

# ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL TANQUÃ RIO PIRACICABA

## PLANO DE MANEJO





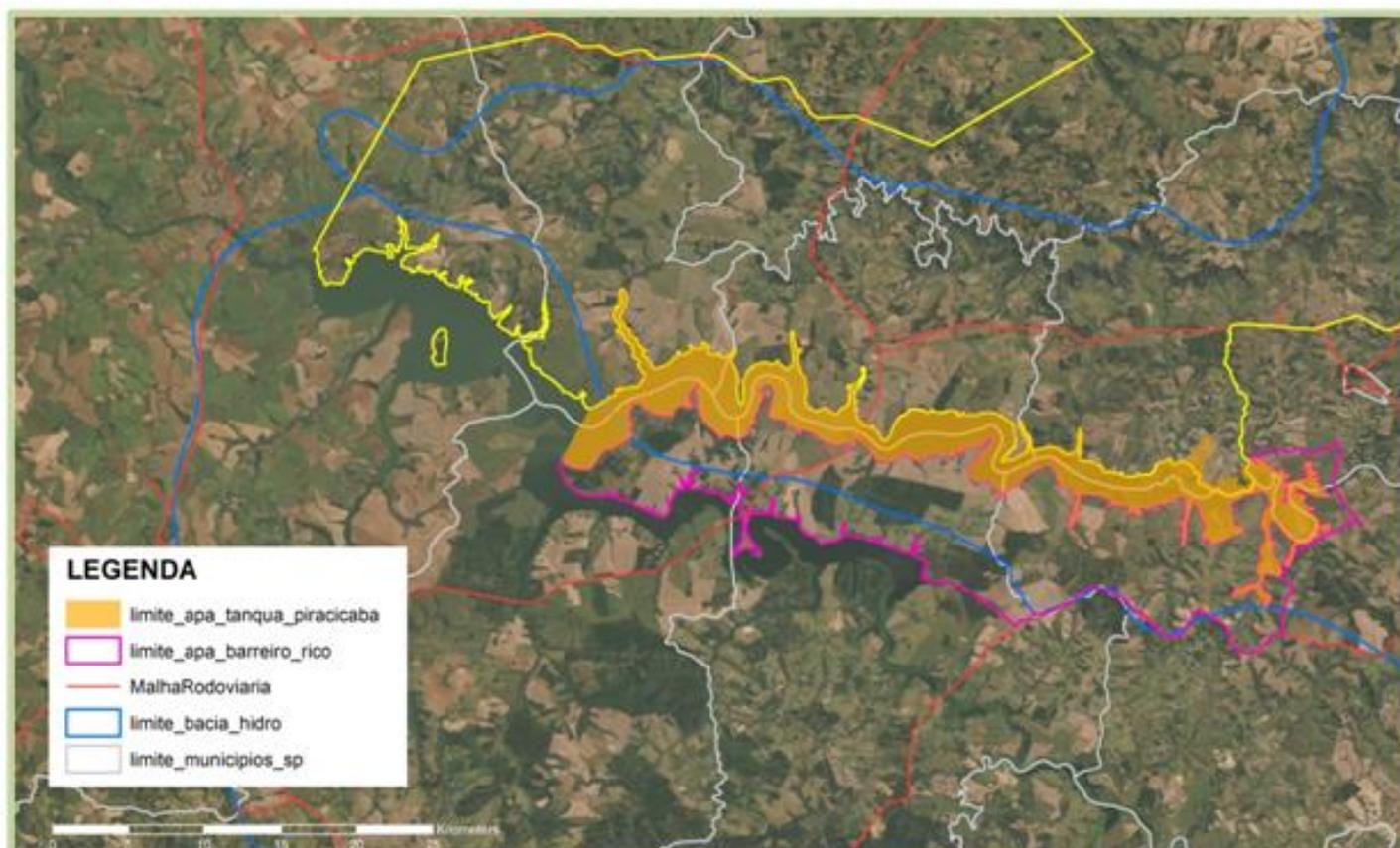
FUNDAÇÃO FLORESTAL

## Área de Proteção Ambiental Tanquã Rio Piracicaba

Grupo da UC	Categoria da UC	Localização Organizacional
Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo - Fundação Florestal - Diretoria Metropolitana Interior



Área da UC	Municípios abrangidos	UGRHI	Acesso à Unidade de Conservação
14.057,30	Anhembi, Botucatu, Dois Córregos, Piracicaba, Santa Maria da Serra e São Pedro	5 (Piracicaba/Capivari/Jundiá) 10 (Sorocaba-Médio Tietê)	Piracicaba: Rod.SP 147, km 197 Anhembi: Rod.SP 191, ponte sobre o rio Piracicaba





**GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO**

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

João Agripino da Costa Doria Junior

**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE**

Marcos Rodrigues Penido

**SUBSECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**

Eduardo Trani

Fundação Florestal

**PRESIDENTE**

Mario Mantovani

**DIRETORIA EXECUTIVA**

Rodrigo Levkovicz

**DIRETORIA METROPOLITANA INTERIOR**

Lucila Manzatti

**GERÊNCIA REGIONAL INTERIOR**

Josenei Gabriel Cara

**ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL TANQUÃ RIO PIRACICABA**

Antônio Álvaro Buso Junior

**NÚCLEO PLANOS DE MANEJO**

Fernanda Lemes de Santana

## CRÉDITOS

### INFORMAÇÕES GERAIS DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

#### ATOS NORMATIVOS, GESTÃO, INFRAESTRUTURAS, ATIVIDADES PROMOVIDAS PELA UC

Adriana de Arruda Bueno, FF  
Aleph Bönecker da Palma, FF  
Antônio Álvaro Buso Junior, FF  
Josenei Gabriel Cara, FF  
Fernanda Lemes de Santana, FF  
Lucila Manzatti, FF  
Suellen França de Oliveira Lima, FF  
Tatiana Yamauchi Ashino, FF  
Victor del Mazo Quartier, FF

#### ASPECTOS FUNDIÁRIOS

Tatiana Vieira Bressan, FF  
Vivian Tiemi Sugano, FF

### MEIO BIÓTICO

#### VEGETAÇÃO

Frederico Alexandre Roccia Dal Pozzo Arzolla  
Cintia Kameyama  
Mônica Pavão  
Natália Macedo Ivanauskas  
Marina Mitsue Kanashiro  
Regina Tomoko Shirasuna  
Janaina Pinheiro Costa  
Rosângela Simão-Bianchini  
Sonia Aragaki  
Claudio de Moura

#### CONECTIVIDADE ESTRUTURAL

Marco Nalon, IPA

#### FAUNA

Alexsander Zamorano Antunes, IPA  
Antônio Álvaro Buso Junior, FF

### MEIO FÍSICO

#### GEOLOGIA

Francisco de Assis Negri, IPA

## **GEOMORFOLOGIA**

Silvio Takashi Hiruma, IPA  
Viviane Dias Alves Portela, IPA

## **CLIMA**

*Autores do documento “Zoneamento da Estação Ecológica Ibicatu, SP” (2008).*

Amanda de F. M. Catarucci, IPA  
Carla M. de Arruda, IPA  
Dimas A. da Silva, IPA  
Gilberto de S. Pinheiro, IPA  
Inaya F. Modler, IPA  
Isabel F. de A. Mattos, IPA  
Marcio Rossi, IPA  
Marina Mitsue Kanashiro, IPA  
Paula G. Haack, IPA  
Rui M. Pfeifer, IPA  
Sílvia M. B. Nogueira, IPA

## **RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS**

Iracly Xavier CETESB  
Francisco Arcova, IPA  
Lilian Barrella Peres, CETESB  
Marta Emerich, CETESB  
Mauricio Ranzini, IPA  
Roberto Xavier de Oliveira, CETESB  
Tatiana Yamauchi Ashino, FF  
Vinicius Travalini CETESB

## **RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS**

Mara Akie Iritani, IPA  
Marta Teresa Deucher, IPA

## **PEDOLOGIA**

Aleph Bönecker da Palma, FF  
Marcio Rossi, IPA  
Marina Mitsue Kanashiro, IPA  
Victor Kenzo Hirokado, IPA

## **FRAGILIDADE DOS SOLOS À EROSÃO**

Aleph Bönecker da Palma, FF  
Marcio Rossi, IPA  
Marina Mitsue Kanashiro, IPA  
Victor Kenzo Hirokado, IPA

## **PERIGO, VULNERABILIDADE E RISCO A ESCORREGAMENTO E INUNDAÇÃO**

Cláudio José Ferreira, IPA  
Denise Rossini Penteado, IPA

## MEIO ANTRÓPICO

### HISTÓRIA E PATRIMÔNIO

Ariel Machado Godinho, SIMA  
Cristina Maria do Amaral Azevedo, SIMA  
Marina Balestero dos Santos, SIMA  
Tatiana Camolez Morales Ferreira , SIMA

### DINÂMICA DEMOGRÁFICA

Ariel Machado Godinho, SIMA  
Cristina Maria do Amaral Azevedo, SIMA  
Marina Balestero dos Santos, SIMA  
Tatiana Camolez Morales Ferreira , SIMA

### DINÂMICA ECONÔMICA

Ariel Machado Godinho, SIMA  
Cristina Maria do Amaral Azevedo, SIMA  
Marina Balestero dos Santos, SIMA  
Tatiana Camolez Morales Ferreira, SIMA

### DINÂMICA SOCIAL

Ariel Machado Godinho, SIMA  
Cristina Maria do Amaral Azevedo, SIMA  
Marina Balestero dos Santos, SIMA  
Tatiana Camolez Morales Ferreira , SIMA

### DINÂMICA TERRITORIAL

Adriana de Souza Cavinatto , CETESB  
Armando Toshiaki Fukuzawa , CETESB  
Ariel Machado Godinho, SIMA  
Ciro Koiti Matsukuma, IPA  
Cristina Maria do Amaral Azevedo, SIMA  
Clarissa Lie Endo Takeichi, SIMA  
Dimas Antônio da Silva, IPA  
Fabio Deodato , CETESB  
Iracy Xavier, CETESB  
Marina Balestero dos Santos, SIMA  
Levon Baddini Apovian , CETESB  
Marcia Lourenço Gomes , CETESB  
Mônica Pavão, IPA  
Rafael Galdino Siqueira Nunes, SIMA  
Rudi Venturini Tiszolczki , CETESB  
Tatiana Camolez Morales Ferreira, SIMA  
Vinicius Travalini, CETESB  
Willian Julio Piccioni , CETESB

### JURÍDICO INSTITUCIONAL

Ariel Machado Godinho, SIMA  
Cristina Maria do Amaral Azevedo, SIMA

Marina Balestero dos Santos, SIMA  
Tatiana Camolez Morales Ferreira, SIMA

## **ZONEAMENTO**

## **PROGRAMAS DE GESTÃO**

## **CONSOLIDAÇÃO DO RELATÓRIO**

Tatiana Yamauchi Ashino, FF

## SUMÁRIO

CRÉDITOS .....	3
1. INFORMAÇÕES GERAIS DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO (UC) .....	1
2. MEIO BIÓTICO .....	6
2.1. Vegetação .....	6
2.1.1. Fitofisionomia e estágio sucessional .....	6
2.1.2. Ocorrências de degradação .....	6
2.1.3. Espécies endêmicas/ameaçadas da flora local, de acordo com listas vermelhas (SP, BR, IUCN) .....	6
2.1.4. Espécies exóticas e/ou com potencial de invasão .....	6
2.1.5. Espécies utilizadas ou com potencial para manejo florestal.....	6
2.1.6. Conectividade Estrutural.....	6
2.2. Fauna.....	7
2.2.1. Riqueza de fauna .....	7
2.2.2. Espécies migratórias.....	9
2.2.3. Espécies endêmicas/raras locais.....	11
2.2.4. Espécies em extinção de acordo com listas vermelhas (SP, BR, IUCN) .....	11
2.2.5. Espécies exóticas/invasoras/sinantrópicas .....	13
2.2.6. Espécies que sofrem pressão de caça/pesca/manejo .....	15
2.2.7. Espécies indicadoras (de áreas conservadas e degradadas) .....	15
2.3. Referências bibliográficas .....	17
3. MEIO FÍSICO.....	22
3.1. Geologia.....	22
3.2. Geomorfologia.....	29
3.3. Clima .....	33
3.4. Recursos hídricos superficiais.....	35
3.5. Recursos hídricos subterrâneos .....	39
3.6. Pedologia .....	46
3.7. Fragilidade dos solos à erosão.....	48

3.8.	Perigo, Vulnerabilidade e Risco a Escorregamento e Inundação .....	48
3.9.	Referências bibliográficas .....	52
4.	MEIO ANTRÓPICO .....	63
4.1.	História e patrimônio .....	63
4.1.1.	Histórico de ocupação da área de estudo .....	63
4.1.2.	Patrimônio histórico, cultural e artístico .....	68
4.1.3.	Sítios arqueológicos .....	69
4.1.4.	Patrimônio imaterial .....	70
4.2.	Dinâmica demográfica .....	71
4.3.	Dinâmica econômica .....	73
4.4.	Dinâmica social .....	79
4.5.	Dinâmica territorial .....	82
4.5.1.	Cobertura e uso do solo .....	82
4.5.2.	Infraestrutura linear .....	85
4.5.3.	Infraestrutura de saneamento ambiental .....	85
4.5.4.	Consumo de água e energia .....	92
4.5.5.	Empreendimentos e autorizações de supressão de vegetação .....	93
4.5.6.	Ambientes em restauração .....	95
4.5.7.	Ocorrências e infrações ambientais .....	95
4.6.	Referências Bibliográficas .....	96
5.	JURÍDICO-INSTITUCIONAL .....	105
5.1.	Instrumentos de ordenamento territorial .....	105
5.2.	Políticas públicas .....	110
5.3.	Referências Bibliográficas .....	114
6.	ANALISE INTEGRADA .....	117
7.	ZONEAMENTO .....	117
7.1.	Objetivo geral .....	117
7.2.	Do zoneamento .....	117
7.3.	Normas gerais para zoneamento .....	117
7.4.	Zoneamento - tipologia de zonas .....	118

7.5. Zoneamento - tipologia de áreas .....	118
7.6. Item 1 – mapa do zoneamento (zonas e áreas) .....	119
8. PROGRAMAS DE GESTÃO.....	119
8.1. Apresentação.....	119
8.2. Programa de manejo e recuperação.....	119
8.3. Programa de interação socioambiental .....	119
8.4. Programa de proteção e fiscalização .....	119
8.5. Programa de pesquisa e monitoramento .....	119
8.6. Programa de Desenvolvimento sustentável .....	119
ANEXO I – INFORMAÇÕES GERAIS DA UC .....	119
ANEXO II – MEIO BIÓTICO .....	120
2.1 Vegetação .....	120
2.2. Fauna .....	133
ANEXO III – MEIO FÍSICO .....	144
3.1. Geologia.....	144
3.2. Geomorfologia.....	147
3.3 Clima .....	168
3.4. Recursos Hídricos Superficiais .....	169
3.5. Recursos Hídricos Subterrâneos.....	180
3.6. Pedologia .....	188
3.7. Fragilidade dos solos à erosão.....	192
3.8. Perigo, Vulnerabilidade e Risco a Escorregamento e Inundação .....	195
ANEXO IV – MEIO ANTRÓPICO.....	205
4.1. História e Patrimônio .....	206
4.2. Dinâmica demográfica .....	208
4.3. Dinâmica econômica.....	212
4.4. Dinâmica social.....	216
4.5. Dinâmica territorial .....	222
ANEXO V – JURÍDICO INSTITUCIONAL .....	240

## 1. INFORMAÇÕES GERAIS DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO (UC)

Nome da UC	Área de Proteção Ambiental Tanquã-Rio Piracicaba
Código da UC	0000.35.3888
Nome do Órgão Gestor	Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo
Categoria de Manejo	<b>Área de Proteção Ambiental</b> Segundo Art. 15, da Lei n. 9.985, de 2000, a Área de Proteção Ambiental A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
Bioma	Mata Atlântica
Objetivos da UC	1 – Conservação da avifauna residente e migratória e da biodiversidade aquática 2 – Ações visando à melhoria e manutenção da boa qualidade da água 3 – Promoção do turismo em bases sustentáveis; 4 – Busca da gestão harmônica e integrada entre as atividades produtivas e a conservação dos ecossistemas da unidade.
Atributos da UC	1- Avifauna residente e migratória 2- Biodiversidade aquática
Municípios abrangidos	1- Anhembi; 2- Botucatu; 3- Dois Córregos; 4- Piracicaba; 5- Santa Maria da Serra e 6- São Pedro
UGRHI	05 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí 10 – Sorocaba/ Médio Tietê
Conselho da Unidade	Instituído por meio da Res. SIMA no. 64, de 16-09-2019
Plano de Manejo	Em elaboração
Mosaico	Não existe
Conselho de Mosaico	Não existe

Corredor Ecológico	Não existe
Instrumentos de Planejamento e Gestão Incidentes na UC	Plano de Bacia Hidrográfica UGRHI 05 Plano de Bacia Hidrográfica UGRHI 10 Plano Diretor Anhembi Plano Diretor de Dois Córregos Plano Diretor de Botucatu Plano Diretor de Piracicaba Plano Diretor de Santa Maria Plano Diretor de São Pedro
Situação quanto à conformidade ao SNUC	Unidade de Conservação em conformidade com os artigos 14 e 15 da Lei Federal 9985/2000– SNUC.
Ações existentes de manejo e gestão	Grupo de trabalho sobre estudo de alternativas para a regularização fundiária dos moradores da Vila do Tanquã.  Envolvidos: membros do conselho gestor da APA Tanquã-Rio Piracicaba e Comturpi
Endereço da Unidade	Não há sede.
CEP	Não se aplica
Bairro	Não se aplica
UF	Não se aplica
Município (s)	Não se aplica
Site da UC	<a href="https://guiadeareasprotegidas.sp.gov.br/ap/area-de-protecao-ambiental-tanqua-rio-piracicaba/">https://guiadeareasprotegidas.sp.gov.br/ap/area-de-protecao-ambiental-tanqua-rio-piracicaba/</a>
Telefone da UC	11 2997-5000
E-mail da UC	Em criação

### ACESSOS À UC

#### Entradas

SP	Piracicaba	Rodovia SP 147, km 197	-22,722468°; -48,026486°
SP	Anhembi	Rodovia SP 191, na cabeceira da ponte sobre o rio Piracicaba	-22,632483°; -48,175409

### ATOS NORMATIVOS

Instrumento legal	Decreto nº 63.993, de 21 de dezembro de 2018.
Ementa	Cria a Área de Proteção Ambiental Tanquã-Rio Piracicaba e dá providências.
Instrumento de Publicação	Diário Oficial – Executivo, 22/12/2018.
Área da UC	14.057,30 hectares
Memorial Descritivo	Abrange uma área de 14.057,30 hectares cujas descrições constam no ANEXO do Decreto nº 63.993, de 21 de dezembro de 2018

### ASPECTOS FUNDIÁRIOS

Situação fundiária da Unidade	Unidade de Conservação em conformidade com os artigos 14 e 15 da Lei Federal 9985/2000– SNUC.
Consistência dos dados do limite da UC	Geolocalizada conforme memorial descritivo por pontos de coordenada do ato legal de criação - Decreto Estadual nº 63.993/2018
Percentual de área devoluta	Não possui
Percentual de área titulada	Não se aplica
Percentual de área particular	Sem informação
Percentual de área com titulação desconhecida	100%
Situação da área quanto à ocupação	Existe 01 imóvel cadastrado no SICAR que sobrepõem a APA
Percentual de demarcação dos limites	Não demarcada
Área da poligonal da UC	14.057,3ha

### GESTÃO E INFRAESTRUTURA DA UC

Edificações e estruturas	Não possui
Comunicação	Não possui
Meio de Transporte em Operação	Não possui

<b>Energia</b>	A sede do órgão gestor da UC possui energia proveniente da concessionária
<b>Saneamento Básico</b>	A sede do órgão gestor da UC possui abastecimento de água proveniente da concessionária (SABESP) e Rede pública de esgoto (SABESP);
<b>Atendimento e Emergência</b>	Não possui
<b>Recursos Humanos</b>	Regime trabalhista: CLT - Quantidade: 1 Efetivo: não (o gestor é designado para a função, não está lotado na UC) Terceirizado: não Formação: Biólogo e Administrador de Empresas
<b>ATRATIVOS TURÍSTICOS</b>	
<b>Nome do Atrativo</b>	Não se aplica
<b>Breve descrição do tipo de atividade</b> (trilha, cachoeira, mirante, rio, ruínas, etc.)	Não se aplica
<b>Tipologia</b> (rural, ecológico, histórico, pedagógico, negócios, etc.)	Não se aplica
<b>Status</b> (se em funcionamento ou potencial e, neste caso, justificar)	Não se aplica
<b>Interesses e atividades associadas</b> (educação ambiental, pesquisa, interpretação ambiental, vivência, travessia, escalada, banho, etc.)	Não se aplica
<b>Situação da visita</b> (aberta, fechada, em manutenção, em estudo, inexistente)	Não se aplica
<b>Acessos</b> (extensão) e <b>tipo</b> (estrada asfaltada, estrada de chão, trilha, trilha para bicicletas, areia, praia, etc.)	Não se aplica
<b>Forma de acesso</b> (circular, linear, oito, atalho)	Não se aplica
<b>Grau de dificuldade</b> (alto, médio, baixo) e <b>justificativa</b> (obstáculos, declividade, extensão, exposição ao meio)	Não se aplica
<b>Sinalização de caminho</b> (placas, totens, setas pintadas, fita, inexistente)	Não se aplica
<b>Infraestrutura</b> (placas interpretativas, corrimão, ponte, corda, sanitários, deck, construção histórica, centro de visitante, lixeiras, mesa e bancos, inexistente)	Não se aplica
<b>Paisagem</b> (fauna, flora e ambiente natural associado, relevo, ecossistemas, diversidade natural)	Não se aplica

<b>Impactos associados existentes ou potenciais, positivos ou negativos</b> (compactação do solo, efeito de borda, alteração em rotas de fauna, supressão de vegetação por aceiros, desmonte do relevo para implementação, assoreamento corpos d'água, etc.)	Não se aplica
<b>Agendamento obrigatório</b> (sim ou não)	Não se aplica
<b>Condução</b> (autoguiada, monitorada, etc.)	Não se aplica
<b>Perfil indicado de visitante</b> (escolar, ocasional, excursionista, todos os públicos, etc.)	Não se aplica
<b>Característica do visitante</b> (local, regional, nacional, Mercosul, não pagantes, outros)	Não se aplica
<b>Acessibilidade</b> (sim, não ou parcial)	Não se aplica
<b>Melhor período de visitaçã</b> o (estação do ano, temporada, final de semana)	Não se aplica
<b>Capacidade de visitantes/dia</b>	Não se aplica
<b>Cadastro de visitantes:</b> sim (livro de visitantes, banco de dados) ou não	Não se aplica

LINHAS DE PESQUISA		
<b>Temas prioritários</b>	a) Dinâmica da Avifauna Aquática	
<b>Temas correlatos</b>	a) Mapeamento digital das lagoas e áreas emersas; b) Estudos limnológicos da UC'; c) Levantamento florístico; d) Levantamento faunístico; e) Identificação de agrotóxicos e metais pesados na água f) Presença do cardeal-do-nordeste ou galo-da-campina <i>Paroaria dominicana</i> g) Monitoramento da riqueza de espécies e a abundância de indivíduos	
<b>Pesquisas concluídas</b>	<b>Temas</b>	<b>Ano</b>

## 2. MEIO BIÓTICO

### 2.1. Vegetação

#### 2.1.1. Fitofisionomia e estágio sucessional

Como o nome próprio apresenta a APA Tanquã-Rio Piracicaba é uma unidade que possui a maior parte de seu território associado a lagos e rios e assim a massa d'água totaliza 9.639,46 ha, que representa 77,01% da área total da APA, porém, existem alguns remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual Submontana que somam 146,61 ha, 1,17%; e Floresta Estacional Semidecidual Aluvial com 171,13 ha, 1,37% da área da APATRP. As Formações Pioneiras totalizam 2.006,22 ha, que correspondem a 16,03%; a Vegetação Secundária perfaz 303,24 ha, 2,42%; e o Campo Antrópico totaliza 250,32 ha, correspondendo a 2% da área da APA (**APÊNDICE 2.1.2.A e APÊNDICE 2.1.2.B e APÊNDICE 2.1.2.C**).

A maior riqueza de espécies vegetais na APA Tanquã-Rio Piracicaba está associada ao lago e rios que contribuem para sua formação, onde algas e plantas aquáticas dominam o ambiente.

Os remanescentes florestais são pequenos e estão esparsos na área da APATRP e estão localizados sobretudo nas margens e desembocaduras dos cursos d'água no lago que forma a APA Tanquã-Rio Piracicaba.

#### 2.1.2. Ocorrências de degradação

Em elaboração.

#### 2.1.3. Espécies endêmicas/ameaçadas da flora local, de acordo com listas vermelhas (SP, BR, IUCN)

Em elaboração.

#### 2.1.4. Espécies exóticas e/ou com potencial de invasão

Em elaboração.

#### 2.1.5. Espécies utilizadas ou com potencial para manejo florestal

Em elaboração.

#### 2.1.6. Conectividade Estrutural

A metodologia utilizada para o tema áreas prioritárias para a conservação e conectividade encontra-se no **Apêndice 2.1.6.A**. A área de estudo compreende a APA Tanquã - Piracicaba, com uma superfície de 14.057,30 ha. O objetivo desta análise foi

avaliar para cada fragmento de cobertura vegetal nativa qual o número de vizinhos contínuos este possui, considerando várias distâncias.

A área de estudo apresenta um índice de cobertura vegetal nativa de 20,0, com predominância da Floresta Estacional Semidecidual em grau médio de conservação. Os fragmentos de cobertura vegetal nativa, presentes na unidade, apresentam um grau muito alto de proximidade (mais de 1.000 fragmentos vizinhos) em todas as distâncias analisadas, bem como pelo grau de proximidade geral. No presente estudo, não foram consideradas e avaliadas as barreiras antrópicas à conectividade dos fragmentos, existentes na região, como rodovias, áreas urbanas, linhas de transmissão, dutos e outras infraestruturas. O impacto dessas barreiras será posteriormente avaliado, com indicações provenientes dos demais estudos do plano de manejo. Os mapas e tabelas podem ser conferidos no **Apêndice 2.1.6.A**.

## 2.2. Fauna

### 2.2.1. Riqueza de fauna

Reconhecemos para a APA Tanquã-Rio Piracicaba a presença de 435 espécies de vertebrados (**Apêndice 2.2.1.A**). Os limites da APA não refletem os limites ecológicos desta comunidade, que englobam os habitats aquáticos de toda a bacia do Rio Piracicaba e fitofisionomias terrestres do entorno. Além disso, espécies migratórias de peixes e aves conectam este ecossistema a outros, localizados numa ampla área geográfica, que no caso das aves inclui o Ártico e o sul da América do Sul. A riqueza de espécies local relativamente alta resulta da heterogeneidade de habitats, tanto dentro quanto fora da água e também, da alta produtividade dentro d'água. Esta última permite que várias espécies sejam muito abundantes, e já era uma característica natural da planície de inundação, mas que foi ampliada por atividades antrópicas na bacia, como o carreamento de nutrientes vindos da agropecuária e do esgoto das vilas e cidades.

Outro fator que contribui para a riqueza local é a variação sazonal no nível da água, que oferta habitats distintos ao longo do ano, o que acrescenta à fauna residente, espécies migratórias ou ocasionais, presentes apenas em determinados períodos ao longo do ano. Devido à operação da Barragem de Barra Bonita no Rio Tietê, a manutenção artificial do nível baixo da água durante a estação chuvosa é uma característica relevante da região da APA e que contribui na significativa diversidade local de aves aquáticas (**Apêndice 2.2.1.B**; Magalhães, 1999; Robinson e Pizo, 2017). A riqueza e a abundância destas espécies são maiores durante a estação chuvosa, devido à presença

de habitats que são escassos no estado de São Paulo nesse período do ano, como os bancos de sedimentos emersos, e a água mais rasa que gera a concentração de peixes, crustáceos, moluscos e outras presas potenciais (Robinson e Pizo, 2017).

Elementos da fauna terrestre podem frequentar as áreas úmidas em busca de recursos, mas para a manutenção de suas populações locais podem depender de remanescentes florestais e outros habitats mais distantes do rio. Dessa forma, a compreensão adequada da fauna da APA e de sua ecologia depende da abordagem em escalas maiores, que extrapolam os limites do território. Várias espécies deverão ser acrescentadas à lista da APA com a continuidade das amostragens, devido principalmente a esta conexão com outras paisagens. Outras espécies de vertebrados, ainda não detectadas na UC, são conhecidas tanto à montante quanto à jusante dos Rios Piracicaba e Tietê. Cabe destacar também, que espécies foram extintas localmente entre o século XIX e meados do século XX, devido às alterações ambientais e à caça, por exemplo, a ariranha *Pteronura brasiliensis* (Gmelin, 1788) e o cervo-do-pantanal *Blastocerus dichotomus* (Illiger, 1815) (Carvalho, 1979/1980).

As lagoas marginais são importantes locais de desova e de desenvolvimento de alevinos e juvenis de peixes (Agostinho et al., 2003). Estas lagoas e o trecho do rio Piracicaba livre da influência direta da barragem de Barra Bonita, trecho lótico, são prioritários para a conservação da biota. Estes locais se tornam ainda mais importantes, ao considerarmos que a capacidade de retenção de água da barragem de Barra Bonita está declinando com o tempo, devido ao processo de sedimentação, e ocorre a captação intensa de água para os usos humanos à montante da APA, ambos os processos diminuem os locais apropriados para a desova e podem prejudicar os peixes juvenis ao reduzir a oferta de alimentos e abrigos (Petesse et al., 2007). Entretanto, na definição do zoneamento, deve-se considerar a possibilidade de incluir em zonas com uso mais restritivo, trechos de todos os habitats locais, como bancos de areia e lodo, florestas aluviais, etc.

A ictiofauna da APA é dominada por espécies de média a alta resiliência, adaptadas a ambientes impactados pela ação humana e, conseqüentemente, a condições estressantes (Petesse et al., 2007). Predominam espécies com hábito alimentar generalista, onívoras e iliófagas (que ingerem sedimentos). O reservatório de Barra Bonita apresenta como as alterações ambientais mais significativas em relação ao sistema fluvial original: maior sedimentação; maior acúmulo de nutrientes, eutrofização e abundância do fitoplâncton; a diminuição da diversidade dos organismos bentônicos; a redução de peixes predadores; o aumento na diversidade de espécies de pequeno porte, oportunistas, com ciclo de vida curto e crescimento rápido; e a dominância de

espécies adaptadas à alta turbidez e baixa concentração de oxigênio (Agostinho et al., 1999).

Se por um lado beneficia as aves aquáticas, por outro lado, a alteração artificial do ciclo hidrológico impacta as espécies de peixes migratórias, pois o aumento da temperatura associado ao início da cheia do rio constituem os “sinais” que estimulam as alterações fisiológicas e comportamentais dessas espécies, e com o nível da água mais baixo, os adultos podem ter dificuldade de alcançar os locais de desova e as larvas e alevinos para atingirem os locais de alimentação (Vazzoler e Menezes, 1992).

O zooplâncton e os invertebrados bentônicos são importantes elos da teia trófica da APA. O conhecimento sobre estes grupos ainda é pontual na UC (Rivero et al., 2013). A pesquisa, o monitoramento e o uso destes animais como bioindicadores devem ser estimulados na unidade.

Entre os invertebrados bentônicos, cabe destacar os bivalves ou mariscos de água doce. O Rio Piracicaba apresenta, ou apresentava, várias espécies deste grupo, dos gêneros *Anodontites*, *Castalia*, *Diplodon* e *Fossula*. A maioria destas espécies está ameaçada de extinção no estado de São Paulo devido às alterações ambientais e a competição com espécies exóticas de bivalves, como as do gênero *Corbicula* e, principalmente, o mexilhão-dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), espécie abundante na área da Barragem de Barra Bonita (Miyahira et al., 2017).

### 2.2.2. Espécies migratórias

A APA Tanquã-Rio Piracicaba figura entre as áreas importantes para aves migratórias no estado de São Paulo, integrando a rota migratória do Brasil Central (Barbosa et al., 2020). Essas aves que frequentam o Tanquã podem utilizar a área por poucos dias para repor as reservas de gordura corporal e continuar a migração até outro ponto de parada ou permanecer por várias semanas (Robinson e Pizo, 2017). Três grupos bem definidos podem ser reconhecidos: **1)** espécies que se reproduzem na América do Norte e migram para a América do Sul, com a aproximação do outono-inverno em seus locais de nidificação, sendo registradas na APA principalmente entre agosto e abril; **2)** espécies que se reproduzem no sul do Brasil e América do Sul meridional e imigram para o norte no outono, retornando para o sul na primavera; e **3)** espécies que se reproduzem no estado de São Paulo entre agosto e abril, e emigram para o Brasil Central e a Amazônia, onde permanecem entre maio e julho. Outras espécies que ocorrem no Tanquã se reproduzem no Pantanal, como o colhereiro *Platalea ajaja* (Linnaeus, 1758) (**Apêndice 2.2.2.A**). No caso das aves aquáticas alguns padrões de deslocamento ainda não estão muito claros, pois elas apresentam grande capacidade de voo, buscando recursos em bacias hidrográficas distintas, dentro e fora do estado de

São Paulo. O fato de haver espécies em que parte da população migra e parte não (Somenzari et al., 2018), ex. gavião-caramujeiro *Rostrhamus sociabilis* (Vieillot, 1817), e outras espécies em que em indivíduos imaturos podem permanecer o ano todo na APA, só retornando ao seu território natal quando atingem a idade reprodutiva, ex. águia-pescadora *Pandion haliaetus* (Linnaeus, 1758) (Willis e Oniki, 2003), complicam ainda mais a interpretação dos dados.

A dinâmica da avifauna aquática da APA somente será melhor compreendida por meio de estudos que acompanhem as variações na composição de espécies e na abundância de indivíduos na assembleia, mês a mês ao longo de vários anos, e também, com pesquisas envolvendo a captura e marcação, e rastreamento via telemetria por satélite ou uso de geolocalizadores. No caso de pesquisas com captura é fundamental, dentro do princípio de saúde única, que se aproveite a oportunidade para coletar amostras (ex. sangue, fezes, *swab* de mucosas, etc.) para avaliação de presença e prevalência de patógenos, incluindo alguns que podem causar zoonoses importantes, como o vírus do Nilo Ocidental (Castro-Jorge et al., 2019).

Para o plano de manejo, entendemos ser mais relevante destacar as migrantes norte-americanas (**Apêndice 2.2.2.B, Apêndice 2.2.2.C**). Vinte e três espécies foram registradas até o momento para a APA, representando apenas 8% do total da avifauna local, mas 46% das 50 espécies norte-americanas já registradas em todo o estado de São Paulo (Willis e Oniki, 2003; WikiAves, 2021). Os indivíduos que migram a partir do Ártico, costa leste do Canadá e Estados Unidos atravessam o oceano Atlântico em voos ininterruptos, ou com paradas breves em ilhas do Caribe, enquanto os que partem do interior da América do Norte atravessam os países da América Central. Ambos os grupos continuam pela costa atlântica sul-americana e entram pela foz do Rio Amazonas, sobem os rios Tocantins e Araguaia, passando pelo Brasil Central, atingem o vale do Rio Paraná, sobem o Tietê e seus afluentes maiores até atingirem a costa, seguindo por esta até o Rio Grande do Sul, Uruguai e Argentina (Oliveira et al., 2016; Barbosa et al., 2020). No seu retorno podem utilizar esta rota, apenas parte dela ou outras quatro rotas principais mapeadas em território brasileiro (Oliveira et al., 2016; Barbosa et al., 2020).

Além das aves, o outro grupo de vertebrados da APA que contem espécies migratórias é o dos peixes. Neste grupo, a migração é parte do comportamento reprodutivo, e subir o rio contra a correnteza é importante para a maturação das gônadas, com a desova ocorrendo próxima das cabeceiras dos rios. Consideramos como migratórias, apenas as espécies cujo deslocamento envolve dezenas de quilômetros, podendo ultrapassar 100 km de distância (Agostinho et al., 2003). Localmente, esse grupo inclui 14 espécies ou 16% da ictiofauna registrada para a APA (**Apêndice 2.2.2.D**).

### 2.2.3. Espécies endêmicas/raras locais

Não são conhecidas espécies endêmicas para APA, e não é esperado o seu encontro mesmo com o aumento do esforço amostral, pois os limites da UC não coincidem com unidades zoogeográficas, como bacias hidrográficas, refúgios vegetacionais, etc. Quanto a espécies raras locais, além de algumas das espécies ameaçadas de extinção tratadas abaixo, pode ser destacada a narceja-de-bico-torto *Nycticryphes semicollaris* (Vieillot, 1816). O único registro documentado desta espécie para o estado de São Paulo é para Fazenda Barreiro Rico no limite entre as APAs Tanquã-Rio Piracicaba e Barreiro Rico (Magalhães, 1999). Não há registros recentes da espécie, o que não permite descartar que se tratava apenas de um indivíduo vagante. Contudo, a espécie se reproduz no estado do Rio de Janeiro e no sul do Brasil. Seu habitat é o banhado com vegetação herbácea-arbustiva e seu período de atividade é basicamente crepuscular e noturno (Willis e Oniki, 2003).

