancredo Neves e Visconde do Rio Claro nos últimos anos, vem beneficiando a despoluição do Córrego da Servidão, segundo notícia apresentada pela concessionária BRK Ambiental⁸⁸.

A Tabela 5.39 traz as informações técnicas dos sistemas isolados que atendem as regiões de Ferraz e Ajapi e a região de Assistência (conforme disposto na Figura 5.27).

TABELA 5.39 – DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS DE AJAPI, FERRAZ E ASSISTÊNCIA

Nome da ETE	ETE AJAPI	ETE ASSISTÊNCIA	ETE FERRAZ
População atendida	2.252,0	1.019,0	358,0
Vazão de projeto (L/s)	20,0	6,3	3,0
Vazão afluyente (L/s)	10,0	6,3	3,0
Processo	LAGOA ANAERÓBIA + LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATURAÇÃO	FOSSA SÉPTICA + FILTRO AERÓBIO SUBMERSO + DESINFECÇÃO	FOSSA SÉPTICA + REATOR ANAERÓBIO + VALA DE FILTRAÇÃO
Eficiência adotada	90%	91%	96%
Nome corpo receptor	Rio Corumbataí	Rio Corumbataí	Rio Corumbataí
Classe de enquadramento adotada	2	2	2
Carga afluyente ETE (Kg DBO/dia)	432,0	163,0	161,0
Carga de lançamento da ETE (Kg DBO/dia)	41,0	16,0	5,0
Vazão de referência corpo receptor (L/s)	1.583,4	1.583,4	1.583,4

Elaboração: Engecorps, 2019

⁸⁶ Portal Tratamento de Água. Rio Claro/SP terá primeira ETE das Bacias PCJ construída com tecnologia holandesa. Notícia publicada em 13/07/2016. In: <https://www.tratamentodeagua.com.br/rio-claro-tera-primeira-ete-das-bacias-pcj-construida-com-tecnologia-holandesa/>

⁸⁷ Dínamus Assessoria de Imprensa. Rio Claro sedia workshop sobre tecnologia mais moderna e eficaz de tratamento de esgoto. Notícia publicada em 09/05/2019. In: <http://dinamuscomunicacao.com.br/rio-claro-sedia-workshop-sobre-tecnologia-mais-moderna-e-eficaz-de-tratamento-de-esgoto/>

⁸⁸ BRK Ambiental. Em 10 anos, a BRK Ambiental eleva de 12% para 92% o tratamento de esgoto em Rio Claro. Notícia de 13/10/2018. In: <https://www.brkambiental.com.br/rio-claro/em-10-anos-brk-ambiental-eleva-de-12-para-92-o-tratamento-de-esgoto-em-rio-claro>

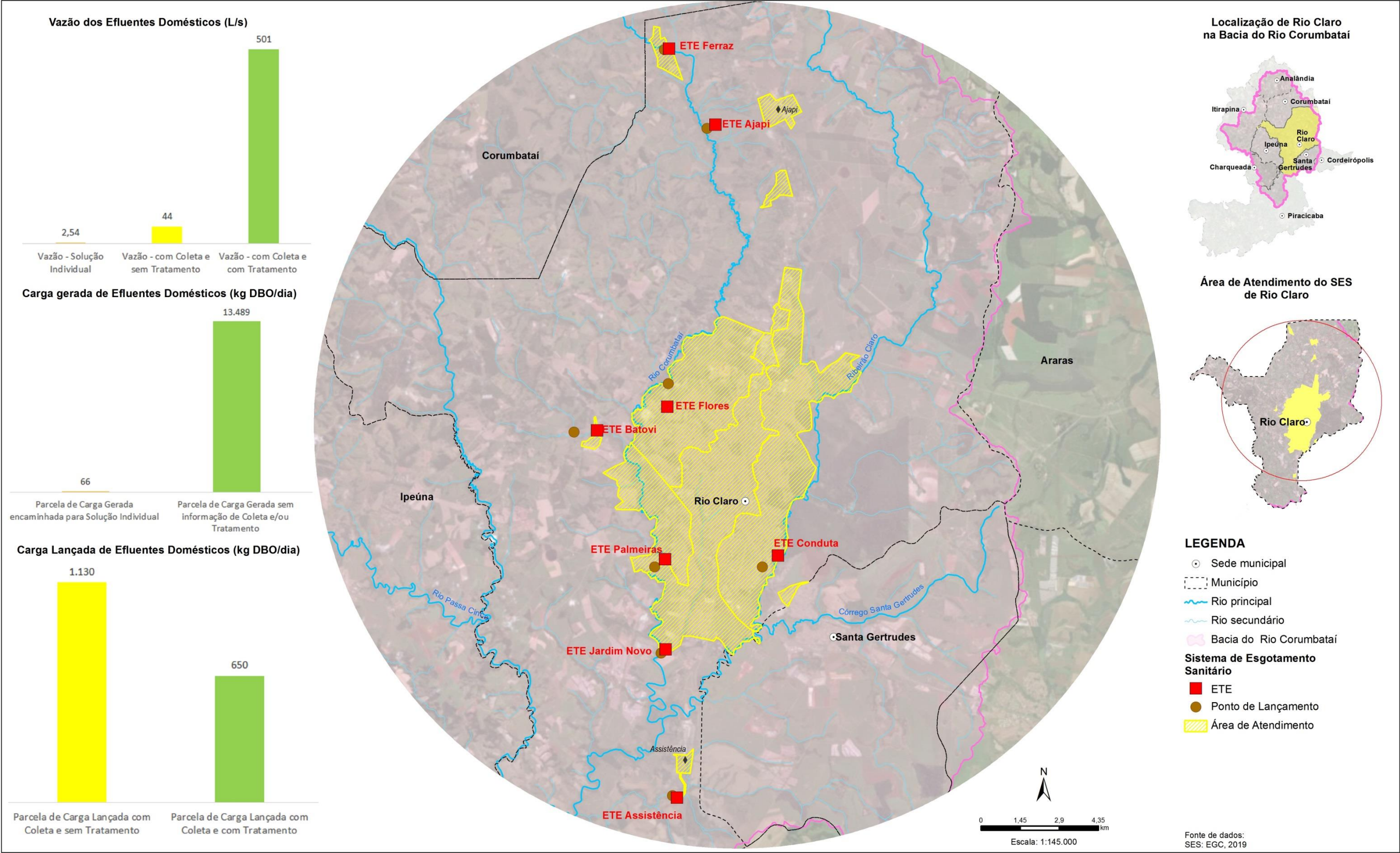


Figura 5.27 – Sistema de Esgotamento Sanitário de Rio Claro

5.1.2.9 SANTA GERTRUDES

O efluente doméstico gerado pela área urbana de Santa Gertrudes (distrito Sede) é coletado e tratado pela ETE Santa Gertrudes, que conta com uma vazão de projeto de 44 L/s e utiliza um processo de tratamento através de lagoa anaeróbia, lagoa facultativa e lagoa de maturação. Este sistema atende uma população de 25.364 habitantes. Os indicadores da ETE em operação no distrito Sede estão reunidos na Tabela 5.40.