### 2.2.4. Espécies em extinção de acordo com listas vermelhas (SP, BR, IUCN)

Dezenove espécies de vertebrados são consideradas ameaçadas de extinção no estado de São Paulo (**Apêndice 2.2.4.A**). Treze delas são aves (68%), cujas principais ameaças à sobrevivência são a perda e a degradação dos habitats. Quatro destas aves estão relacionadas a uma fitofisionomia particular, o campo úmido: o narcejão *Gallinago undulata* (Boddaert, 1783), o papa-moscas-canela *Polystictus pectoralis* (Vieillot, 1817), o caboclinho-branco *Sporophila pileata* (Sclater, 1865) e o caboclinho-de-barriga-vermelha *Sporophila hypoxantha Cabanis*, 1851. Este último é espécie migratória que se reproduz no sul do Brasil e emigra para o Cerrado e Pantanal onde inverte, passando por São Paulo em seu retorno para o sul entre setembro e novembro (Willis e Oniki, 2003). O pula-pula-de-sobrancelha *Myiothlypis leucophrys* (Pelzeln, 1868), espécie restrita às florestas ripárias do Domínio do Cerrado, foi registrado no interior da APA apenas em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial na margem direita do Rio Piracicaba (d’Horta et al., 2013) **Apêndice 2.2.4.B**.

O maçarico-acanelado *Calidris subruficollis* (Vieillot, 1819) é considerado ameaçado de extinção no Brasil. É espécie que passa por Tanquã a caminho de sua área de internada no Parque Nacional da Lagoa do Peixe e seu entorno, no Rio Grande do Sul (Serafini, 2018). Por forragear em campo seco de capim curto, a principal ameaça a essa espécie em território brasileiro é a conversão de campos naturais e pastagens em áreas agrícolas. A presença de gado nos campos é favorável a essa espécie por manter a vegetação bem baixa (Serafini, 2018).

Quatro espécies de peixes são consideradas ameaçadas de extinção. Comparadas à maioria das espécies do Rio Piracicaba, as quatro apresentam grande porte, maior expectativa de vida e baixo potencial reprodutivo, e são alvo de pesca. Três delas

realizam migrações rio acima, contra a correnteza, para se reproduzir, ou seja, são peixes de piracema (Oyakawa et al., 2009). A sucessão de barragens ao longo dos rios tornou a Bacia do Rio Paraná num conjunto de lagos interconectados, prejudicando significativamente este comportamento. A biologia do curimatá-de-lagoa *Prochilodus vimboides* Kner, 1859, permanece pouco conhecida (Oyakawa et al., 2009).

Para as populações da piracanjuba *Brycon orbygnianus* (Valenciennes, 1849) e do pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), a perda e a degradação das matas ciliares foi outro fator de impacto negativo, já que elas consomem grande quantidade de alimentos provenientes dessa vegetação, tais como insetos, frutos, sementes e folhas (Oyakawa et al., 2009). Os registros recentes de ambas as espécies na APA devem ser provenientes de “peixamentos”, efetuados pela concessionária da barragem de Barra Bonita em parceria com associações de pescadores e ONGs locais (<https://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/instituto-solta-70-mil-filhotes-de-peixes-no-tanqua-em-piracicaba-para-repovoacao.ghtml>). As quatro espécies são alvo tanto da pesca esportiva quanto da profissional, e os “peixamentos” podem contrabalancear a perda de indivíduos, permitindo que a atividade se mantenha. Contudo, a validade dessa iniciativa para a conservação das espécies é questionável, pois até o momento, não gerou o restabelecimento de populações autossuficientes (Oyakawa et al., 2009). Outro impacto negativo aos peixes da APA, ameaçados ou não, é a competição com espécies exóticas-invasoras (Ver 2.2.5.).

Além dos vertebrados, melhor conhecidos, consideramos como dito acima, prioritário se avaliar a presença de espécies ameaçadas de moluscos bivalves (**Apêndice 2.2.4.C.**). No **Apêndice 2.2.4.D** são listadas as espécies deste grupo conhecidas para o Rio Piracicaba e que estão ameaçadas de extinção no estado de São Paulo.

A biota da APA está sob o risco de impactos negativos advindos da atividade humana fora da unidade. Podemos citar a contaminação ou intoxicação por agrotóxicos e metais pesados (Silva et al., 2008). Na região de Piracicaba, o plantio da cana-de-açúcar geralmente demanda mais agrotóxicos do que as pastagens e a silvicultura. Procedemos a uma análise do potencial de intoxicação de alguns compostos autorizados para o cultivo da cana (AGROFIT, 2021). Os herbicidas apresentam grande solubilidade em água e alguns deles como a Ametrina e a Atrazina, em alta concentração no organismo, causam alterações hormonais (Valdes, 2010). Os inseticidas utilizados na cultura canavieira incluem entre outros grupos químicos: **1)** os piretróides, que apesar de sua baixa persistência ambiental, podem ser neurotóxicos para répteis, anfíbios e peixes; **2)** os organofosforados, que apesar de apresentarem baixa taxa de dispersão e baixa capacidade de bioacumulação, agem no sistema nervoso e estão implicados em mudanças comportamentais em aves e **3)** ciclodienoclorados, como o endossulfam, que

podem apresentar alta persistência no ambiente e tendência à bioacumulação ao longo da teia trófica (Valdes, 2010). Organoclorados foram detectados em bivalves e peixes em estudo realizado no final da década de 1990 na bacia do Rio Piracicaba, a montante da APA (Silva et al., 2008). Neste trabalho foram obtidos indícios de uso recente de compostos proibidos no país a mais de 20 anos na época, como o HCH e o Heptacloro (Silva et al., 2008).

### 2.2.5. Espécies exóticas/invasoras/sinantrópicas

Quatro espécies exóticas de aves foram registradas na área de estudo. O pombo-doméstico *Columba livia* Gmelin, 1789, o bico-de-lacre *Estrilda astrild* (Linnaeus, 1758) e o pardal *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758), são sinantrópicos com baixo potencial de impacto à biota nativa. O cardeal-do-nordeste ou galo-da-campina *Paroaria dominicana* (Linnaeus, 1758) se estabeleceu nas áreas alteradas próximas ao rio Piracicaba a partir de solturas. Há registro de reprodução dessa espécie no Tanquã (Moraes, 2018). Essa população precisa ser estudada para avaliar seu potencial de impacto à biota local e capacidade de disseminação regional. Em 2016 observamos duas rolas-de-coleira *Streptopelia decaocto* (Frisvaldszky, 1838) na vila de Tanquã. Trata-se de espécie eurasiática utilizada como ave ornamental no Brasil. Fomos informados que moradores de Piracicaba soltaram as aves argumentando que elas estariam protegidas no local. Dessa forma, faz-se necessário informar aos moradores da APA sobre os impactos de espécies exóticas, inclusive o risco de transmissão de zoonoses, para que não aceitem mais receber estes animais.

Três espécies de mamíferos são exóticos-invasores. A lebre *Lepus europaeus* Pallas, 1778 foi introduzida na Argentina e Chile no final do século XIX com o objetivo de ser alvo de caça esportiva e comercial devido à sua pele (Bonino et al., 2010; Costa e Fernandes, 2010). Seu estabelecimento e expansão foram bem sucedidos, com a espécie ocupando o sul do Brasil na década de 1950 e atualmente ocorrendo até Mato Grosso do Sul, Goiás e Bahia, com sua taxa de dispersão estimada entre 10 e 37 km/ano (Bonino et al., 2010). No estado de São Paulo ela habita áreas agrícolas, pastagens e bordas de mata. Apesar de causar prejuízos devido ao consumo de alguns tipos de cultivos, ainda não há dados robustos sobre os impactos negativos que ela pode causar na biota nativa, em especial quanto à competição com os *tapetis Sylvilagus* spp., que são os coelhos nativos da América do Sul. Cabe destacar que na América do Norte espécies de ambos os gêneros coexistem, indicando baixa sobreposição nos nichos ecológicos. Também, a lebre já se tornou presa de carnívoros nativos como a onça-parda *Puma concolor* (Linnaeus, 1771). Dessa forma, entendemos que mais pesquisas sobre o impacto ambiental desta espécie são necessárias antes de se propor ou não ações de manejo. A presença do ratão-do-banhado *Myocastor coypus* (Molina, 1782) no

estado de São Paulo é frequentemente citada como proveniente de solturas ou escapes de fazendas nas quais a espécie era criada para o aproveitamento da sua pele (Bueno, 2013). Contudo, devido ao desmatamento e o barramento dos rios ao longo do século XX, não se pode descartar uma expansão natural da espécie a partir de sua área de distribuição original no sul do Brasil. A biota da APA Tanquã-Rio Piracicaba apresenta uma composição de espécies muito similar à dos banhados do sul do Brasil, o que sugere ser baixa a possibilidade de impactos negativos do rato a outras espécies.

O cachorro-doméstico *Canis familiaris* Linnaeus, 1758 pode causar impactos significativos à biodiversidade local, por predação de uma ampla gama de espécies, competir com carnívoros nativos por alimento e ser hospedeiro ou vetor de patógenos e parasitas, incluindo várias zoonoses. Provavelmente na APA não há uma população feral, com os indivíduos presentes sendo provenientes de abandono ou da posse negligente por parte de moradores do interior e entorno da UC. Sugerimos que se busquem parcerias com as prefeituras, órgãos de extensão rural, faculdades de Veterinária e ONGs, para se implementar campanhas de conscientização dos moradores sobre a guarda responsável desses animais, incluindo sua esterilização. Os indivíduos já presentes e que não possam ser domiciliados e mantidos sem livre acesso às áreas naturais, devem ser encaminhados às ONGs de proteção animal para que recebam cuidados e sejam ofertados para a adoção. Dentro dos princípios de saúde única, os demais animais domésticos, de trabalho ou de criação dos moradores da APA, tais como galinhas, cavalos, porcos e bois, devem receber medicamentos e vacinas para prevenir doenças e parasitas e inspeções veterinárias periódicas, se buscando tanto seu bem estar quanto se evitar a emergência de epizootias e zoonoses.

Há gado bovino *Bos taurus* Linnaeus, 1758 e suíno *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 criado com livre acesso às margens do rio e às ilhas. A presença desses animais impacta a vegetação pelo consumo e pisoteio, e com isso pode contribuir também com processos erosivos. É necessário o diálogo com os proprietários para cessar ou limitar a presença destes animais naqueles habitats. Há a presença de javalis e javaporcos *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 na contígua APA Barreiro Rico e é provável que esta espécie exótica-invasora frequente também Tanquã-Rio Piracicaba.

As espécies exóticas-invasoras de peixes representam 11% da ictiofauna local (n= 10; **Apêndice 2.2.5.A**). Além das assinaladas nesta tabela, Rivero et al. (2013) registraram um indivíduo de tambacu, híbrido entre o tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) amazônico, e o pacu, muito utilizado em piscicultura. Esta atividade também foi a responsável pela introdução de seis (37%) das espécies exóticas encontradas. Não consideramos entre as espécies exóticas os peixes originalmente nativos do baixo Rio

Paraná e que devido à implantação do conjunto de barragens na bacia acabaram se dispersando rio acima (Langeani et al., 2007).

Um indicativo da dominância das espécies exóticas-invasoras na assembleia local de peixes é que a tilápia *Coptodon rendalli* (Boulenger, 1897), a tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) e a corvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), representaram 42% do total de capturas dos pescadores profissionais da região da barragem de Barra Bonita no período amostral de 2003-2004 (Maruyama et al., 2009).

#### 2.2.6. Espécies que sofrem pressão de caça/pesca/manejo

Atualmente no interior do estado de São Paulo, a caça e a captura de animais estão relacionadas a aspectos culturais, como recreação, obtenção de troféus e consumo de carnes exóticas. Não há informações detalhadas sobre a caça na APA Tanquã-Piracicaba. Entre as prováveis espécies alvos de caçadores podem ser citados os patos e marrecos *Anatidae* e a capivara *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766).

Historicamente, a pesca é atividade econômica importante na região da APA Tanquã-Rio Piracicaba. Para a região da barragem de Barra Bonita foi estimado um total de 100 pescadores em atividade no período de 2003 a 2004, que capturavam aproximadamente 960kg/pescado/mês (Maruyama, 2007). Essa produtividade era baseada nas espécies exóticas de tilápias *Coptodon rendalli* e *Oreochromis niloticus* e na corvina *Plagioscion squamosissimus*. O principal aparelho de pesca utilizado era a rede de emalhar, método de espera, com malhas variando entre três e 20 cm (Maruyama, 2007). Uma avaliação atualizada sobre a atividade na APA se faz necessária.

Por se tratar de técnica de pesca de baixa seletividade, indivíduos de espécies que não são alvo são mortos, mutilados ou feridos e espécies ameaçadas são capturadas. As redes de malhas menores capturam indivíduos jovens, podendo impactar a população de certas espécies. Além disso, vertebrados aquáticos de respiração aérea, tais como os cágados *Hydromedusa tectifera* Cope, 1869 e *Phrynos geoffroanus* (Schweigger, 1812), podem ficar presos em redes de espera e se afogar.

#### 2.2.7. Espécies indicadoras (de áreas conservadas e degradadas)

Como explicitado anteriormente, a composição de espécies da APA Tanquã-Rio Piracicaba, resulta das perturbações naturais e antrópicas que causam heterogeneidade de habitats e produtividade primária relativamente alta. Desta forma, não se aplica a definição de espécies indicadoras de áreas conservadas ou degradadas. Propomos como parâmetros a serem monitorados a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos (**Apêndice 2.2.7.A**). Abundância é um valor importante para a conservação,

pois engloba tanto o número total de indivíduos quanto a diversidade deles dentro do grupo (Redford et al., 2013).

Na última década o Tanquã se tornou um destino turístico muito valorizado pelos observadores de aves, que contribuíram significativamente para o inventário da avifauna aquática. Esta atividade na APA deve respeitar os procedimentos da Portaria Normativa da Fundação Florestal DE Nº 236/2016. Contudo, pode se beneficiar de um protocolo de boas práticas adaptado às condições locais, que vise à preservação da biota e a maior segurança dos usuários, elaborado com ampla participação da comunidade de observadores, guias, pilotos de embarcações, etc.

A pesca é a única estratégia disponível para o controle das espécies exóticas de peixes. Maruyama (2007) apontava a necessidade de ordenamento pesqueiro na região, com áreas delimitadas para a pesca profissional, para o turismo e o lazer. A autora sugeriu também, o monitoramento constante da atividade e a implantação de infraestrutura adequada ao desembarque, limpeza e conservação do pescado. Em nossa opinião, este ordenamento, se ainda for necessário, deverá considerar também, os impactos negativos potenciais da pesca, estabelecer o uso de técnicas e apetrechos mais adequados para a conservação da biodiversidade e dos recursos pesqueiros, e delimitar áreas de exclusão de pesca. Na APA Tanquã, a pesca e o trânsito de embarcações deveriam ser limitados ao curso principal do rio Piracicaba, deixando as lagoas marginais e canais secundários como refúgios da fauna.

Com o crescente interesse de observadores de aves pelo Tanquã, divulgado inclusive pelos meios de comunicação de massa (<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/2015/08/em-piracicaba-bairro-tanqua-e-um-paraiso-para-fauna-brasileira.html>), alguns pescadores locais têm se capacitado para atuar como guias, reduzindo sua dependência econômica da atividade pesqueira.

A extração de areia é outra atividade econômica importante na APA. Ela aumenta a turbidez da água, pode ocasionar a poluição do rio por combustíveis, lubrificantes etc., e o ruído do maquinário pode resultar na evitação do entorno da área de exploração pela fauna. A mineração pode causar impactos importantes nas margens do Rio Piracicaba, como o desmoronamento de partes do barranco, nos bancos de sedimentos emersos utilizados pelas aves aquáticas e também nas lagoas marginais, que podem ser abertas a uma maior influência do rio. Por outro lado, esta atividade diminui a sedimentação e colabora para manter trechos mais profundos no leito do rio, preferidos por algumas espécies de peixes. Além da fiscalização quanto ao cumprimento da legislação vigente e das condicionantes das licenças de instalação e operação, o balanço entre os pontos positivos e negativos da atividade pode ser

conseguido via zoneamento, com o estabelecimento de zonas ou áreas de exclusão da mineração dentro da APA.

### 2.3. Referências bibliográficas

#### Vegetação

#### Fauna

Agostinho, A. A. et al. 1999. Patterns of colonization in Neotropical reservoirs and prognoses on aging. p. 27-265. In: J. G. Tundisi e M. Straskraba. (Eds.) Theoretical Reservoir Ecology and its Applications. Leiden: Backhuys Publishers. 585 p.

Agostinho, A. A. et al. 2003. Migratory Fishes of the Upper Parana River Basin, Brazil. In: Carolsfeld, J. et al. (Org.). Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status. 1ed. Victoria: World Fisheries Trust. p. 19-99.

AGROFIT. 2021. Banco de informações sobre os produtos agroquímicos e afins registrados no Ministério da Agricultura. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/agrofit>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

Antunes, A. Z.; Willis, E. O. 2003. Novos registros de Aves para a fazenda Barreiro Rico, Anhembi-São Paulo (Nota). Ararajuba 11(1): 101-102.

Antunes, A. Z.; Eston, M. R. 2009. Mamíferos (Chordata: Mammalia) florestais de médio e grande porte registrados em Barreiro Rico, Anhembi, Estado de São Paulo. Revista do Instituto Florestal 21: 201-215.

Barbosa, A. E. A. et al. 2020. Relatório de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. Cabedelo, PB: CEMAVE/ ICMBio. 3ªEd.

Bonino, N.; Cossíos, D.; Menegheti, J. 2010. Dispersal of the European hare, *Lepus europaeus* in South America. Folia Zool. 59(1): 9-15.

Bucci, D. 2018. [WA2931344, *Riparia riparia* (Linnaeus,1758)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/2931344>> Acesso em: 08 Jun 2018.

Bueno, C. 2013. Ocorrência de *Myocastor coypus* Molina, 1782 no Estado do Rio de Janeiro. Bo.l Soc. Bras. Mastozool. 66: 9-11.

Carvalho, C.T. 1979/1980. Mamíferos dos Parques e Reservas de São Paulo. Silvicultura em São Paulo, 13/14:49-72.

Castro-Jorge, L. A. et al. 2019. West Nile virus infections are here! Are we prepared to face another flavivirus epidemic? Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 52: e20190089.

Catel, A. C. 2017. [WA2691161, *Griseotyrannus aurantioatrocristatus* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/2691161>> Acesso em: 08 Jun 2018.

Catel, A. C. 2017. [WA2691160, *Eupsittula aurea* (Gmelin, 1788)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/2691160>> Acesso em: 27 Jan 2021.

Cipriani, F. 2012. [WA786337, *Tachycineta leucopyga* (Meyen, 1834)]. Wiki Aves – A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/786337>> Acesso em: 08 Jun 2018.

Costa, I. F. 2019. [WA3541553, *Furnarius figulus* (Lichtenstein, 1823)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/3541553>> Acesso em: 27 Jan 2021.

Costa, M. D.; Fernandes, F. A. B. 2010. Primeiro registro de *Lepus europaeus* Pallas, 1778 (Mammalia, Lagomorpha, Leporidae) no sul do Estado de Minas Gerais e uma síntese dos registros conhecidos para o sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Zootecias 12(3): 311-314.

Costa, V. A. 2015. [WA1964757, *Sporophila collaris* (Boddaert, 1783)]. Wiki Aves – A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/1964757>> Acesso em: 08 Jun 2018.

Costa, V. A. 2016. [WA2325160, *Parabuteo unicinctus* (Temminck, 1824)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/2325160>> Acesso em: 08 Jun 2018.

D’Horta, F. M. et al. 2013. Fauna Terrestre. Estudo de Impacto Ambiental - EIA para o processo de licenciamento ambiental do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra. São Paulo: Secretaria Estadual de Logística e Transportes, Departamento Hidroviário.

Domingues, M. G. 2020. [WA4067175, *Porphyriops melanops* (Vieillot, 1819)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/4067175>> Acesso em: 27 Jan 2021.

Fazenda Bacury. 2018. Fotos e vídeos de mamíferos e aves. Disponível em: <<http://www.bacury.com/>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

Frezza, S. 2015. [WA1573974, *Serpophaga nigricans* (Vieillot, 1817)]. Wiki Aves – A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/1573974>> Acesso em: 08 Jun 2018.

Graf, D.; Cummings, K. 2021. The Freshwater Mussels (Unionoida) of the World (and other less consequential bivalves). Disponível em: <<http://mussel-project.uwsp.edu/index.html>>. Acesso em: 08 fevereiro 2021.

Gutierrez, A. M. 2019. [WA3406080, *Polystictus pectoralis* (Vieillot, 1817)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/3406080>> Acesso em: 26 Jan 2021.

International Union for Conservation of Nature - IUCN. 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 29 Maio 2018.

Langeani, F. et al. 2007. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotrop.* 7(3): 181-197.

Magalhães, J. C. R. 1999. *As Aves na Fazenda Barreiro Rico*. São Paulo, Editora Plêiade.

Maruyama, L. S. 2007. A pesca artesanal no Médio e Baixo Tietê (São Paulo, Brasil): aspectos estruturais, sócio-econômicos e de produção pesqueira. Dissertação (mestrado) apresentada ao Instituto de Pesca, Secretaria de Agricultura e Abastecimento - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo, 109f.

Maruyama, L. S.; Castro, P. M. G.; Paiva, P. 2009. A pesca artesanal no Médio e Baixo Tietê, São Paulo, Brasil: aspectos estruturais, sócio-econômicos. *Bol. Inst. Pesca* 35(1): 61-81.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. 2014. Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Brasília. Diário Oficial da União. 245. Seção 1. Publicado em 18/12/2014. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm](http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm). Acesso em: 29 Maio 2018.

Miyahira, I. C.; Santos, S. B.; Mansur, M. C. D. 2017. Freshwater mussels from South America: state of the art of Unionida, specially Rhipidodontini. *Biota Neotropica.* 17(4): e20170341. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0341>.

Moraes, F. D. 2018. [WA2884393, *Paroaria dominicana* (Linnaeus, 1758)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/2884393>> Acesso em: 08 Jun 2018.

Oliveira, A. C. et al. 2016. Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. Cabedelo, PB: CEMAVE/ ICMBio.

Oyakawa, O. T. 2018. Banco de dados da coleção ictiológica do Museu de Zoologia da USP. Não Publicado.

Oyakawa, O. T. et al. 2009. Peixes de água doce. In: P. M. Bressan, M. C. Kierulff, A.M. Sugieda (Eds). Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: vertebrados. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.

Panucci, G. P. 2012. [WA739924, *Cathartes burrovianus* Cassin, 1845]. Wiki Aves – A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/739924>> Acesso em: 08 Jun 2018.

Panucci, G. P. 2014. [WA1315482, *Knipolegus lophotes* boie, 1828]. Wiki Aves – A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/1315482>> Acesso em: 08 Jun 2018.

Paulete, V. F. 2020. [WA3964512, *Calidris minutilla* (Vieillot, 1819)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/3964512>> Acesso em: 27 Jan 2021.

Pettesse, M. L., Petrere Jr., M., Spigolon, R. J. 2007. The hydraulic management of the Barra Bonita reservoir (SP, Brazil) as a factor influencing the temporal succession of its fish community. *Braz. J. Biol.* 67(3): 433-445.

Pinto, G. G. 2017. [WA2725724, *Oxyura vittata* (Philippi, 1860)]. Wiki Aves – A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/2725724>> Acesso em: 08 Jun 2018.

Pinto, G. G. 2014. [WA1293943, *Cypseloides senex* (Temminck, 1826)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/1293943>> Acesso em: 27 Jan 2021.

Redford, K. H.; Berger, J.; Zack, S. 2013. Abundance as a conservation value. *Oryx* 47(2): 157–158.

Rivero, V. M. C. et al. 2013a. Ictiofauna. Estudo de Impacto Ambiental - EIA para o processo de licenciamento ambiental do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra. São Paulo, Secretaria Estadual de Logística e Transportes, Departamento Hidroviário.

Rivero, V. M. C. et al. 2013b. Ecossistemas aquáticos. Estudo de Impacto Ambiental - EIA para o processo de licenciamento ambiental do Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra. São Paulo, Secretaria Estadual de Logística e Transportes, Departamento Hidroviário.

Robinson, V.; Pizo, M. A. 2017. A floodplain with artificially reversed flood pulse is important for migratory and rare bird species. *Revista Brasileira de Ornitologia* 25(3): 155-168.

Rodrigues, L. M. 2016. [WA2348018, *Progne subis* (Linnaeus, 1758)]. Wiki Aves – A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/2348018>> Acesso em: 08 Jun 2018.

São Paulo (Estado). 2014. Decreto Estadual No 60.133 de 7 de fevereiro de 2014. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as deficientes de dados para avaliação no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, São Paulo, seção 1, 124 (27).

Serafini, P. P. 2018. *Calidris subruficollis* (Vieillot, 1819) In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III - Aves. Brasília: ICMBio. p. 154-157.

Silva, D. M. L. et al. 2008. Organochlorine pesticides in Piracicaba River basin (Sao Paulo/Brazil): A survey of sediment, bivalve and fish. *Quim. Nova* 31(2): 214-219.

Somenzari, M. et al. 2018. An overview of migratory birds in Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 58: 1-66, e20185803.

Vazzoler, A. E.; Menezes, N. A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Rev. Brasil. Biol.* 52(4): 627-640.

WikiAves. 2021. WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em:<<http://www.wikiaves.com.br/>>. Acesso em: 04 Fev. 2021.

WikiAves. 2021. Espécies Registradas em ALA do Tanquã/SP. Disponível em: <http://www.wikiaves.com.br/especies.php?&t=ao&ao=8239>. Acesso em: 04 Fev. 2021.

Willis, E. O.; Oniki, Y. 2003. *Aves do Estado de São Paulo*. Rio Claro: Divisa.

## 3. MEIO FÍSICO

### 3.1. Geologia

A metodologia utilizada para o tema geologia encontra-se no **Apêndice 3.1.A**. Este relatório traz um relato sobre a geologia da área das unidades de conservação situadas no baixo curso do rio Piracicaba, que incluem as APAs de Barreiro Rico, Tanquã Rio Piracicaba e as estações ecológicas de Barreiro Rico e Ibicatu. As unidades de conservação encontram-se em sua totalidade inseridas no contexto da Bacia Sedimentar do Paraná.

Conforme sumarizado por Milani e colaboradores em 2007, *“a Bacia do Paraná é uma ampla região sedimentar do continente sul-americano que inclui porções territoriais do Brasil meridional, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai, totalizando uma área que se aproxima dos 1.500.000 km<sup>2</sup>. A bacia tem uma forma ovalada com eixo maior N-S, sendo seu contorno atual definido por limites erosivos relacionados em grande parte à história geotectônica meso-cenozóica do continente. O registro estratigráfico, da Bacia do Paraná compreende um pacote sedimentar-magmático com uma espessura total máxima em torno dos 7 mil metros, coincidindo geograficamente o depocentro estrutural da sinéclise com a região da calha do rio que lhe empresta o nome”*.

O registro estratigráfico da Bacia do Paraná, representado predominantemente por sedimentos siliciclásticos capeados por um expressivo volume de derrames vulcânicos, foi subdividido por Milani (1997 apud Milani *et al.* 2007) em seis unidades de ampla escala ou Superseqüências onde cada uma delas representa um pacote rochoso, com intervalo temporal com algumas dezenas de milhões de anos de duração, envelopados (ou separados) por superfícies de discordância de caráter inter-regional. São elas: Rio Iváí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo), **Apêndice 3.1.B**. As três primeiras superseqüências são representadas por sucessões sedimentares que definem ciclos transgressivo-regressivos ligados a oscilações do nível relativo do mar no Paleozóico, ao passo que as demais correspondem a pacotes de sedimentos continentais com rochas ígneas associadas.

Segundo Zalan *et al.* (1990) o conjunto de rochas sedimentares e vulcânicas representa a superposição de pacotes depositados, no mínimo, em três diferentes ambientes tectônicos, que ocorreu durante a dinâmica de placas que conduziu a evolução do Gondwana no tempo geológico.

Na área de estudo da APA, ocorrem os pacotes sedimentares de idades que variam do Neopermiano, representado por parte das unidades sedimentares do Grupo Passa Dois, formações Teresina e Corumbatai (fase regressiva da Supersequência Gondwana I), até os depósitos quaternários recentes e atuais incluindo os sedimentos da Formação Itaqueri, de idade Cretáceo Superior ou Paleógeno, passando pelo Grupo São Bento, predominante na área, que inclui as formações Piramboia, Botucatu e Serra Geral, representantes da Supersequência Gondwana III de Milani *et al.* (2007), **Apêndice 3.1.C**.

#### **As unidades litoestratigráficas**

Conforme destacado anteriormente, parte da **Supersequência Gondwana I**, Grupo Passa Dois mostra-se presente na área de trabalho, representado basicamente pelas formações Corumbatai e Teresina. Fazem parte ainda desta Supersequência os pacotes de sedimentos das formações Irati, Serra Alta e Rio do Rastro. Estas duas últimas com exposições localizadas, no centro-sul e sudoeste do Estado de São Paulo.

**Formação Irati** é constituída de folhelhos e argilitos cinza escuros, folhelhos betuminosos e calcários associados, depositados por decantação em ambiente de águas calmas, abaixo do nível de ação das ondas, bem como são portadores de répteis mesossaurídeos. Na sequência temos os sedimentos da **Formação Serra Alta**, que é constituída predominantemente por siltitos e argilitos cinza escuro, distribuídos em camadas maciças ou com laminação plano-paralela pouco desenvolvida, com presença de camadas de calcário impuro e nódulos de sílex. Para este pacote de sedimentos é atribuída uma sedimentação em ambiente marinho, em profundidade abaixo do nível de ação das ondas. Seguindo na estratigrafia, temos a presença dos sedimentos da **Formação Teresina**, representada por argilitos, siltitos e arenitos muito finos e finos, cinza escuros a esverdeados, com geometria tabular ou lenticular muito estendida, na porção inferior, enquanto que a porção superior passam a predominar arenitos com estratificação cruzada, marcas onduladas simétricas e laminação cruzada cavalgante. Para este pacote sedimentar, existem controvérsias para o ambiente de sedimentação, sendo atribuído ambiente marinho influenciado por marés, até lacustre, devido à ausência de fósseis claramente marinhos.

A **Formação Rio do Rastro**, de ocorrência restrita no sudoeste do Estado, é constituída de pelitos avermelhados e tabulares, maciços ou laminados e arenitos com dominância de camadas tabulares ou com lenticularidade muito estendida, siltitos esverdeados, arenitos finos, podendo ser tabulares ou lenticulares, e apresentam laminação plano-paralela, laminação cruzada cavalgante e estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a grande porte. Em termos de ambiente de sedimentação varia de transicional, para ambiente lacustre e deltaico e, na parte superior campos de dunas

eólicas associam-se a sedimentação lacustre/deltaica, sem a presença de depósitos fluviais.

E por fim, no contexto do Grupo Passa Dois, temos a **Formação Corumbataí**, de idade Neopermiana (base em fósseis) que pela carta estratigráfica (**Apêndice 3.1.B**) se equivale a parte da sequência dos sedimentos das formações Serra Alta e Teresina, correspondendo praticamente a uma unidade indivisa do Grupo Passa Dois no Estado de São Paulo, sendo constituída segundo Landim (1967, *apud* Sousa, 2002) na parte inferior, por pacotes de argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuros e pretos, com fraturas conchoidais e concreções calcíferas, e ainda um conjunto de argilitos e folhelhos cinza-escuros, de aspecto rítmico, com ocasionais leitos de calcário silicificados, oolíticos em parte, além de níveis coquinóides. Na seção superior, predominariam uma sequência de argilitos e arenitos finos, argilosos, regular e bem classificados, esverdeados, arroxeados e avermelhados. Trabalhos posteriores, tal como de Souza (1985, *apud* Perrota *et al.* 2006), argumentaram que as sequências inferior e superior são equivalentes, com a primeira sequência predominando no nordeste do Estado, enquanto que a segunda prevalece, nas porções centro-sul e sudoeste do estado. Desde os anos 90, os sedimentos da então porção superior da Formação Corumbataí, foram individualizadas nas formações Serra Alta e Teresina. O contato inferior mostra-se concordante com o topo da Formação Irati (Schneider *et al.* 1974 *apud* Sousa 2002) e discordante erosivo com a base da Formação Pirambóia (Soares, 1973, Zalán *et al.* 1987 *apud* Sousa 2002).

Schneider *et al.* (1974 *apud* Sousa 2002) consideraram que os sedimentos da porção inferior da Formação Corumbataí são caracterizados por um ambiente marinho de águas calmas, depositados abaixo do nível de ação das ondas e a porção superior indica transição de ambiente marinho relativamente profundo para ambiente mais raso e agitado. Ainda com relação a ambiente deposicional Rohn & Lavina (1993 *apud* Sousa 2002) consideraram, para a deposição da Formação Corumbataí, condições de águas mais rasas ou ambientes costeiros influenciados por tempestades.

Riccomini (1995) observou a primeira evidência direta de tectonismo sinsedimentar no Permiano Superior da Bacia do Paraná, quando analisou diques clásticos com direção principal NE-SW, presentes em sedimentos da Formação Corumbataí, provavelmente relacionados às reativações de estruturas antigas que ocorreram durante a ruptura de Gondwana.

A **Supersequência Gondwana III**, incluem as formações Piramboia, Botucatu e Serra Geral, do Grupo São Bento, que representam a continentalização da sedimentação da Bacia do Paraná, com magmatismo associado. Esta última, representando o expressivo magmatismo efusivo na bacia, que chega a atingir até 1.700 m de espessura, na região

do depocentro da bacia, próximo a calha do rio Paraná. A Formação Botucatu constitui-se quase totalmente, em toda sua ampla área de ocorrência, por arenitos médios a finos de elevada esfericidade e aspecto fosco, róseos, que exibem estratificação cruzada tangencial, de médio a grande porte, numa assinatura faciológica muito característica que possibilita um pronto reconhecimento do “deserto Botucatu” em todos os pontos em que aflora. Junto à base, localmente ocorrem ventifactos (Almeida e Melo, 1981 *apud* Sousa 2002) derivados de um persistente retrabalhamento eólico sobre depósitos fluviais subjacentes ao campo de dunas. Junto ao topo da unidade, e mesmo em lentes sedimentares intercaladas aos derrames basais do Serra Geral, são relatadas ocorrências de sedimentitos lacustres com até 10 m de espessura, na forma de ritmitos com termos argilosos, sílticos e arenosos arranjados segundo uma bem-definida estratificação plano-paralela (Almeida e Melo, 1981 *apud* Sousa 2002). Por outro lado, o caráter discordante do seu contato basal torna-se complicada a sua separação quando ocorrem em sua porção inferior estratos de origem alúvio-fluvial, o que é geralmente o caso na porção paulista da bacia. Fúlfaro *et al.* (1980 *apud* Sousa 2002) apontaram a dificuldade em se determinar a posição do contato Botucatu-Pirambóia, com esta última faciologicamente caracterizada por sedimentitos flúvio-eólicos texturalmente similares aos da primeira. Soares (1972 *apud* Sousa 2002) considerou transicional esta relação de contato, e englobou estas duas formações em sua “Seqüência Tectonossedimentar Triássico-Jurássico” (Soares, 1991 *apud* Sousa 2002).

Caetano-Chang e Wu (1995), inserindo elementos de análise faciológica, argumentam a favor de uma discordância entre estas unidades, sendo a sedimentação Botucatu precedida pelo desenvolvimento de uma superfície de deflação eólica que se associaria a um hiato erosivo “de tempo relativamente curto”. Em subsuperfície, pode-se acompanhar a distribuição da Formação Botucatu em dados de poços, percebendo-se um espessamento desta unidade no sentido do domínio norte da Bacia do Paraná, onde chega a alcançar a espessura de 450 metros. Na seqüência são descritas informações referentes a estas três unidades, extraídas da síntese apresentada no trabalho de Sousa (2002).

A **Formação Piramboia**, que corresponde a unidade de maior ocorrência no centro-leste da bacia no estado de São Paulo, mostra-se caracterizada por uma sucessão de espessos bancos arenosos, avermelhados ou rosados, de granulação fina a média, possuindo maior proporção de fração argilosa na porção inferior, exibindo estratificação cruzada planar e acanalada e plano-paralela, intercalando camadas de lamitos arenosos de cores que variam de tons claros a amarelo, roxo, vermelho e verde (Soares 1973 e Landim *et al.* 1980 *apud* Sousa 2002). As estruturas sedimentares foram interpretadas por Franzinelli (1973 *apud* Sousa 2002) como originadas em ambiente continental aquoso, podendo muitas vezes especificar o ambiente fluvial. Assini & Soares (1995) e

Caetano-Chang & Wu (1995) consideraram o ambiente deposicional desta formação como uma associação de depósitos eólicos de dunas, interdunas e lençóis de areia, entremeados por depósitos fluviais subordinados.