TABELA 5.40 – INDICADORES OPERACIONAIS PARA A ETE DE SANTA GERTRUDES

<i>Nome da ETE</i>	<i>ETE Santa Gertrudes</i>
Status	Ativa
Vazão de projeto (L/s)	44
Vazão afluente (L/s)	43,4
Processo	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa De Maturação
Eficiência adotada	80%
Carga afluente ETE (Kg DBO/dia)	1782
Carga de lançamento (Kg DBO/dia)	297

Elaboração: Engecorps, 2019

A ETE opera a uma taxa de eficiência de 80% e a carga remanescente lançada no Ribeirão Claro é de 297 Kg DBO/dia. Os gráficos apresentados na Figura 5.28 trazem os principais parâmetros operacionais do sistema de esgotamento sanitário de Santa Gertrudes e a disposição da área de atendimento do sistema, da ETE e do ponto de lançamento dos efluentes tratados.

5.1.3 ***Panorama do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí***

O diagnóstico do manejo de resíduos sólidos dos municípios da Bacia do Rio Corumbataí estabelecido neste tópico tem como principal objetivo caracterizar a estrutura urbana de destinação final, a fim de definir eventuais fontes de poluição para os corpos hídricos da região. Por não se tratar de um estudo específico do setor, não serão contemplados aqui os pormenores sobre rotinas e áreas de cobertura de coleta, existência de coleta seletiva, cooperativas de reciclagem, etc.

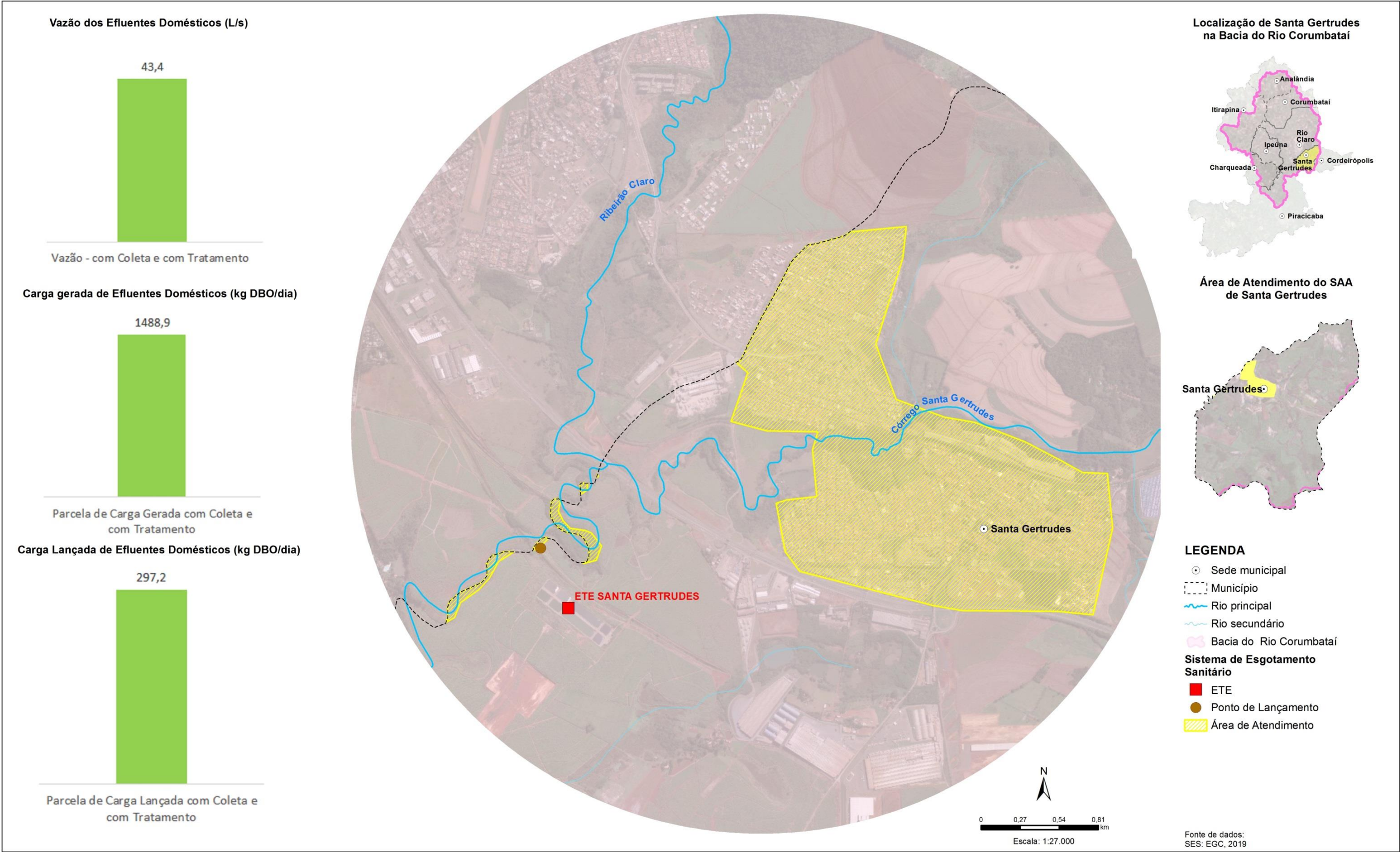


Figura 5.28 – Sistema de Esgotamento Sanitário de Santa Gertrudes

As informações apresentadas a seguir foram extraídas da Revisão do Plano das Bacias PCJ que, por sua vez, apresentou como fonte o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos⁸⁹ (CETESB, 2015). Os resultados do levantamento de informações, por município, se encontram na Tabela 5.41. A Figura 5.29 apresenta o fluxo dos resíduos, a quantidade de resíduos gerada pelos municípios que possuem aterros ou valas e a quantidade recebida pelos municípios receptores.

TABELA 5.41 – DADOS SOBRE OS SISTEMAS MUNICIPAIS DE MANEJO DE RESÍDUOS

<i>Município</i>	<i>RSU (T/dia)</i>	<i>IQR</i>	<i>Destino dos Resíduos</i>	<i>Per capita de Resíduo por Município (kg/hab.dia)</i>
Analândia	2,63	10	Guataporá	0,7
Charqueada	10,44	7,8	Permanece no município	0,7
Cordeirópolis	14,61	8,2	Permanece no município	0,7
Corumbataí	1,53	9,5	Permanece no município	0,7
Ipeúna	4,17	8,8	São Pedro	0,7
Itirapina	10,83	7,2	Permanece no município	0,7
Piracicaba	130,3	9,8	Permanece no município	0,9
Rio Claro	175,58	9	Permanece no município	0,9
Santa Gertrudes	17,3	8,8	São Pedro	0,7

Fonte: Revisão do Plano das Bacias PCJ (PROFIL, 2019). Adaptado por Engecorps, 2019

Os municípios de Ipeúna e Santa Gertrudes encaminham os seus resíduos sólidos para o aterro de São Pedro. Analândia utiliza o aterro de Guataporá como local de destinação final. Os municípios de Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Itirapina, Piracicaba e Rio Claro possuem aterros próprios aonde são dispostos os seus respectivos resíduos.

Vale salientar que o município de Piracicaba deixou, recentemente, de encaminhar os seus resíduos sólidos para aterros particulares nos municípios de Paulínia e Rio das Pedras, com o início da operação do novo aterro sanitário localizado no bairro Palmeiras, na divisa entre Piracicaba e Iracemápolis.

A CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) emitiu a Licença de Instalação nº 21002870 de 2017 para o Aterro Sanitário da Central de Tratamento de Resíduos – CTR Palmeiras, para atendimento ao município de Piracicaba e recebimento dos rejeitos da unidade de tratamento mecânico biológico, com capacidade de recebimento de 400 t/dia, objeto da Licença Prévia Nº 2476 (Processo 194/2013).

⁸⁹ COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos. São Paulo, 2015.

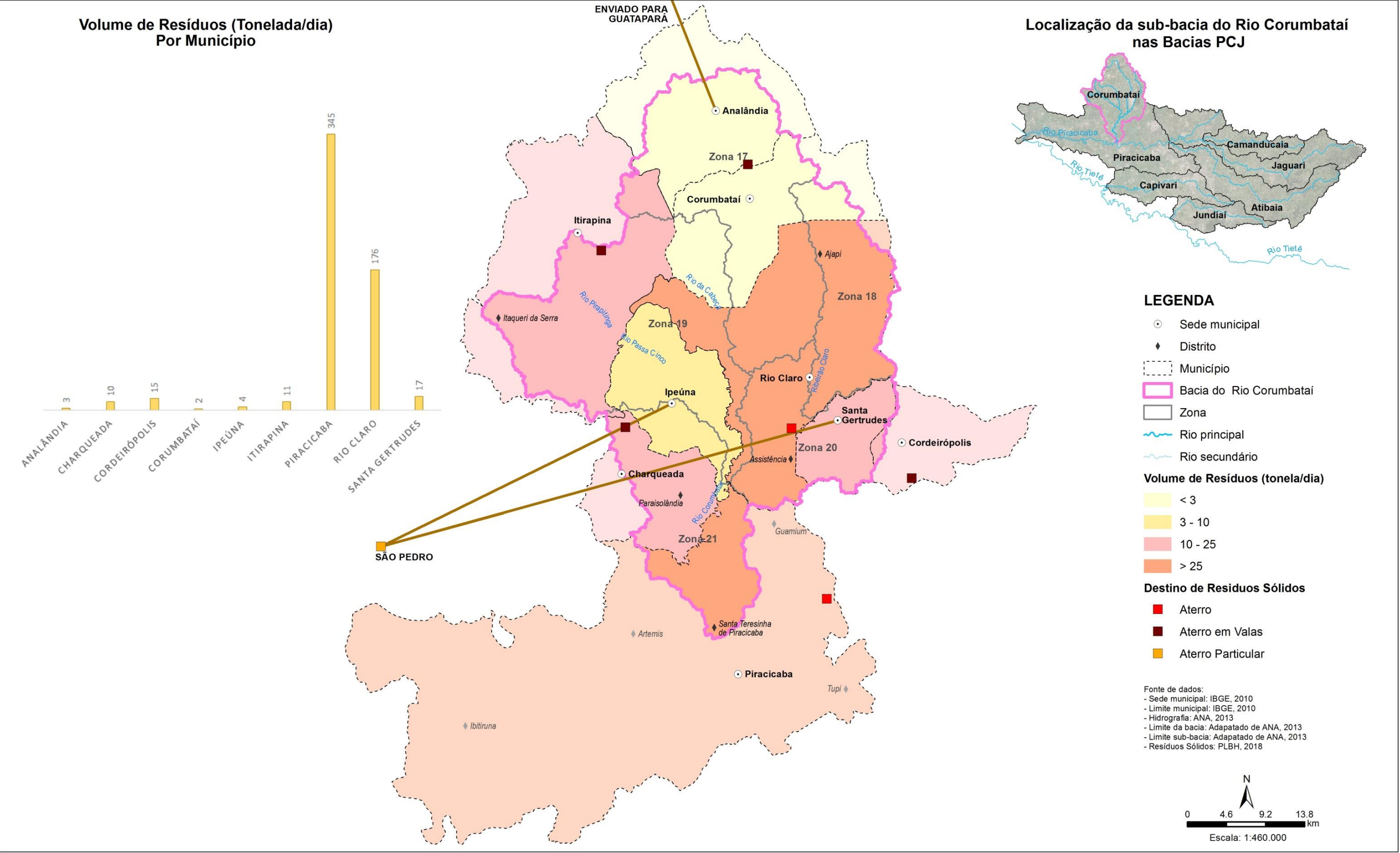


Figura 5.29 – Volume gerado de resíduos sólidos e seu destino na Bacia do Rio Corumbataí

Além disso, esses municípios não recebem nos seus aterros os resíduos de nenhum outro município, não havendo então importação de resíduos para a Bacia do Rio Corumbataí, apenas exportação.

De acordo com os índices de qualidade de resíduos da CETESB, todos os municípios são considerados adequados, uma vez que o seu sistema de disposição final apresenta boas condições sanitárias.