Os sedimentos predominantemente arenosos da Formação Piramboia, com o intervalo entre o Triássico Médio e o Jurássico Inferior, como sendo o mais provável para idade de deposição, atingem uma espessura, de no máximo, 300 metros na Bacia do Rio Tietê, sendo medidos cerca de 270 metros em seções aflorantes na região de São Pedro (Caetano-Chang 1997).

Vários autores (Soares 1973; Almeida et al. 1981; Zalán et al. 1987 e Caetano-Chang 1993 *apud* Sousa 2002) interpretaram as relações de contato entre as formações Pirambóia e Botucatu como sendo discordantes enquanto que o contato basal com a Formação Corumbatai, seria marcado pela descontinuidade mais importante do registro sedimentar da Bacia do Paraná (Soares 1973; Zalán et al. 1987 *apud* Sousa 2002).

A **Formação Botucatu**, de idade Juro-Cretácea, foi descrita pela primeira vez por Washburne (1889, *apud* Almeida 1981) designando de “Grês do Botucatu”, os arenitos com estratificação cruzada de grande porte que recobriam as camadas paleozóicas. Soares (1973 *apud* Sousa 2002) redefiniu a formação como sendo constituída de arenitos eólicos avermelhados de granulação fina a média, com estratificação cruzada planar de grande a médio porte, muito friáveis ou solidificados apresentando corpos de arenito conglomerático na parte basal, constituindo assim uma unidade genética de ambiente desértico que se manteve até as manifestações vulcânicas.

Conforme descrito por alguns autores, entre eles Caetano-Chang (1995) a Formação Botucatu é resultado da deposição em ambiente desértico e o domínio do sistema eólico em condições de total saturação em areia conduziu ao registro de monótonas sucessões de depósitos de dunas e interdunas. As características dos sedimentos desta formação indicam condições de elevada aridez, tendo o cavalgamento de dunas como o principal processo de acumulação. Na região do estudo, a Formação Botucatu apresenta espessura muito variável, raramente ultrapassa 150 metros, sendo a média de 50 a 70 metros.

A **Formação Serra Geral**, de idades Eocretácea (134-131 Ma; Nardi *et al.* 1999; Janasi *et al.* 2011), presente de forma mais localizada na área do estudo, corresponde a uma das maiores manifestações vulcânicas (Província Magmática Paraná-Etendeka - PMPE), tipo fissural, registradas no mundo. É caracterizada por um espesso pacote de derrames predominantemente de basaltos, que pode atingir a espessura de 1.700m. Os derrames apresentam espessuras individuais variadas, chegando a dezenas de metros,

onde na porção basal, podem apresentar pequenos corpos de arenitos intercalados, atribuídos como sendo da Formação Botucatu, justificando assim, que pelo menos quando se iniciou o vulcanismo fissural, ainda persistiam a sedimentação das dunas eólicas da Formação Botucatu. Subordinadamente, são presentes no sudoeste do Estado de São Paulo, rochas vulcânicas ácidas (dacitos), que representam como um todo na Bacia do Paraná, algo em torno de 5% do total do vulcanismo. As rochas vulcânicas básicas, são toleíticas, de textura afanítica a fanerítica muito fina a fina, de cor cinza-escura a preta, amigdaloidal no topo e base dos derrames e com desenvolvimento de juntas verticais e horizontais, de resfriamento e tectônicas. Associados aos derrames estão inúmeros, corpos intrusivos de composição predominantemente básica, constituindo sobretudo diques e soleiras.

Segundo Almeida e Barbosa (1953 *apud* Sousa 2002), além dos derrames basálticos (toleíticos), muitas soleiras e diques de diabásio associadas ao magmatismo Serra Geral ocorrem na área da Depressão Periférica, destacando-se as soleiras intercaladas nas formações Irati e Tatuí, que ultrapassam os 130 metros de espessura na cidade de Piracicaba. Porém são comuns também as soleiras nas unidades arenosas das formações Piramboia e Botucatu, nos pacotes de sedimentos finos das formações Teresina, Serra Alta, Rio do Rastro e Corumbataí. Os diques que normalmente ocorrem preenchendo planos de falhas, podem ou não se associar a soleiras e, também cortarem derrames.

Entre as **coberturas sedimentares cenozóicas**, estão presentes, no setor norte da área (região das serras de Itaqueri, São Pedro e Platô de São Carlos), os sedimentos da Formação Itaqueri, de idade Paleógena, depositados discordantemente sobre as unidades do Grupo São Bento. Esta unidade foi definida por Almeida e Barbosa 1953 *apud* Sousa 2002) como sendo caracterizada pela alternância de arenitos com matriz argilosa, folhelhos, conglomerados e arenitos intensamente silicificados, depositados num ambiente formado por sistemas de leques aluviais com presença de canais anastomosados, associados a depósitos de corridas de lama e depósitos grosseiros de fluxo de detritos, sob um regime de clima árido a semi-árido (Riccomini, 1995).

Outras **coberturas sedimentares mais jovens, terciário-quadernário** denominadas de coberturas sedimentares neocenozóicas incluem segundo Melo (1995) coberturas incoesas, areno-argilosas, presentes no Estado de São Paulo e estados vizinhos, regionalmente denominadas como ‘coberturas da Serra de Santana’ ou formações Rio claro, Piraçununga, e Santa Rita do passa quatro, em São Paulo, Formação Paranaíba, no Paraná, “unidade C” ou formação Cachoerinha, no Mato Grosso do Sul. Com base nos trabalhos desse mesmo autor, estas coberturas, apesar de delgadas (inferiores a 20 metros de espessura), importam pela grande extensão em área, por serem potenciais

fontes de matérias primas (construção civil, vidros, fundição, fibras) e, por condicionarem fenômenos nocivos (ravinas, boçorocas, colapsos). Estas coberturas, ocorrem principalmente sobre substrato arenoso e em áreas de relevo colinoso aplainado. No caso do Estado de São Paulo, predominam como coberturas nas unidades Aquidauana-Itararé e Piramboia-Botucatu, no domínio da Depressão Periférica e no Planalto Ocidental (Bacia Bauru).

Conforme estudo apresentado no Mapa Geológico da Porção Centro-Leste da Depressão Periférica Paulista (IPT/FAPESP/IGc-USP) as coberturas areno-argilosas, apresentam coloração castanha a ocre e amarelada, desprovidas de estruturas sedimentares, com exceção de nível rudáceo basal, o qual tem sido o principal argumento da hipótese do caráter alóctone destas coberturas (“coluviões”). Melo (1995) apresentou que uma peculiaridade destas coberturas está na ocorrência de fragmentos de madeira carbonizada, aparentemente incorporados a partir de posição original superficial. Datações por radiocarbonos apontam idades compreendidas entre 4.990 e 8.800 anos BP.

Entre os **sedimentos continentais de idade quaternária**, destacam-se os: a) aluviões em planícies meandranes e baixos terraços, compreendendo cascalhos, areais, argila e, ocasionalmente, depósitos de turfa. Constituem depósitos de areias, cascalhos, siltes, argilas e localmente turfadas, nas margens, fundos de canal, e planícies de inundação dos rios, resultantes de processos de erosão, transporte e deposição a partir de diferentes áreas fontes; b) cascalhos aluviais em baixos terraços junto a escarpa de cuesta, constituídos predominantemente por clastos de rochas básicas (diabásio e basalto), de remanejamento de talus e leques aluviais; c) depósitos colúvio-aluviais em rampas e baixos terraços, constituídos pela associação de sedimentos de origem fluvial meandrante (cascalhos, areais, argilas) com sedimentos imaturos resultantes de coluvionamentos; d) depósitos colúvio-eluvionais, areno-argilosos em topos e rampas de colinas amplas, compreendendo extensas coberturas incoesas sem estruturas sedimentares, com frequente nível basal rudáceo. São coberturas areno-argilosas com no máximo 10 metros de espessura, desenvolvida sobre substrato predominantemente arenoso.

### **Quadro estrutural**

Fato que também se destaca nesta porção do Bacia do Paraná, borda leste, são a presença dos vários altos estruturais que expõem sedimentos mais antigos em suas porções mais centrais. Estes altos estruturais são estudados desde os anos da década de 20, para prospecção de hidrocarbonetos (petróleo, em especial). Entre os ocorrem nos arredores da área de estudo, destacamos a “Estrutura de Pitanga”, “Estrutura de

Artemis”, “Estrutura de Anhembi”, “Estrutura de Pau D’alho” e “Estrutura de Giboia”. Entre os trabalhos mais recentes que discute sobre esses altos estruturais, temos o trabalho desenvolvido por Sousa (2002). A autora interpreta que o padrão estrutural desta região é caracterizado por zonas de falhas de orientação preferencial NW-SE (alinhamento rio Tietê), que promovem soerguimentos e abatimentos de blocos e formam altos e baixos estruturais. As unidades litoestratigráficas mais antigas afloram ao lado das mais jovens e formam o arranjo geométrico principal. Falhas direcionais NE-SW (alinhamento rio Mogi Guaçu) e E-W (alinhamento rio Paranapanema) também aparecem na estruturação regional, com menor importância. Feições de reativação e ressurgência ocorrem em vários destes conjuntos.

### **A geologia na unidade de conservação**

A APA Tanquã-Rio Piracicaba, ocupa praticamente a planície de inundação do rio Piracicaba, onde grande parte está coberta pelo reservatório da UHE Barra Bonita, com apenas um pequeno trecho, na extremidade leste, com exposição dos depósitos aluvionares da planície de inundação neste trecho do rio Piracicaba, **Apêndice 3.1.D**.

Os depósitos em planícies meandranes e baixos terraços, como é o caso na APA Tanquã-Rio Piracicaba são caracterizados por depósitos de cascalhos, areais, argila e, ocasionalmente, depósitos de turfa.

Apesar de grande parte da planície de inundação encontrar-se coberta pelas águas do reservatório, observamos em alguns trechos, como na localidade de Vicentado, pelas imagens históricas do Google Earth, principalmente dos meses mais secos, que parte dos canais ligação do canal principal do rio com os meandros ficam aflorantes, formando grandes banhados, tornando-se possível observar os depósitos aluvionares, **Apêndice 3.1.E**.

## **3.2. Geomorfologia**

A metodologia utilizada para o tema geomorfologia encontra-se no **Apêndice 3.2**.

### **Contexto Geomorfológico Regional da APA Tanquã e Rio Piracicaba**

A APA Tanquã e Rio Piracicaba está inserida em sua totalidade na unidade morfoescultural da Depressão Periférica Paulista (**Apêndice 3.2.D**), no âmbito da morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná (ROSS & MOROZ, 1997). A bacia do Paraná corresponde a uma ampla região sedimentar do continente sul-americano, de cerca de 1,5 milhão de km<sup>2</sup>, com formato oval e eixo maior na direção N-S, que abrange parte dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e

avança em áreas de países vizinhos (norte do Uruguai, Paraguai oriental e nordeste da Argentina) (MILANI *et al.*, 2007). Seu pacote sedimentar-magmático atinge uma espessura total máxima de cerca de 7 mil metros, com depocentro da bacia coincidente com a calha atual do rio Paraná.

A Depressão Periférica constitui um compartimento deprimido entre as cuestas arenítico-basálticas e os terrenos cristalinos elevados do Planalto Atlântico, esculpida sobre rochas sedimentares paleozoicas e mesozoicas das bacias do Paraná/Bauru. Conforme subdivisão geomorfológica do Estado de São Paulo proposta por DEFFONTAINES (1935), e seguida em trabalhos futuros (ALMEIDA, 1964; PONÇANO *et al.*, 1981; ROSS & MOROZ, 1997), pode ser subdividida em três setores, em função das características distintas das principais redes de drenagem: Moji-Guaçu, Médio Tietê e Paranapanema. O Médio Tietê, onde se insere a APA Tanquã e Rio Piracicaba, delimita-se a leste pelo Planalto Atlântico (Planalto de Jundiá), a oeste pelo Planalto Ocidental Paulista (Planalto Centro Ocidental e planaltos residuais de Botucatu e de São Carlos), e norte pela Depressão de Moji-Guaçu (ROSS & MOROZ, 1997).

A esculturação da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental (a noroeste) está intimamente relacionada com a epirogênese ocorrida durante o Cenozoico na Plataforma Sul-Americana, associada a alternância climática (climas úmidos e secos), que proporcionou a ocorrência de longos processos erosivos (ROSS e MOROZ, 1997).

### **Caracterização Geomorfológica da APA Tanquã e Rio Piracicaba**

A APA Tanquã e Rio Piracicaba abrange a planície fluvial do baixo curso do rio Piracicaba (**Apêndice 3.2.E**), a montante de sua confluência com o Rio Tietê. No trecho oeste e central, corresponde à área do espelho d'água do reservatório formado pela barragem de Barra Bonita, enquanto em sua porção leste abrange um setor extenso da planície original do rio, parcialmente inundado, **Apêndices 3.2.E, 3.2.F e 3.2.G**). Conforme SIMON (2010), os depósitos aluviais são comuns nesse setor do Rio Piracicaba, que em um cenário anterior à formação do reservatório, formavam uma ampla planície bem desenvolvida, caracterizada por canais meandrantos.

Conforme PINHEIRO (2014), os setores mais amplos de planícies fluviais do rio Piracicaba estão restritos ao seu baixo curso, com início próximo à desembocadura do ribeirão Vermelho, onde deixa seu padrão de meandros encaixados nas rochas permotriássicas para uma planície fluvial mais extensa, caracterizada por meandros divagantes com leitos móveis. O rio Piracicaba apresenta um gradiente topográfico muito baixo e traçado sinuoso em sua planície, onde estão presentes diversas feições morfológicas como meandros abandonados, lagos, cordões arenosos, diques marginais, cones torrenciais arenosos, *backswamps* e várzeas ricas em material orgânico. O **Apêndice**

**3.2.H** ilustra algumas feições morfológicas e de depósitos quaternários na planície do rio Piracicaba. Conforme o autor, a planície apresenta uma orientação preferencial E-W/WNW-ESSE, porém apresenta desvios para NE-SW, NW-SE e N-S, coincidentes com inflexões do cinturão meândrico, canais afluentes e estruturas rúpteis, sugerindo controle tectônico.

A área de entorno do reservatório e da planície fluvial preservada do rio Piracicaba apresenta formas de relevo denudacionais com modelado de colinas de topos convexos (Dc12, Dc13) ou tabulares (Dt11 e Dt12) (**Apêndice 3.2.G**), que apresentam grau de dissecação baixa e densidade de drenagem baixa a alta (no caso de Dc13). Na porção leste, ao redor da planície fluvial (Apf), também ocorre um modelado de formas com dissecação média a alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta (Dc33), sujeito a forte atividade erosiva. Os **Apêndice 3.2.I** e **Apêndice 3.2.K** ilustram os parâmetros morfométricos na área. O relevo no entorno da APA (envoltória de 3 km) apresenta altitudes entre 460 a 600 m (**Apêndice 3.2.I**) e declividades predominantes de 2º a 5º (**Apêndice 3.2.J**); a cota predominante da planície fluvial é de cerca de 460 m. As feições erosivas lineares na área de entorno da APA (**Apêndice 3.2.J**) concentram-se nas áreas com vales mais entalhados e com maior declividade (acima de 5º) (Dc13 e Dc33), onde afloram Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos (ROSSI, 2017). Na planície fluvial do rio Piracicaba predominam Gleissolos.

Conforme SIMON (2010), os mapeamentos geomorfológicos e de ocupação e uso das terras (**Apêndices de 3.2.L a 3.2.S**) indicam alterações diretas e indiretas sobre a morfohidrografia do setor de fundo de vale do rio Piracicaba, relacionadas à elevação do nível de base causada pelo reservatório de Barra Bonita. O cenário de 1962 (**Apêndices 3.2.L e Apêndices 3.2.M**), anterior à instalação da barragem de Barra Bonita, ilustra uma complexa dinâmica fluvial entre a foz do ribeirão Araquá e a confluência com o Rio Tietê, com um conjunto de feições geomorfológicas típicas de planícies aluviais bem desenvolvidas, sucessivamente retrabalhadas pela ação erosiva e deposicional de canais meandrantés. Tais feições concentravam-se na cota de 460 m e a largura média do canal era de 90 m, atingindo cerca de 160 m, próximo à confluência com o Tietê. Nesse período predominava na planície a vegetação de campo úmido, sujeita a oscilações do nível da lâmina de água durante os períodos de cheia e estiagem.

O ano de 1963 marca a entrada em operação do reservatório de Barra Bonita. Entre 1962 e 1972 (**Apêndice 3.2.N e Apêndice 3.2.O**), as alterações foram diretas e de efeito imediato, com afogamento das feições geomorfológicas típicas dos ambientes fluviais meandrantés e das áreas de campo úmido. Conforme assinalado pelo autor, a área inundada seguiu os limites da antiga planície aluvial. Os cenários de 1972, 1995 (**Apêndice 3.2.P e Apêndice 3.2.Q**) e 2007 (**Apêndice 3.2.R e Apêndice 3.2.S**)

correspondem a um período de reorganização do sistema face à nova dinâmica de ocupação e uso das terras, com evolução significativa das áreas de cana-de-açúcar em detrimento das áreas de pasto limpo e de culturas alimentares (**Apêndice 3.2.T**). Entretanto, nos anos de 1995 e 2007 houve um aumento dos campos úmidos nas proximidades da área onde o Rio Piracicaba deságua no reservatório de Barra Bonita, bem como na foz dos principais afluentes do Piracicaba, em função do aumento dos depósitos aluviais. SIMON (2010) selecionou áreas-chaves em compartimentos do fundo de vale do Rio Piracicaba (1 a 5, **Apêndices de 3.2.L a 3.2.S**) que ilustram significativas alterações na dinâmica fluvial e do uso das terras, detalhadas a seguir.

A **área 1**, localizada na zona de oscilação da lâmina de água do reservatório de Barra Bonita (foz do rio Piracicaba), apresentava em 1962 (**Apêndice 3.2.L**) feições morfológicas de meandros divagantes, barras de meandro e canais abandonados, indicando os traçados pretéritos do rio Piracicaba (**Apêndice 3.2.U**). Após a implantação do reservatório em 1963, a área passou por mudanças significativas em função da elevação do nível de base, dentre elas: (i) desenvolvimento de grandes lagos nas porções mais rebaixadas da planície aluvial, (ii) transformação de antigos meandros abandonados em lagos de meandros, por vezes, conectados ao canal principal, (iii) surgimento de barras de meandros alagadas (**Apêndice 3.2.N**) e (iv) diminuição dos campos úmidos (**Apêndice 3.2.O**). Nos cenários de 1995 e 2007 (**Apêndices de 3.2.P a 3.2.S**), houve aumento dos depósitos fluviais na foz do rio Piracicaba e fragmentação/diminuição das áreas das lagoas, possivelmente associado ao maior aporte de sedimentos, em função da diminuição das coberturas vegetais e pelo avanço da atividade agrícola, em especial, da cana-de-açúcar.

Na **área 2**, detectou-se um aumento gradual das áreas de planície aluvial na margem esquerda do Rio Piracicaba (**Apêndices 3.2.L, 3.2.N e 3.2.P**) e diminuição dos terraços fluviais, em função da elevação do nível de base. No entanto, em 2007, houve surgimento de novos terraços, indicando nova fase de reativação fluvial e entalhamento dos talwegues. Em função da ampliação dos depósitos fluviais, verificou-se aumento das áreas de campos úmidos, que se expandiram para as áreas de pasto limpo e pasto sujo (**Apêndices 3.2.M, 3.2.O, 3.2.Q e 3.2.S**).

A **área 3** também registra acréscimo das áreas de planície aluvial em função da elevação do nível de base. Os canais abandonados e barras de meandro detectados em 1962 (**Apêndice 3.2.L**) transformaram-se um sistema de lagoas (**Apêndices 3.2.L, 3.2.N, 3.2.P e 3.2.R**). Esse sistema sofreu uma fragmentação e diminuição a partir de 1995 (**Apêndice 3.2.P**), em ambas as margens do Rio Piracicaba.

A montante da área 3 houve aumento das áreas de cultivo de cana-de-açúcar, o que deve ter propiciado acréscimo do aporte de sedimentos nos sistemas de lagoas e na própria foz do Rio Piracicaba, no reservatório de Barra Bonita.

Na **área 4**, observou-se aumento da deposição aluvial nas margens do rio Piracicaba. Em 1962, observa-se barras de meandro em ambas as margens do canal, sugerindo uma fase inicial de aumento na amplitude dos meandros. No cenário de 1972 (**Apêndice 3.2.N**) os depósitos aluviais ocupam uma área maior, em contraposição às barras de meandro, que possivelmente sofreram retrabalhamento em função da elevação do nível de base. No cenário de 2007 (**Apêndice 3.2.R**), verificou-se a instalação de um sistema de lagoas em porções rebaixadas da planície aluvial na margem esquerda do Rio Piracicaba, delimitada por diques fluviais e pelo contato com as vertentes. A consolidação dos depósitos aluviais nas margens do Rio Piracicaba permitiu a evolução de áreas florestadas sobre campos úmidos (**Apêndices 3.2.M, 3.2.O, 3.2.Q**).

A **área 5** corresponde originalmente à uma zona de transição entre a planície aluvial ao longo do Rio Piracicaba e as vertentes marginais, conectadas por rupturas suaves. Faixas de barras de meandro e canais abandonados registravam traçados pretéritos do rio Piracicaba. A partir de 1995 (**Apêndice 3.2.Q**), houve redução das áreas de pasto limpo e incremento da cultura de cana-de-açúcar. Processos de voçorocamento foram detectados a partir de 1995 (**Apêndice 3.2.Q**) e acelerados em 2007 (**Apêndice 3.2.S**). O **Apêndice 3.2.V** sintetiza as alterações morfohidrográficas e na dinâmica de ocupação e uso das terras no setor de fundo de vale do rio Piracicaba.

### 3.3. Clima

Extraído do item 04.2 Clima do documento “Zoneamento da Estação Ecológica Ibicatu, SP”.

De acordo com a classificação climática proposta por MONTEIRO (1973), a APA Tanquã - Rio Piracicaba pertence às feições climáticas típicas da unidade geomorfológica da Depressão, controladas por massas tropicais e equatoriais, com climas tropicais alternadamente secos e úmidos, correspondente ao setor denominado “Pércece do Tietê” a qual é marcada pelo entalhe que o Tietê e o seu afluente Piracicaba produziram na borda do Planalto Ocidental, gerando índices pluviométricos inferiores aos das áreas circunvizinhas.

O autor alerta ainda que no centro da Depressão, abrigada a oeste por dois lóbulos do Planalto Ocidental e a leste pelos Planaltos Atlântico e da Mantiqueira, esta área

responde com moderada precipitação à passagem das três grandes correntes de circulação regional, a saber, as massas tropicais, equatoriais e polares.

Segundo a classificação de Köppen o tipo climático da região da APA Tanquã - Rio Piracicaba é Cwa, clima mesotérmico de inverno seco. A temperatura média do mês menos quente é inferior a 18°C, ou seja, 17,2°C em julho e a do mês mais quente ultrapassa 22°C (24,4°C em fevereiro). O total de chuvas do mês mais seco não atinge 30mm (23mm em julho), ao mesmo tempo que o mês mais chuvoso apresenta altura pluviométrica dez vezes superior à do mês mais seco (224mm em janeiro), sendo que o total anual é de 1203mm.

O balanço hídrico é elaborado de acordo com o método de THORNTHWAITE & MATHER (1955), utilizando-se do programa proposto por ROLIM & SENTENAS (1998), ou seja, BHnorm V5.0 1999, do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ-USP de Piracicaba (SP), com reserva de 300mm de armazenamento e dados de temperatura e precipitação do período de 1995 a 2006, coletados pelo CIAGRI/IAC, no município de Piracicaba (SP), localizado entre as coordenadas geográficas de 22° 43' Lat. S e 47° 38' Long. W, em uma altitude de 580m, os quais são apresentados nos **Apêndices 3.3.A e 3.3.B**.

A precipitação anual, inferior a 2000mm (1203mm), distribui-se ao longo do ano, com maior concentração nos meses de outubro a março e com período menos chuvoso de maio a setembro. A temperatura média nos 11 anos é de 21,3°C, sendo que os meses mais quentes ocorrem de setembro a abril e os mais frios de maio a agosto (coincidindo com a estação menos chuvosa). O excedente hídrico atinge 933,3mm e devido à diminuição das chuvas nos meses de inverno, ocorre déficit hídrico durante os meses de julho a setembro.

As massas de ar carregadas de umidade entram no planalto pelos vales dos rios principais, sendo que o relevo neste local funciona como uma barreira à passagem das massas de ar que deve influenciar diretamente no desenvolvimento e manutenção da vegetação, na atividade biológica e no intemperismo dos solos.

Portanto nessa região da APA Tanquã - Rio Piracicaba, as matas e as serras concorrem para a precipitação da umidade atmosférica em forma de chuvas, ao mesmo tempo em que ocorre a variação da temperatura com a altitude. A vegetação alta e densa, pelo contrário, é um fator de estabilidade das temperaturas, pois o calor solar é gasto para evaporar a água da folhagem, ao mesmo tempo em que o solo permanece sombreado.

A capacidade de retenção de água é uma característica do solo que possui assim repercussão climatológica, pois constitui freio poderoso às oscilações bruscas da

temperatura de períodos térmicos normais, ao mesmo tempo em que mantém a umidade relativa do ar acima de certos limites.

A oferta de água no solo durante o verão, aliada às altas temperaturas, influenciam diretamente na perenidade florestal, como também na atividade biológica de desagregação e transformação da matéria orgânica e mesmo de outros elementos do solo e segundo CURY (2001) a pronunciada estação seca de 5 a 6 meses, correspondente à estação de inverno, quando a precipitação é menor que 50mm/mês, tem influência direta sobre a Floresta Atlântica do Tipo Floresta Estacional Semidecídua, característica da APA Tanquã - Rio Piracicaba.

Assim sendo, a remoção da cobertura de floresta influi significativamente no comportamento hídrico do solo, alterando-o quanto a reposição, a redistribuição e a orientação do fluxo de água.

### 3.4. Recursos hídricos superficiais

A metodologia utilizada para o tema recursos hídricos superficiais encontra-se no **Apêndice 3.4**.

A APA Tanquã Rio Piracicaba (**Apêndice 3.4.A**) é abrangida pela UGRHI 05 Piracicaba-Capivari-Jundiaí e a UGRHI 10 Sorocaba-Médio Tietê. A UGRHI 05 abriga a Região Metropolitana de Campinas (**Apêndice 3.4.B**), e é constituída por cinquenta e sete municípios, totalizando 5.909.454 habitantes, 12,8% da população do estado (CETESB, 2020; IBGE, 2020). As maiores cidades são Campinas (1.213.792 habitantes), Jundiaí (423.006), Piracicaba (407.252), Limeira (308.482), Sumaré (286.211), Americana (242.018), Indaiatuba (256.223), Hortolândia (234.259) e Rio Claro (208.008) (IBGE, 2020). Trata-se, portanto, de uma bacia de grande densidade populacional, onde mais da metade dos municípios conta com populações superiores a 30.000 habitantes.

A UGRHI 05 apresenta-se subdividida em 7 sub-bacias, conforme **Apêndice 3.4.C**. A bacia conjunta dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, os últimos afluentes do Médio Tietê, estende-se por 14.137,79 km<sup>2</sup>, em território paulista, sendo 11.402,84 km<sup>2</sup> correspondentes à bacia do rio Piracicaba, 1.620,92 km<sup>2</sup> correspondentes à bacia do rio Capivari e 1.114,03 km<sup>2</sup> correspondentes à bacia do rio Jundiaí. As três bacias desenvolvem-se paralelamente no sentido leste/oeste (IRRIGART, 2017).

Na UGRHI 05, onde 95% dos habitantes vivem em áreas urbanas, são coletados 87% do esgoto produzido, sendo o índice de tratamento da ordem de 76% do total do esgoto gerado. Oito municípios não tratam seus efluentes, sendo Cosmópolis (73.474

habitantes), Rio das Pedras (35.738), Bom Jesus dos Perdões (25.985) e Cordeirópolis (24.826) os maiores deles (CETESB, 2020). Em toda a região, o manejo de resíduos sólidos domiciliares é realizado, quase que exclusivamente, através de aterros sanitários classificados como “adequado”. Cerca de 30 m<sup>3</sup>/s de água do Sistema Cantareira são transferidos para a Região Metropolitana de São Paulo (IRRIGART, 2017).

A UGRHI 10 Sorocaba-Médio Tietê é composta por 52 municípios, com uma população de 2.043.625 habitantes distribuída em uma área territorial de 12.099,1km<sup>2</sup> e em uma área de drenagem 11.829 km<sup>2</sup> (Comitê da Bacia Hidrográfica dos rios Sorocaba e Médio Tietê – CBH-SMT, 2020). Desse total de habitantes, 10,1% reside em área rural e 89,9% reside em área urbana. A UGRHI 10 apresenta-se subdividida em 6 sub-bacias, conforme **Apêndice 3.4.D**. A EE do Barreiro Rico está localizada totalmente no município de Anhembi (sub-bacia Baixo Médio Tietê) e sua população em 2018 era de 6.467 habitantes, o que corresponde a 0,3% em relação ao total de população da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê. A cidade coleta e trata 96% do esgoto gerado (CETESB, 2020). A UGRHI 10 abrange as represas de Itupararanga e Barra Bonita.

#### **Precipitação e Balanço Hídrico Climatológico Normal**

A precipitação média anual na área de influência das unidades de conservação é estimada em 1.277,4 mm, com valores mínimo e máximo de 873,8 e 2.017,7 mm, respectivamente (**Apêndice 3.4.E**). Os valores históricos da precipitação média mensal estão resumidos no **Apêndice 3.4.F**, dezembro (197,2 mm) e janeiro (228,9 mm) apresentam maiores índices pluviométricos, enquanto julho (29,0 mm) e agosto (30,0 mm) são os meses com menor precipitação. Observa-se a grande amplitude de valores mensais em decorrência da variabilidade climática que ocorre ano a ano. Quanto à época de ocorrência das chuvas, são caracterizados dois períodos distintos: um chuvoso, de outubro a março, representando 78% do total anual e outro seco, de abril a setembro. No primeiro período há, em média, 80 dias com chuva e no segundo 31 dias.

O balanço hídrico climatológico normal possibilita ter uma noção do regime hídrico da região das UCs (**Apêndice 3.4.G** e **Apêndice 3.4.H**). A evapotranspiração real (ETR) é elevada (1.041,8 mm) e abaixo da potencial (ETP), correspondendo a 82% da precipitação anual. De dezembro a março há excesso de água, totalizando 266,7 mm. A reposição de água ocorre nos meses de outubro a dezembro. A deficiência hídrica do solo é de 31,0 mm ao ano, estendendo-se de abril até setembro, com pico nos meses de julho a setembro.

#### **Hidrografia**

Os principais corpos d'água da região onde estão inseridas as unidades de conservação estão representados no **Apêndice 3.4.I**. Destes destaca-se o rio Piracicaba, maior

afluente em volume de água do rio Tietê. Nasce da junção dos rios Atibaia e Jaguari, no município de Americana. Após atravessar a cidade de Piracicaba, recebe as águas de seu principal afluente, o rio Corumbataí. O rio Piracicaba percorre 115 km de sua formação até a sua foz no rio Tietê entre os municípios de Santa Maria da Serra e Barra Bonita (RIO PIRACICABA - SÃO PAULO, 2018). Próximo à foz encontra-se a região conhecida como minipantanal paulista, no bairro rural Tanquã, Piracicaba, ambiente de transição, correspondente às áreas úmidas sobre influência do reservatório da Usina Hidrelétrica Barra Bonita, com predomínio de lagoas e alagados (**Apêndice 3.4.J**). A bacia hidrográfica Sorocaba Médio Tietê é composta por cursos de água de pequeno e médio porte, que drenam tanto para o rio Tietê quanto para rio Sorocaba (IPT, 2006).

### **Águas Superficiais**

No perímetro interno e limítrofe às APAs de Tanquã e Barreiro Rico estão em operação 02 pontos de monitoramento, sendo um no Braço do Braço do Rio Piracicaba (PCBP 02500, **Apêndice 3.4.L**), compreendendo ambiente lântico formado a partir da construção da barragem de Barra Bonita, no qual predominam processos de sedimentação em função do maior tempo de residência da água. Esse ponto permite avaliar a recuperação da qualidade da água do Rio Piracicaba, após o limite de montante da unidade de conservação e outro (PCAB 02800, **Apêndice 3.4.L**), localizado a jusante na bacia do Rio Piracicaba, o que possibilita avaliar alterações na qualidade da água em função da presença de carga orgânica remanescente oriunda do lançamento de esgotos domésticos em afluentes que drenam essa bacia. Os principais municípios que contribuem com carga orgânica remanescente na bacia do Rio Piracicaba são: Piracicaba (2963 kg DBO dia), Limeira (9815 kg DBO dia), Americana (9861 kg DBO dia), Sumaré (11945kg DBO dia) e Campinas (12681 kg DBO dia, 60% para o Piracicaba e 40% para o Capivari), de acordo com dados do Relatório de Qualidade das Águas Interiores da CETESB - Anexo C - 2019.

Nestes locais são determinados diversos parâmetros que evidenciam o comportamento dos corpos d'água em função do uso e ocupação do solo em sua bacia hidrográfica, que possibilitam a obtenção de índices os quais explicitam a condição de qualidade das águas brutas. O monitoramento dos pontos indicados nos últimos anos tem demonstrado que: no ponto PCBP 02500 os índices só se mantiveram como “bom” e “regular” entre 2016 e 2018, retornando em 2019 para “ruim” (**Apêndice 3.4.M**). Esta análise indica a piora na qualidade da água, possivelmente em razão da redução da intensidade de chuvas em 2019, que ficou abaixo da média histórica. No ponto PCAB 02800 (**Apêndice 3.4.N**) os resultados indicam a manutenção da classificação “ruim” do IVA.

O IQA do Ponto 02500 (**Apêndice 3.4.O**) indica qualidade entre boa e ótima da água a partir de 2014, o que é resultado dos sistemas de tratamento de efluentes sanitários adotados acrescidos da própria autodepuração do Rio Piracicaba. No ponto PCAB 02800 situado no Rio Piracicaba (**Apêndice 3.4.P**) não houve modificações significativas conforme mostram os resultados obtidos desde 2014. Pela sua localização, existe a influência de carga de efluentes domésticos oriunda de ocupações na bacia.

### **Rio Piracicaba – Relatório de Qualidade das Águas 2019**

Para melhorar a compreensão do efeito de parte da bacia do rio Piracicaba, no trecho analisado e à sua montante, trouxemos uma avaliação adicional com dados do Relatório de Qualidade das Águas Interiores da CETESB mais recente (RQA - 2019). Assim, verifica-se que o IQA manteve a classificação Boa no trecho a jusante do reservatório de Salto Grande. No trecho em Limeira, que recebe contribuições dos municípios de Limeira e Sumaré, houve melhora da qualidade, que passou da categoria Ruim para a Regular e ficou acima da média histórica devido ao aumento nos níveis de Oxigênio Dissolvido. O IQA manteve-se na categoria Regular e próxima da média dos últimos cinco anos a jusante desse trecho, passando para a categoria Ótima no braço do reservatório de Barra Bonita, em Sta. Maria da Serra (local de estudo APA Tanquã – Barreiro Rico), devido a processos de autodepuração em razão do represamento de suas águas - ver **Apêndice 3.4.Q**.

No **Apêndice 3.4.R**, é mostrado o perfil do IVA no rio Piracicaba. Houve piora da qualidade da água nos trechos de Americana e Sta. Maria da Serra (área de estudo – APA Tanquã - Barreiro Rico), que passaram para a categoria Ruim, devido principalmente ao registro de efeitos tóxicos crônicos em algumas campanhas. O trecho de Piracicaba manteve a qualidade nas categorias Ruim e Péssima do ano anterior devido ao estado Supereutrófico das suas águas, embora abaixo da média histórica.

No rio Piracicaba, o tratamento integrado da qualidade com a quantidade foi realizado para o Posto Artêmis (4D-007) e o ponto PCAB 02800 (Ponto de Estudo) localizado próximo à sua foz no reservatório de Barra Bonita. As cargas de DBO e Fósforo Total foram calculadas pela multiplicação da vazão média diária pela concentração no instante da medição (**Apêndice 3.4.S** e **Apêndice 3.4.T**, respectivamente).