5.1.4 Panorama do Sistema de Drenagem na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí

Com o crescimento desordenado das cidades, as áreas urbanas foram ocupando muitas vezes áreas de risco, assim como as várzeas inundáveis dos rios, agravando os impactos causados pelas inundações.

As inundações⁹⁰ são fenômenos que ocorrem naturalmente. Entretanto, a falta de cobertura vegetal aliada à impermeabilização do solo nas áreas urbanas, reduzem muito a infiltração de água, consequentemente há o aumento do escoamento superficial e da quantidade de água que chega à calha dos rios.

A dinâmica de ocupação das áreas urbanas também agravou problemas relacionados à alagamentos⁹¹. O crescimento das cidades não foi acompanhado por medidas de controle do escoamento superficial. Em alguns municípios as redes de drenagem não dão conta de grandes vazões quando ocorrem chuvas intensas, gerando o acúmulo de água nas ruas e calçadas momentaneamente, causando transtornos à população.

O sistema de drenagem urbana tem como objetivo escoar a água precipitada o mais rápido possível para jusante do ponto de coleta de forma a reduzir a exposição da população e das edificações ao risco de inundações e reduzir o nível de danos causados pelas inundações (erosão de vias, lotes, casas). Seu sistema é composto pela microdrenagem e macrodrenagem. A primeira é constituída por redes coletoras de águas pluviais, poços de visita, sarjetas, bocas de lobo e meios-fios, os quais têm por finalidade a coleta e o afastamento das águas superficiais ou subterrâneas, através das galerias e canais urbanos. E, a segunda é constituída pelo conjunto de galerias de águas pluviais, canais, etc., que constituem grandes troncos coletores das águas de chuva em áreas urbanizadas ou em processo de urbanização.

Para a análise das condições da drenagem urbana dos municípios da bacia do Rio Corumbataí foram adotadas diferentes fontes de informações, tais como: a vulnerabilidade à inundação dos cursos d'água (ANA, 2014)⁹², Perigo de inundação (IG, 2014), pontos de inundação (IPT, 2013)⁹³, e quantidade de pessoas atingidas por eventos extremos de origem hídrica (Defesa Civil, 2017).

A primeira fonte de informação, oriunda do Atlas de Vulnerabilidade à Inundação (ANA, 2014) teve como objetivo identificar a ocorrência e os impactos das inundações graduais nos principais

⁹⁰ Inundação: transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea.

⁹¹ Alagamento: cúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem.

⁹² ANA. Atlas de Vulnerabilidade a Inundação. Brasília, 2014.

⁹³ IPT e DAEE. Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo. São Paulo, 2013.

rios das bacias hidrográficas brasileiras. Trata-se de um compilado que agrupa e consolida, em um único padrão, informações dos Estados, do Distrito Federal e da União. Com base nesta fonte de informação, a bacia do Rio Corumbataí apresenta dois rios vulneráveis o Rio Pirapetinga com baixa vulnerabilidade a inundação, e o Ribeirão Claro classificado como de média vulnerabilidade (Figura 5.30). A seguir são detalhados estes trechos:

- ✓ Rio Pirapetinga, no município de Itirapina, num trecho de 12,1 km de extensão;
- ✓ Ribeirão Claro: 3 diferentes trechos: no município de Corumbataí (4,5 km de extensão), em Rio Claro (31,3 km de extensão), e em Santa Gertrudes (3,1 km de extensão).

Ainda de acordo com esse mapeamento realizada pela ANA, em todos os demais trechos da bacia do Rio Corumbataí, o impacto associado às inundações é baixo, compreendendo apenas danos localizados. Entretanto, em alguns trechos ocorrem inundações com alta frequência (eventos de inundações graduais observados em um período inferior a cinco anos).

Visando complementar as informações da ANA (2014), também foram consultados os dados referentes às áreas de risco de inundação extraídas do SGI-RISCOS-IG (Sistema Gerenciador de Informações de Riscos), desenvolvido pelo Instituto Geológico do Estado de São Paulo. A partir de atributos das unidades básicas de compartimentação (UBC) do Estado de São Paulo, estabeleceu-se seis classes para exprimir o grau de perigo à inundação, de P0 a P5, onde P0 representa uma probabilidade nula a quase nula de ocorrência do processo e P5 a probabilidade máxima de ocorrência do processo perigoso (classe Muito Alta). As demais classes representam situações intermediárias entre estes extremos: P4 (Alta), P3 (Média), P2 (Baixa) e P1 (Muito Baixa). A análise desta fonte de informação demonstrou que apenas o Rio Corumbataí na altura de Rio Claro encontra-se em situação de médio perigo (Figura 5.30).

Os dados do IPT (2013), referente ao cadastramento das localidades com ocorrência de inundações no Estado de São Paulo, corroboram os dados apresentados pelo IG. De acordo com este cadastramento, na bacia do Rio Corumbataí, tiveram maior ocorrência de inundações (Figura 5.30):

- ✓ Rio Corumbataí, nos trechos correspondentes as áreas urbanas do município de Corumbataí, dos distritos de Ferraz (município de Rio Claro) e de Santa Terezinha de Piracicaba (município de Piracicaba);
- ✓ Córrego da Servidão, na área urbana de Rio Claro;
- ✓ Córrego Santa Gertrudes, na área urbana de Santa Gertrudes.

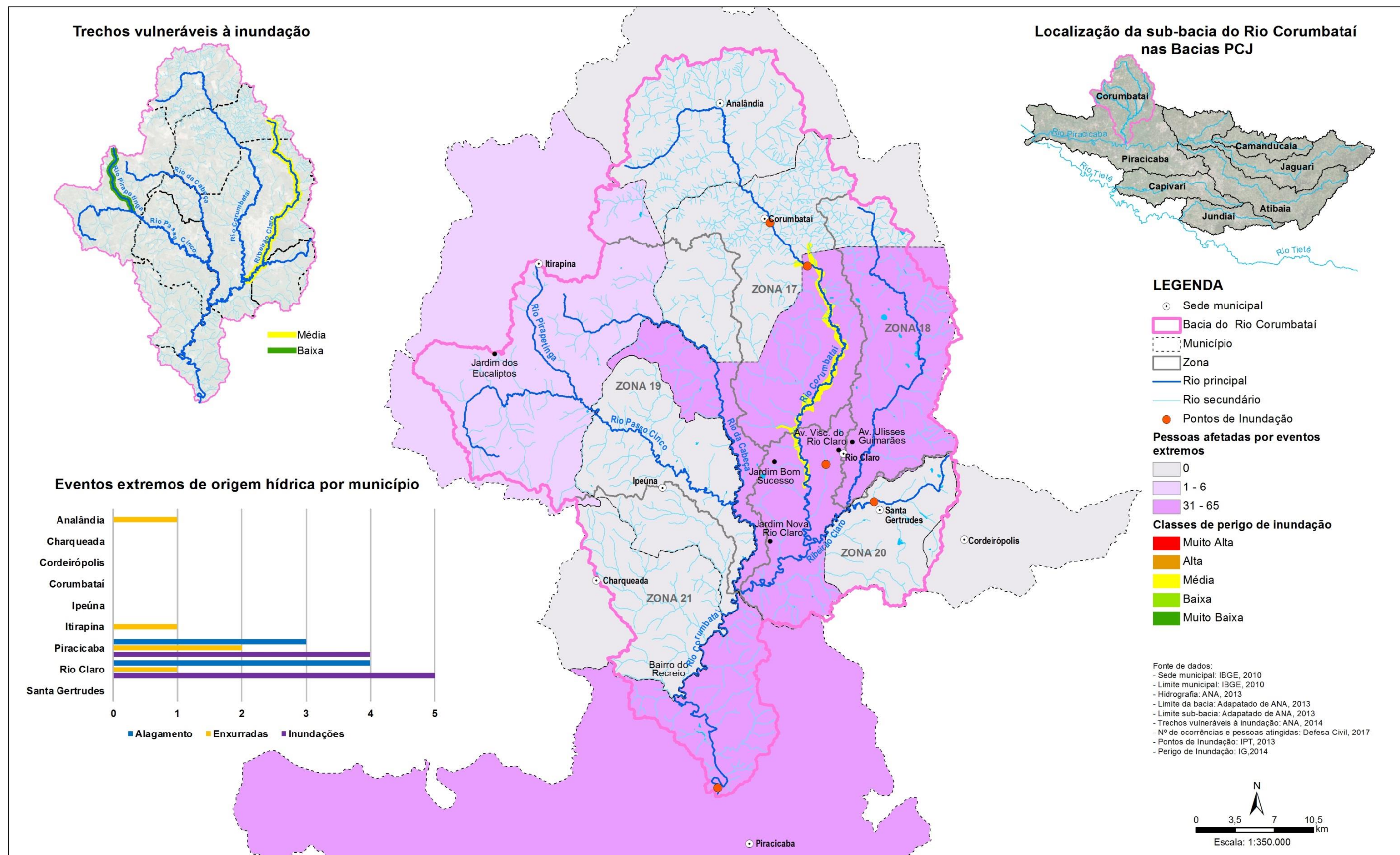


Figura 5.30 – Localidade dos eventos extremos de origem hídrica na Bacia do Rio Corumbataí

Também foram consultados os dados oriundos da Defesa Civil (2017) que discriminam as ocorrências e o número de pessoas atingidas por eventos extremos de origem hídrica (Inundação, Enxurrada ou Alagamento) por município. Os resultados mostraram que as maiores ocorrências tanto em termos de inundações quanto alagamentos se dão nos municípios de Rio Claro e Piracicaba.

A Figura 5.30 sintetiza os registros das quatro fontes de dados consultadas em relação aos problemas de drenagem urbana na bacia do Rio Corumbataí.

A seguir são apresentados panoramas individualizados para alguns municípios da bacia do Rio Corumbataí que apresentam situação mais complexa e/ou se teve acesso a informações mais detalhadas nos Planos de Saneamento Municipal.

- ✓ **Charqueada:** A macrodrenagem está inserida nas bacias dos rios Corumbataí e Piracicaba. A maior parte da drenagem urbana, região central e todo o bairro de Paraisolândia, é feita através do Córrego Charqueadinho, afluente do Ribeirão Fregadoli, que por sua vez é afluente do Rio Corumbataí. Uma pequena parte da região central tem seu sistema de drenagem na sub-bacia do Ribeirão Água Branca.

Embora, de acordo com as fontes consultadas sobre as condições da drenagem urbana da área de estudo, nenhuma delas apontou ocorrência de inundação ou alagamento no município de Charqueada, nem de pessoas afetadas por estes eventos extremos, no Plano Municipal de Saneamento Básico e PMGIRS (2015), tem-se como ponto mais crítico de ocorrência de inundação o bairro do Recreio.

- ✓ **Ipeúna:** A macrodrenagem do município está integralmente inserida na bacia do Rio Corumbataí, tendo como principal sub-bacia de drenagem o Córrego Lavadeiras. De acordo com as fontes consultadas, o sistema drenagem urbana do município não apresenta áreas susceptíveis a inundação ou alagamento, nem mesmo no Plano de Saneamento Básico do Município.
- ✓ **Itirapina:** Embora não haja problemas de inundação e enchentes apontados nas fontes consultadas supracitadas, foram identificados problemas pontuais de microdrenagem no Plano de Saneamento Básico Municipal (2016) e em notícias publicadas da própria prefeitura, daí a Defesa Civil apresentar dados referentes a pessoas afetadas por eventos extremos de origem hídrica.

Um exemplo desses eventos é no acesso pavimentado ao Jardim dos Eucaliptos, onde na época das obras deixaram de fazer as galerias de águas pluviais (drenagem), o que ocasiona que as águas de lavagem de garagens, calçadas e de limpeza externa das residências corram pelas sarjetas, de forma lenta e indesejável, pois não havia queda suficiente para seu destino final, através das sarjetas⁹⁴.

⁹⁴ <http://www.itirapina.sp.gov.br/p2n/index.php/prefeitura/noticias/20171/781-galerias-de-aguas-pluviais-jardim-dos-eucaliptos>

De acordo com a PMSB de Itirapina, os problemas mais frequentes na drenagem urbana é destruição do pavimento asfáltico e o surgimento de processos erosivos quando ocorrem chuvas intensas; e a incompatibilidade do diâmetro da tubulação com a demanda das águas, em pontos específicos, especialmente, nas ruas Sete, Dois e Um (antiga Estrada do Passa Cinco), avenidas Mario Covas, Cinco e Dez.

- ✓ Piracicaba: De acordo com técnicos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) em parceria com a Defesa Civil, foram identificadas nove áreas com risco de inundação em Piracicaba: Nova Piracicaba, Jupiá, Rua do Porto, região da Avenida 31 de Março, Ondinhas, Bairro Verde, Vila Rios, IAA e córrego do Piracicamirim. Todos os pontos são de médio risco.