As cargas estimadas para ambos as variáveis DBO e Fósforo Total em 2019 no rio sofreram influência do regime de vazões nesse rio, principalmente no caso do Fósforo Total que manteve concentrações na faixa de 0,4 a 0,5 mg L<sup>-1</sup> ao longo do ano. Já no caso da DBO, a carga foi reflexo não somente da vazão média diária no dia da coleta como também da sua concentração. Assim, observou-se a maior carga no mês de março, na época chuvosa, quando a concentração de DBO atingiu 10 mg L<sup>-1</sup> e a vazão

média diária foi de  $198 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  ao passo que a menor carga foi registrada em julho, na época seca, quando a concentração de DBO foi de  $2,0 \text{ mg L}^{-1}$  e a vazão média diária foi de  $47 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Esse resultado é um indicativo de contribuição de origem difusa, que pode ser oriunda tanto do lançamento de esgoto sem tratamento, como do uso agrícola do solo na bacia de drenagem deste rio. Ressalta-se que municípios localizados na bacia do rio Piracicaba com carências nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, a exemplo de Americana, Cordeirópolis, Rio das Pedras e Sumaré podem contribuir com uma parcela expressiva da carga de DBO e Fósforo Total que aporta no rio Piracicaba.

A análise dos recursos hídricos, considerando seus aspectos de quantidade e de qualidade, mostrou que a esparsa cobertura florestal desse trecho do rio Piracicaba, com a implementação dos planos de manejo das unidades de conservação, contribuirá para proteção ambiental da região, além de preservar os fragmentos existentes e a recuperação da vegetação.

De acordo com os resultados apresentados acima, com base nos dados de monitoramento da CETESB, para os dois pontos que se encontram na área de abrangência das APAs Tanquã e Barreiro Rico, muitos são os fatores que influenciaram e influenciam na qualidade das águas nos últimos 5 anos, sendo que alguns podem ser objeto de controle ou interferência humana, como o uso do solo urbano e agrícola, que podem gerar poluição de origem doméstica ou difusa, ou ainda fatores que não são passíveis de controle, como os climáticos, que interferem no regime de vazões dos rios.

Considerando que os dois pontos de monitoramento estão em situação geográfica e hídrica bastante diferenciada, e sofrem distintos graus de influência de impactos externos, recomenda-se o acompanhamento anual das condições da qualidade da água principalmente para a vida aquática, um dos principais atributos da Unidade de Conservação, por meio dos Relatórios da Qualidade das Águas Interiores da CETESB.

Os resultados indicaram que a condição hidrodinâmica da região conhecida como minipantanal paulista, no bairro rural Tanquã, ambiente de transição, correspondente às áreas úmidas sobre influência do reservatório de Barra Bonita, com predomínio de lagoas e alagados, desempenha um importante serviço ambiental para a melhora da qualidade da água do Rio Piracicaba. Além disso, a preservação desta região contribuirá no controle do aporte de sedimentos, principalmente, na época chuvosa

### 3.5. Recursos hídricos subterrâneos

A metodologia utilizada para o tema recursos hídricos superficiais encontra-se no Apêndice 3.5.

A APA Tanquã Rio Piracicaba está, em quase sua totalidade, inserida na porção aflorante do Sistema Aquífero Guarani (SAG). Algumas pequenas porções de sua área, a leste, assentam-se sobre o Aquífero Quaternário (**Apêndice 3.5.A**).

O Sistema Aquífero Guarani (SAG) ocorre na porção oeste do Estado de São Paulo, ocupando cerca de 76% do seu território, com espessura que varia entre 100 e 400m. A sua porção aflorante ou livre, com cerca de 16 mil km<sup>2</sup>, está encaixada na Depressão Periférica. Para oeste, o aquífero mergulha sob os basaltos da Formação Serra Geral e passa a ser confinado. Localmente, também pode estar recoberto por sedimentos recentes, que compõem o Aquífero Quaternário. Na base, o SAG é limitado pelo Aquicludo Passa Dois (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

O SAG é composto por arenitos das formações Pirambóia, na base, e Botucatu, no topo. A Formação Pirambóia, de idade triássica, é constituída por arenitos de granulação média a fina, localmente grossos e conglomeráticos, com maior predomínio de fração argilosa na porção inferior (Perrota *et al.*, 2005), depositados em ambiente fluvio-lacustrino e eólico (Caetano-Chang & Wu, 1992 *apud* Caetano-Chang & Wu, 2003). A Formação Botucatu, de idade Jurássico-Cretáceo, é constituída predominantemente por arenitos de granulação fina a grossa, avermelhados, com grãos bem arredondados, com alta esfericidade e bem selecionados, depositados em ambiente eólico (IPT, 1981; Perrota *et al.*, 2005).

Na área da APA Tanquã Rio Piracicaba, o SAG é representado pela Formação Pirambóia (**Apêndice 3.5.A**). De acordo com DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005), a porção livre do Sistema Aquífero Guarani apresenta valores médios de condutividade hidráulica (K) e de transmissividade de 3,0 m/dia e 260 m<sup>2</sup>/dia, respectivamente, e valor médio de coeficiente de armazenamento (S) de 0,17.

DAEE/IG/IPT/CPRM (2005) definiram a vazão potencial explotável dos aquíferos sedimentares como “aquela que pode ser extraída de forma sustentável por longos períodos e com rebaixamentos moderados da espessura saturada”. No Sistema Aquífero Guarani livre, como na região onde se localiza a UC, a potencialidade é elevada, com vazão explotável estimada entre 40 e 120m<sup>3</sup>/h.

A recarga do SAG ocorre em toda área de afloramento. Nessa área o aquífero tem comportamento livre, onde o fluxo subterrâneo local segue em direção às porções baixas do terreno, compondo o fluxo de base da rede de drenagem superficial, como mostra o mapa potenciométrico para a Bacia do PCJ, elaborado por Profill (2019), onde o rio Piracicaba é o principal ponto de descarga do aquífero (**Apêndice 3.5.B**).

A área de afloramento do SAG também promove a recarga profunda da porção confinada (**Apêndice 3.5.F**), resultante do sistema de fluxo regional que segue em direção ao interior da bacia (leste para sudoeste) em direção ao rio Paraná (AR/BR/PY/UY, 2009).

Estudos desenvolvidos por Wendland *et al.* (2015), na área aflorante do SAG, mostraram valores de recarga variando entre 14% e 38% da precipitação. Outro estudo desenvolvido por Santarosa *et al.* (2021) obteve valores entre 11% e 26% da precipitação, avaliando dados de 2011 e 2016, o que mostra um potencial elevado de recarga do aquífero.

Um estudo realizado por Rabelo (2006) na bacia do Jacaré-Pepira indicou que a maior parte da recarga na área aflorante do SAG, cerca de 70%, sai do sistema e uma das principais taxas de descarga está associada ao escoamento básico dos corpos de água superficial, mostrando a importância do SAG na manutenção do fluxo de base dos rios. Na porção confinada, estudos regionais mostram que a recarga profunda é muito baixa (1 a 2% da precipitação) a praticamente nula com o aumento do confinamento (Hirata & Foster, 2020; Hirata *et al.*, 2011; AR/BR/PY/UY, 2009).

O Sistema Aquífero Quaternário recobre o SAG na porção leste da UC e é constituído por sedimentos aluvionares da planície de inundação do rio Piracicaba. Na APA Barreiro Rico, unidade adjacente à UC em pauta, esse aquífero é representado por depósitos colúvio-eluvionares, areno argilosos, localizados nas porções mais elevadas da topografia (Negri, 2021). De acordo com Profill (2019), a espessura normalmente é inferior a 30 m, no entanto, apresenta boa condutividade hidráulica, favorecendo a infiltração da água das chuvas e a recarga do SAG subjacente.

Limitando a base do SAG ocorre o Aquicludo Passa Dois, que na região é representado pela Formação Corumbataí, composto por sedimentos finos, como siltitos, argilitos e folhelhos, com calcário associado e com sequência de argilitos e arenitos finos na porção superior, depositados em ambiente marinho (Negri, 2021).

Classificado, regionalmente, como aquícludo (unidade que contém água, mas de permeabilidade extremamente baixa) por DAEE/IG/IPT/CPRM (2005), localmente pode ter zonas com comportamento de aquífero, quando associadas às fácies mais arenosas ou à porosidade secundária (fraturas) das rochas, o que justifica alguns poços na região, cadastrados no DAEE, explorando essa unidade hidroestratigráfica (**Apêndice 3.5.A**).

Aflorante a leste do limite da UC, o Aquicludo Passa Dois mergulha para oeste, limitando a base do SAG e o topo do Sistema Aquífero Tubarão. Este último, não aflorante na região da UC, é representado por siltitos, arenitos, folhelhos, ritmitos,

diamictitos e calcários, depositados em ambientes marinho, glacial e fluvio-lacustre (Perrota *et al.*, 2005).

A susceptibilidade de um aquífero ser adversamente afetado por uma carga contaminante depende dos mecanismos de recarga e da capacidade de atenuação do contaminante na zona não saturada e, para representar essas características, na década de 80 foi introduzido o conceito de vulnerabilidade natural à contaminação (Foster *et al.*, 2006).

De acordo com o mapa de Vulnerabilidade dos Aquíferos Superficiais da Bacia PCJ, elaborado por Profill (2019), na área da APA Tanquã Rio Piracicaba o índice de vulnerabilidade varia de Alto-Baixo a Alto-Alto (**Apêndice 3.5.C**).

Um outro estudo, de CPLA/IPT (2010), que abrange toda a área de afloramento do SAG no Estado de São Paulo, também mostra o predomínio de vulnerabilidade alta, sendo que na porção associada à planície aluvial do rio Piracicaba foi adotado índice Alto-Alto (**Apêndice 3.5.G**).

### **Reserva Explotável e Vazão Outorgada de Água Subterrânea**

A APA Tanquã Rio Piracicaba encontra-se na UGRHI 5 – Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Desde 2015, a disponibilidade hídrica total per capita (vazão média em relação à população total) está abaixo de 1.000 m<sup>3</sup>/hab.ano na UGRHI 5, o que a classifica como crítica frente aos critérios adotados no Plano Estadual de Recursos Hídricos. Em 2019, a disponibilidade foi avaliada em 961,29 m<sup>3</sup>/hab.ano, que representa uma redução de 4% em relação a 2015 (CBH-PCJ, 2020).

Apesar do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, ano base 2019, indicar uma estabilidade na vazão de água subterrânea outorgada entre os anos de 2018 e 2019, esse volume aumentou significativamente em comparação com os anos anteriores, passando de 3,69 m<sup>3</sup>/s em 2016 para 9,69 m<sup>3</sup>/s em 2019. Assim, a relação entre a vazão de água subterrânea outorgada e a reserva explotável, calculada em 22 m<sup>3</sup>/s, passou de cerca de 17% em 2016, para 30% em 2017 e saltando para 46% em 2018. Em 2019 houve uma pequena redução mas, mesmo assim, a relação é de 44% (CBH-PCJ, 2020).

As regiões sujeitas a maior estresse hídrico dos aquíferos localizam-se no eixo entre Jundiá e Americana e em Capivari, Holambra e Limeira onde há um maior volume extraído de água subterrânea (Profill, 2019).

A maior extensão da APA Tanquã Rio Piracicaba abrange o espelho d'água do reservatório onde não há exploração de água subterrânea, mas o cadastro de outorgas, consultado no site do DAEE (DAEE, 2021), mostra que a maioria dos poços da região

encontra-se nas bacias de contribuição da margem direita do rio Piracicaba, com maior concentração nas áreas urbanas de Águas de São Pedro e São Pedro, afastadas da UC.

Outras concentrações estão na sede do município de Santa Maria da Serra, onde há poços destinados ao abastecimento público explorando o SAG, e nos condomínios/loteamento instalados na margem direita do reservatório (**Apêndice 3.5.D**), onde o uso da água é para fim sanitário, com vazões outorgadas predominantemente inferiores a 10 m<sup>3</sup>/h (DAEE, 2021; São Paulo, 2020). Com o adensamento da ocupação ao longo da margem do reservatório pode haver tendência de aumento do número de poços no limite da UC.

Para avaliar o impacto da variação pluviométrica na superfície potenciométrica do SAG, foram consultadas as redes de monitoramento operadas pelo DAEE e CPRM. Foram obtidos dados disponíveis apenas dos poços MNT/SP/BF01 em Bofete e MNT/SP/BT01 em Brotas, da Rede RIMAS, operada pela CPRM (CPRM, 2021). Em Santa Maria da Serra há um poço de monitoramento operado pelo DAEE, porém os dados não estavam disponíveis no momento da consulta ao site da instituição.

Apesar de afastados da região da UC, os poços da CPRM monitoram o SAG e mostram a variação sazonal anual do nível da água na área de afloramento do aquífero, mostrando que a recarga é influenciada pelo regime pluviométrico (**Apêndice 3.5.H**).

## Qualidade

De acordo com CAMPOS (1993), a água subterrânea na área aflorante do SAG é, predominantemente, bicarbonatada cálcica, com temperatura entre 22 e 27°C, pH variando de 5,4 a 9,2 e salinidade inferior a 50 mg/L.

Segundo CETESB (2019; 2020a), o IPAS (Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas) da UGRHI 5 esteve sempre na classe Boa na avaliação dos anos de 2015 a 2019, assim como na avaliação geral por aquífero, onde o IPAS do SAG teve a mesma classificação Boa nesse período.

Na região da APA Tanquã Rio Piracicaba, há 2 poços da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas, gerenciada pela CETESB, localizados em Santa Maria da Serra (poço GU0276P) e em Botucatu (poço GU0016P). Em Santa Maria da Serra também há um poço de monitoramento da porção rasa do SAG aflorante (poço GU5018Z) pertencente à Rede Integrada de Monitoramento de Quantidade e Qualidade das Águas Subterrâneas, operada por DAEE/CETESB (**Apêndice 3.5.E**).

De acordo com o monitoramento realizado pela CETESB, entre 2016 e 2018 a água do SAG apresentou pH variando entre 4,2 e 7,8 com maior variação na porção rasa do aquífero, e condutividade elétrica baixa, decorrente das baixas concentrações iônicas.

As concentrações de nitrato estiveram sempre dentro do padrão de potabilidade adotado pelo Ministério da Saúde (**Apêndice 3.5.I**). Algumas desconformidades em uma análise foram indicadas no poço GU0016P em relação a ferro total e manganês total e apenas uma análise do poço GU5018Z em 2019 apresentou parâmetro mercúrio não conforme em relação aos padrões nacionais de potabilidade, com concentração de  $2,86\mu\text{g.L}^{-1}$ , sendo que o Valor Máximo de Potabilidade (VMP) é  $1\mu\text{g.L}^{-1}$  (CETESB, 2019; CETESB, 2020a). Essas desconformidades não significam que o aquífero está contaminado pois foram observações em apenas duas análises. O monitoramento sistemático e análise geral dos dados realizados pela CETESB não indicam qualquer tendência de elevação das concentrações ou contaminação da água por esses parâmetros.

A água do poço GU5018Z também foi analisada para agrotóxicos e atividade estrogênica sendo que os resultados para o período de 2016 a 2018 ficaram abaixo dos limites de quantificação e não foram detectadas, respectivamente (CETESB, 2019).

De acordo com o Cadastro de Áreas Contaminadas (CETESB, 2020b), não há qualquer ocorrência dentro dos limites da UC. As áreas cadastradas da região localizam-se, principalmente, nas zonas urbanas de São Pedro, Águas de São Pedro, Anhembi, Piracicaba e Botucatu. As áreas distribuídas em Águas de São Pedro e São Pedro (**Apêndice 3.5.E**) são associadas a postos de serviço (combustíveis), sendo que apenas uma área contaminada está com risco confirmado e as demais estão em processo de remediação ou em estágio mais avançado para o encerramento. Apesar da área contaminada em São Pedro, com risco confirmado, estar em bacia de drenagem que segue em direção à UC, a distância é cerca de 10 km, o que não afeta a qualidade da água subterrânea na unidade.

### **Pressões sobre a água subterrânea**

De acordo com Pavão *et al.* (2021), a margem esquerda da APA Tanquã Rio Piracicaba apresenta-se intensamente antropizada, com predomínio das atividades agrícolas relacionadas à cultura da cana-de-açúcar, citrus, reflorestamento e pastagens. O estudo de Simon (2010) e a avaliação das imagens disponíveis na plataforma Google Earth™ mostram que a margem direita apresenta o mesmo padrão de antropização, com predomínio de cultura de cana-de-açúcar e pastagem. Essas atividades também são observadas em pequenas áreas dentro dos limites da UC, especialmente na sua porção leste.

Pavão *et al.* (2021) comentam que os plantios de cana-de-açúcar e reflorestamento de espécies exóticas demandam o uso intensivo de defensivos agrícolas.

A aplicação de agroquímicos e o descarte das embalagens de agrotóxicos devem ser realizados em acordo com a legislação e a normativa técnica vigente e, também, da mesma forma, a prática da fertirrigação para aproveitamento agrônômico dos

nutrientes da vinhaça, para que não imponham um risco de contaminação da água subterrânea.

O uso da água subterrânea tem se intensificado, de forma geral, no estado de São Paulo e este panorama também ocorre na UGRHI 5. A regularização de poços clandestinos e a construção de novos poços obedecendo a legislação vigente é um aspecto importante que contribui para a proteção do SAG.

Considerando a vulnerabilidade natural da área aflorante do SAG, o aumento da demanda por água subterrânea para diferentes usos e potenciais interferências na qualidade da água, o estudo de CPLA/IPT (2010) propuseram diretrizes gerais para proteção desse aquífero, das quais destacam-se as seguintes recomendações:

- . controle dos processos de expansão urbana desordenada, evitando a instalação de loteamentos e ocupação nas planícies aluviais;
- . implementação de progressiva melhoria do sistema público de saneamento ambiental e implantação de fossas sépticas biodigestoras na área rural;
- . controle das atividades com potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas, inclusive na área rural;
- . condicionar a ocupação da área com atividades ou empreendimentos que assegurem a permeabilidade do solo e parcela significativa de área verde;
- . regularização dos poços não outorgados, construção e manutenção dos poços de acordo com as normas técnicas e tamponamento dos poços abandonados;
- . fomento e apoio para aplicação de boas práticas nas atividades rurais e de criações animais, sem comprometimento da qualidade ambiental.

A APA Tanquã Rio Piracicaba é representada, quase que inteiramente, pelo espelho d'água do reservatório de Barra Bonita, que repousa sobre o Sistema Aquífero Guarani (SAG), e apenas sua porção montante estende-se pela planície fluvial do Rio Piracicaba, onde ocorre o Aquífero Quaternário sobreposto ao SAG.

**A APA Tanquã Rio Piracicaba encontra-se na UGRHI 5, cuja disponibilidade hídrica per capita é classificada como crítica e onde a demanda por água subterrânea cresceu expressivamente entre 2016 e 2019 (CBH-PCJ, 2019).**

Dentro dos limites da APA não há uso da água subterrânea, porém o cadastro de outorgas do DAEE (DAEE, 2021) mostra a existência de vários poços na margem direita do reservatório de Barra Bonita, explotando predominantemente o SAG, para uso sanitário.

Não há poços de monitoramento dentro dos limites da APA, mas poços localizados em Santa Maria da Serra e Botucatu indicam boa qualidade da água subterrânea do SAG.

As possíveis pressões estão relacionadas às atividades antrópicas e à perfuração clandestina de poços, que, quando não realizadas de acordo com as normas e legislações vigentes, podem gerar risco à qualidade da água subterrânea, diminuir as taxas de recarga ou causar rebaixamento descontrolado do nível da água do aquífero.

### 3.6. Pedologia

A metodologia utilizada para o tema pedologia e fragilidade dos solos encontra-se no **Apêndice 3.6**.

#### Os solos da área

De forma geral, a UC está localizada em relevo de planícies aluviais e baixas vertentes de colinas amplas na Depressão do Médio Tietê, sobre sedimentos e litologias das Formações Pirambóia e Corumbataí (Rossi et al., 2018).

A área compreende desde a fóz do Rio Piracicaba, abrangendo o espelho d'água, seguindo pelo rio até o chamado Pantanal Paulista, inclusive. Trata-se da maior parte em espelho d'água, a partir da fóz e áreas encharcadas e alagadiças, em sua parte mais a leste da Unidade de Conservação, incluindo algumas áreas de baixa vertente em terrenos secos. Dessa forma, poucos setores comportam solos emersos que foram descritos por Rossi et al. (2018). Esses autores identificaram 12 classes de solos, compostas basicamente por solos com influência de hidromorfismo, como Gleissolos (Háplicos e Melânicos), Organossolos e Cambissolos, seguida por Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho Amarelos. Subordinamente ocorrem pequenos delineamentos de Neossolos Litólicos e Quartzarênicos, conforme **Apêndice 3.6.A**. No **Apêndice 3.6.B** são apresentadas as unidades de mapeamento que ocorrem na APA Tanquã e Rio Piracicaba, com suas respectivas extensões em área e porcentagens de ocorrência.

Conforme demonstra **Apêndice 3.6.B**, a unidade de mapeamento de solo predominante na APA Tanquã e Rio Piracicaba são os solos hidromórficos na classe dos Gleissolos e solos associados (Cambissolos, Organossolos e por vezes aos Neossolos Flúvicos) com aproximadamente 17% da área total da UC, ou cerca de 63% da área emersa (excetuando-se rios, represas e lagoas), a seguir, os Argissolos e os Latossolos, em menor expressão de área, os Neossolos Litólicos e Quartzarênicos.

Dominam então nessa Unidade de Conservação, os solos hidromórficos, associados às planícies de inundação do Rio Piracicaba e seus afluentes que desaguam diretamente no reservatório (Barragem de Barra Bonita). Trata-se de extenso setor de agradação, deposição dos sedimentos oriundos de montante do rio e seus afluentes, que a partir dos processos naturais de retirada e de assoreamento contínuo, formam o Pantanal Paulista. Na UC ocorrem na calha do rio Piracicaba e em pequenas planícies nas baixas

vertentes associadas ao represamento, predominando na porção leste, em terrenos planos.

Os Gleissolos são solos minerais, hidromórficos, localizados nas áreas de deposição, mal drenados, geralmente ocorrendo em planícies aluviais (Oliveira, 2008 apud Rossi et al., 2018, p.187).

Os Organossolos são constituídos por material orgânico em decomposição, geralmente em ambientes mal drenados ou úmidos, apresentando elevado teor de carbono orgânico. Geralmente possuem coloração preta ou cinza escura.

Os Cambissolos são solos minerais, de variada profundidade, pouco intemperizados e na Unidade de Conservação encontram-se associados às planícies aluviais, imperfeitamente drenados com textura variável. Podem ser formados por deposição ou por desenvolvimento “in situ”. Ocorrem na porção nordeste da UC.

Os Neossolos Flúvicos não foram mapeados, mas ocorrem como deposições que ainda não possuem relação pedogenética entre as camadas de solo, como estratificações, quase sempre com texturas variadas entre essas camadas e teores de carbono erráticos em profundidade, indicando a prevalência da sedimentação.

Os Argissolos seguem em importância em área na UC. Têm como característica serem solos profundos com nítida diferenciação textural de horizontes em profundidade (Oliveira, 2008). Na UC concentram-se a leste com pequenas manchas espalhadas pelas bordas da represa. São de textura arenosa/média em sua grande maioria, podendo apresentar o caráter espessoarênico (horizonte superficial arenoso em mais de 1,0m de espessura) com regularidade, o que pode gerar grande suscetibilidade aos processos erosivos (Rossi et al., 2018, p.188).

Os Argissolos são a segunda unidade de solos de maior ocorrência na UC, ocorrendo em pequenas manchas no limite norte da UC e, principalmente, a leste da UC, onde ocorre relevo de maior declividade.

Os Latossolos apresentam avançado estágio de intemperismo e baixa capacidade de troca de cátions, sendo geralmente, pouco férteis (Oliveira, 2008 apud Rossi et al., 2018, p.187). A UC apresenta duas unidades de Latossolos, ambos do tipo Vermelho - Amarelo (LVA6 e LVA7).

Na Unidade de Conservação ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelos de textura argilosa ou média, em relevo suave ondulado e ondulado, em forma de pequenas manchas em seus limites, junto à borda da represa, geralmente em relevo de baixa declividade. Concentram-se a sudeste da UC.

Os Neossolos Litólicos são rasos, geralmente assentes sobre a rocha sã ou fragmentada, solos minerais, pouco desenvolvidos (Oliveira, 2008). Na Unidade apresenta textura média e está associado ao Argissolo. Apresenta restrição ao uso agrícola pela escaça

profundidade devido ao contato lítico, baixo volume de água armazenado, o que pode inviabilizar também a fixação das raízes, ocorrendo em relevo ondulado no extremo sul da UC (Rossi et al., 2018, p.189).

Os Neossolos Quartzarênicos são solos essencialmente arenosos, muito profundos a profundos, excessivamente drenados e com baixa capacidade de retenção de água, ocorrendo em áreas de relevo suave ondulado e/ou ondulado em pequenas manchas dispersas, tanto no limite norte quanto a sudeste e sul da UC (Rossi et al., 2018, p.190).

Os solos da UC se concentram na porção leste em razão de que cerca de 72% de sua área ser composta por rios, represas e lagoas. Na parte leste da UC há predomínio de Gleissolos (GX2), Argissolos, principalmente o Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA19) e Cambissolos (CX2). Já nos limites da UC, a norte, sul e leste, ocorrem os Latossolos, em maior representatividade, seguido dos Cambissolos e Neossolos.

### 3.7. Fragilidade dos solos à erosão

A área caracteriza-se por baixas vertentes e fundos de vales que acompanham parte da represa de Barra Bonita, mais especificamente na região denominada Tanquã e arredores. São pequenas porções de solos na parte não inundável com variados tipos, porém com fragilidade potencial elevada, devido à presença de processos erosivos ativos (**Apêndice 3.7.A**). A maior parte dos solos é composta por solos hidromórficos formando o Pantanal Paulista. Nesse setor destaca-se a fragilidade por processos de assoreamento e erosão, tanto naturais quanto potencialmente causados pela dragagem dos canais da represa, principalmente no canal do rio Piracicaba, portanto fragilidade alta, nas baixas vertentes ocorrem as erosões lineares (**Apêndice 3.7.B** e **Apêndice 3.7.C**).

### 3.8. Perigo, Vulnerabilidade e Risco a Escorregamento e Inundação

A metodologia utilizada para o tema pedologia e fragilidade dos solos encontra-se no **Apêndice 3.8**. O presente capítulo tem como objetivo apresentar informações sobre perigos geodinâmicos e vulnerabilidade e riscos de áreas residenciais/comerciais/serviços que compõem o tema Diagnóstico do Meio Físico, da etapa de Diagnóstico e Prognóstico de elaboração da Área de Proteção Ambiental Tanquã Rio Piracicaba.

As análises foram realizadas com base no estudo “*Unidades Territoriais Básicas do Estado de São Paulo*” que traz o mapeamento e análise de risco de ocorrência de processos de escorregamento planar e de inundação em escala de abordagem regional para o estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2014, 2016, 2017; FERREIRA & ROSSINI-

PENTEADO, 2011; FERREIRA et al., 2013; VEDOVELLO et al., 2015; ROSSINI-PENTEADO & FERREIRA, 2015) e outras informações do meio físico de interesse, tais como modelo digital de superfície (EMPLASA, 2011), mapas geológico (PERROTA et al., 2005) e geomorfológico (ROSS e MOROZ, 2011), curva de nível e linhas de drenagem.

A gestão de risco aos processos geodinâmicos vem sendo cada vez mais aplicada em diversos instrumentos de gestão territorial, em consonância com as diretrizes para priorizar ações preventivas relacionadas à minimização de desastres (SÃO PAULO, 2011; BRASIL, 2012; ONU, 2015). A análise de risco tem potencial aplicação na elaboração do zoneamento territorial e no entendimento das pressões existentes em torno de unidades de conservação.

Para a análise de risco relacionada aos processos de escorregamento planar e inundação gradual, foram adotados os seguintes conceitos:

- Risco:
  - medida de danos ou prejuízos potenciais, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis (BRASIL, 1995); ou
  - probabilidade de consequências prejudiciais, ou perdas esperadas, resultantes de interações entre perigos (naturais, ou induzidos pelo homem) e condições vulneráveis numa determinada área e período de tempo (ONU, 2009).
- Perigo: processo, fenômeno ou atividade humana que pode causar a perda de vida, ferimentos ou outros impactos à saúde, danos à propriedade, distúrbios sociais e econômicos ou a degradação ambiental (ONU, 2016).
- Vulnerabilidade: condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a predisposição de um indivíduo, uma comunidade, bens ou sistemas serem afetados pelos impactos dos perigos (ONU, 2016).
- Dano Potencial:
  - medida que define a intensidade ou severidade da lesão resultante de um acidente ou evento adverso; ou
  - perda humana, material ou ambiental, física ou funcional, que pode resultar, caso seja perdido o controle sobre o risco; ou c) intensidade das perdas humanas, materiais ou ambientais, induzidas às pessoas,

comunidades, instituições, instalações e/ou ecossistemas, como consequência de um desastre (BRASIL, 1995).

- Escorregamento planar ou translacional: processo onde o material mobilizado desloca-se ao longo de uma superfície, grosso modo, planar com pouca ou nenhuma rotação ou curvamento, geralmente associado a encostas muito íngremes (VARNES, 1978).
- Inundação gradual: processo de extravasamento lento e previsível das águas de um curso d'água para suas áreas marginais (planícies de inundação), onde se mantêm em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente (CASTRO *et al.*, 2003).

A APA Tanquã Piracicaba está inserida nos municípios de Dois Córregos, Santa Maria da Serra, São Pedro, Piracicaba, Anhembi e Botucatu, ocupando uma área de 140,38 km<sup>2</sup> (**Apêndice 3.8.1.B.a**). A UC situa-se nas morfoestruturas Bacia Sedimentar do Paraná e Planícies Fluviais. As morfoesculturas presentes incluem: Depressão Periférica Paulista - Depressão do Médio Tietê Indiferenciada (**Apêndice 3.8.1.B.b**; nomenclatura de ROSS & MOROZ, 2011), e Coberturas Sedimentares Cenozóicas Planícies Fluviais. As unidades geológicas presentes na área de estudo compreendem arenitos da Formação Pirambóia (idade entre 201-252 milhões de anos), coberturas detríticas indiferenciadas e depósitos sedimentares quaternários recentes (nomenclatura de PERROTTA *et al.*, 2005; **Apêndice 3.8.1.B.c**). Os valores dos atributos relacionados ao substrato geológico-geomorfológico-pedológico das unidades de análise são apresentados na **Apêndice 3.8.1.C**. Esses valores indicam as condições de criticidade dos processos perigosos de escorregamento e inundação mapeados na área.

Com relação à cobertura e uso do solo (**Apêndice 3.8.1.B.d**) verifica-se que, no interior da UC, há um predomínio da classe “Corpo d’ Água” (70,08% da área), seguida da classe de cobertura “Herbáceo-Arbustiva” (21,68% da área), e das classes cobertura arbórea (7,37%) e solo exposto (0,69%). As “Áreas Urbanas ou Edificadas” constituem apenas 0,17% da área da UC. As áreas edificadas do tipo residencial são predominantemente de baixa e muita baixa densidade. Apenas um pequeno bairro com cerca de 15 propriedades e uma propriedade rural apresentam-se inteiramente no interior da UC; as demais ocorrências situam-se junto ao limite da UC, provavelmente devendo-se tratar de diferença cartográfica do limite da UC. Destacam-se três ocorrências de áreas edificadas do tipo “Grande Equipamento”, todas referentes à atividade de extração de areia. Os valores dos atributos relacionados às unidades de cobertura da terra, uso do solo e padrões da ocupação urbana para o processo de escorregamento estão exibidos no **Apêndice 3.8.1.C**. Esses valores indicam as condições

de criticidade da indução dos processos perigosos de escorregamento e vulnerabilidade mapeadas na área.

No mapa de perigo de escorregamento planar (**Apêndice 3.8.1.D**) é possível verificar o amplo predomínio da classe nula, seguida da classe baixa, relacionada a presença de condicionantes do relevo do tipo colinas de baixa declividade. A classe moderada ocorre localmente na região sudeste da área, em relevo mais dissecado, no município de Piracicaba.

Na área, a expressiva ocorrência de corpos d' água correspondem a áreas já inundadas, classificadas como de perigo muito alto (**Apêndice 3.8.1.E**). Ainda que o modelo regional, aplicado para o estado de São Paulo, mostre na área manchas de perigo baixo, as características locais de ocorrência de áreas úmidas e pantanosas indicam perigos muito altos para inundação em toda a planície aluvionar mapeada.

O mapa de vulnerabilidade das áreas de uso "Urbano ou Edificado" do tipo Residencial/Comercial/Serviços (**Apêndice 3.8.1.F**) apresenta ocupações com vulnerabilidade variando de alta a moderada, induzindo, em conjunto com os perigos, os riscos de escorregamentos (**Apêndice 3.8.1.G**) e inundações (**Apêndice 3.8.1.H**), predominantemente classificados como sendo muito baixos e baixos na área. As ocorrências de risco moderado a escorregamento ocorrem nas ocupações situadas junto ao limite da UC, às margens do rio Piracicaba, tratando mais do processo de solapamento de margem do que escorregamentos propriamente ditos.

Análises regionais dos perigos, vulnerabilidade e riscos elaboradas para o estado de São Paulo permitiram realizar uma avaliação geral do tema para a área da APA Tanquã Piracicaba. Como resultado da análise das unidades territoriais básicas (UTB), destacam-se:

- A área de estudo compreende duas morfoestruturas: a Bacia Sedimentar do Paraná, constituída pela morfoescultura da Depressão Periférica Paulista - Depressão do Médio Tietê, caracterizada por um relevo de colinas, localmente bastante dissecadas, e a Bacia Sedimentar Cenozóica, constituída por planícies aluviais, formada por depósitos sedimentares quaternários.
- As classes de cobertura da terra predominantes são: Corpo d' Água que ocupa 70% da área, Herbáceo-Arbustiva e arbórea. As Áreas Urbanas ou Edificadas representam apenas 0,17% da área da UC. As áreas do tipo residencial são predominantemente de baixa e muita baixa densidade; apenas um pequeno bairro com cerca de 15 propriedades e uma propriedade rural encontram-se inteiramente

no interior da UC; destacam-se ainda três ocorrências de áreas edificadas do tipo grande equipamento, todas referentes à atividade de extração de areia.

- O perigo de escorregamento é predominantemente baixo, com raras ocorrências de perigo moderado. O perigo de inundação ocorre em toda a planície fluvial, corpos d'água e áreas úmidas e brejosas que compõem a APA.
- A vulnerabilidade das áreas de uso "Urbano ou Edificado" do tipo Residencial/Comercial/Serviços varia de alta a moderada, característica de áreas rurais.
- Os riscos de escorregamento e inundação nas áreas de uso Residencial/Comercial/Serviços na UC são predominantemente muito baixos e baixos, com raras ocorrências de risco moderado, mais associados à erosão de margem fluvial do que escorregamentos propriamente ditos.
- Os resultados foram obtidos por meio da análise de dados pré-existentes, levantados para o estado de São Paulo como um todo. Um estudo específico das Unidades Territoriais Básicas (UTB) para a área da UC deve ser realizado, visando um maior detalhamento relacionado à delimitação das unidades e à definição dos atributos de análise.

### 3.9. Referências bibliográficas

#### Geologia

Almeida, F.F.M. Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., 1981, Curitiba. Atas... São Paulo: SBG, 1981. v.1, p. 1-20.

Assini, M.L.; Soares, P.C. Interação flúvio-eólico da Formação Piramboia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4., 1995, Água de São Pedro. Boletim... Águas de São Pedro: SBG, 1995. p.65.

Caetano-Chang, M.R. A Formação Piramboia no Centro-Leste de São Paulo. 1997. 196f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Caetano-Chang, M.R., Wu, F.T. As formações Piramboia e Botucatu no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4., 1995, Água de São Pedro. Boletim... Águas de São Pedro: SBG, 1995. p.64.

Departamento de Águas e Energia Elétrica – Universidade Estadual Paulista - DAEE-UNESP 1982. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Folha Campinas, escala 1:250.000. São Paulo convênio DAEE-UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas / Rio Claro.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT.1993. Geologia das folhas Campinas (SF-23-Y-A) e Ribeirão Preto (SF23-V-C). São Paulo. (IPT, Relatório 31.723).

Janasi, V.A., Freitas, V.A., Heaman, L.H., 2011. The onset of flood basalt volcanism, Northern Paraná Basin, Brazil: A precise U-Pb baddeleyite/zircon age for a Chapecó-type dacite. *Earth and Planetary Science Letters*, 302(1-2): 147-153.

Melo, M.S. de 1995. Fragmentos de carvão em coberturas areno-argilosas neocenoicas: indicadores paleoclimáticos holocênicos. In: Boletim de Resumos, IV Simpósio de Geologia do sudeste, Águas de São Pedro, SBG – SP/RJ-ES, 1995, p. 93.

Melo, M.S. A Formação Rio Claro e depósitos associados – sedimentação neocenoica na depressão periférica paulista. 1995. 144 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Milani, E.J.; Melo, J.H.G.; Souza, P.A.; Fernandes, L.A.; França, A.B. Bacia do Paraná. *B. Geoci. Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287.

NARDY, A.J.R. *et al.* Aspectos geológicos e estratigráficos das rochas vulcânicas ácidas do Membro Chapecó. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 1., 1999, São Pedro. Resumos... São Pedro: SBG, 1999. p. 68.

Perrota, M.M. et al. Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000. São Paulo, CPRM (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil). 2005

Riccomini, C. Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondvânicos da porção centro-oriental do Estado de São Paulo e área vizinhas. 1995. 100 f. (Livre Docência) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Soares, P.C. Elementos estruturais da parte nordeste da Bacia do Paraná: classificação e gênese. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBG, 1974. v.4, p.107-121.

Sousa, M.O.L. 2002. Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Artemis, Pau D'Alho e Jiboia – Centro do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado (IGCE UNESP Rio Claro), 206p.

Zalán, P.V.; Wolff, S.; Conceição, J.C.J.; Marques, A.; Astolfi, M.A.M.; Vieira, I.S.; Appi, V.T.; Zanotto, O. A. Bacia do Paraná. In: GABAGLIA, G. P. R.; MILANI, E. J. (Coord.). Origem e evolução de bacias sedimentares. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1990. p. 135-168.

### **Geomorfologia**

ALMEIDA, F.F.M. 2018 [1964]. Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Revista do Instituto Geológico*, 39(3): 9-75. Republicado de Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, número 41 (p. 169-263). DOI: 10.33958/revig.v39i3.600

DEFFONTAINES, P. 1935. Regiões e paisagens do Estado de São Paulo. Primeiro esboço de divisão regional. *Geografia*, 1(2): 117-169.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2012. Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo. Relatório Técnico 131.057-

205, Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, 29 de agosto de 2012, volumes 1 e 2.

PINHEIRO, M.R. 2014. Estudo morfotectônico da região da serra de São Pedro e do baixo Piracicaba/SP. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-USP, Tese de Doutorado, 293 f. DOI: 10.11606/T.8.2014.tde-11052015-170604.

PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. 1981. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. IPT, Monografias 5, Publicação IPT 1183, vol. 1, 94 p. e vol. 2, mapa.

ROSS, J.L. S. & MOROZ, I.C. 1997. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Laboratório de Geomorfologia, Departamento de Geografia - FFLCH-SP/ Laboratório de Cartografia Geotécnica-Geologia Aplicada-IPT/FAPESP, 2 vols.

SIMON, A.L.H. 2010. Influência do reservatório de Barra Bonita sobre a morfologia da baixa bacia do rio Piracicaba – SP: Contribuições à Geomorfologia Antropogênica. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Campus de Rio Claro, 127 p.

TRICART, J. 1965. Principes et méthodes de la géomorphologie. Paris: Maisson, 496 p.  
USGS – United States Geological Survey. 2015. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 ArcSecond Global. Available at: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Accessed in April 2020.

VERSTAPPEN, H.T.; ZUIDAN, R.A. van. 1975. ITC system of geomorphological survey: manual ITC textbook. Enschede, v. 1.

### **Clima**

MATTOS, I. F.A.; ROSSI, M.; SILVA, D.A.; CATARUCCI, A.F.M.; ARRUDA, C.M.; MODLER, I.F.; KANASHIRO, M.M.; NOGUEIRA, S.M.B.; HAACK, P.G.; PFEIFER, R.M.; PINHEIRO, G.S. Zoneamento da Estação Ecológica de Ibicatu, SP. São Paulo, Instituto Florestal. Relatório Técnico Interno. 2008. 72p.

### **Recursos Hídricos Superficiais**

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS SOROCABA E MÉDIO TIETÊ-CBH-SMT. Relatório de situação dos recursos hídricos 2020 – Ano base 2019. Sorocaba: Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê, 2020. 110 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2014. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2015. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2016. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2017. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2018. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2020. São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

ENGENHARIA E CONSULTORIA EM RECURSOS HÍDRICOS – IRRIGART. Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2017. Piracicaba: 2017. Disponível em: <<http://www.agenciapcj.org.br/novo/instrumentos-de-gestao/relatorios-de-situacoes>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cidades e Estados. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/>> Acesso em: 10 mar. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10). São Paulo: IPT, dez. 2006. (Relatório Técnico, 91.265 - 205).

NOVOTNY, V. Water quality - diffuse pollution and watershed management. 2nd. Ed. New York: John Wiley and Sons, 2003.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, p. 133-137, 1998.

RIO PIRACICABA (SÃO PAULO). In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Rio\\_Piracicaba\\_\(S%C3%A3o\\_Paulo\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Piracicaba_(S%C3%A3o_Paulo))> Acesso em: 13 jun. 2018.

Sistema Ambiental Paulista, Proposta de Criação – Área de Proteção Ambiental Barreiro Rico e Área de Proteção Ambiental Tanquã - Rio Piracicaba – Relatório Técnico, julho de 2018. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/criacao-das-apas-barreiro-rico-e-tanqua-rio-piracicaba/>

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology).

### Recursos Hídricos Subterrâneos

ARGENTINA/BRASIL/PARAGUAI/URUGUAI. 2009. Síntese hidrogeológica do Sistema Aquífero Guarani. *Série Manuais e Documentos Técnicos do Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani*. GEF/BM/OEA, 105 p.

CAETANO-CHANG, M. R.; WU, F. T. 2003. Diagênese de arenitos da Formação Pirambóia no centro-leste paulista. *Geociências*, UNESP, São Paulo, v. 22, número especial, p. 33-39.

CAMPOS, H. C. N. S. 1993. Caracterização e cartografia das Províncias Hidrogeoquímicas do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 123 p. (texto e anexos)

CBH-PCJ. 2020. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2020. Ano Base 2019. UGRHI 05 – Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí. Versão Simplificada. CBH-PCJ, 140 p.

CETESB. 2019. Qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo 2016 - 2018. Série Relatórios. CETESB, São Paulo, 291 p.

CETESB. 2020a. Qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo. Boletim 2019. CETESB, São Paulo, 92 p.

CETESB. 2020b. Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo. Dezembro/2019. CETESB, São Paulo (disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/relacao-de-areas-contaminadas/>, acesso em 17/03/2020)

CPRM. 2021. Rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas (RIMAS). Poço MNT/SP/BT01 e Poço MNT/SP/BF01. (<http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>) (consulta em 22/03/2021)

- DAEE. 2021. Pesquisa de dados dos recursos hídricos do Estado de São Paulo. (<http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/fchweb.html>) (consulta em 22/02/2021)
- DAEE; IPT; IG; CPRM. 2005. Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. Nota Explicativa. São Paulo, DAEE/IG/IPT/CPRM, Escala 1:1.000.000. texto e mapa.
- DAEE; UNESP. 2013. Águas subterrâneas do Estado de São Paulo, diretrizes de utilização e proteção. Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), Instituto Geociências e Ciências Exatas. Laboratório de Estudo de Bacias (UNESP-LEBAC). Governo do Estado de São Paulo. 44 p. ilustr.
- FOSTER, S; HIRATA, R; GOMES, D; D'ELIA, M; PARIS, M. Proteção da Qualidade da Água Subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. São Paulo, Servmar. 104p. 2006.
- HIRATA, R.; GESICKI, A.; SRACEK, O.; BERTOLO, R.; GIANNINI, P.C.; ARAVENA, R. 2011. Relation between sedimentar framework and hydrogeology in the Guarani Aquifer System in São Paulo state, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 31: 444-456.
- HIRATA, R. & FOSTER, S. 2020. The Guarani Aquifer System – from regional reserves to local use. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 8 p. (<http://dx.doi.org/10.1144/qjegh2020-091>)
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1: 500.000. São Paulo: IPT, 1981. 2 v. (Monografias, 6; Publicação, 1 184).
- NEGRI, F. A. 2021. Geologia da Área de Proteção Ambiental Tanquã Rio Piracicaba. *In: Área de Proteção Ambiental Barreiro Rico. Plano de Manejo, SIMA, São Paulo, no prelo.*
- PAVÃO, M.; SILVA, D. A.; MATSUKUMA, C. K. 2021. Uso e cobertura da terra da Área de Proteção Ambiental Barreiro Rico. *In: Área de Proteção Ambiental Barreiro Rico. Plano de Manejo, SIMA, São Paulo, no prelo.*
- PERROTA, M. M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.; D'AGOSTINHO, L.Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S.D.; SACHS, L.L.B.; MEIRA, V.T.; GARCIA, M.G.M.; LACERDA FILHO, J.V.; 2005. Mapa geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000. Programa Geologia do Brasil – PGB, CPRM, São Paulo, mapa.
- PROFILL. 2019. Elaboração do Plano de Monitoramento Quali-Quantitativo das Águas Subterrâneas das Bacias PCJ. Produto 04. Plano de Implementação da Rede de Monitoramento das Águas Subterrâneas. Dezembro 2019, Profill e Agência das Bacias PCJ, 3 Tomos.

RABELO, J. L. 2006. Estudo da recarga do Aquífero Guarani no sistema Jacaré-Tietê. EESC/USP, Tese de Doutorado, São Carlos, 200 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Subsecretaria de Infraestrutura. Coordenadoria de Recursos Hídricos. 2020. Dados fornecidos referentes às outorgas emitidas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica para captação de água no estado de São Paulo – ano base 2019. São Paulo: SIMA/CRHi (arquivo digital).

SIMON, A. L. H. 2010. Influência do reservatório de Barra Bonita sobre a morfohidrografia da baixa bacia do rio Piracicaba – SP: Contribuições à geomorfologia antropogênica. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Campus de Rio Claro, 127 p. (texto e anexos)

WENDLAND, E.; GOMES, L. H.; TROEGER, U. 2015. Recharge contribution to the Guarani Aquifer System estimated from the water balance method in a representative watershed. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 87(2): 1-15.

#### **Sites consultados:**

<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/> – Banco de dados hidrológicos - DAEE

<http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/index.php> - RIMAS - Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas / CPRM

<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/> - CETESB

<http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/fchweb.html> - Pesquisa de dados dos recursos hídricos do Estado de São Paulo - DAEE

<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/> - Infraestrutura de dados espaciais ambientais do Estado de São Paulo – IDEA-SP

<http://www.sigrh.sp.gov.br/crh/ctas> - Câmara Técnica de Águas Subterrâneas do Conselho Estadual de Recursos Hídricos

#### **Pedologia**

MATTOS, I F A; ROSSI, M; SILVA, D A da; PFEIFER, RM. Levantamento do Meio Físico e Avaliação da Fragilidade do Ecossistema na Estação Ecológica dos Caetetus - SP. Revista Sociedade Natureza. Dep Geogr Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, v. 8, n. 15, p. 388-393, 1996.

NAKASAWA, V.A. (Coord); FREITAS, C.G.L. de; DINIZ, N.C. Carta Geotécnica do Estado de São Paulo: Escala 1:500.000. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1ª ed., 1994.

OLIVEIRA, J.B. de; CAMARGO, M.N.de; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. 1999. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas: Instituto Agrônomo/EMBRAPA Solos, 1999. v. 1. 64 p. (inclui Mapa, escala 1:500.000).

OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H. BEJAR, O.I.G.; OLIVEIRA, E.R.; LONGOBARDI, R.C.; ASSIS, E. A. Carta pedológica semidetalhado do Estado de São Paulo: Folha de Piracicaba. São Paulo, Secretaria da Agricultura/CPC/IA; Secretaria de Economia e Planejamento/CAR/IGC. 1987. (Mapa, escala 1:100.000).

ROSS, J.L.S. 1990. Geomorfologia: ambiente e planejamento. O relevo no quadro ambiental, cartografia geomorfológica e diagnósticos ambientais. Coleção Repensando a Geografia. São Paulo: Contexto, 1990. 85 p.

ROSSI, M. 2017. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. V.1. 118p. (inclui Mapas).

ROSSI, M.; KANASHIRO, M.M.; HIROKADO, V.K. Solos e Fragilidade Ambiental. *Relatório Técnico de Proposta de Criação da APA Barreiro Rico e APA Tanquã-Rio Piracicaba*. São Paulo, SMA, 2018, p. 180-194.

SECRETARIA ESTADUAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES. EIA/RIMA: Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra. São Paulo, Vol. II, VII e X. 2013.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SMA. Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável. Disponível em: <<http://services.digitalglobe.com/>.2018>.

### **Perigos, Vulnerabilidade e Riscos**

BRASIL. Resolução nº 2, de 12 de dezembro de 1994, do Conselho Nacional de Defesa Civil. Aprova a Política Nacional de Defesa Civil. Diário Oficial República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Ano 133, n. 1, p. 82-86, 02 janeiro de 1995. Seção 1. Disponível em: <https://goo.gl/RWrdDE>. Acesso em 23 de março de 2017.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Diário Oficial República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Ano 149, n. 70, p. 1-4, 11 abril, 2012. Seção 1. Disponível em: <https://goo.gl/UrxUci>. Acesso em 23 de março de 2017.

CASTRO, A.L.C.; CALHEIROS, L.B.; CUNHA, M.I.R.; MARIA LUIZA NOVA DA COSTA BRINGEL, M. Manual de Desastres: desastres naturais. Volume 1. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. 182 p., 2003. Disponível em: <https://goo.gl/Fu7e3N>. Acesso em: 23 de março de 2017.

DAEE (DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA). Base cartográfica digital, escala 1:50.000 - Projeto GISAT. São Paulo: DAEE, 2008.

EMPLASA. Arquivos digitais do modelo digital de superfície do Projeto de Atualização Cartográfica do Estado de São Paulo - "Projeto Mapeia São Paulo". Produtos de levantamento aerofotogramétrico de 2010-2011. Titularidade: Empresa Paulista de

Planejamento Metropolitano S/A - EMPLASA. Contrato de Licença de Uso 038/12, estabelecido entre EMPLASA e SMA, 2011.

FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D. Mapeamento de risco a escorregamento e inundação por meio da abordagem quantitativa da paisagem em escala regional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 11, 2011, São Paulo. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2011. CD-ROM. Disponível em: <https://goo.gl/fiYLUC>. Acesso em: 24 de março de 2017.

FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D.; GUEDES, A.C.M. O uso de sistemas de informações geográficas na análise e mapeamento de risco a eventos geodinâmicos. In: FREITAS, M.I.C & LOMBARDO, M.A.: Riscos e Vulnerabilidades: Teoria e prática no contexto Luso-Brasileiro. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. Disponível em: <https://goo.gl/db8Xv0>. Acesso em: 24 de março de 2017.

IBGE. Base Cartográfica Contínua do Brasil – 1:250000, 2018. Disponível em: <http://www.visualizador.inde.gov.br/> . Acesso em: 12 de maio de 2021.

ONU. UNISDR. Terminology on Disaster Risk Reduction, 2009. Disponível em: [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologyEnglish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf). Acesso em: 29 de maio de 2019.

ONU. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. New York: United Nations, 2015. Disponível em: <https://goo.gl/lgJrmt>. Acesso em: 23 de março de 2017.

ONU. UNISDR. Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction. New York: United Nations, 2016. Disponível em: <http://bit.ly/2ZZ2GSO> . Acesso em: 06 de maio de 2019.

OPENSTREETMAP CONTRIBUTORS. Planet dump retrieved from <https://planet.osm.org>. 2020. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/export#map=12/-22.6086/-50.4082> . Acesso em: 01 abr 2020.

PERROTTA, M.M. et al. Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000. São Paulo: CPRM, 2005. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil). Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/2966> . Acesso em: 06 de maio de 2019.

ROSS, J., & MOROZ, I. Mapa Geomorfológico Do Estado de São Paulo. Revista do Departamento de Geografia, 10, 41-58, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.7154/RDG.1996.0010.0004> . Acesso em: 06 de maio de 2019.

ROSSINI-PENTEADO, D.; FERREIRA, C.J. Mapeamento da vulnerabilidade para análise de riscos associados a processos geodinâmicos. In: FREITAS, M.I.C et al.: Vulnerabilidades e

Riscos: reflexões e aplicações na análise do território. Rio Claro: UNESP-ICGE-CEAPLA, pp.77-94, 2015. Disponível em: <https://goo.gl/Oi6hzz> . Acesso em: 24 de março de 2017.

ROSSINI-PENTEADO, D.; FERREIRA, C.J. Sistema de classificação “Unidades Territoriais Básicas” (UTB) e mapeamento de risco de áreas urbanas de uso residencial/comercial/serviços à eventos geodinâmicos do Estado de São Paulo. São Paulo: INSTITUTO GEOLÓGICO, 2017. Disponível em:<http://bit.ly/2W7RnZb>. Acesso em: 17 de maio de 2019.

SANTORO, J. Potencial de riscos geológicos. In: LOPES, M. I. M. S.; KIRIZAWA, M.; MELO, M. M. R. F. de. (Org.). Patrimônio da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba: a antiga Estação Biológica do Alto da Serra. São Paulo: Instituto de Botânica, 2009, v. , p. 73-82.

SÃO PAULO (Estado). Decreto no 57.512, de 11 de novembro de 2011. Institui o Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos Geológicos e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo. São Paulo, SP. v. 121, n. 214, 12 nov. 2011. Poder Executivo, Seção I. Disponível em: <https://goo.gl/4a7gFZ>. Acesso em: 23 de março de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Unidades Básicas de Compartimentação do Meio Físico - UBC do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2014. Disponível em: <http://bit.ly/2vEGfnU> . Acesso em: 06 de maio de 2019.

SÃO PAULO (Estado). Sistema de Classificação Unidade Homogênea de Cobertura da Terra, Uso e Padrão da Ocupação Urbana – UHCT do Estado de São Paulo. Instituto Geológico, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2016. Disponível em: <https://goo.gl/jA9utl>. Acesso em: 24 de março de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Sistema de Classificação Unidade Territorial Básica - UTB do Estado de São Paulo. Instituto Geológico, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2017. Disponível em: <http://bit.ly/2JkdogU>. Acesso em: 06 de maio de 2019.

VARNES, D.J. Slope Movement Types and Processes. In: Schuster R.L. & Krizek R. J. (eds.). 1978. Landslides-Analysis and Control, Special Report 176, Transportation Research Board, Washington, D.C., p. 12-33, 1978. Disponível em: <https://goo.gl/lemMID>. Acesso em: 23 de março de 2017.

VEDOVELLO, R.; FERREIRA, C.J.; SALIM, A.; COSTA, J.A.; MATSUZAKI, K.; ROSSINI-PENTEADO, D.; OHATA, A. Compartimentação Fisiográfica do Estado de São Paulo: base

para análises ambientais em escala regional. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 9, 2015, Cuiabá. Atas... São Paulo: ABGE, 2015. CD-ROM., 5pp. 2015. Disponível em: <https://goo.gl/AXGz31>. Acesso em: 24 de março de 2017.

Como citar este trabalho:

FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D. Perigos geodinâmicos e vulnerabilidade e riscos de áreas de uso residencial/comercial/serviços na área de estudo do diagnóstico e prognóstico para elaboração do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Tanquã Rio Piracicaba. Relatório Técnico, Instituto Geológico, São Paulo, 2021. Disponível em: 2021 APA Tanquã Rio Piracicaba maio 2021 . Acesso em: 12 de maio de 2021.

## 4. MEIO ANTRÓPICO

### 4.1. História e patrimônio

#### 4.1.1. Histórico de ocupação da área de estudo

A APA Tanquã - Rio Piracicaba compreende os municípios de Anhembi, Botucatu, Piracicaba, São Pedro, Santa Maria da Serra e Dois Córregos (**Apêndice 4.1.1.A**). A região do Rio Piracicaba começou a ser percorrida com o movimento das entradas e bandeiras, na constante busca por alimento e riquezas, especialmente ouro. Entre fins do século XVII e meados do XVIII, as terras próximas do salto do Rio Piracicaba sofreram as primeiras intervenções, fossem por meio da abertura de caminhos e estradas, fossem associadas a pedidos e doações de sesmarias. Tratava-se, inicialmente, do trânsito e do consequente povoamento deflagrado pelas tentativas de melhor explorar as minas de ouro, em Mato Grosso e Minas Gerais (Decreto Municipal nº 14.206/2011).

O município de Anhembi foi fundado pelos Bandeirantes como um antigo arraial na margem esquerda do Rio Tietê. Sua história teve início com a construção da capela de Nossa Senhora dos Remédios da Ponte do Tietê, em 2 de fevereiro de 1862, uma referência não só à padroeira do arraial como à existência de uma ponte sobre o Rio Tietê, utilizada por tropeiros, vindos de Minas Gerais em direção ao Paraná, para o transporte de produtos (ANHEMBI c2021; IBGE, c2017a). O desenvolvimento do povoado foi marcado por esse comércio interestadual feito pelos tropeiros, e inaugurou o processo político-administrativo local. Inicialmente, em fevereiro de 1866, passou à freguesia do município de Botucatu e, mais tarde, em julho de 1867, foi transferido para o município de Constituição, atual Piracicaba. A freguesia voltou a ser incorporada ao município de Botucatu em 1869 e, em 1891, foi transformada em vila. Em 1934, a sede do município foi transferida para Piramboia e a cidade retornou à condição de distrito, o que perdurou até 24 de dezembro de 1948, quando o município adquiriu definitivamente sua autonomia (Lei Municipal nº 2.086/2017). Os indígenas davam ao Rio Tietê a denominação de "Anyemby" que, em português, significa rio dos Anhambus (ave abundante na região em épocas passadas), sendo esse o motivo do nome atual da cidade, Anhembi (ANHEMBI, c2021).

A colonização de Botucatu iniciou-se por volta de 1721, quando as áreas delimitadas pelo Rio Paranapanema e pela Serra de Botucatu foram divididas em sesmarias, sendo uma delas, a Fazenda Santo Inácio, concedida aos jesuítas. Estes religiosos, liderados pelo Padre Estanislau de Campos, deram início à implantação da agropecuária, mas as dificuldades inerentes da época retardaram a efetiva ocupação da região (IBGE, c2017b; Lei Complementar nº 1.233/2018). Por volta de 1766, foi inaugurada a capela de Nossa Senhora das Dores de Cima da Serra. A partir de 1830, intensificou-se a vinda de criadores e lavradores, sobretudo de Sorocaba, Itapetininga e Tietê (Lei Complementar

nº 1.233/2018). Em 1835, a região já estava ocupada e dividida em quatro fazendas principais, uma delas pertencente ao capitão José Gomes Pinheiro. Em 23 de dezembro de 1843 (considerada, por lei, como a data de fundação do município), o capitão Gomes Pinheiro se dispôs a doar parte de suas terras para a formação do Patrimônio da Freguesia Sant'Anna de Botucatu (IBGE, c2017b). Então, em fevereiro de 1846, foi criada a freguesia de Botucatu (topônimo tupi cujo significado é “bons ares” ou “bom clima”), no município de Itapetininga. A freguesia de Botucatu continuou se desenvolvendo até que em 1855 foi elevada à categoria de vila, recebendo foros de cidade em março de 1876. Na virada do século XIX, era conhecida como a cidade mais progressista do interior paulista. Botucatu não teve apenas uma relevância política, mas foi importante entroncamento ferroviário da Estrada de Ferro Sorocabana, tornando-se referência econômica durante o período em que serviu de entreposto comercial para muitas outras regiões do interior do estado e do norte do Paraná. A cidade sofreu com a crise de 1929, mas retomou seu desenvolvimento a partir da década de 60, com os setores da indústria e comércio (Lei Complementar nº 1.233/2018).

Entre as referências oficiais relativas à formação de Piracicaba, destaca-se a incumbência dada, em 1766, ao Capitão Antônio Corrêa Barbosa pelo Capitão-General D. Luís Antônio de Souza Botelho Mourão, para fundar uma povoação na foz do Rio Piracicaba. No entanto, o capitão povoador optou pelo local onde já se encontravam alguns posseiros e onde habitavam os índios Paiaguás, à margem direita do salto, a 90 quilômetros da foz, no lugar mais apropriado da região, uma vez que o núcleo seria ponto de apoio para as embarcações que desciam o Rio Tietê, além de servir como retaguarda ao abastecimento do Forte Nossa Senhora dos Prazeres de Iguatemi, no Mato Grosso do Sul, à época, fronteira com o território do Paraguai (Decreto Municipal nº 14.206/2011; IBGE, c2017c). Sua fundação oficial ocorreu em 1º de agosto de 1767, no termo da Vila de Itu, sob a invocação de Nossa Senhora dos Prazeres. Em junho de 1774, a povoação foi elevada à categoria de freguesia do município de Itu, e em julho de 1784, transferida para a margem esquerda do Rio Piracicaba, logo abaixo do salto, onde os terrenos melhores favoreciam sua expansão. Em 31 de outubro de 1821, quando foi erguida a vila, recebeu o nome Vila Nova da Constituição, homenagem à promulgação da Constituição Portuguesa, ocorrida naquele ano. A partir de 1836, a vila ganhou impulso, tornando-se importante centro abastecedor. Com o predomínio do sistema de pequenas propriedades, eram cultivados, além do café, arroz, feijão, milho, algodão e fumo. Ainda havia pastagens destinadas à criação de gado. Em abril de 1856, a vila foi elevada à categoria de cidade, mas a denominação de Piracicaba (em tupi, “lugar onde ajunta peixe” ou “lugar onde o peixe para”) apenas seria oficializada em 13 de abril de 1877. O município adquiriu novo estímulo quando, nesse mesmo ano, começou o tráfego no ramal da estrada de ferro que ligava Piracicaba a Itu (Decreto Municipal nº 14.206/2011; IBGE, c2017c).

A história da fundação do município de São Pedro remonta a 1844, quando três irmãos da família Teixeira de Barros, provenientes de Itu, adquiriram terras da sesmaria do Pinheiro. Até então, a região era coberta por matas e habitada pelos índios Paiaguás. Anteriormente, em 1725, os tropeiros haviam aberto uma trilha denominada Picadão, que começava em São Paulo e terminava em Cuiabá (SÃO PEDRO, 2014). Essa trilha era o caminho de Brotas, São Carlos, Araraquara, Dois Córregos, Jaú e outras ricas zonas do oeste Paulista, na época, em pleno surto de povoamento, para onde convergiam as levadas “desbravadores de sertões”, à procura de terras novas para a cultura do café, que então começava a despontar como grande fonte de riqueza e progresso (IBGE, c2017d). Devido aos perigos existentes na mata, o governo da Província determinou que se providenciasse pousos pela trilha do Picadão, em distâncias que permitissem o pernoite e o descanso dos viajantes. No local onde se situa o Centro Histórico de São Pedro, ficava um desses pousos, denominado Pouso do Picadão (SÃO PEDRO, 2014). Quando adquiriram a sesmaria do Pinheiro, os irmãos Teixeira de Barros iniciaram a abertura de caminhos e a divisão das terras entre eles, para a fixação de seus descendentes na nova localidade. Um dos irmãos, Joaquim Teixeira de Barros, por iniciativa própria, decidiu construir a primeira Capela em 1856 dedicada a São Sebastião, que se tornou referência do povoamento (QUIARARIA, 2018). O povoado ganhou o nome de Capela, o primeiro degrau na evolução administrativa, e o primeiro nome do município foi Capela do Picadão (Lei Complementar nº 135/2016; SÃO PEDRO, 2014). Em 1860, foi elevada à povoação com o nome de Capela de São Pedro. Aos poucos, outras famílias provenientes de Itu começaram a chegar e a se fixar nas fazendas oriundas das antigas sesmarias concedidas na região. Intensificou-se, assim, a produção agrícola de subsistência com conseqüente comércio entre as propriedades. Impulsionada pelo progresso, a Capela de São Pedro foi elevada à categoria de Freguesia em 1864, no território do município de Constituição (atual Piracicaba). Em 1879, foi elevada à categoria de Vila de São Pedro (quando contava com mais de 5 mil habitantes) (QUIARARIA, 2018). O período de 1890 a 1895 foi marcado pela imigração, principalmente a italiana, que substituiu a mão-de-obra escrava na agricultura. Com uma significativa produção anual de cerca de 7 milhões de quilos de café, São Pedro conseguiu projeção na época, com a chegada, inclusive, de um ramal de estrada de ferro em 1893 (SÃO PEDRO, 2014). Estando a vila em pleno desenvolvimento, principalmente na área econômica, em virtude da produção agrícola, do plantio de cana e do café, em 1881 a então Vila de São Pedro foi elevada à categoria de município, garantindo sua independência de Piracicaba (QUIARARIA, 2018). A crise de 1929 diminuiu de maneira acentuada a produção cafeeira e a economia estagnou. Foi quando se introduziu o bordado em ponto de cruz e a cidade ganhou fama com essa atividade. A perfuração à procura de petróleo nos anos 20 ocasionou a descoberta de várias fontes de águas termais (sulfurosas, bicarbonatadas e sulfatadas). Foi o início das Termas de São Pedro. Na década de 40, o Balneário foi emancipado, recebendo o nome

de Águas de São Pedro. Transformou-se em um novo município, o menor do Brasil, situado em uma área subtraída de São Pedro. Atualmente, o município de São Pedro é uma Estância Turística com uma rede considerável de hotéis e pousadas (SÃO PEDRO, 2014).

O município de Dois Córregos originou-se em meados do século XIX, a partir de um pouso de tropeiros que rumavam para o oeste paulista e para o Mato Grosso, denominado Pousada do Dois Córregos, localizada na margem esquerda do rio do Peixe, afluente do rio Jaú.

Nesse local, entre os córregos Lageado e Fundo, José Alves de Mira e Mariano Lopes, proprietários da Fazenda Rio do Peixe, resolveram doar vinte alqueires de terras para formação de um povoado. No dia 4 de fevereiro de 1856, foi erguida capela em louvor ao Divino Espírito Santo, a poucas centenas de metros do referido rio do Peixe. O povoado foi elevado à categoria de Freguesia com a denominação Dois Córregos, pela lei provincial nº 28, de 1865, subordinada ao município de Brotas. Em 1874 foi elevada à categoria de vila com a mesma denominação, pela lei provincial nº 43, desmembrada de Brotas. Em 1898 foi elevada à condição de cidade e sede municipal com a mesma denominação. Pela lei estadual nº 621 de 1899 foi criado o distrito de Figueira e anexado ao município de Dois Córregos. Em divisão administrativa do Brasil, de 1911 até a atual, de 2007, o município é constituído de 2 distritos: Dois Córregos e Figueira, que a partir de 1936 passou a denominar-se Guarapuã (IBGE, c2017e).

A história da fundação de Santa Maria da Serra entre a Serra de São Pedro e o rio Tietê, teve início no ano de 1867 quando Antônio Justiniano Barbosa e seu genro, Feliciano de Oliveira Dorta, procedentes de Piracicaba, doaram terras para a construção de uma capela em louvor a Santa Maria, que se tornou Padroeira da povoação. Em 1881, o povoado foi elevado à freguesia de Santa Maria, pela lei provincial nº 42, de 22 de fevereiro de 1881, subordinado ao município de São Pedro. Em 1944, o nome foi alterado para Tupancy (Decreto-Lei Estadual nº 14.334, de 30 de novembro de 1944). Em 1953, passou a chamar-se Santa Maria da Serra, que remete ao mesmo tempo a Padroeira e a Serra do Tabuleiro, ramificação da serra de São Pedro. Elevado à categoria de município com a denominação de Santa Maria da Serra, pela Lei Estadual nº 5.285, de 18 de fevereiro de 1959, desmembrado do município de São Pedro (IBGE, c2017f).

#### A origem do Tanquã

Na década de 50 iniciou-se a implantação da moderna navegação da hidrovía no Rio Tietê. As primeiras barragens do Baixo Tietê – Barra Bonita e Bariri – tiveram sua construção iniciada em 1957 e 1959, respectivamente, com o objetivo de uso múltiplo: energia, navegação, entretenimento e aquicultura.

As obras civis das eclusas da UHE Barra Bonita e da UHE Álvaro de Souza Lima foram concluídas em 1963 e 1966 respectivamente.

O represamento do Rio Tietê causado pela UHE de Barra Bonita (AES Tietê é a atual concessionária) promoveu a formação de áreas de remanso e, conseqüentemente, de lagoas e alagados em ambientes de transição, na planície aluvial do baixo Rio Piracicaba, a jusante do Salto de Piracicaba, que se prolonga até a sua foz. Esse ambiente acabou atraindo muitas aves, passando a ser conhecido como “mini pantanal”, “pantanalzinho” ou “pantaninho paulista” (SÃO PAULO, 2013; RIBAS, 2019; **Apêndice 4.1.1.B**). A mudança no ambiente promoveu também o surgimento de colônias de pescadores ao longo do Rio Piracicaba: Comunidade do Tanquã (na Vila do Tanquã, Piracicaba), Colônia dos Pescadores de Santa Maria da Serra (ao lado da Ponte da Rodovia SP 191, margem esquerda) e Núcleo de Pesca Vale Verde, na margem direita no município de Dois Córregos (SÃO PAULO, 2013).

#### Criação da APA Tanquã Rio Piracicaba

O crescimento das atividades antrópicas no interior do estado de São Paulo ocorreu à custa da destruição de suas matas e de sua biodiversidade. Durante o Brasil Colonial, o processo de devastação da cobertura florestal ficou limitado às áreas do litoral e nos arredores de São Paulo de Piratininga e se expandiu após a independência do Brasil. No entanto, foi com o surto cafeeiro que a devastação avançou em grande escala, com uma alta correlação entre a expansão do café em direção ao interior paulista e o avanço das derrubadas das florestas. O café entrou em São Paulo pelo Vale do Paraíba, em 1790, proveniente do Rio de Janeiro, mas foi a partir de 1850 que este processo se intensificou (ALVES, 2017). Já estabelecida no leste do estado, principalmente na região do vale do Paraíba, a produção de café avançou sobre o planalto paulista e, na segunda metade do século XIX, os cafezais se expandiram, derrubando as florestas das regiões Norte e Central do estado. As lavouras progrediram rapidamente e os fazendeiros de Itú, Jundiaí e Campinas adquiriram terras novas, entrando pelo sertão utilizando o rio Tietê e sua rede de afluentes (ALVES, 2017). Juntamente com essa expansão das lavouras cafeeiras, houve o estabelecimento de uma rede ferroviária considerável, ligando o interior à capital e ao Porto de Santos, o que acelerou o processo de ocupação do estado de São Paulo.

Com a crise de 1929, ocorreu uma maior diversificação agrícola e a cana-de-açúcar passou a assumir posição de destaque na economia estadual. O estabelecimento da agroindústria canavieira ocorreu na segunda metade do século XX, mais precisamente a partir da década de 1970. Nesse processo de diversificação da produção agrícola no estado de São Paulo, também ganharam força, principalmente na região nordeste, a

citricultura e a silvicultura de eucalipto, o que acarretou grande ocupação de áreas de Cerrado existentes na região (IF/FF, 2014).

No início da década de 2010 foi apresentado pela Secretaria de Logística e Transportes projeto para construção de barragem em Santa Maria da Serra com o objetivo de ampliar a navegação até o Distrito de Ártemis, no município de Piracicaba, no contexto da Hidrovia Tietê-Paraná. O Projeto tinha por objetivo também integrar os modais hidroviário e ferroviário em Ártemis. Tal projeto, porém, não chegou a ser implantado.

A característica peculiar do ambiente que se formou, importante área úmida do interior do Estado de São Paulo, concentrando alta riqueza e diversidade da fauna, chamou a atenção de pesquisadores, conservacionistas e turistas, além de pescadores. Atualmente, a área consagrou-se como um pólo turístico importante para a região, com atividades de pesca amadora e profissional, observação de aves e observação da paisagem (RIBAS, 2019).

A APA Tanquã - Rio Piracicaba conta com uma área de 14.057,30 hectares e foi criada por meio do Decreto nº 63.993, de 21 de dezembro de 2018, com os seguintes objetivos: I – conservação da avifauna residente e migratória e da biodiversidade aquática; II ações visando à melhoria e manutenção da boa qualidade da água; III promoção do turismo em bases sustentáveis; IV busca da gestão harmônica e integrada entre as atividades produtivas e a conservação dos ecossistemas da unidade. É a primeira unidade de conservação paulista voltada à conservação do ambiente de águas continentais.

#### **4.1.2. Patrimônio histórico, cultural e artístico**

##### **Patrimônio material**

No que tange aos patrimônios materiais dos municípios que integram a APA Tanquã - Rio Piracicaba, foram feitas consultas aos catálogos do Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico da Secretaria de Cultura e Economia Criativa do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT, 2020a) e do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2020a).