Numa ação preventiva, a Defesa Civil de Piracicaba desenvolveu a partir de 2009 um levantamento dos moradores que vivem em áreas propensas a alagamentos. O trabalho apontou o número de residências dessas áreas e registrou a forma mais rápida de contato com os responsáveis, caso em algum momento, haja necessidade da remoção dos moradores e seus pertences. Neste levantamento foram registrados 267 imóveis em locais onde existe possibilidade de alagamento em caso de chuvas intermitentes.

De acordo com cadastro realizado pelo IPT (2013), dentro da bacia do Rio Corumbataí, foi identificado no município de Piracicaba, a ocorrência de inundações recorrentes na foz do Rio Corumbataí, no distrito de Santa Terezinha de Piracicaba, no loteamento São Francisco e na Rua João Pedro Correa (próximo a Vila Rio).

É importante ainda salientar que na Revisão do Plano Diretor de Piracicaba (APPLAP, 2018)⁹⁵ há a proposta de estabelecer a Zona Especial de Risco a Inundação (ZERIN) na Macrozona Urbana que constitui de áreas, públicas ou privadas, compreendendo áreas marginais aos cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas, as áreas de fundo de vale e as áreas isoladas na cidade que sofrem com as inundações devido a urbanização. O Mapa da Zona Especial de Risco a Inundação – ZERIN está em elaboração com os dados e projetos existentes na Prefeitura de Piracicaba, dentre os quais o Relatório Técnico nº 137.717-205 - "Mapeamento de Áreas de alto e muito alto Risco a Deslizamentos e Inundações no Município de Piracicaba" elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, e estudo conjunto com as seguintes equipes técnicas: Ipplap, drenagem da Secretaria Municipal de Obras - Semob, Serviço Municipal de Água e Esgoto – Sema e Defesa Civil.

- ✓ Rio Claro: De acordo com as fontes consultadas sobre as condições da drenagem urbana supracitadas, a área urbana de Rio Claro é a mais problemática da bacia do Rio Corumbataí, tanto em termos de inundação quanto de alagamento, como observado na Figura 5.30. De acordo com o Plano de Saneamento Municipal (2014), a ocupação urbana na região do Córrego da Servidão influenciou para os constantes alagamentos da área, ponto crítico da cidade. Com a canalização total do Córrego da Servidão no núcleo urbano de Rio Claro, houve um consequente aumento da velocidade do fluxo a jusante, e a situação se agravou nos últimos anos, com a canalização de afluentes do Córrego Servidão. As inundações

⁹⁵ IPPLAP. Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba: Minuta do Diagnóstico. 2018.

ocorrem principalmente, nas confluências dos córregos da Servidão e Wenzel, setor da Avenida Visconde de Rio Claro, próximo à Rodovia Washington Luís e no Bairro Jardim Inocoop.

Como mencionado no PMSB (2014), a Defesa Civil destaca os seguintes trechos com risco de alagamentos e inundações: (i) Avenida 16 entre as ruas 20 e 21 no Jardim São Paulo (transbordamento do Córrego Wenzel); (ii) Avenida Tancredo Neves, próximo à rodoviária (transbordamento do Córrego da Servidão); (iii) se o Lago Azul transbordar, a Avenida Visconde do Rio Claro pode apresentar trechos de alagamento; (iv) Jardim Conduta; (v) nas proximidades do Córrego São Pedro, no bairro Jardim Nova Rio Claro.

Notícias e estudos publicados apontam outras localidades em Rio Claro com problemas de inundação e alagamento. Por exemplo, o Rio Corumbataí, que em 2015 o grande volume de chuva fez com que o nível do rio estivesse três metros acima do nível normal, sobretudo na área do Jardim Nova Rio Claro⁹⁶. Esses eventos ocorrem exclusivamente no verão, fazendo dessa questão um problema sazonal. Felizmente, existem sensores que fazem a leitura do nível da água e, com os dados, é possível emitir alertas para que a população evite os locais alagados⁹⁷.

- ✓ Santa Gertrudes: No Plano de Saneamento Básico de Santa Gertrudes foram delimitadas todas as bacias hidrográficas que interferem com o sistema de macrodrenagem do município, tendo como critério os locais onde se observam inundações e pontos sujeitos a problemas futuros, totalizando 12 seções de controle. Com destaque para vários 10 pontos no Córrego Santa Gertrudes e 2 pontos no Córrego do Caju. Corroborando essa informação, o cadastro realizado pelo IPT (2013) também identificou ocorrência de inundações no Córrego Santa Gertrudes.

Nos outros municípios, de maneira geral, há áreas onde não existem redes coletoras, assim, as águas pluviais correm pelas sarjetas podendo também se espalhar pelas calçadas e pelo leito das ruas e avenidas. Entretanto, a dimensão dessas ocorrências não é considerada como alagamento, assim, não existem pontos suscetíveis a inundação, tampouco corpos hídricos que apresentam perigo de enchente.

5.1.5 Doenças de Veiculação Hídrica

A água, tão necessária à vida do ser humano, pode ser também responsável por transmitir doenças. A carência e a precariedade da infraestrutura sanitária desempenham uma interface com a situação de saúde e com as condições de vida da população. Os serviços de saneamento básico são os que apresentam mais nítida relação com a saúde, em particular a infantil, uma vez que são as crianças as que estão mais sujeitas a sofrer as graves consequências do ambiente não saneado⁹⁸.

⁹⁶ <https://www.jornalcidade.net/rio-corumbatai-esta-tres-metros-acima-do-nivel/27979/>

⁹⁷ <https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/defesa-civil-de-rio-claro-monitora-pontos-de-alagamento-e-nivel-do-rio-corumbatai.ghtml>

⁹⁸ GOUVEIA, N. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. *Saúde e Sociedade*, v.8, n.1, p.49-61, 1999.

Em locais com saneamento básico deficiente (falta de água tratada e/ou de rede de esgoto ou de alternativas adequadas para a deposição dos dejetos humanos), as doenças podem ocorrer devido à contaminação da água por esses dejetos ou pelo contato com esgoto despejado nas ruas ou nos córregos e rios. A falta de água também pode causar doenças, pois sua escassez impede uma higiene adequada. Incluem-se também na lista de doenças de transmissão hídrica, aquelas causadas por insetos que se desenvolvem na água (CVE, 2009)⁹⁹.