Em Anhembi, não foram identificados bens materiais tombados. Em Botucatu, foram identificados quatro bens tombados no âmbito estadual: Complexo da Estação Ferroviária de Botucatu (Resolução SC nº 91, de 11/10/2012); EMEI Dr. Cardoso de Almeida (Resolução SC nº 60, de 21/7/2010); Fazenda Lageado, atual Campus da UNESP (Resolução SC nº 42, de 4/7/2013); e Instituto de Educação Cardoso de Almeida (Resolução SC nº 9, de 4/5/1989). Em Piracicaba, foram identificados oito bens tombados no âmbito estadual e um bem no âmbito federal: Casa de Prudente de Moraes (Resolução SC de 1/6/1973); Casa do Povoador (Resolução SC de 9/3/1970); Conjunto Arquitetônico da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Resolução SC

nº 89, de 12/12/2006, retificada pela Resolução SC nº 4, de 25/3/2008); E.E. Barão do Rio Branco (Resolução SC nº 60, de 21/7/2010); E.E. Moraes Barros (Resolução SC nº 60, de 21/7/2010); Edifício da Antiga Escola Normal de Piracicaba (Resolução SC nº 28, de 11/1/2002); Engenho Central (Resolução SC nº 92, de 25/8/2014); Passo da Via Sacra São Vicente de Paula (Resolução SC de 11/4/1972); casa onde viveu e faleceu o Presidente Prudente de Moraes, englobando edificação, terreno e anexos localizados no endereço citado, bem como o acervo listado nos autos do processo (tombado pelo IPHAN em abril de 2003). Em São Pedro, foi identificado um bem tombado no âmbito estadual: EMEF Gustavo Teixeira (Resolução SC nº 60, de 21/7/2010). Em Dois Córregos, o único bem tombado pelo Condephaat é o prédio da E.E. Francisco Simões, de 1911, (Resolução nº 60, de 27/01/2010).. Não foram identificados bens tombados no município de Santa Maria da Serra (CONDEPHAAT, 2020a; IPHAN, 2020a).

Após buscas pelos endereços dos bens tombados, constatou-se que todos estão localizados fora dos limites da APA.

#### 4.1.3. Sítios arqueológicos

Na contextualização arqueológica da região da APA, foram levantados os registros inseridos no banco de dados do Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA), desenvolvido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2020c), por meio do qual foram identificados 15 sítios arqueológicos (**Apêndice 4.1.3.A**), sendo 2 sítios arqueológicos em Anhembi, 2 em Botucatu e 11 em Piracicaba. Estes remetem a horizontes históricos e pré-coloniais de ocupação humana pela região. Não foram identificados registros de sítios arqueológicos nos municípios de Dois Córregos e Santa Maria da Serra.

No intuito de verificar se os sítios arqueológicos se localizam na área da APA, foi feita uma análise do shape de sítios arqueológicos georreferenciados do IPHAN (2020d; **Apêndice 4.1.3.B**), juntamente com buscas na literatura para o caso dos sítios não georreferenciados (ARAUJO, 2001; MILLER JR., 2011). Dessa forma, foi possível inferir que estes sítios não se localizavam na APA.

Porém, por ocasião da elaboração do EIA/RIMA sobre o empreendimento Aproveitamento Múltiplo - Santa Maria da Serra, foram realizadas pesquisas arqueológicas e identificadas no interior da UC algumas áreas conforme classificação adotada naquele estudo: sítios arqueológicos (patrimônio cultural que constitui indícios de ocupação humana), área de ocorrência arqueológica (objeto único ou quantidade ínfima de objetos aparentemente isolados ou desconexos), área de interesse histórico-cultural (conjunto de ordem arquitetônica e urbanística que podem contribuir com a construção da memória nacional) e área de interesse histórica (quantidade ínfima de vestígios históricos). Como pode ser observado no mapa em anexo, é possível inferir que há 2 "áreas de ocorrência arqueológica", 1 "sítio arqueológico" e 1 "área de

interesse histórico-cultural" no interior ou limite da APA Tanquã - Rio Piracicaba (Apêndice 4.1.3.B) (SÃO PAULO, 2013; IPHAN, 2020d).

#### 4.1.4. Patrimônio imaterial

Em consultas realizadas aos catálogos do Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico da Secretaria de Cultura e Economia Criativa do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT, 2020b) e do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2020b), foram identificados bens tombados apenas em Piracicaba. Compondo o patrimônio imaterial Samba Paulista, são encontrados em Piracicaba os seguintes grupos de samba em atividade (ano base 2017): Samba de Lenço "Mestre Antônio Carlos Ferraz" (Piracicaba); 14 Sambas; e Batuque de Umbigada.

Entretanto, há manifestações religiosas e culturais tradicionais que se destacam nos municípios, a saber:

- em Anhembi, ocorre a Festa do Divino, realizada há mais de 150 anos e que reúne anualmente mais de 50 mil pessoas. O ponto alto do evento é o tradicional encontro das canoas, às margens do Rio Tietê, que ocorre após os missionários percorrerem por nove dias o leito do rio, visitando e abençoando os moradores. Essa festa compõe o calendário turístico do estado desde 1986;

- em Botucatu, ocorrem anualmente as festas religiosas de Santa Cruz da Serra e de Sant'Ana (em homenagem à padroeira do município), sendo essa última um dos eventos mais tradicionais de Botucatu e região;

- em Piracicaba, destacam-se: a Festa do Divino, realizada desde 1826, é a mais significativa manifestação religiosa-popular e o mais expressivo evento do calendário turístico do município; a Festa de São João de Tupi, considerada uma das mais tradicionais festas juninas do estado, ocorre desde 1934, com frequência superior a 40 mil pessoas, e tendo como principais atrações os pratos e bebidas típicos, e a passagem de populares descalços sobre o braseiro; a Festa do Milho Verde, realizada desde 1975, com cardápio gastronômico especialmente à base de milho, e onde podem ser encontradas as tradicionais pamonhas de Piracicaba; e a Festa da Polenta, para comemorar a imigração trentino-tirolesa do bairro de Santa Olímpia, reunindo mais de 15 mil visitantes todos os anos, provenientes de diversas partes do estado de São Paulo e sendo considerada uma das maiores festas do município;

- em São Pedro, entre os principais eventos de seu calendário anual, há a encenação da Paixão de Cristo, a Festa de São Pedro e São Sebastião (em homenagem ao padroeiro da cidade e que reúne milhares de pessoas do município e região) e a Semana Cultural Gustavo Teixeira (realizada em homenagem ao poeta são-pedrense).

- em Santa Maria da Serra há a Festa da Mandioca, em julho, o município é conhecido como a Capital Paulista da Farinha de Mandioca e Mandioca de Mesa.

- em Dois Córregos há a Festa da Macadâmia, em setembro. Esse município é um dos maiores produtores do país deste fruto.

As manifestações culturais são marcadas tanto pelo fazer artístico (que implica na produção de vestimentas, música, comida, objetos específicos para a celebração cultural, que levam brilho, som, cor e sabor para os participantes), quanto pelas relações sociais ativadoras das relações humanas, já que é nesse contexto que se dá a interação com o outro e que relações coletivas são recriadas e reinventadas ao incorporar características culturais diversas (CRUZ; MENEZES; PINTO, 2008).

Ademais, essas festas movimentam o turismo e a rede hoteleira municipal. Em 2007, o Programa Nacional de Regionalização Turística, reformulado em 2013, levou à criação da Região Turística da Serra do Itaqueri, onde são desenvolvidas atividades conjuntas dos municípios desde 2009. Entre os 13 municípios que a compõem, estão Águas de São Pedro, São Pedro, Piracicaba e Santa Maria da Serra (SÃO PAULO, 2013, v. IV; SERRA DO ITAQUERI, c2021).

Dois eventos culturais destacam-se nos municípios englobados pela UC: O Salão do Humor, realizado desde 1974, em Piracicaba, reconhecido internacionalmente e, em Santa Maria da Serra, o projeto cultural "Ponto de Cultura Brinco da Serra", que tem como objetivo fortalecer as raízes culturais locais (SÃO PAULO, 2013, v. IV).

#### 4.2. Dinâmica demográfica

A APA Tanquã - Rio Piracicaba localiza-se majoritariamente na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRHI 05), que abrange 57 municípios com sede na bacia, em uma área de drenagem de 14.178 km<sup>2</sup>; no entanto, uma pequena porção APA está localizada na UGRHI 10 (Tietê/Sorocaba), que abrange 33 municípios, em uma área de drenagem de 11.829 km<sup>2</sup> (SÃO PAULO, 2019a). A UC abrange seis municípios, sendo Piracicaba o de maior porte, com 387.507 habitantes (0,9% da população estadual) e densidade demográfica de 281,2 hab/km<sup>2</sup> (57% superior à densidade demográfica estadual), em 2019, seguido de Botucatu com 139.856 habitantes (0,3% da população estadual) e densidade de 94,3 hab/km<sup>2</sup>. Anhembi, Dois Córregos, Santa Maria da Serra e São Pedro são municípios de pequeno porte, com menos de 50 mil habitantes cada (SEADE, 2020a; **Apêndice 4.2.A**).

A Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA), que expressa, em termos percentuais, o crescimento médio da população em determinado período de tempo, reduziu significativamente em todos os municípios entre 1991 e 2020 (**Apêndice 4.2.B**), seguindo a tendência estadual, especialmente em São Pedro, que passou de 3,78% a.a.

entre 1991-2000 para 0,79% a.a entre 2010-2020 (SEADE, 2020a). A TGCA do estado nesse mesmo período passou de 1,82% a.a. para 0,80% a.a.

Segundo as projeções populacionais calculadas pela Fundação Seade (**Apêndice 4.2.C**), os municípios abrangidos pela APA Tanquã - Rio Piracicaba terão acréscimo no número absoluto de habitantes entre 2020 e 2030, com incremento na população urbana e redução da população rural, seguindo a tendência estadual. Com relação à população de 2019, Anhembi terá um acréscimo projetado de 13,35% até 2030, Santa Maria da Serra de 11,93%, Botucatu de 6,81%, Dois Córregos de 6,95%, São Pedro de 5,68% e Piracicaba de 3,84%. No estado de São Paulo, essa variação será de 5,66% (SEADE, 2020b).

Quanto ao número de habitantes em áreas urbanas e rurais, a concentração urbana vem predominando nos últimos anos, acompanhada de diminuição da população rural. Em 2019, os seis municípios apresentaram uma população urbana de 581.507 habitantes e uma população rural de 19.204 habitantes. O grau de urbanização nos municípios sofreu aumento entre 2010 e 2019, como pode ser visto no **Apêndice 4.2.D**, seguindo a tendência estadual (SEADE, 2020a).

No **Apêndice 4.2.E** é apresentada a classificação dos setores censitários que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba com base na Malha Setorial Intermediária 2019, publicada pelo IBGE em 2020. Foram mantidos os critérios para delimitação dos setores censitários das malhas censitárias anteriores, mas por se tratar de uma Malha Intermediária, as informações dos setores permitem aprofundar e distinguir diferentes categorias de dispersão e aglomeração de domicílios no território, subsidiando uma classificação geral dos setores censitários em urbanos ou rurais, porém não contemplam as informações estatísticas de população ou de domicílios da Malha Setorial Censitária (IBGE, 2020a). O IBGE salienta que os limites não devem ser considerados como definitivos até a divulgação formal do Censo e também não refletem a configuração de Censos anteriores. Entretanto, para o presente estudo, essa classificação mais detalhada e atualizada dos setores que compõem a UC pode ser útil para uma gestão e planejamento mais efetivos. Pelo mapa, é possível observar que praticamente todos os setores que compõem a APA e a maior parte dos setores em seu entorno são classificados como áreas rurais, caracterizadas pela dispersão de domicílios e estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2020a); há apenas quatro pequenos núcleos urbanos no entorno da APA, nas margens do rio Piracicaba, sendo um em Dois Córregos, um em Santa Maria da Serra e dois em Anhembi.

Adicionalmente, no intuito de verificar a dinâmica demográfica local, foi realizada também uma análise dos setores censitários de 2010 (IBGE, 2010) que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e seu entorno. A APA está inserida em vinte setores, sendo um em Anhembi, dois em Botucatu, seis em Dois Córregos, três em Piracicaba, quatro em

Santa Maria da Serra e quatro em São Pedro, conforme **Apêndice 4.2.F** e **Apêndice 4.2.G** (IBGE, 2010, 2011). Dos vinte setores, somente três foram classificados como urbanos, todos no município de Dois Córregos. Em 2010, englobavam uma população total de 3.547 habitantes e 1.154 domicílios, com baixa densidade demográfica na maior parte deles (**Apêndice 4.2.G**). Não foram identificados aglomerados subnormais no interior da APA ou próximos a ela.

### 4.3. Dinâmica econômica

Na análise da dinâmica econômica dos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba, nota-se que o Produto Interno Bruto (PIB), que corresponde ao total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtoras, ou seja, a soma dos valores adicionados acrescida dos impostos, apresentou crescimento entre 2010 a 2017. O maior valor absoluto, em 2017, foi o de Piracicaba (R\$ 21.896.871,50 mil) com participação no PIB estadual de 1,03%. Entretanto, o acréscimo mais significativo do PIB foi em São Pedro, de aproximadamente 82% entre 2010 e 2017, seguido de Piracicaba (75%), ultrapassando o acréscimo do estado no mesmo período, que foi de, aproximadamente, 64%, conforme **Apêndice 4.3.A** (SEADE, 2020a). Entre 2010 e 2017, Piracicaba foi o único município que apresentou aumento na participação do PIB do estado, de 0,97% para 1,03%. Botucatu reduziu a participação, de 0,23% para 0,20%, e Anhembi, Dois Córregos, Santa Maria da Serra e São Pedro mantiveram suas participações de 0,01%, 0,03%, 0,006% e 0,03%, respectivamente (**APÊNDICE 4.3.A**).

Quanto ao PIB per capita em 2017, verifica-se disparidade entre os municípios, novamente com Piracicaba destacando-se positivamente, com R\$ 57.199,32, aproximadamente 18% superior ao valor estadual (R\$ 48.537,53) (SEADE, 2020a), seguido por Botucatu (R\$ 31.242,59), Dois Córregos (R\$ 26.390,06) Anhembi (R\$ 24.257,82), São Pedro (R\$ 22.141,77) e Santa Maria da Serra (R\$ 22.057,30), conforme **APÊNDICE 4.3.A**.

O valor adicionado (VA), que corresponde ao valor da atividade agregada aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo, dos municípios apresenta bastante variação, destacando-se novamente Piracicaba com R\$ 16.838.991,37 mil em 2017 (**Apêndice 4.3.A**), seguido de Botucatu com R\$ 3.913.117,81 mil. Porém, Anhembi, Dois Córregos, Santa Maria da Serra e São Pedro não chegam, juntos, a 10% do VA de Piracicaba.

Na distribuição do valor adicionado por setor produtivo (**APÊNDICE 4.3.B**), constata-se um crescimento da participação do setor de serviços (que inclui também a administração pública) e uma queda do setor da indústria em todos os municípios, com exceção de Santa Maria da Serra, entre 2010 e 2017, seguindo tendência estadual (SEADE, 2020a).

Chama atenção o setor de agropecuária em Anhembi e em Santa Maria da Serra, que em 2010, era responsável por mais de 46% e de 38%, respectivamente, do valor adicionado municipal total. Em 2017, a participação agropecuária reduziu em Anhembi, Santa Maria da Serra, Piracicaba e São Pedro, porém ainda tem destaque no primeiro, representando 42,51% de seu valor adicionado total. Houve ligeiro aumento no percentual de valor adicionado agropecuário em Botucatu, que passou de 4,20% em 2010 para 4,97% em 2017, e em Dois Córregos, que passou de 15,39% para 19,75% no mesmo período.

Por sua vez, o setor de serviços, que engloba a administração pública, já era superior a 50% em Botucatu, Dois Córregos, Piracicaba e Santa Maria da Serra e a 70% em São Pedro em 2010. Apenas em Anhembi, a participação do setor de serviços no valor adicionado era inferior a 45%. Em 2017, Botucatu e Piracicaba também ultrapassaram a marca de 70% de participação do setor de serviços, enquanto São Pedro alcançou mais de 80%, ultrapassando a participação estadual do setor. Anhembi, Dois Córregos e Santa Maria da Serra apresentaram pequeno crescimento na participação do setor no período. Em 2017, esse foi o setor de maior participação no valor adicionado nos seis municípios.

O setor da indústria possui maior relevância em Botucatu e Piracicaba (sendo o segundo em participação nesses municípios), representando aproximadamente 25% e 27% de seus VAs em 2017, respectivamente. Já em São Pedro, a participação do setor em 2017 não alcançou 10% (SEADE, 2020a).

No setor industrial, merece destaque Piracicaba, que possui um Parque Tecnológico, um Parque Automotivo, três Distritos Industriais em operação (UNILESTE, UNINORTE e UNINOROESTE) e um Distrito Industrial em estudo (UNISUL) (PIRACICABA, 2021). O Parque Tecnológico de Piracicaba (PTP), inaugurado em 2012 e localizado no Bairro Santa Rosa, é referência para o setor sucroenergético e automobilístico, contendo grandes empresas, além da FATEC e do Núcleo do Parque Tecnológico (uma incubadora de projetos). O PTP está inserido no Sistema Paulista de Parques Tecnológicos, regulamentado pelo Decreto Estadual nº 50.504/2006. Os programas de inovação tecnológica, serviços associados e empreendimentos desenvolvidos na área do PTP são voltados para diferentes tecnologias para conversão de fontes de biomassa em combustíveis renováveis. O Parque Automotivo, inaugurado em 2012 e localizado também no Bairro Santa Rosa, é liderado pela montadora Hyundai e conta ainda com outras empresas para fornecimento de autopeças e componentes.

Botucatu também possui um Parque Tecnológico inserido no Sistema Paulista de Parques Tecnológicos. Inaugurado em 2015 no Jardim Aeroporto, busca promover a inovação por meio da interação entre as bases do conhecimento (universidades, centros e institutos de pesquisa e desenvolvimento) e a base produtiva (empresas)

(PARQUE TECNOLÓGICO BOTUCATU, 2019). O município possui uma grande tradição em pesquisa em ciências médicas e biológicas, abrigando cinco unidades da Unesp: Faculdade de Medicina de Botucatu (FMB), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) e Instituto de Biociências (IB), além do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu (HCFMB). A presença de uma Faculdade de Tecnologia (Fatec) e de uma Escola Técnica (Etec), do Centro Paula Souza, agregam diversidade de ensino e docência ao município. Além do setor acadêmico, o setor produtivo da região destaca-se pela concentração de micros, pequenas, médias e grandes empresas como Embraer (Empresa Brasileira de Aeronáutica), Eucatex, Duratex, Caio Induscar e Grupo Centroflora.

O turismo é uma atividade de destaque na região, devido à presença de atrativos naturais, como as áreas de cuevas basálticas e os rios Tietê e Piracicaba, onde também se desenvolvem atividades de pesca e esportes náuticos, além do potencial para o turismo de caráter histórico, cultural, gastronômico e ecológico (observação de aves no Tanquã). Botucatu, Anhembi e Dois Córregos são Municípios de Interesse Turístico e fazem parte da Região Turística (RT) Polo Cuesta (SÃO PAULO, 2021). Essa RT é composta por 11 municípios, sendo voltada para o ecoturismo e o turismo de aventura, principalmente, tendo como principal atrativo a formação rochosa denominada Cuesta. São Pedro é uma Estância Turística e, juntamente com Piracicaba e Santa Maria da Serra, compõem a RT Serra do Itaqueri. Composta por 13 municípios, essa RT oferece atrativos turísticos culturais, de saúde, rurais, paisagísticos, de eventos, de aventura e gastronômicos.

Nas questões relativas ao mercado de trabalho, de acordo com a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), em 2018, os seis municípios contavam com 177.317 vínculos empregatícios e 16.301 estabelecimentos empregadores (BRASIL, 2020; SEADE, 2020a). Piracicaba foi o município com maior número de empregos formais (123.089) e de estabelecimentos (10.761), seguido por Botucatu (40.744 empregos, 3.609 estabelecimentos), São Pedro (6.341 empregos, 892 estabelecimentos), Dois Córregos (5.084 empregos, 746 estabelecimentos), Santa Maria da Serra (1.187 empregos, 144 estabelecimentos) e Anhembi (872 empregos, 149 estabelecimentos), conforme **Apêndice 4.3.C**.

Em Anhembi, Dois Córregos, Piracicaba, Santa Maria da Serra e São Pedro, a atividade com maior número de vínculos, em 2018, foi administração pública em geral, seguida por: cultivo de laranja e criação de bovinos em Anhembi; transporte rodoviário de carga e comércio varejista de mercadorias em geral (hipermercados e supermercados) em Dois Córregos; atividades de atendimento hospitalar e comércio varejista de mercadorias em geral (hipermercados e supermercados) em Piracicaba; fabricação de produtos de papel para usos doméstico e higiênico-sanitário e fabricação de bicicletas em Santa Maria da Serra; e comércio varejista de mercadorias em geral (hipermercados

e supermercados), hotéis e similares, e restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas em São Pedro. Em Botucatu, a atividade com maior número de vínculos, em 2018, foi fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores (representando 28,3% de todos os vínculos da atividade em 2018 no estado), seguida por administração pública em geral e cultivo de laranja (BRASIL, 2020; SEADE, 2020a).

Os dados apresentados demonstram um aumento, em maior ou menor grau, no número de empregos formais nos seis municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba entre 2010 e 2018. Quanto à distribuição dos empregos nos setores em 2018, mais de 40% de todos os empregos formais dos seis municípios concentravam-se no setor de serviços, seguido por: agropecuária, indústria e comércio em Anhembi (não há registro de empregos na construção); indústria, comércio, agropecuária e construção em Botucatu; indústria, comércio, agropecuária e construção em Dois Córregos; indústria, comércio, construção e agropecuária em Piracicaba; indústria, comércio, agropecuária e construção em Santa Maria da Serra; e comércio, indústria, agropecuária e construção em São Pedro (BRASIL, 2020; SEADE, 2020a; **Apêndice 4.3.C**).

O **Apêndice 4.3.D** apresenta um resumo dos dados agropecuários e da silvicultura mais significativos dos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba, provenientes das informações estatísticas produzidas pelo IBGE, por meio de pesquisa dos produtos das lavouras temporárias e permanentes, da silvicultura e da pecuária (IBGE, 2020b, 2020c, 2020d).

Chama atenção nos seis municípios a área plantada total de lavouras temporárias, totalizando 149.602 ha. Os municípios de Anhembi, Botucatu e Dois Córregos tiveram incremento dessa área entre 2010 e 2019 de 36,45%, de 88,42% e de 3,60%, respectivamente, enquanto Piracicaba, Santa Maria da Serra e São Pedro tiveram queda de 16,85%, 16,98% e de 26,75%, respectivamente. Entre os tipos de lavoura temporária, a cana-de-açúcar foi a mais significativa em área. Entre 2010 e 2019, houve um aumento na área plantada de cana de 35% em Anhembi, de 45% em Botucatu e de 3,20% em Dois Córregos, e decréscimo de 20% em Piracicaba, 16,66% em Santa Maria da Serra e de 29% em São Pedro. As culturas de milho e de soja tiveram um aumento significativo em área nos municípios de Botucatu, passando de 1.500 ha e 100 ha em 2010 para 5.225 ha e 2.314 ha, em 2019, respectivamente (IBGE, 2020b; **Apêndice 4.3.D**).

A área ocupada pelas lavouras permanentes (área destinada à colheita) é muito menos expressiva nos municípios, ocupando 19.973 ha, em 2019. A **lavoura** mais representativa em todos os municípios foi a de laranja, destacando-se o aumento em área cultivada em Santa Maria da Serra, que passou de 55 ha em 2010 para 600 ha em 2019, e em São Pedro, que passou de 1.750 ha para 3.200 ha no mesmo período.

Quanto à **silvicultura**, as pesquisas do IBGE (2020c) indicaram plantio apenas de eucalipto nos seis municípios. Merece destaque a área plantada de eucalipto, em 2019, nos municípios de Anhembi e Botucatu, que correspondeu a 14,92% e a 20,25% das áreas municipais, respectivamente. Em Piracicaba, essa porcentagem foi de 2,39%, de 0,55% em Dois Córregos, de 8,31% em Santa Maria da Serra e em São Pedro, de 7,27%.

Com **relação à pecuária**, em 2019, o maior efetivo de rebanho foi de galináceos nos seis municípios, com destaque ao expressivo aumento de cabeças de galinha em Botucatu entre 2010 e 2019 de 327% (passando de 1.698.000 cabeças para 7.250.000 cabeças), de 1.163% em Dois Córregos (passando de 3.520 cabeças para 44.469 cabeças) e de 789% em Santa Maria da Serra (passando de 10.137 cabeças para 90.200 cabeças) no mesmo período (IBGE, 2020d).

Outra fonte de dados agropecuários é o Projeto LUPA (Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo, edições de 2007/08 e de 2016/17) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SÃO PAULO, 2009, 2019b). A comparação entre os dados das duas edições (**Apêndice 4.3.E**) indica que houve acréscimo da área de culturas temporárias de 24,4% em Anhembi e em Botucatu, de 6,7% em Dois Córregos, de 3,7% em Piracicaba e de 6,8% em São Pedro, concomitante ao decréscimo de 9,93% em Santa Maria da Serra. As áreas de reflorestamento sofreram acréscimo significativo de 55,5% em São Pedro, além de 22,4% em Anhembi, de 12,5% em Botucatu e de 8,35% em Santa Maria da Serra; em Dois Córregos e em Piracicaba, houve queda de 24% e de 5,6%, respectivamente. Apesar de as áreas de pastagem terem sofrido decréscimo entre as duas edições, ainda ocupam uma grande extensão das áreas municipais; de acordo com São Paulo (2019b), em 2016/17, as pastagens ocupavam, aproximadamente, 40% do território de Anhembi, 18% de Botucatu, 13,37% de Dois Córregos, 20% de Piracicaba, 33,13% de Santa Maria da Serra e 27% de São Pedro. Cabe ressaltar que a metodologia e os anos das edições do Projeto LUPA são distintos daqueles utilizados pelo IBGE nas informações estatísticas analisadas anteriormente; entretanto, os resultados obtidos nas duas fontes corroboram a importância que as atividades agrossilvipastoris exercem no uso e ocupação do solo nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba.

Quanto à atividade de mineração, de forma indireta, é possível estabelecer um indicador de presença da mineração em todo o estado de São Paulo por meio da Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais (CFEM), o que permite o acompanhamento ambiental da atividade mineral de acordo com as especificidades regionais. A CFEM constitui a participação dos estados, Distrito Federal, municípios e órgãos da administração direta da União no resultado da exploração de recursos minerais pelos agentes de produção (empresas). Sua base de cálculo é o valor do faturamento líquido resultante da venda do produto mineral, obtido após a última etapa do processo de beneficiamento adotado e antes de sua transformação industrial.

A Agência Nacional de Mineração (ANM), vinculada ao Ministério de Minas e Energia, tem a responsabilidade de estabelecer normas e exercer a fiscalização sobre a arrecadação da CFEM (SÃO PAULO, 2019a).

O **Apêndice 4.3.F** apresenta os dados de arrecadação da CFEM e das substâncias minerais exploradas em 2010 e 2019 para os municípios que compõem a APA (ANM, 2020); a arrecadação dos seis municípios em 2019 não chegou a 1% da arrecadação estadual da CFEM. Comparando os municípios, em Botucatu, Dois Córregos e Santa Maria da Serra houve aumento significativo de arrecadação entre 2010 e 2019: de 2.740,58% (de R\$ 4.735,45 em 2010 à R\$ 134.514,21 em 2019), 267,45% (de R\$ 9.722,00 à R\$ 35.724,13) e 167,62% (de R\$ 18.694,02 à R\$ 50.030,15) respectivamente, destacando-se areia, basalto e água mineral (esse último só em Santa Maria da Serra). Nos demais municípios, houve queda, destacando-se Piracicaba, em que essa queda foi de mais de 64%.

O Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações (ICMS), previsto na Constituição Federal, é um imposto arrecadado pelos estados e pelo Distrito Federal e do qual 25% deve ser repassado aos municípios. A definição dos critérios de repasse desse percentual do ICMS fica a cargo de cada estado. No estado de São Paulo, o Índice de Participação dos Municípios (IPM) a ser aplicado no produto da arrecadação do ICMS é calculado com base em diversos critérios (Lei Estadual nº 3.201/1981, alterada pela Lei nº 8.510/1993 e, mais recentemente, pela Lei nº 17.348/2021<sup>1</sup>), sendo um deles o índice de áreas protegidas chamado ICMS Ecológico. Esse critério visa compensar financeiramente os municípios pelas restrições de uso impostas pela instituição de áreas estaduais legalmente protegidas em seus territórios (SÃO PAULO, 2019a). O **Apêndice 4.3.G** apresenta os valores estimados de ICMS Ecológico repassados aos municípios em 2020; esses valores foram calculados com base nos dados de áreas protegidas de 2018.

Visto que a condição da APA Tanquã-Piracicaba é essencialmente aquática, considerou-se relevante assinalar que há **Parque Aquícola implantado na APA (Decreto nº 60.582/2014)**, bem como que a navegação existente não é expressiva do ponto de vista econômico.

O Projeto, de 2010, mencionado no item "criação da UC", visava, por meio da construção de barragem em Santa Maria da Serra ampliar a navegação até o Distrito de Ártemis, no município de Piracicaba, no contexto da Hidrovia Tietê-Paraná, viabilizando

---

<sup>1</sup> Em 2021, a Lei Estadual nº17.348 alterou a lei que dispõe sobre a parcela pertencente aos municípios, do produto da arrecadação do ICMS. Foram incluídos novos critérios que visam estimular as políticas públicas voltadas à conservação ambiental, além de ajustes nos critérios ambientais já previstos. Até a presente data, a Lei Estadual nº 17.348 ainda não havia sido regulamentada

a integração dos modais hidroviário e ferroviário em Ártemis. Tal projeto, porém, não chegou a ser implantado.

#### 4.4. Dinâmica social

##### Condições de vida

Os indicadores sociais permitem analisar as condições de vida da população na área de estudo de Unidades de Conservação e sua possível influência na qualidade de seus recursos naturais.

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) publica anualmente o Índice de Desenvolvimento Humano Global (IDH) para mais de 150 países. Com base na metodologia do IDH Global, e utilizando dados de longevidade, educação e renda obtidos pelo IBGE nos censos demográficos, é gerado o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). Os indicadores são calculados e expressos em valores que variam de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo de um, melhor é o desempenho.

O **IDHM** apresentou um aumento progressivo tanto nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba quanto no estado nos anos de 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013), conforme **Apêndice 4.4.A**. Os municípios evoluíram de IDHMs muito baixo (Anhembí e Santa Maria da Serra) e baixo (Botucatu, Dois Córregos, Piracicaba e São Pedro) em 1991 para IDHMs médio (Santa Maria da Serra), alto (Anhembí, Dois Córregos, Piracicaba e São Pedro) e muito alto (Botucatu) em 2010. A dimensão que mais contribuiu para o IDHM 2010 em todos os municípios foi longevidade, seguida pela renda e pela educação (**Apêndice 4.4.B**).

O **Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS)**, calculado pela Fundação Seade, avalia as condições de vida da população considerando variáveis que compõem indicadores sintéticos de três dimensões: riqueza (indicadores que refletem a renda familiar e a riqueza municipal), longevidade (composto pela combinação de quatro taxas de mortalidade relativas a determinadas faixas etárias: perinatal, infantil, de pessoas de 15 a 39 anos, e de pessoas de 60 a 69 anos) e escolaridade (indicadores de cobertura e qualidade de ensino). O resultado em cada um dos indicadores é um número entre zero e 100, que, por sua vez, corresponde a um determinado nível de qualidade (baixo, médio ou alto). A compilação desses indicadores sintéticos gera um quarto indicador, o de Grupo do IPRS. São cinco grupos de municípios (dinâmicos, desiguais, equitativos, em transição e vulneráveis), sendo que os municípios dinâmicos apresentam os melhores índices de riqueza, escolaridade e longevidade, e os municípios vulneráveis apresentam os piores.

Na edição 2019 do IPRS (na qual foram apresentados os resultados definitivos de 2014 e de 2016 e os resultados estimados de 2018), Anhembí, Piracicaba, Santa Maria da

Serra e São Pedro mantiveram-se nos mesmos grupos nos três anos (em transição, dinâmicos, em transição e equitativos, respectivamente); Botucatu passou do grupo de dinâmicos em 2014 para o de desiguais em 2018; Dois Córregos passou do grupo em transição em 2014 para equitativos em 2016, no entanto, retornou ao grupo em transição em 2018 (SEADE, 2020c) (**Apêndice 4.4.C**).

Apesar de o IPRS agregar os desempenhos social e econômico ao seu índice, ele não caracteriza um fenômeno social que precisa ser identificado e enfrentado com políticas públicas específicas, a desigualdade. As áreas de concentração de pobreza dentro de cada município podem ser analisadas com os resultados do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS). Elaborado pela Fundação Seade a partir dos dados dos setores censitários do Censo Demográfico, localiza espacialmente as áreas da população residente nos municípios segundo grupos de vulnerabilidade à pobreza. A partir dos dados dos setores censitários do Censo Demográfico, as dimensões demográficas e socioeconômicas foram combinadas e geraram sete grupos (SÃO PAULO, 2019a):

- Grupo 1 – baixíssima vulnerabilidade;
- Grupo 2 – vulnerabilidade muito baixa;
- Grupo 3 – vulnerabilidade baixa;
- Grupo 4 – vulnerabilidade média;
- Grupo 5 – vulnerabilidade alta (urbanos);
- Grupo 6 – vulnerabilidade muito alta (aglomerados subnormais urbanos);
- Grupo 7 – vulnerabilidade alta (rurais).

Na última edição do IPVS, de 2010, a maior porcentagem da população em cinco municípios encontrava-se no Grupo 2 (vulnerabilidade muito baixa), apenas Santa Maria da Serra apresentava 60,5% da população em vulnerabilidade média e 29,8% em vulnerabilidade alta (urbanos). Anhembi também chama atenção por ter mais de 55% da população exposta a vulnerabilidades médias e altas: 25,6% da população no Grupo 5, 22,5% no Grupo 4 e 8,1% da população no Grupo 7 (SEADE, 2020a; **Apêndice 4.4.D**). No mapa do **Apêndice 4.4.E**, nota-se que a maior área da APA Tanquã - Rio Piracicaba localiza-se em setores no Grupo 3 (vulnerabilidade baixa), com exceção dos setores sem população residente correspondentes ao Rio Piracicaba. Na extremidade oeste, a APA abrange um setor “não classificado” (que corresponde àqueles setores excluídos da análise por falta de informações ou por possuírem menos de 50 domicílios particulares permanentes) no município de Botucatu, enquanto o extremo leste da APA (municípios de São Pedro e Piracicaba) encontra-se em setores classificados nos Grupos 1 e 2. Como relatado anteriormente, não há aglomerados subnormais na área estudada.

Os sistemas de esgotamento sanitário são de grande importância para a manutenção da qualidade ambiental. Dessa forma, a análise dos percentuais da população dos municípios atendida por rede de coleta de esgotos, bem como a proporção destes

efluentes que passa por tratamento para remoção da carga poluidora, são indicadores relevantes para avaliação das condições de saneamento ambiental.

Analisando os dados municipais com base no “Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo” produzido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), nota-se que houve um incremento significativo nos sistemas de coleta e de tratamento de esgotos nos seis municípios entre os anos de 2010 e 2019 (**Apêndice 4.4.F**). Anhembi, que em 2010 coletava 60% de seu esgoto e não tinha tratamento, em 2019 passou a coletar e a tratar 96% do esgoto. Dois Córregos também merece destaque, passando de 100% de coleta e 6% de tratamento de esgoto em 2010 para 98% de coleta e 100% de tratamento em 2019. Piracicaba passou de 98% de coleta e 35% de tratamento de esgoto para 100% de coleta e de tratamento no mesmo período. Botucatu (passando de 92% de coleta e 95% de tratamento em 2010 para 96% e 98% em 2019) e Santa Maria da Serra (que manteve 100% de coleta e tratamento de esgoto nos dois anos) apresentaram pouca ou nenhuma variação nos índices de coleta e tratamento de esgoto. São Pedro é o município com menor taxa de coleta e de tratamento dos quatro municípios analisados; apesar de ter tido melhora entre 2010 e 2019, o município ainda trata apenas 15% de seus 90% de esgoto coletado (CETESB, 2011a, 2020a).

No intuito de aferir a situação dos municípios paulistas quanto ao desempenho de seus sistemas de coleta e tratamento de esgoto, a CETESB calcula anualmente o Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município (ICTEM). Este indicador tem como objetivo verificar a efetiva remoção da carga orgânica poluidora em relação à carga orgânica potencial gerada pelas populações urbanas dos municípios, sem deixar de observar outros importantes aspectos relativos ao sistema de tratamento, como a coleta, o afastamento e o tratamento dos esgotos. Além disso, considera também o atendimento à legislação quanto à eficiência de remoção (superior a 80% da carga orgânica) e a conformidade com os padrões de qualidade do corpo receptor dos efluentes (CETESB, 2020a; SÃO PAULO, 2019a). Os municípios que compõem a APA tiveram melhora no indicador entre 2010 e 2019 (**Apêndice 4.4.F**), sendo Piracicaba, que passou de um ICTEM de 4,30 para 9,70, Dois Córregos, que passou de 2,20 para 7,52, e Anhembi, que passou de 1,20 para 6,57 no período, os municípios com os maiores incrementos. Botucatu (de 9,80 para 9,91) e Santa Maria da Serra (9,80 para 10,0) apresentaram pouca alteração no indicador. Apesar de ter tido melhora, São Pedro ainda permanece com ICTEM muito baixo (2,37 em 2019), sendo o menor índice entre os seis municípios.

Com relação aos resíduos sólidos urbanos municipais, a CETESB elabora anualmente o “Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos”, no qual é apresentado o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), que avalia, por meio de inspeções periódicas dos técnicos da CETESB, as condições dos sistemas de disposição final dos resíduos

sólidos urbanos. Entre 2010 e 2019, dos seis municípios, apenas Dois Córregos e Piracicaba tiveram diminuição de seu IQR (de 8,90 para 8,20 e de 9,60 para 8,60, respectivamente), mantendo-se ambos ainda no enquadramento Adequado. Os demais municípios tiveram incremento em seus IQRs, conforme **Apêndice 4.4.G** (CETESB, 2011b, 2020b).

Quanto à situação de saneamento local, foi realizada uma análise dos setores censitários de 2010 que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e o seu entorno (IBGE, 2010; **Apêndice 4.4.H**, **Apêndice 4.4.I** e **Apêndice 4.4.J**). A maioria dos setores da UC, bem como grande parte dos setores em seu entorno, não possuía ligação dos domicílios à rede geral de esgotos, como fica evidente no **Apêndice 4.4.I**. Dos vinte setores que compõem a UC, apenas seis apresentavam parte de seus domicílios com ligação (conforme **Apêndice 4.4.H**). Tendo em vista o contexto rural de localização da APA, predomina a destinação de esgotos por fossas (séptica ou rudimentar). O atendimento de coleta de lixo nos setores que compõem a UC variou entre 40,42% e 100,00%, conforme **Apêndices 4.4.8** e **Apêndice 4.5.J**. No entorno da UC, predominam setores com percentual de atendimento de coleta de lixo entre 40% e 60% dos domicílios particulares permanentes.

### **Matriz social**

A matriz social (**Apêndice 4.4.K**) das unidades de conservação APA Barreiro Rico, EE Barreiro Rico, EE Ibicatu e APA Tanquã Rio Piracicaba foi elaborada em conjunto com os participantes dos conselheiros consultivos das mesmas unidades, durante a Oficina de Planejamento realizada em fevereiro de 2021. De modo geral ela reflete a própria composição dos conselhos, sendo que em média 5 participantes integram os quatro conselhos e entre as APAs, esse número sobe para média de 10 participantes, que atuam em ambas as unidades de uso sustentável. Como observa-se no apêndice as principais atividades socioeconômicas que atuam no território estão contempladas no conselho e vem garantindo a participação ativa desde dezembro de 2020, quando se iniciaram junto aos conselhos, as atividades para elaboração dos planos de manejo. Na matriz é possível destacar dois grupos, (i) empresas e proprietários que atuam com o turismo de observação de fauna e (ii) atividade minerária que sinalizam nomes de outros atores da região considerados fundamentais para o fortalecimento das UCs. A atividade agrossilvopastoril apesar de possuir representação nos conselhos (tanto do poder público como da sociedade cível e organizada) e ser uma atividade de destaque pela sua extensão nas APAs, ainda carece de maior detalhamento dos possíveis atuantes que contribuiriam com a gestão das unidades

## **4.5. Dinâmica territorial**

### **4.5.1. Cobertura e uso do solo**

Conforme a **Apêndice 4.5.1.C**, **Apêndice 4.5.1.D** e o **Apêndice 4.5.1.E** na APA Tanquã-Rio Piracicaba o uso agrossilvopastoril com maior destaque é a pastagem com 993,3 ha

(7,1%) (**Apêndice 4.5.1.F**). Ocorre no leste da área, próximo às planícies de inundação do rio Piracicaba, município de Piracicaba.

O segundo tipo de uso agrosilvopastoril predominante na área de estudo é a cultura semiperene, representada pela cana-de-açúcar, com 157,4 ha, (1,1%) (**Apêndice 4.5.1.G**). O terceiro, o reflorestamento, ocupa apenas 7,8 ha (0,1%). Ambos usos localizam-se no extremo leste da APA.

As superfícies naturais correspondem às áreas cobertas por vegetação nativa. São elas: a Floresta Estacional Semidecidual, com 598,5 ha (4,3%) (**Apêndice 4.5.1.H**) e a Formação pioneira com influência fluvial, com 1.956,7 ha (14,0%).

A primeira categoria localiza-se predominantemente no extremo leste da APA, nas cabeceiras e ao longo dos canais de drenagem que deságuam no rio Piracicaba. A segunda, Formação pioneira com influência fluvial, possui boa representatividade, ocorrendo com predominância na área denominada “Planície do Tanquã”, importante hábitat para as espécies da avifauna local (**Apêndice 4.5.1.I** e **Apêndice 4.5.1.J**).

Parte das áreas de Formação pioneira de influência fluvial são utilizadas como pastagem de acordo com a época do ano, fato observado em trabalho de campo (**Apêndice 4.5.1.K**).

No grupo “Espaços abertos com pouca ou nenhuma cobertura vegetal” foram mapeadas as categorias: solo exposto para plantio agrícola, totalizando 89,0 ha (0,6%). Na APA Tanquã-Rio Piracicaba, esse tipo de uso está associado ao corte da cana-de-açúcar. As áreas ocupadas por campo antrópico, totalizam 298,4 ha (2,1%), localizam-se no setor leste da APA, e fazem limite com atividades agrosilvopastoris. Os bancos de areia somam 176,3 ha (1,3%) e situam-se na planície de inundação do rio Piracicaba.

O grupo “Corpos d’água” é o mais representativo da APA, totalizando 9.741,8 ha quase 70% da área de estudo. A categoria “lagos, lagoas e represas” com 9.410,2 ha (67,1%) é representada pela Represa Barra Bonita (**Apêndice 4.5.1.L**). O rio Piracicaba corresponde à categoria “curso d’água” totalizando 331,6 ha (2,4%).

Em relação às superfícies artificiais, está presente na APA, a extração mineral de areia. Em trabalho de campo realizado na área de estudo, no ano de 2018, foi verificada a presença de pelo menos duas barcaças de extração de areia nas margens do rio Piracicaba (**Apêndice 4.5.1.M**). Elas pertencem à Empresa Tanquã Extração e Comércio de Minérios, com sede no município de São Pedro.

Segundo Lelles et al. (2005), o processo mais comumente empregado na extração de areia em cursos d'água, utiliza dragas com bombas de sucção e recalque, movidas a óleo diesel, ou energia elétrica, que se instalam em barcas ou plataformas flutuantes. Essas dragas podem ser fixas ou autocarregáveis móveis e possuem a finalidade de escavar e remover areia submersa, transportando-a através de tubulações acopladas ou balsas de estocagem temporárias, para locais previamente selecionados.

Dentre os impactos ambientais negativos desta atividade estão: a depreciação da qualidade do ar, devido ao lançamento de gases dos motores e partículas sólidas, em virtude da utilização de maquinarias; aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d'água, em virtude do surgimento de fenômenos erosivos, decorrentes da exposição do solo às intempéries; contaminação do curso d'água causada pelos resíduos (óleo, graxas, lubrificantes) provenientes de maquinarias; aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d'água; alteração da calha original dos cursos d'água, em virtude de uso de equipamentos de extração de areia nos leitos dos rios, entre outros (Lelles et al.,2005)

A análise do uso e cobertura da terra da APA Tanquã-Rio Piracicaba deve ser realizada levando-se em consideração as características da APA Barreiro Rico, com a qual faz limite, pois as duas Unidades de Conservação estão inseridas na bacia do rio Piracicaba.

A APA Barreiro Rico, é caracterizada por intenso uso antrópico baseado no desenvolvimento de atividades agrícolas onde ocorrem grandes extensões de pastagens, cultivos de cana-de-açúcar e reflorestamentos de espécies exóticas. Esses usos, aliados à esparsa cobertura vegetal, favorecem o carreamento de materiais inconsolidados em direção ao rio Piracicaba, contribuindo para o seu assoreamento.

A presença de mineração de areia na região do Tanquã, traz impactos ambientais negativos, comprometendo a qualidade de suas águas, entre outros. Cabe às Instituições competentes o acompanhamento e a fiscalização dessa atividade, dada a rica biodiversidade local.

Para a redução dos problemas ambientais que ocorrem tanto na APA Barreiro Rico, como na APA Tanquã-Rio Piracicaba, é necessário o disciplinamento das atividades econômicas, de acordo com princípios conservacionistas. Dentre esses, podem ser citados: a conservação dos fragmentos de vegetação existentes e a restauração florestal das áreas de preservação permanente das propriedades; o incentivo às boas práticas de conservação do solo, como por exemplo, a eliminação do uso do fogo, o emprego de medidas para contenção de processos erosivos e a redução do uso de agrotóxicos, além

do estímulo às atividades menos impactantes como, por exemplo, a observação de aves (*Birdwatching*).

A adoção desses princípios pode contribuir para a diminuição dos impactos ambientais negativos sobre a APA Tanquã-Rio Piracicaba, fazendo com que seus objetivos, tais como a proteção da diversidade biológica, o disciplinamento do processo de ocupação e a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, sejam plenamente alcançados.

#### 4.5.2. Infraestrutura linear

As infraestruturas lineares localizadas no território da APA Tanquã – Rio Piracicaba são as seguintes (**Apêndice 4.5.2.A**):

- Linha de Transmissão da CTEEP, que se sobrepõe ao território da APA em sua região norte. São linhas de transmissão de energia já implantadas e em operação, na tensão de 440 kV.
- Ponte da Rodovia SP-191, sobre o reservatório do Rio Piracicaba. A ponte tem extensão de 1 km, e se sobrepõe ao território da APA em sua região central.

#### 4.5.3. Infraestrutura de saneamento ambiental

Dos seis municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba, quatro dispõem de Plano Municipal de Saneamento Básico, que corresponde a um instrumento de gestão indispensável para a elaboração da política pública de saneamento e o monitoramento dos resultados alcançados, sendo também obrigatório para a contratação ou a concessão de serviços, bem como para o recebimento de recursos financeiros da União. Quanto à gestão dos resíduos sólidos, apenas os municípios de Botucatu, Dois Córregos e Piracicaba contam também com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

##### Resíduos sólidos

Em Anhembi, de acordo com seu Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico, publicado em 2011 (ENGEORPS, 2011a), os resíduos sólidos domiciliares são dispostos em aterro municipal do tipo vala e os resíduos de saúde são tratados no município de Paulínia. De acordo com o Plano, o aterro municipal, por meio de um projeto elaborado pelo IPT, aguardava Licença de Operação expedida pela CETESB para sua ampliação. Conforme consta no Plano Diretor de Turismo do Município de Anhembi (Lei Municipal nº 2.086/2017), o aterro municipal está localizado na Rodovia Samuel Castro Neves, km 219, a 8,5 km do centro urbano na direção sul, portanto longe dos limites da APA Tanquã – Rio Piracicaba.

Em Botucatu, de acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), instituído pelo Decreto Municipal nº 10.721/2016, a disposição final

dos resíduos sólidos municipais é feita em aterro sanitário localizado na Rodovia Eduardo Zucari, km 2,5. De acordo com o Plano, esse aterro possui Licença de Operação emitida pela CETESB, e estava em processo de ampliação por encontrar-se com sua capacidade quase esgotada. Esse aterro localiza-se distante dos limites da APA Tanquã – Rio Piracicaba, ao sul do perímetro urbano da sede municipal. A coleta convencional atende 100% da cidade, enquanto a coleta seletiva ainda é tímida e não contribui significativamente para a redução do volume dos resíduos, sendo realizada por meio de caminhão cedido pela Prefeitura em parceria com a Cooperativa de Agentes Ambientais. Os resíduos de saúde são encaminhados para incineração no município de Assis.

Em Piracicaba, de acordo com seu PMGIRS (Decreto Municipal nº 18.364/2020), a destinação dos resíduos sólidos é feita para a Central de Tratamento de Resíduos (CTR) Palmeiras (localizada na área rural, próximo à divisa com o município de Iracemápolis), de responsabilidade da empresa Piracicaba Ambiental S. A., onde são triados para retirada dos materiais passíveis de reciclagem ou aproveitamento como CDR (Combustível Derivado de Resíduos). Os materiais recicláveis coletados pelo sistema de coleta seletiva da Prefeitura são destinados para a Cooperativa “Reciclador Solidário” (localizado no Bairro Ondinhas), conforme convênio celebrado entre Prefeitura Municipal e Cooperativa, além do disposto no contrato "PPP do Lixo" com a empresa Piracicaba Ambiental S.A. Esses materiais são triados e os rejeitos encaminhados para a CTR Palmeiras. Tanto a CTR Palmeiras quanto a Cooperativa localizam-se distantes dos limites da APA. Os resíduos de saúde são coletados pela Prefeitura e destinados a outros municípios. No bairro do Tanquã os resíduos gerados são recolhidos pelos moradores em caçamba situada na entrada da vila, e coletados semanalmente pelo serviço público municipal (SÃO PAULO, 2013).

Em São Pedro, de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico (PROESPLAN, 2014a), a disposição dos resíduos sólidos domiciliares era feita em aterro sanitário licenciado, operado pela empresa Construrban Logística Ambiental Ltda., situado no km 214 da SP-304 junto à Estrada Municipal São Pedro, em Santa Maria da Serra s/n – Sítio Prainha. Já os resíduos de saúde eram coletados por empresa terceirizada, que os transportava para um galpão industrial no município de Hortolândia, para serem esterilizados, sendo descartados em aterro sanitário da empresa Estre de Paulínia. Segundo o Plano, o município não dispunha de uma cooperativa de reciclagem destinada à coleta seletiva de resíduos sólidos.

Em Dois Córregos, de acordo com seu PMGIRS (HIPER AMBIENTAL, 2015), a disposição final dos resíduos sólidos urbanos é realizada em aterro sanitário em valas localizado na zona rural do município, há 8,5 km do centro urbano, na Rodovia SP 304, no km 263, no Bairro Ventania. De acordo com o Plano, esse aterro é licenciado pela Cetesb, e estava em processo de ampliação por encontrar-se com sua capacidade quase esgotada. Esse

aterro localiza-se distante dos limites da APA Tanquã - Rio Piracicaba. Ainda segundo o PMGIRS, a coleta convencional de resíduos sólidos urbanos é realizada de forma eficiente na zona urbana, no entanto o serviço não é prestado na zona rural, sendo comum os proprietários enterrarem ou queimarem os resíduos gerados. O município não possui serviço de coleta seletiva regular e contava, até 2016, com o apoio da Associação dos Catadores de Recicláveis de Dois Córregos para a coleta e destinação desses resíduos. Já os resíduos de serviços de saúde eram coletados e destinados por empresa terceirizada.

O município de Santa Maria da Serra não possui plano de gestão de resíduos sólidos. Segundo os dados do SNIS (2019), a coleta convencional é realizada de forma diária e atende toda a população urbana, já a coleta seletiva é operada pela prefeitura ou empresa contratada, por meio de pontos de entrega voluntária. A disposição final dos resíduos sólidos urbanos é realizada em aterro privado localizado no município de Rio das Pedras, há cerca de 90 km do centro urbano e encontra-se fora dos limites da APA Tanquã - Rio Piracicaba. A coleta e destinação dos resíduos de serviços de saúde são executadas por empresa terceirizada contratada pela Prefeitura.

Os dados mais recentes de 2019, provenientes do “Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos” da CETESB (CETESB, 2020b; **APÊNDICE 4.4.G**), indicam que Anhembi, Botucatu, Dois Córregos e Piracicaba ainda dispunham seus resíduos em aterros municipais, enquanto São Pedro e Santa Maria da Serra dispunham em aterro particular localizado no município de Rio das Pedras.

#### Abastecimento de água e esgotamento sanitário

Em Anhembi e Botucatu, a concessionária que opera os serviços de água e esgoto é a Sabesp (ENGEORPS, 2011a, 2011b; SABESP, 2019a, 2019b), enquanto em São Pedro esses serviços são operados por autarquia municipal (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro – SAAESP), e em Piracicaba o serviço de água é operado por uma autarquia municipal (Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba – SEMAE) enquanto o serviço de esgoto é operado por uma empresa privada (AEGEA Saneamento e Participações S.A.) contratada por meio de uma parceria público-privada estabelecida por intermédio da SEMAE (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020). No município de Dois Córregos os serviços de água e esgoto são operados pela autarquia municipal Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Dois Córregos (SAAEDOCO) (ARES-PCJ, 2015). Em Santa Maria da Serra o serviço de abastecimento de água é realizado pela Sabesp, enquanto o serviço de esgoto é operado pela própria prefeitura (ARES-PCJ, 2013; SABESP, 2019c).

Anhembi

O município de Anhembi, de acordo com seu Plano de Saneamento (ENGEORPS, 2011a) em conjunto com o Relatório Anual de Qualidade da Água e com o Plano de Investimentos da Sabesp (SABESP, 2019a, 2020), conta com três sistemas de abastecimento de água. No **Sistema Anhembi** (sede do município), a captação de água bruta é feita em nascentes dos afluentes do Rio Tietê, pertencentes à bacia Sorocaba/Médio Tietê. A captação é realizada em área vizinha à Fazenda Cai-Cai, através de tubos drenos. No **Sistema Piramboia**, a captação da água de abastecimento é realizada em área interna à fazenda Águas Claras, no distrito de Piramboia. A água, proveniente de um lençol freático aflorante do manancial Ribeirão Águas Claras (na Bacia Sorocaba/Médio Tietê), é captada através de canais de concreto, e depois é represada através de uma pequena barragem de nível. Por fim, no **Sistema Capuava**, a captação é feita através de um poço profundo denominado P1, do aquífero Formação Piramboia, localizado no bairro de Capuava (na estrada de Capuava, próxima à Rodovia Marechal Rondon).

O sistema de esgotamento sanitário do município limita-se ao atendimento da Sede e do Distrito de Piramboia (ENGEORPS, 2011a), havendo uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) em cada localidade, de acordo com Sabesp (2020). No restante da área municipal não atendida, incluindo o Bairro do Capuava, são utilizadas soluções individuais para o tratamento dos esgotos, como fossas sépticas seguidas ou não de filtros e sumidouros, ou fossas negras (ENGEORPS, 2011a). Pela descrição contida nos documentos, esses sistemas localizam-se ao sul do rio Tietê, fora da área da APA.

#### Botucatu

Em Botucatu, de acordo com seu Plano de Saneamento de 2011 (ENGEORPS, 2011b), o sistema de abastecimento de água abrange cinco sistemas. No Sistema dos Distritos Sede e Rubião Júnior (ETA Botucatu), a captação é feita através de uma barragem de acumulação no manancial Rio Pardo. A tomada da água é feita por dois canais que conduzem a água para os poços de sucção da estação elevatória de água bruta. A ETA Botucatu é do tipo convencional. No Sistema Distrito de Rio Bonito (ETA Rio Bonito), a captação de água bruta ocorre por meio de barragem de acumulação no Ribeirão Bonito. A ETA é do tipo convencional. No Sistema Distrito Vitoriana, a captação é do tipo subterrânea, realizada através de dois poços profundos, do aquífero formação Serra Geral. No Sistema Isolado César Neto/Santo Antônio de Sorocaba (que atende aos bairros de mesmo nome), o manancial explorado é o Córrego Anhumas, da bacia Sorocaba/Médio Tietê. A tomada de água é feita diretamente por tubulação transversal ao curso do córrego. Por fim, no Sistema Isolado Piapara (que atende o distrito de mesmo nome), a captação consiste de um pequeno lago protegido, do Córrego Anhumas. Dados mais recentes, provenientes do Relatório Anual da Sabesp para o ano de 2019 (SABESP, 2019b), informam a existência de seis sistemas: ETA Botucatu (na sede do município, no Jardim Aeroporto; captação no Rio Pardo); Cesar Neto (captação

por poços localizados no Sítio Água Doce e Fazenda Trevo); ETA Rio Bonito (localizado no bairro de mesmo nome; captação no córrego Rio Bonito); Piapara (localizado no distrito de mesmo nome; captação por poço); Vitoriana (localizado no distrito de mesmo nome; captação por poços); e Alvorada da Barra (localizado no bairro de mesmo nome; captação por poços).

O sistema de esgotamento sanitário de Botucatu, de acordo com dados de 2010 (ENGEORPS, 2011b), estendia-se, além da sede, aos distritos de Rubião Júnior e Vitoriana. Todo o esgoto coletado era destinado às estações de tratamento operadas pela Sabesp (ETE Lageado-Sede, ETE Rubião Júnior e ETE Vitoriana). Já o distrito de Rio Bonito não contava com sistema de esgotos implantado. Quanto aos bairros/aglomerados rurais, apenas César Neto possuía sistema de esgotos, enquanto em Santo Antônio de Sorocaba e em Piapara, a disposição era feita em fossas individuais. Em buscas realizadas na Internet, há informações de que foram executadas obras de saneamento nos distritos de Rio Bonito e Mina, com a construção de uma estação de tratamento de esgotos, de quatro estações elevatórias e a instalação de tubulações, permitindo o tratamento de todo esgoto gerado pelos dois distritos (SABESP, 2013, 2018). Pela descrição contida nos documentos, esses sistemas localizam-se ao sul do rio Tietê, fora da área da APA.

#### Dois Córregos

No município de Dois Córregos o sistema de abastecimento de água apresenta cobertura de 100% da população urbana, e tem como sua principal fonte de captação o Córrego do Lageado (ARES-PCJ, 2015). Este sistema possui 139 km de rede de distribuição e é composto por quatro pontos de captação de água superficial (Captação Superficial Ribeirão do Lageado ou Rio do peixe, Barramento do Campinho, Barramento do Ribeirão Lageado) e cinco pontos de captação de água subterrânea em poços profundos (poços Arco Íris, CDHU, Eldorado, Guarapuã, Jardim Figueira Branca) (ARES-PCJ, 2015, 2016a, 2016b, 2016c, 2018).

O sistema de abastecimento dispõe também de 15 Reservatórios (“Filipão”, “Filipão” velho, Jd. Figueira, Pulmão Arco Iris, Elado CDHU, Elevado Jd Paulista, Loteamento Coimbra, Loteamento Zangatelli, dois reservatórios Ginásio Esporte e Balança, dois reservatórios Guarapuã, e dois reservatórios João Viotto); sete Estações Elevatórias de Água (EEAT Arco Íris, EEAT Figueira Branca, EEAT “Filipão”, EEAT Elevado Jardim Paulista, EEA ETA, EEA EEAB, e EEA Reservatório) e uma Estação de Tratamento de Água (ETA do Lageado) (ARES-PCJ, 2015, 2016a, 2016b, 2016c, 2018).

O sistema de esgotamento sanitário abrange a área urbana e rural do município, além do distrito de Guarapuã. Este sistema é composto por duas Estações de Tratamento (ETE Dois Córregos e ETE Distrito de Guarapuã), cujo corpo receptor é o Rio Jaú, e uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto (EEEB Central). A rede de coleta de esgoto apresenta

uma extensão de 108 km dentro da cidade, e cobre aproximadamente 96% da malha urbana (ARES-PCJ, 2015; CETESB, 2020a). O município não possui Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

#### Piracicaba

Com relação ao abastecimento de água em Piracicaba, o Plano Municipal de Saneamento Básico (Decreto Municipal nº 14.206/2011) descreve três sistemas de abastecimento com Estações de Tratamento de Água (ETAs), todos baseados na extração de água bruta de mananciais superficiais. No **Sistema Luiz de Queiroz**, a captação é feita no rio Piracicaba por meio de um canal e duas comportas localizados junto à margem esquerda do rio; a água é então levada ao poço de sucção onde é conduzida para as ETAs I e II por meio de cinco conjuntos elevatórios. As ETAs são do tipo convencional e localizam-se no centro da cidade. No **Sistema Corumbataí**, a água é captada na margem esquerda do rio Corumbataí, à montante da Usina Costa Pinto, através de um canal e conduzida através de outro canal de alimentação até o poço de sucção onde é então levada para a ETA III (Capim Fino), localizada no Bairro Guamium, na porção norte do perímetro urbano do município. O Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020) e o Relatório de Qualidade da Água do Serviço Municipal de Água e Esgoto (SEMAE, 2020) informam ainda sobre a existência de mais um sistema com ETA denominado Piracicaba-Anhumas (que abastece o distrito Anhumas), porém com uma capacidade máxima de tratamento bem pequena quando comparada aos demais (de 14 l/s, frente aos 350 l/s de cada ETA Piracicaba e aos 1.500 l/s da ETA Capim Fino). De acordo com o Plano de Recursos Hídricos, a captação nesse sistema é feita no Ribeirão Anhumas, fora da Bacia PCJ. Ademais, o Relatório da SEMAE (2020) também informa que há três distritos (Tupi, Tanquinho e Ibitiruna) abastecidos por meio de poços.

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico (Decreto Municipal nº 14.206/2011), o sistema de esgotamento sanitário de Piracicaba contava com estações de tratamento (ETEs) de pequeno porte pulverizadas pelo sistema e algumas de maior porte. Dados recentes contidos no Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020), demonstram que Piracicaba contava com 25 ETEs em operação em 2020, nenhuma delas instalada no interior ou próxima ao perímetro da APA Tanquã - Rio Piracicaba.

#### Santa Maria da Serra

No município de Santa Maria da Serra o abastecimento de água é composto por dois sistemas: Santa Maria da Serra ZB (P4 Centro e P2 Jardim Itália) e Santa Maria da Serra ZA (Dreno Estrada João Bozelli, Sítio Santa Lúcia, Poço P3) (SABESP, 2019c). Segundo o Relatório Final de Diagnóstico do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2018), existem

quatro pontos de captação de subterrânea de água para abastecimento público, todas localizadas fora dos limites da APA Tanquã-Rio Piracicaba.

O Sistema de esgotamento sanitário de Santa Maria da Serra dispõe de uma Estação de Tratamento (ETE Santa Maria da Serra), cujo corpo receptor é o Ribeirão Bonito. O sistema é composto por cerca de 21 km de redes coletoras. (ARES-PCJ, 2013; CETESB, 2020a). O município não possui Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Segundo o Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020), a ETE de Santa Maria da Serra possui uma capacidade de tratamento de 8,7 L/s.

#### São Pedro

De acordo com seu Plano de Saneamento Básico (PROESPLAN, 2014b) e dados atualizados do Sistema Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP, 2020), o tipo principal de captação de água no município é superficial nos mananciais Córrego Pinheiros, Ribeirão Samambaia, Ribeirão do Meio, Córrego do Tucuzinho, afluente do Córrego dos Coqueiros (Alto da Serra) e afluente do Ribeirão Samambaia. Os bairros Santana, Jardim das Cachoeiras, Jardim Itália e Novo Horizonte são abastecidos por captações subterrâneas. Os demais bairros do município (que dispõem de rede de abastecimento de água) são abastecidos pelas captações superficiais mencionadas e em determinados pontos do sistema de distribuição recebem complementação de captações subterrâneas.

O sistema de abastecimento de água de São Pedro (SAAESP, 2020) dispõe atualmente de três Estações de Tratamento de Água do tipo convencional (ETAs I, II e III). A ETA I (Central) capta água do Córrego Pinheiros, a ETA II (Milton de Miranda ou Chácaras ABC), do Ribeirão do Meio, e a ETA III (Serra – Santo Antônio), do Ribeirão Coqueiros. No Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020), constam como ativas em 2020 a ETA São Pedro (01), com captação no Ribeirão Pinheiros e Ribeirão Samambaia, e a ETA II Milton de Miranda, com captação no Ribeirão do Meio.

O sistema de esgotamento sanitário do município conta atualmente com duas estações de tratamento: a ETE do Horto, cujo corpo receptor é o Ribeirão Espriado; e a ETE Samambaia, inaugurada em dezembro de 2020, cujo corpo receptor é o Ribeirão Samambaia (SAAESP, 2020). Essa nova ETE será extremamente importante para elevar o ICTEM do município, que, como dito anteriormente, apresenta o menor índice entre os municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba, com apenas 15% de tratamento de todo seu esgoto coletado em 2019 (CETESB, 2020a). As duas ETES localizam-se no perímetro urbano.

#### 4.5.4. Consumo de água e energia

O número de outorgas válidas para captação de água fornecidas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e sistematizadas pela Coordenadoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente pode ser utilizado como um indicativo de pressão sobre os recursos hídricos na região.

Em 2019, foram registradas 964 outorgas válidas nos seis municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba. Piracicaba foi o município com maior número de outorgas (485), seguido por São Pedro (185), Botucatu (156), Anhembi (61), Dois Córregos (54) e Santa Maria da Serra (23) (SÃO PAULO, 2020), com destaque para soluções alternativas em Piracicaba (161 outorgas), São Pedro (65) e Santa Maria da Serra (9) e uso rural em Botucatu (75), Anhembi (29) e Dois Córregos (22), conforme **Apêndice 4.5.4.A**. As captações para “soluções alternativas” são aquelas destinadas ao abastecimento de hotéis, condomínios, clubes, hospitais, shopping center, entre outros, desprovidos ou em complemento ao sistema público de abastecimento (SÃO PAULO, 2019c). Analisando o mapa com a espacialização dos pontos de outorgas válidas (**Apêndice 4.5.4.B**), nota-se que, em 2019, na área da APA, concentraram-se outorgas principalmente para soluções alternativas e outros usos (como mineração e extração de areia).

Os dados sobre o consumo de energia elétrica permitem avaliar o crescimento ou a redução da participação dos diferentes setores na economia. Analisando esses dados (SEADE, 2020a; **Apêndice 4.5.4.C**), verifica-se que em todos os municípios houve aumento no total de consumo de energia elétrica entre 2010 e 2018. Em Piracicaba e Botucatu, destacou-se fortemente em 2018 o setor industrial, que consumiu aproximadamente 62% e 55% do total de energia, respectivamente. Em São Pedro, Dois Córregos, Anhembi e Santa Maria da Serra, destacou-se, em 2018, o setor residencial, que consumiu aproximadamente 53%, 41%, 37% e 34% do total de energia, respectivamente. Apesar de o setor rural ser o de menor consumo em Botucatu, chama a atenção seu aumento, entre 2010 e 2018, de 96%. O setor industrial sofreu queda no consumo de energia, entre 2010 e 2018, em Anhembi, Botucatu, Dois Córregos e São Pedro, seguindo tendência estadual; já nos outros dois municípios, houve um pequeno aumento de aproximadamente 4% em Piracicaba e um aumento de 76% em Santa Maria da Serra.

Visto que a APA Tanquã-Rio Piracicaba tem relação direta com a UHE de Barra Bonita, sob concessão da AES-Tietê, considerou-se relevante informar a produção de energia: 34,146 MWh, representando cerca de 5% de toda energia produzida por essa empresa, que detém 19,64% da participação na geração de energia do Subsistema Interligado no Estado de São Paulo (dados referentes à março de 2021) (SÃO PAULO, c2021b).

#### 4.5.5. Empreendimentos e autorizações de supressão de vegetação

Foram identificados 4 grandes empreendimentos licenciados ou em licenciamento com avaliação de impacto ambiental pela CETESB no território da APA Tanquã – Rio Piracicaba, correspondendo às tipologias Barragem, Mineração e Rodovia (**Apêndice 4.5.5.A**). O empreendimento da tipologia Barragem corresponde à Usina Hidrelétrica de Barra Bonita, cujo reservatório possui um trecho localizado no interior da APA, e atualmente está em fase de Renovação da Licença de Operação.

Os empreendimentos minerários referem-se a duas extrações de areia no leito do Rio Piracicaba, em área correspondente ao reservatório de Barra Bonita. O minério é extraído por meio de dragagem no leito do reservatório, beneficiado em portos de areia, e comercializado para uso na construção civil. Atualmente, ambos estão licenciados e em operação.

Por fim, o empreendimento rodoviário localizado no território da APA corresponde a implantação de uma nova ponte sobre o Rio Piracicaba, em substituição à ponte existente entre o km 148+700 e o km 149+950 da rodovia Geraldo de Barros (SP-191), localizada na divisa entre os municípios de Anhembi e Santa Maria da Serra, sob responsabilidade do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER. Está em fase de Licença de Instalação.

#### Atividade de Mineração

##### Contexto

A abordagem dos recursos minerais foi realizada por meio da análise de sua dimensão produtiva, representada pela atividade de mineração. Esta atividade, tecnicamente, engloba a pesquisa, a lavra e o beneficiamento de bens minerais e se configura como uma forma de uso temporário do solo. Os recursos minerais são bens pertencentes à União e representam propriedade distinta do domínio do solo onde estão contidos. O arcabouço legal, que rege as atividades de mineração, concede:

- À União, os poderes de outorga de direitos e sua fiscalização, por meio da Agência Nacional de Mineração (ANM), órgão do Ministério de Minas e Energia;
- Aos Estados, os poderes de licenciamento ambiental das atividades e sua fiscalização, que em São Paulo cabe à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB); e
- Aos Municípios, dispor sobre os instrumentos de planejamento e gestão com relação ao uso e ocupação do solo.

### Atividade de Mineração na UC

A espacialização dos dados do SIGMINE/ANM mostra 304 processos minerários incidindo nos limites territoriais da Área de Proteção Ambiental Tanquã-Rio Piracicaba. No **Apêndice 4.5.5.B** acham-se espacializados os processos minerários localizados em seus limites, que foram classificados de acordo com a fase de desenvolvimento junto à ANM e CETESB, em três categorias:

- Áreas de interesse mineral futuro, em fase de requerimento e de desenvolvimento de pesquisa para comprovação de depósitos de recursos minerais junto à ANM, e em disponibilidade.
- Áreas de interesse mineral futuro, em fase de requerimento de lavra, de requerimento de licenciamento, direito a requerer a lavra, concessão de lavra ou licenciamento junto à ANM e sem licença ambiental emitida pela CETESB.
- Área de lavra consolidada, com concessão de lavra já obtida ou em fase de licenciamento junto à ANM e com licença ambiental emitida pela CETESB.

Conforme o Mapa Geológico do Estado de São Paulo em escala 1:750.000 do Serviço Geológico do Brasil, as áreas da Área de Proteção Ambiental Tanquã-Rio Piracicaba são formadas pelas seguintes unidades litoestratigráficas, por ordem cronológica: Formação Piramboia, Depósitos colúvio-eluvionares e Depósitos detríticos indiferenciados.

Estas formações constituem uma potencialidade mineral de interesse para exploração de areia, argila, silte, cascalho e arenito.

Distribuídas dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental Tanquã-Rio Piracicaba existem 304 áreas (**Apêndice 4.5.5.C**) com interesse mineral para extração de areia e argila, com processos minerários da ANM em fases de disponibilidade (14), requerimento de pesquisa (20), autorização de pesquisa (100), requerimento de lavra (67), concessão de lavra (57), direito de requerer a lavra (5), requerimento de licenciamento (5) e licenciamento (36). Destes, 42 áreas possuem licença ambiental de operação emitidas pela CETESB, referentes às empresas Areião Tanquã Comércio de Materiais de Construção Ltda. (3), Bonato & Companhia Ltda. (2), Extração e Comércio de Areia São Pedro Ltda. (4), Fonte Paredão Vermelho Ltda. (1), Porto de Areia Graminha Ltda. (13), Porto de Areia Santa Izabel Ltda. (12), Tietz Extração e Comércio de Minérios Ltda. (3) e Universal Extração e Comércio de Minérios Ltda. (4), que estão na fase de Licenciamento e Concessão de Lavra.

Além disso, 53 áreas apresentam licença de instalação emitidas pela CETESB, das quais 41 são da empresa Tietz. A alta densidade de títulos minerários incidentes nos limites da Área de Proteção Ambiental Tanquã-Rio Piracicaba se refere principalmente à atividade de extração de areia no reservatório de Barra Bonita.

A análise da atividade de mineração, levando-se em consideração a questão dos direitos minerários adquiridos e sua atuação como vetor de pressão para a UC, deverá ser realizada na fase de prognóstico.

#### **Autorizações de supressão de vegetação**

Não foram encontrados pedidos de autorização para supressão de vegetação no território da APA Tanquã – Rio Piracicaba, a partir do ano de 2018.

#### **Áreas contaminadas e reabilitadas**

A Cetesb publica anualmente a relação de áreas contaminadas e reabilitadas no estado de São Paulo. De acordo com o Cadastro de Áreas Contaminadas (CETESB, 2019) não foram identificadas áreas contaminadas ou reabilitadas no território da APA Tanquã – Rio Piracicaba. As áreas contaminadas mais próximas estão localizadas área urbana de São Pedro, sendo que apenas uma área está com risco confirmado e, apesar de estar em bacia de drenagem que segue em direção à UC, a distância é cerca de 10 km, o que não afeta a qualidade da água subterrânea na unidade.