São inúmeros os contaminantes: microrganismos como bactérias, vírus e parasitas, toxinas naturais, produtos químicos, agrotóxicos, metais pesados, etc. É muito importante conhecer essas doenças e a forma como elas afetam a saúde dos grupos populacionais, onde são adquiridas, e quais ações e cuidados ajudam a preveni-las ou reduzir suas ocorrências.

Estas doenças transmitidas através da água são chamadas de doenças de veiculação hídrica. São transmitidas por:

- ✓ Ingestão de água contaminada: são doenças provocadas pela ingestão direta de água contaminada, geralmente, em locais onde não há sistema de abastecimento de água tratada, e a população faz uso de minas, poços, bicas, ou utilizam água mineral de fontes contaminadas. Ocasionalmente, acidentes no sistema de abastecimento de água tratada, ou problemas em sua manutenção podem provocar contaminações e ocasionar doenças na população que se serve do mesmo. As principais doenças relacionadas à ingestão de água contaminada são: cólera, febre tifoide, hepatite A e doenças diarreicas agudas de várias etiologias: bactérias - *Shigella*, *Escherichia coli*; vírus – *Rotavírus*, *Norovírus* e *Poliovírus*; e parasitas – *Ameba*, *Giárdia*, *Cryptosporidium*, *Cyclospora*. Algumas dessas doenças possuem alto potencial de disseminação, com transmissão de pessoa para pessoa (via fecal-oral), aumentando assim sua propagação na comunidade.
- ✓ Por contato da pele/mucosa com água contaminada: são doenças causadas pelo contato da pele ou mucosas com água contaminada por esgoto humano ou por fezes ou urina de animais. Destacam-se como principais doenças, algumas verminoses transmitidas pela pele (água ou solo contaminados), a esquistossomose (água contaminada e presença de determinadas espécies de caramujo no seu ciclo de transmissão) e a leptospirose (águas, principalmente de enchentes, solo úmido ou vegetação, contaminados pela urina de rato).
- ✓ Por falta de água ou de rede de esgoto/alternativas adequadas para deposição de dejetos ou práticas precárias de higiene: a falta de água impede a higienização adequada e pode causar uma série de doenças, tais como, tracoma devido à *Chlamydia trachomatis*, doença conhecida por não se lavar o rosto; piolhos ou escabiose, que passam de pessoa para pessoa. Locais sem rede de esgoto ou sem banheiros ou fossas adequadas para a deposição de dejetos humanos possibilitam a transmissão da ascaridíase (*Ascaris lumbricóides*, adquirida devido à ingestão de ovos do parasita), de helmintíases ou outras verminoses, cujos parasitas podem ser carregados para água ou para os alimentos também por meio das moscas. Água tratada e

⁹⁹ CVE – Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo. Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica. Informe Técnico. 2009.

equipamentos de saneamento (banheiros, latrinas, fossas) e comportamentos adequados de higiene são importantes para redução das doenças relacionadas a saneamento e higiene.

- ✓ Por insetos/vetores que se desenvolvem na água: são aquelas doenças transmitidas pela picada de mosquitos/vetores que se desenvolvem na água tal como dengue, febre amarela, filariose, malária e algumas encefalites. Em enchentes pode haver um aumento de insetos potencialmente de risco para essas doenças. Segundo a OMS, no mundo, mais de 1 milhão de pessoas morrem a cada ano devido às doenças veiculadas por mosquitos.

É importante lembrar que um sistema de drenagem urbana adequado desempenha papel chave na mitigação da transmissão de tais doenças¹⁰⁰.

As enchentes/inundações provocam doenças e mortes, em decorrência de seu efeito e das doenças infecciosas decorrentes dos transtornos nos sistemas de água e saneamento. A Leptospirose é uma das principais doenças que ocorrem devido ao contato com águas e lama de enchentes contaminadas pela urina de rato. Dengue ocorre em maior intensidade após as enchentes, pois estas favorecem o aumento de criadouros de mosquito. Animais peçonhentos como serpentes, aranhas e escorpiões, após enchentes, procuram lugares secos e invadem residências.

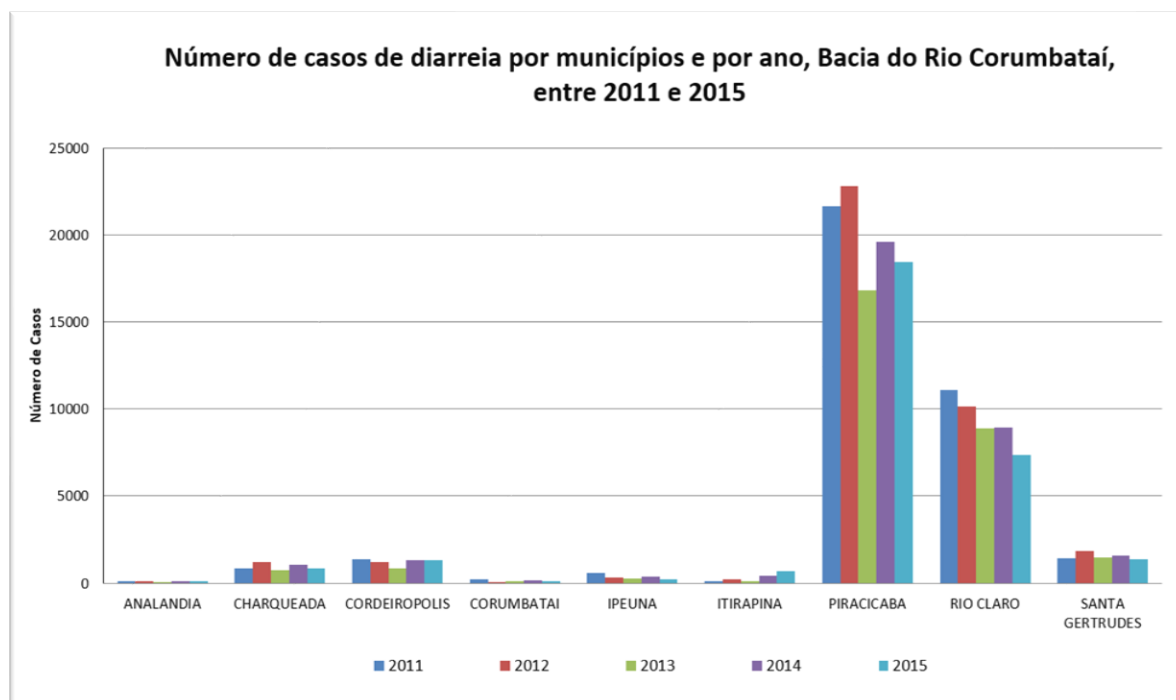
Diarréia aguda, febre tifóide e hepatite A também podem ocorrer, por ingestão de água contaminada principalmente quando a caixa d'água foi atingida pelas águas de enchente, e/ou se houve rompimentos da tubulação de esgoto e/ou contaminação com águas de rios/córregos poluídos.

Dentre as doenças destaca-se a diarreia aguda (DDA), relacionada em décadas anteriores, quase que exclusivamente à veiculação hídrica. Vale destacar que a morbidade ambulatorial por doença diarreica aguda, vem sendo acompanhada pelo programa de Monitorização da Doença Diarreica Aguda (MDDA), implantado no Estado de São Paulo a partir do ano 2000. O MDDA foi implantado em unidades-sentinela (US) dos municípios, e vem possibilitando a construção da tendência da doença, trazendo subsídios para o conhecimento do comportamento da doença e da frequência de surtos.

Na Bacia do Rio Corumbataí, no período de 2011 a 2015, foram notificados 168.830 casos de diarreia, dos quais 58,8% residiam em Piracicaba; 27,5% em Rio Claro; 4,6% em Santa Gertrudes e o outros 9,1% distribuídos pelos outros municípios. Com base nos dados apresentados na Figura 5.31 foi possível identificar que, em geral, os municípios da bacia apresentaram uma tendência de diminuição no número de casos da doença neste período, uma redução de cerca de 18,4%.

Em específico, Itirapina apresentou um aumento de 420% entre 2011 e 2015, enquanto Ipeúna reduziu em 60% o número de casos neste período. Os dados mais recentes, referentes ao intervalo entre 2014 e 2015, apresentou uma redução.

¹⁰⁰ FÁTIMA, M.; CABRAL, J. J. S. P. Impacto na Saúde por Deficiência de Drenagem Urbana no Município de Jucurutu—RN. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 18, p. 181-191, 2013.



Fonte: SIVEP_DDA (2011-2015)
Elaboração: Engecorps, 2019

Figura 5.31 – Número de casos de diarreia por município na Bacia do Rio Corumbataí entre os anos de 2011 e 2015

Destaca-se que os dados devem ser analisados como indicativos, não como realidade, pois a cada ano tem aumentado a participação de unidades de saúde, o que pode ocasionar uma entrada maior de dados que não necessariamente significa que antes não havia casos, mas, sim, que não eram contabilizados.

Em geral, as doenças de veiculação hídrica que afetam a população humana poderiam ser controladas com saneamento básico adequado, principalmente em áreas urbanas mais adensadas. As principais ações de controle são reconhecidas como as de maior eficácia para as modificações de caráter permanente das condições de transmissão destas doenças e incluem: coleta e tratamento de dejetos, abastecimento de água potável, instalações hidráulicas e sanitárias, aterros para eliminação de coleções hídricas que sejam criadouros de moluscos, drenagens, limpeza e retificação de margens de córregos e canais, construções de pequenas pontes, melhorias habitacionais, tratamento e eliminação adequados de resíduos sólidos, educação em saúde para redução dos criadouros de insetos vetores, etc¹⁰¹.

Para a implementação de tais medidas, a esfera municipal dispõe em geral do instrumento chamado de Plano Local/Municipal de Saúde. Este é a base das atividades e programações de cada nível de direção do Sistema Único de Saúde (SUS), e seu financiamento será previsto na respectiva proposta orçamentária (BRASIL, Lei nº 8.080 de 1990).

¹⁰¹ BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de vigilância epidemiológica / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – 6. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

Ele norteia todas as medidas e iniciativas para o cumprimento dos preceitos do SUS na esfera municipal, coerentes e devidamente expressadas nas Programações Anuais de Saúde tendo seus resultados avaliados nos Relatórios Anuais de Gestão com a participação e controle da comunidade a partir do Conselho Municipal de Saúde e da realização das Conferências Municipais de Saúde. No caso da Bacia do Rio Corumbataí, apenas Rio Claro e Piracicaba apresentam tal documento.

O Plano Municipal de Saúde de Piracicaba (2018-2021) apresenta um item referente à caracterização das hepatites virais. Em seus termos: “A hepatite pelo vírus A (HVA) geralmente é uma doença leve e benigna que acomete mais as crianças, mas pode causar epidemias e surtos em creches, pré-escolas, berçários, etc. No adulto, ela pode ser mais grave. A transmissão do vírus ocorre por meio da água e alimentos contaminados por fezes, ou no contato pessoa a pessoa. Em regiões onde o saneamento básico é precário, a HVA é mais comum e ocorre nas idades precoces, principalmente em crianças em idade escolar”.

O Plano Municipal de Saúde de Rio Claro (2018-2021) apresenta um item referente à caracterização das hepatites virais bem como leptospirose. Felizmente, Rio Claro desenvolve as ações de promoção da saúde, prevenção e assistência aos pacientes com hepatites virais; reforçando a vigilância epidemiológica e sanitária. Por exemplo, o Centro de Controle de Zoonose desenvolve Programa de Prevenção e Controle da Leptospirose com aplicação de raticida, desratização dos bueiros/bocas de lobo da cidade e atendimento e tratamento dos animais suspeitos.

Por fim, destaca-se que a ampliação da infraestrutura sanitária em estados com precárias condições de saneamento ambiental é um investimento capaz de melhorar a condição de saúde pública existente nos estados brasileiros e, portanto, contribuir para a redução de gastos públicos e particulares com medicina curativa¹⁰².

¹⁰² TEIXEIRA, Júlio César; GUILHERMINO, Renata Lopes. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados indicadores e dados básicos para a saúde 2003-IDB 2003. *Eng Sanit Ambient*, v. 11, n. 3, p. 277-82, 2006.



R. Alfredo Guedes, 1949 - Higienópolis - 13416-901 - Piracicaba – SP - Brasil

Telefone: (19) 3437-2100 / Fax: (19) 3437-2109

<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/index.php>



Engecorps Engenharia S.A.

Alameda Tocantins 125, 12º andar - cj.1202 - 06455-020 - Alphaville - Barueri - SP - Brasil

Tel: (11) 2135-5252 | e-mail: comercial@engecorps.com.br

www.engecorps.com.br