##### **4.5.6. Ambientes em restauração**

Foram identificados 6 projetos totalizando 42,5 ha, sendo 1 cadastrado (0,14 ha) e 4 (42,49 ha) em execução. O cadastrado atende exigência da CETESB. Dentre os em execução, 1 atendem exigência da CFB (conversões de multas) **APÊNDICE 4.5.6.A.**

##### **4.5.7. Ocorrências e infrações ambientais**

Entre as ocorrências e registros dos Autos de Infração Ambiental (AIA) lavrados entre os anos de 2014 a 2020 dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental Tanquã e Rio Piracicaba foram identificados 04 ocorrências e 142 autuações, conforme **APÊNDICE 4.5.7.A.** Sendo constatadas uma autuação tipificada na categoria "Fauna", três em "Flora", cento, trinta e sete em "Pesca" e uma em "Produtos florestais", somada à quatro ocorrências de "Fogo".

As áreas dos respectivos Autos de Infração Ambiental que impactaram a cobertura vegetal, no período compreendido entre os anos 2017 e 2020, totalizaram 0,008ha, estavam inseridas em área pública e propriedades privadas localizadas na área rural, conforme descrito na **APÊNDICE 4.5.7.B.**

#### **Análise das ocorrências e infrações ambientais**

Considerando as ocorrências e infrações ambientais mapeadas no território da Área de Proteção Ambiental Tanquã e Rio Piracicaba (**APÊNDICE 4.5.7.C**) e baseando-se

nos dados analisados e respectiva espacialização, identifica-se as seguintes atividades irregulares:

### **Incêndios florestais**

Durante o período compreendido entre 2014 e 2020 ocorreram 4 incêndios florestais no interior da APA.

### **Fauna**

Constatou-se uma autuação relacionada à cativo irregular de fauna silvestre.

### **Flora**

Intervenções antrópicas em áreas de preservação permanente corresponderam às 3 infrações registradas na unidade. Todos os conflitos envolviam atividades ou obras que impediam a regeneração natural. Os registros entre os anos 2017 e 2020, totalizam 0,008ha de área com intervenção em flora, ambas se situavam em área rural, no interior da propriedade privada ou às margens do rio Piracicaba, identificada como área pública.

### **Pesca**

Identificada como a atividade irregular mais recorrente entre os registros dos anos 2014 a 2020, a pesca representou 94% das infrações no interior da APA. A prática em período proibido e o uso de petrechos e métodos não permitidos foram as tipificações mais recorrentes. Também foram observados problemas com o pescado em quantidade superior ou tamanho inferior ao permitido, exercer a pesca sem autorização, realização da prática em local proibido, bem como beneficiar pescado sem autorização.

### **Produtos florestais**

Houve um registro de recebimento de produto florestal sem licença do órgão competente, para fins comerciais.

## **4.6. Referências Bibliográficas**

ALVES, J. E. D. O crescente desmatamento do planeta e o mito da 'transição florestal'. EcoDebate, n. 2.888, 2017. ISSN 2446-9394. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2017/12/13/o-crescente-desmatamento-do-planeta-e-o-mito-da-transicao-florestal-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>. Acesso em: fev. 2021.

ANA. Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010. Batimetria de Reservatórios de Usinas Hidrelétricas. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b8f0487a-df73-4f8d-8b22-bb49cf9f3683>. Acesso em: abr. 2021.

ANHEMBI. Portal da Prefeitura Municipal. A nossa cidade: História. Anhembi (SP), c2021. Disponível em: <https://www.anhembi.sp.gov.br/portal/servicos/1005/historia/>. Acesso em: jan. 2021.

ANM. Arrecadação da CFEM por substância. Brasília, DF, 2020. Disponível em: [https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao\\_cfem\\_substancia.aspx](https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem_substancia.aspx). Acesso em: 07 dez. 2020.

ARAUJO, A. G. M. A arqueologia na região de Rio Claro: uma síntese. Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, n. 11, p. 125-140, 2001.

ARES-PCJ. Relatório de fiscalização técnica dos sistemas de água e esgoto do município de Dois Córregos: Relatório R1 – Diagnóstico, novembro de 2015. Dois Córregos: ARES-PCJ, 2015. Disponível em: [http://www.arespcj.com.br/arquivos/96586\\_RELATORIO\\_DE\\_FISCALIZACAO\\_Dois\\_Corrégos\\_R1\\_-\\_internet.compressed.pdf](http://www.arespcj.com.br/arquivos/96586_RELATORIO_DE_FISCALIZACAO_Dois_Corrégos_R1_-_internet.compressed.pdf). Acesso em: abr. 2021.

ARES-PCJ. Relatório de fiscalização técnica dos sistemas de água e esgoto do município de Dois Córregos: Relatório R6 – Não Conformidades, abril de 2016. Dois Córregos: ARES-PCJ, 2016a. Disponível em: [http://www.arespcj.com.br/arquivos/90633\\_R6\\_Dois\\_C%3%B3rregos\\_-\\_INTERNET\\_-\\_SITE\\_ARES.pdf](http://www.arespcj.com.br/arquivos/90633_R6_Dois_C%3%B3rregos_-_INTERNET_-_SITE_ARES.pdf). Acesso em: abr. 2021.

ARES-PCJ. Relatório de fiscalização técnica dos sistemas de água e esgoto do município de Dois Córregos: Relatório R2 – Continuação do Diagnóstico e Não-Conformidades, junho de 2016. Dois Córregos: ARES-PCJ, 2016b. Disponível em: [http://www.arespcj.com.br/arquivos/24724\\_DOIS\\_C%3%93RREGOS\\_R2\\_20.06.16\\_-\\_internet.pdf](http://www.arespcj.com.br/arquivos/24724_DOIS_C%3%93RREGOS_R2_20.06.16_-_internet.pdf). Acesso em: abr. 2021.

ARES-PCJ. Relatório de fiscalização técnica dos sistemas de água e esgoto do município de Dois Córregos: Relatório R3 – Continuação do Diagnóstico e Não-Conformidades, novembro de 2016. Dois Córregos: ARES-PCJ, 2016c. Disponível em: [http://www.arespcj.com.br/arquivos/78199\\_RELATORIO\\_DE\\_FISCALIZACAO\\_DoisC%3%B3rregos\\_novembro\\_2016\\_OTIMIZADO.pdf](http://www.arespcj.com.br/arquivos/78199_RELATORIO_DE_FISCALIZACAO_DoisC%3%B3rregos_novembro_2016_OTIMIZADO.pdf). Acesso em: abr. 2021.

ARES-PCJ. Relatório de fiscalização técnica dos sistemas de água e esgoto do município de Dois Córregos: Relatório R4 – Não Conformidades, junho de 2018. Dois Córregos: ARES-PCJ, 2018. Disponível em: [http://www.arespcj.com.br/arquivos/90775\\_Dois\\_C%3%B3rregos\\_R5.pdf](http://www.arespcj.com.br/arquivos/90775_Dois_C%3%B3rregos_R5.pdf). Acesso em: abr. 2021.

ARES-PCJ. Relatório de fiscalização técnica dos sistemas de água e esgoto do município de Santa Maria da Serra: Relatório R1 – Diagnóstico, outubro de 2013. Santa Maria da Serra: ARES-PCJ, 2013. Disponível em: [http://www.arespcj.com.br/arquivos/88419\\_RELATORIO\\_DE\\_FISCALIZA%3%87%3%83O\\_-\\_SANTA\\_MARIA\\_DA\\_SERRA\\_internet.pdf](http://www.arespcj.com.br/arquivos/88419_RELATORIO_DE_FISCALIZA%3%87%3%83O_-_SANTA_MARIA_DA_SERRA_internet.pdf). Acesso em: abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Trabalho. Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Brasília (DF), 2020. Disponível em: <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>. Acesso em: nov. 2020.

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2010. São Paulo, 2011a. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: nov. 2020.

CETESB. Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares 2010. São Paulo, 2011b. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: nov. 2020.

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2019. São Paulo, 2020a. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: nov. 2020.

CETESB. Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2019. São Paulo, 2020b. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: nov. 2020.

CETESB. Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no estado de São Paulo em 2019. São Paulo, 2020c. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: jan. 2021.

CONDEPHAAT. Pesquisa online de bens tombados (busca por município). São Paulo: Condephaat, 2020a. Disponível em: <http://condephaat.sp.gov.br/bens-protetidos-online/>. Acesso em: mar. 2021.

CONDEPHAAT. Patrimônio Imaterial do Estado de São Paulo. São Paulo: Condephaat, 2020b. Disponível em: <http://www.patrimonioimaterial.sp.gov.br/>. Acesso em: mar. 2021.

CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA. Primeira Revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2010 a 2020: Tomo I - Diagnóstico. São Paulo, 2018. Disponível em: [https://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=846:primeira-revisao-pb-relatorios-finais&catid=122&Itemid=345](https://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=846:primeira-revisao-pb-relatorios-finais&catid=122&Itemid=345). Acesso em: abr. 2021.

CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035: Relatório Final e Anexos. Organizado por Comitês PCJ/Agência das Bacias PCJ. Piracicaba (SP): Consórcio Profill-Rhama, 2020. 757 p.

CRUZ, M. S. R.; MENEZES, J. S.; PINTO, O. Festas Culturais: Tradição, Comidas e Celebrações. *In*: ENCONTRO BAIANO DE CULTURA, I, 11 de dezembro de 2008, Salvador – BA. Salvador: FACOM/UFBA, 2008. Disponível em: [http://www.uesc.br/icer/artigos/festasculturais\\_mercia.pdf](http://www.uesc.br/icer/artigos/festasculturais_mercia.pdf). Acesso em: nov. 2020.

ENGEORPS. Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico. Município: Anhembi. São Paulo: SSRH/CSAN, 2011a. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/conesan/planos-de-saneamento-basico/>. Acesso em: jan. 2021.

ENGEORPS. Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico. Município: Botucatu. São Paulo: SSRH/CSAN, 2011b. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/conesan/planos-de-saneamento-basico/>. Acesso em: jan. 2021.

HIPER AMBIENTAL. Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos de Dois Córregos. Dois Córregos (SP): PMGIRS, 2015. Disponível em: <http://doiscoregos.sp.gov.br.177-126-176->

85.weblinesistemas.com/temp/07042021164120pmgirsdoisc%C3%B3rregospdf.pdf.  
Acesso em: abr. 2021.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: dez. 2020.

IBGE. Base de informações do Censo Demográfico 2010: resultados da Sinopse por setor censitário. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: dez. 2020.

IBGE. Portal Cidades@. Anhembi. Rio de Janeiro, c2017a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/anhembi/historico>. Acesso em: jan. 2021.

IBGE. Portal Cidades@. Botucatu. Rio de Janeiro, c2017b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/botucatu/historico>. Acesso em: jan. 2021.

IBGE. Portal Cidades@. Piracicaba. Rio de Janeiro, c2017c. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/piracicaba/historico>. Acesso em: jan. 2021.

IBGE. Portal Cidades@. São Pedro. Rio de Janeiro, c2017d. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-pedro/historico>. Acesso em: jan. 2021.

IBGE. Portal Cidades@. Dois Córregos. Rio de Janeiro, c2017e. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/dois-corregos/historico>. Acesso em: jan. 2021.

IBGE. Portal Cidades@. Santa Maria da Serra. Rio de Janeiro, c2017f. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santa-maria-da-serra/historico>. Acesso em: jan. 2021.

IBGE. Malha de Setores Censitários: 2019 Malha Censitária. Rio de Janeiro, 2020a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html?edicao=28392&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: nov. 2020.

IBGE. Produção Agrícola Municipal (PAM). Rio de Janeiro, 2020b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: dez. 2020.

IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS). Rio de Janeiro, 2020c. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas>. Acesso em: dez. 2020.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM). Rio de Janeiro, 2020d. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>. Acesso em: dez. 2020.

Instituto Florestal (IF); Fundação Florestal (FF). Encarte 2 - Análise da Região e do Parque Estadual de Vassununga. *In*: Minuta do Plano de Manejo do Parque Estadual de Vassununga (PEV). Relatório Interno. São Paulo, 2014. p. 12-61.

IGC (São Paulo, SP). Limites das 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do Estado de São Paulo em escala 1:1.000.000. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: nov. 2020.

IGC (São Paulo, SP). Limites Municipais do Estado de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: nov. 2020.

- IPHAN. Patrimônio Material. Lista dos bens tombados e processos em andamento (1938 – 2019). Brasília: IPHAN, 2020a. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/126>. Acesso em: mar. 2021.
- IPHAN. Patrimônio Imaterial. Brasília: IPHAN, 2020b. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/234>. Acesso em: mar. 2021.
- IPHAN. Cadastro Nacional dos Sítios Arqueológicos. Brasília: IPHAN, 2020c. Disponível em: [http://portal.iphan.gov.br/sgpa/cnsa\\_resultado.php](http://portal.iphan.gov.br/sgpa/cnsa_resultado.php). Acesso em: nov. 2020.
- IPHAN. Sítios Georreferenciados. Brasília: IPHAN, 2020d. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/cna/pagina/detalhes/1227>. Acesso em: nov. 2020.
- MILLER JR., T. O. Duas fases paleoindígenas da Bacia do Rio Claro, E. S. Paulo: um estudo em metodologia. Erechim, RS: Habilis, 2011. 384 p.
- PARQUE TECNOLÓGICO BOTUCATU. Conheça o Parque. Botucatu (SP): Parque Tecnológico Botucatu, 2019. Disponível em: <http://parquebtu.org.br/>. Acesso em: jan. 2021.
- PIRACICABA. Secretaria Municipal de Governo e Desenvolvimento Econômico. Dados sobre os parques e distritos industriais de Piracicaba. Piracicaba (SP), 2021. Disponível em: <http://semdec.piracicaba.sp.gov.br/sobre-a-semdec/>. Acesso em: jan. 2021.
- PNUD. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. Atlas Brasil 2013. Brasília (DF), 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>. Acesso em: nov. 2020.
- PROESPLAN. Plano Municipal de Saneamento Básico de São Pedro: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos. São Pedro (SP): PROESPLAN, 2014a, vol. III. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/conesan/planos-de-saneamento-basico/>. Acesso em: jan. 2021.
- PROESPLAN. Plano Municipal de Saneamento Básico de São Pedro: Sistema de Abastecimento de Água. São Pedro (SP): PROESPLAN, 2014b, vol. I. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/conesan/planos-de-saneamento-basico/>. Acesso em: jan. 2021.
- QUIARARIA, C. C. Hospitalidade pública: o caso da Praça Gustavo Teixeira em São Pedro, SP. 2018. Dissertação (Mestrado em Turismo) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100140/tde-06082018-101558/publico/dissertacaoclarissacorrigida.pdf>. Acesso em: jan. 2021.
- RIBAS, G. P. Descrição e percepção do turismo: um estudo de caso na APA do Tanquã-Rio Piracicaba - SP. 2019. Trabalho de conclusão de curso em Gestão Ambiental. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/11/110804/tce-17012020-173235/?&lang=br>. Acesso em: abr. 2021.
- SAAESP. Dados referentes aos sistemas de abastecimento de água e de esgoto do município de São Pedro. São Pedro (SP): SAAESP, 2020. Disponível em: <http://www.saaesp.sp.gov.br/>. Acesso em: jan. 2021.

SABESP. Parceria entre Sabesp e Prefeitura de Botucatu amplia serviços de coleta e tratamento de esgotos. Notícias, Sabesp, 2013. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalhe.aspx?secaoId=65&id=4996>. Acesso em: 3 fev. 2021.

SABESP. Governo do Estado entrega novas instalações de esgotos em Alumínio e Botucatu. Notícias, Sabesp, 2018. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalhe.aspx?secaoId=65&id=7829>. Acesso em: 3 fev. 2021.

SABESP. Relatório Anual de Qualidade da Água 2019 – Município de Anhembi. Anhembi: Sabesp, 2019a. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/calandraweb/toq/2019/ANHEMBI.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

SABESP. Relatório Anual de Qualidade da Água 2019 – Município de Botucatu. Botucatu: Sabesp, 2019b. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/calandraweb/toq/2019/ANHEMBI.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

SABESP. Relatório anual de qualidade da água 2019 – Município de Santa Maria da Serra. Santa Maria da Serra: Sabesp, 2019c. Disponível em: [http://www.sabesp.com.br/calandraweb/toq/2019/SANTA\\_MARIA\\_DA\\_SERRA.pdf](http://www.sabesp.com.br/calandraweb/toq/2019/SANTA_MARIA_DA_SERRA.pdf). Acesso em: abr. 2021.

SABESP. Anexo ao Plano de Investimentos do Município de Anhembi (2020-2037). 1º Termo de Aditamento ao Contrato de Programa nº 072/2008. Anhembi: Sabesp, 2020. Disponível em: [https://www.anhembi.sp.gov.br/arquivos/anexo\\_-\\_plano\\_de\\_investimentos\\_-\\_anhembi\\_23040514.pdf](https://www.anhembi.sp.gov.br/arquivos/anexo_-_plano_de_investimentos_-_anhembi_23040514.pdf). Acesso em: jan. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. Projeto LUPA 2007/08: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Logística e Transporte (SLT). Departamento de Estradas de Rodagem (DER). Malha Rodoviária do Estado de São Paulo. Dados levantados pelo Departamento de Estrada de Rodagem (DER/SP) em 2012. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: nov. 2020.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Logística e Transportes. Departamento Hidroviário. Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra, no Rio Piracicaba, com o objetivo de ampliar o trecho navegável da Hidrovia Tietê-Paraná, até as proximidades da cidade de Piracicaba, SP. São Paulo: SLT, Consórcio THEMAG-EBEI-VETEC-UMAH, 2013. 12 v. Disponível em: [http://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=322:ei-a-rima-](http://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=322:ei-a-rima-). Acesso em: abr. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Proposta de criação – Área de Proteção Ambiental Barreiro Rico e Área de Proteção Ambiental Tanquã-Rio Piracicaba. Relatório Técnico. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2018.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA). Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA). Relatório de Qualidade Ambiental 2019. 1 ed. São Paulo: SIMA, 2019a. 400 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. Projeto LUPA 2016/17: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, 2019b.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Coordenadoria de Recursos Hídricos (CRHi). Situação dos Recursos Hídricos no estado de São Paulo – 2017. São Paulo: SIMA/CRHi, 2019c. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/relatoriosituacaodosrecursoshidricos>. Acesso em: jan. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Subsecretaria de Infraestrutura. Coordenadoria de Recursos Hídricos. Dados fornecidos referentes às outorgas emitidas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica para captação de água no estado de São Paulo – ano base 2019. São Paulo: SIMA/CRHi, 2020a.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Turismo. DADETUR (Departamento de Apoio ao Desenvolvimento dos Municípios Turísticos). São Paulo: SETUR, 2021a. Disponível em: <https://www.turismo.sp.gov.br/dadetur>. Acesso em: jan. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Grupo de Dados Energéticos. Portal de Dados Energéticos. Usinas - AES TIETÊ S/A. São Paulo: SIMA, c2021b. Disponível em: <http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/PortalCEv2/intranet/eletricidade/geracao/ListaGeraUsina.asp?concessionaria=3&usina=5&mes=5&ano=2016&nome=AES%20TIET%C3%8A%20S/A&nome2=BARRA%20BONITA&reduzido=AES>. Acesso em: abr. 2021.

SÃO PEDRO. Portal da Prefeitura Municipal. São Pedro: História. São Pedro (SP), 2014. Disponível em: <https://www.anhembis.gov.br/portal/servicos/1005/historia/>. Acesso em: jan. 2021.

SEADE. Informações dos Municípios Paulistas. São Paulo, 2020a. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/imp/>. Acesso em: nov. 2020.

SEADE. Projeções Populacionais. São Paulo, 2020b. Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/>. Acesso em: nov. 2020.

SEADE. Índice Paulista de Responsabilidade Social – Versões 2014, 2016 e 2018. São Paulo, 2020c. Disponível em: <https://iprs.seade.gov.br/>. Acesso em: nov. 2020.

SEMAE. Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba. Relatório Anual de Qualidade da Água 2020. Piracicaba (SP): SEMAE, 2020. Disponível em: [https://www.semaepiracicaba.sp.gov.br/arquivos/relatorio\\_anual\\_qualidade\\_agua\\_2020.pdf](https://www.semaepiracicaba.sp.gov.br/arquivos/relatorio_anual_qualidade_agua_2020.pdf). Acesso em: jan. 2021.

SERRA DO ITAQUERI. Portal da Região Turística da Serra do Itaqueri. São Paulo, c2021. Disponível em: <https://serradoitaqueri.com.br/>. Acesso em: mar. 2021.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019. Ministério do Desenvolvimento Regional, SNIS, 2019.

Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2019>. Acesso em: abr. 2021.

#### Legislação consultada

ALESP. Decreto nº 60.582, de 27 de junho de 2014. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, cria Parques Aquícolas estaduais, estabelecendo as condições para o desenvolvimento sustentável da produção aquícola no Estado de S.Paulo, e dá providências correlatas. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2014/decreto-60582-27.06.2014.html>. Acesso em: abr. 2021.

ANHEMBI. Lei Municipal nº 2.086, de 8 de dezembro de 2017. Revoga a Lei Municipal 2.083, de 22/11/2017 e aprova o Plano Diretor e Turismo do Município de Anhembi e de outras providências. Disponível em: [https://www.camaraanhemi.sp.gov.br/portal/leis\\_decretos](https://www.camaraanhemi.sp.gov.br/portal/leis_decretos). Acesso em: jan. 2021.

BOTUCATU. Decreto Municipal nº 10.721, de 21 de setembro de 2016. Aprova o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/camara/sp/botucatu>. Acesso em: jan. 2021.

BOTUCATU. Lei Complementar nº 1.233, de 30 de janeiro de 2018. Institui o Plano Diretor de Turismo do Município de Botucatu e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/camara/sp/botucatu>. Acesso em: jan. 2021.

PIRACICABA. Decreto Municipal nº 14.206, de 1 de agosto de 2011. Aprova o Plano de Saneamento Básico do Município de Piracicaba. Disponível em: <https://www.legislacaodigital.com.br/Piracicaba-SP>. Acesso em: jan. 2021.

PIRACICABA. Decreto Municipal nº 18.364, de 24 de julho de 2020. Aprova a revisão do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, parte integrante do Plano de Saneamento Básico do Município de Piracicaba e revoga o Decreto nº 15.935/2014. Disponível em: <https://www.legislacaodigital.com.br/Piracicaba-SP>. Acesso em: jan. 2021.

SÃO PEDRO. Lei Complementar nº 135, de 22 de dezembro de 2016. Aprova o Plano Municipal de Turismo da Estância Turística de São Pedro. Disponível em: <https://consulta.siscam.com.br/camarasaopedro/index/81/8>. Acesso em: jan. 2021.

#### **Cobertura e Uso do Solo**

ANDERSON, R. A et al. Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos. Tradução de H. Strang. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 78 p.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. (2000). *Regulamenta o art. 1º incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências*. Acessado em 02/03/2021 de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm)

FLORENZANO, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Manual técnico de uso da terra. Rio de Janeiro, 2013. 171 p. (Série Manuais Técnicos de Geociências n.7) Disponível em: <[ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/manuais\\_tecnicos/manual\\_uso\\_da\\_terra.pdf](ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_uso_da_terra.pdf)>. Acesso em: 23 de março de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira, Rio de Janeiro, 1991.

LELLES, L. C. de ; SILVA, E.; GRIFIFTH, J. J. e MARTINS, S. V. Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água. Revista *Árvore*, V. 29, n. 3, p. 439-444, Viçosa, 2005.

ROBINSON, V. Riqueza, Diversidade funcional e Sazonalidade de aves em uma planície de inundação artificial. 2017. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” para obtenção do título de Mestre (Zoologia), Rio Claro.

SANTOS, R.F. dos. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SÃO PAULO (Estado). Mapeamento do uso e cobertura do solo da UGRHI 5 (PCJ) - escala 1:25.000. Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Instituto Geológico. São Paulo: SMA, 2013. Disponível em: <http://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cpla/mapa-de-uso-e-ocupacao-da-terra-ugrhi-5-pcj/>

### **Ocorrências e Infrações Ambientais**

SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria de Fiscalização e Biodiversidade. Autos de Infração Ambiental lavrados entre os anos de 2014 a 2021. São Paulo, 2021.

SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria de Fiscalização e Biodiversidade. Área de Intervenção na Flora entre os anos de 2017 a 2021. São Paulo, 2021.

SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria de Fiscalização e Biodiversidade. Boletins de Ocorrência de Incêndio Florestal registrados no âmbito da Operação Corta Fogo, entre os anos de 2014 a 2021. São Paulo, 2021.

## 5. JURÍDICO-INSTITUCIONAL

### 5.1. Instrumentos de ordenamento territorial

#### **Planos Diretores de Anhembi, Botucatu, Dois Córregos, Piracicaba, Santa Maria da Serra e São Pedro.**

O território do município de Anhembi é dividido em três áreas, de acordo com seu Plano Diretor (Lei Municipal nº 1.680/2007): Área Urbana, definida pelo limite do perímetro urbano e subdividida entre área de urbanização restrita (AUR), área de consolidação urbana (ACU) e área de expansão urbana (AEU); Área de Proteção Especial (APE), para fins de preservação de mananciais; e Área Rural. A esta última, corresponde a porção da APA que incide no município, não havendo coincidência com nenhuma das zonas de uso indicadas pelo Plano Diretor.

O Plano Diretor de Botucatu (Lei Complementar nº 1.224/2017) divide o município em oito Macrozonas: Consolidação Urbana 1; Consolidação Urbana 2; Expansão Urbana Controlada; Atenção Ambiental 1; Atenção Ambiental 2; Proteção Ambiental; Atenção Hídrica; e Uso Rural. A porção da APA que incide no município está totalmente inserida na Macrozona de Uso Rural, que compreende *“as áreas mais favoráveis ao desenvolvimento das atividades agropecuárias, onde já se praticam estes usos, devendo ser respeitado o Plano de Desenvolvimento Rural, e onde também deverá ser priorizada a preservação e recuperação das áreas de reserva legal e de preservação permanente, definidas pelo Código Florestal Federal, bem como as matas ciliares dos cursos de água existentes e respectivas nascentes”*. Essa Macrozona subdivide-se ainda em: Norte, englobando a região norte do município, incluindo a porção da APA que incide no município e os setores rurais de Vitoriana, Rio Bonito, Mina e Oiti, Piapara, e respectivos perímetros urbanos; e Oeste, englobando a região oeste do município, incluindo os setores rurais de Monte Alegre, Faxinal, Chaparral, Rubião Júnior e Colônia Santa Marina. Não há Zonas Especiais ou perímetros urbanos delimitados na área da APA que incide no município.

O Plano Diretor de Dois Córregos (Lei Complementar nº 03/2006) estabelece duas Macrozonas e cinco Área de Especiais Interesses que dividem o território do município: a Macrozona de Qualificação Urbana e a Macrozona de Uso Multifuncional Rural, bem como as áreas especiais de interesse ambiental, de interesse histórico, de interesse industrial, de interesse turístico e de interesse social. A porção da APA que incide no município corresponde totalmente à Macrozona de Uso Multifuncional Rural, *“composta por áreas de uso agrícola, extrativista ou pecuário, com áreas significativas de vegetação natural, condições de permeabilidade próximas aos índices naturais, por áreas de preservação ambiental formadas por reservas florestais, parques e reservas biológicas, bem como por áreas de usos não agrícolas, como chácaras de recreio, lazer,*

*turismo, fazendas históricas, indústrias e sedes de distritos*". Quanto às Áreas de Especiais Interesses, a porção da APA corresponde parcialmente às frações do território delimitadas como área de interesse ambiental, uma vez que essas abarcam "*rios, ribeirões, córregos e nascentes*".

O Plano Diretor de Piracicaba (Lei Complementar nº 405/2019) divide seu território em: Área Urbana, que engloba o perímetro urbano da sede do município; e Área Rural, que compreende toda área do território municipal, excluída da Área Urbana. A porção da APA incidente no município está inserida na Área Rural, em sua Macrozona de Proteção Hídrica e Ambiental, a qual é composta por áreas destinadas a atividades rurais, com presença de bacias hidrográficas com potencial de produção de água para abastecimento público e de áreas de proteção e de recuperação ambiental, tendo por principais objetivos: conter a expansão urbana e coibir a ocupação urbana irregular; promover a regularização urbanística e fundiária dos núcleos urbanos informais consolidados; proteger a paisagem rural, os recursos naturais e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos; recuperar as áreas degradadas; promover o desenvolvimento rural com sustentabilidade ambiental, econômica e social e estímulo à agroecologia, agricultura familiar e agricultura orgânica; manter as áreas de produção agrícola que contribuem para a conservação do solo e manutenção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como para a produção de alimentos e garantia dos serviços essenciais à segurança alimentar e conservação dos serviços ambientais; conservar, preservar e recuperar os fragmentos de vegetação nativa e das áreas de preservação permanente, viabilizando a configuração de corredores ecológicos. Essa Macrozona subdivide-se ainda em três Zonas: Zona Rural de Proteção Hídrica; Zona Rural de Proteção Ambiental; e Zona Rural de Recuperação Ambiental. A APA Tanquã - Rio Piracicaba está inserida na Zona Rural de Proteção Ambiental (ZORPA), que inclui, além dessa UC, também as demais áreas protegidas que incidem no município [Estação Ecológica de Ibicatu, Estação Experimental de Tupi (Horto Florestal), e a APA Barreiro Rico]; entre seus objetivos, a ZORPA visa conservar e proteger a qualidade ambiental e uso racional dos recursos naturais das APAs. No Plano Diretor há a indicação de "núcleos urbanos informais", sendo que o nominado "16 - Sítio Furadinho" fica no interior da APA (**Apêndice 5.1.A**). Também são indicados "abairramentos" na Área Rural, mas não existem no interior da APA Tanquã - Rio Piracicaba. O Anexo III do Plano Diretor indica parâmetros urbanísticos para os núcleos urbanos isolados no quadro 2 e os instrumentos de política territorial aplicáveis às macrozonas e zonas. Na ZORPA são aplicáveis, dentre outros, a instituição de unidades de conservação.

O plano diretor de Santa Maria da Serra (Lei Complementar nº 1070/2008) divide o território em: Área Urbana, entendida como "*efetivamente ocupada ou já comprometida com a ocupação pela existência de parcelamentos urbanos implantados ou em execução*", e Área Rural, que compreende toda a porção do município que não

corresponde à primeira. A porção da APA que incide no município corresponde à Área Rural, que subdivide-se entre as macrozonas de cultivo, de proteção ambiental e de uso e ocupação controlada.

O território de São Pedro é dividido em duas Macrozonas, de acordo com seu Plano Diretor (Lei Complementar nº 67/2010): a Macrozona Urbana, que corresponde ao perímetro urbano do distrito-sede; e a Macrozona Rural, que corresponde à porção das áreas de proteção do ambiente natural, delimitada e contida pela Área de Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí e fazendo divisa com os municípios de Piracicaba, Charqueada, Itirapina, Santa Maria da Serra, Brotas e Torrinha. A porção da APA Tanquã - Rio Piracicaba incidente no município está inserida na Macrozona Rural, nas Zona de Proteção e Preservação Ambiental e Zona Rural Verde, a qual contempla as áreas com as seguintes destinações: preservação da vegetação nativa e o equilíbrio do sistema de drenagem natural; preservação da diversidade de espécies; refúgio da fauna e proteção dos cursos d'água; e resguardo de áreas de riscos geodinâmicos e geotécnicos.

A Estância Turística de São Pedro também possui Plano Diretor de Turismo instituído pela Lei Complementar Municipal nº 135/2016 com objetivos, diretrizes, programas e ações para o desenvolvimento da atividade turística de maneira planejada, estruturada e sustentável. O município foi transformado em Estância Turística em 1979 por meio da Lei Estadual nº 2.163.

### **Estação Ecológica Barreiro Rico, Área de Proteção Ambiental Barreiro Rico e APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá - Perímetro Corumbataí**

#### *Área de Proteção Ambiental Barreiro Rico*

Vizinha à APA Tanquã - Rio Piracicaba, na porção sul, a APA Barreiro Rico foi criada em 2018, por meio da Resolução SMA nº 138, com o objetivo de proteger fragmentos florestais de Floresta Semidecidual (remanescentes da antiga Fazenda Barreiro Rico) e a notável biodiversidade de flora e fauna local, incluindo cinco espécies de primatas, entre eles, o miquiqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*), ameaçado de extinção. Assim como a APA Tanquã - Rio Piracicaba, a APA Barreiro Rico foi criada com base nos estudos realizados na Área Sob Atenção Especial do Estado em Estudo para a Expansão da Biodiversidade (ASPE) do Barreiro Rico, instituída pela Resolução SMA nº 36/2015, no intuito de serem realizados estudos técnicos para propor estratégias específicas de conservação dos ecossistemas ameaçados (SÃO PAULO, 2018). Essa APA abrange os municípios de Piracicaba, Anhembi, Botucatu e São Pedro.

#### *Estação Ecológica Barreiro Rico*

As matas da antiga Fazenda Barreiro Rico são objeto de interesse da comunidade científica desde, pelo menos, a década de 1950, em função de sua expressiva biodiversidade de flora e fauna. A área tem destaque por abrigar cinco espécies de primatas, incluindo o muriqui-do-sul, a maior espécie de primata das Américas, ameaçada de extinção (SÃO PAULO, 2018). Dessa forma, em parte das terras da Fazenda foi criada a Estação Ecológica (EEc) do Barreiro Rico por meio do Decreto Estadual nº 51.381/2006 com a finalidade de “*proteger os valiosos remanescentes de Mata Atlântica aí existentes e em especial as populações de primatas que as habitam*”. Com uma área de 292,82 hectares, a EEc localiza-se no município de Anhembi, no interior da APA Barreiro Rico, sendo a vegetação constituída predominantemente por Floresta Estacional Semidecidual. No interior do remanescente também é encontrado um enclave de Savana (Cerrado), circundado por um ecótono Floresta Estacional Semidecidual/Savana (SÃO PAULO, 2018).

#### *Área de Proteção Ambiental Corumbataí-Botucatu-Tejupá - Perímetro Corumbataí*

A APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá - Perímetro Corumbataí faz divisa com a APA Tanquã - Rio Piracicaba na porção norte, foi criada em 1983, pelo Decreto Estadual nº20.960, com o objetivo de proteger, dentre outros elementos, atributos como as Cuestas Basálticas, Morros Testemunhos das feições geomorfológicas locais, exemplares significativos da flora e fauna regional, o Aquífero Guarani e o Patrimônio Cultural (SÃO PAULO, 2011). Esta APA é dividida em três “perímetros”, independentes e não contíguos: Perímetro Corumbataí, Perímetro Botucatu e Perímetro Tejupá. No Perímetro Corumbataí, que possui uma área de cerca de 275.317 hectares, destacam-se a “Serra do Itaqueri,” e a “Serra de São Pedro”, essa região é conhecida também por suas inúmeras cachoeiras, resultantes dos desníveis abruptos de seu relevo, fazendo como que seja um centro reconhecido do ecoturismo e de esporte de aventura no Estado. Esta APA abrange os municípios de São Carlos, Analândia, Brotas, Itirapina, Corumbataí, Ipeúna, Rio Claro, Dois Córregos, Torrinha, Mineiros do Tietê, Barra Bonita, Santa Maria da Serra, São Pedro, Charqueada e São Manuel (SÃO PAULO, c2021c).

#### *Área de Proteção Ambiental Corumbataí-Botucatu-Tejupá - Perímetro Botucatu*

A APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá - Perímetro Botucatu foi criada em 1983, pelo Decreto Estadual nº20.960, com o objetivo de proteger, dentre outros elementos, atributos como as Cuestas Basálticas, Morros Testemunhos das feições geomorfológicas locais, exemplares significativos da flora e fauna regional, o Aquífero Guarani e o Patrimônio Cultural (SÃO PAULO, 2011). Este perímetro envolve a região localizada na Serra de Botucatu, no reverso da cuesta basáltica, entre os rios Tietê e Paranapanema. Ao sul faz divisa com a represa Jurumirim, marco da paisagem local e indutor do turismo da região. Nesta APA encontra-se um dos mais importantes sítios arqueológicos do estado, o Abrigo Guareí, com registros pré-históricos com cerca de 6.000 anos (SÃO

PAULO, c2021d). O perímetro Botucatu abrange os municípios de Angatuba, Avaré, Bofete, Botucatu, Guareí, Itatinga, Pardinho, São Manuel e Torre de Pedra, possui cerca de 215.615 hectares (SÃO PAULO, 2011).

Os Planos de Manejo da Estação Ecológica Barreiro Rico e da APA Barreiro Rico estão em processo de elaboração (início em 2020). Os Perímetro Corumbataí e o Perímetro Botucatu da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá ainda não possuem Plano de Manejo.

### **Zoneamento Agroambiental**

O Zoneamento Agroambiental (ZAA) da cana-de-açúcar foi instituído pelo estado de São Paulo por meio da Resolução Conjunta SMA-SAA nº 04/2008 (alterada pela Resolução Conjunta SMA-SAA nº 06/2009), um instrumento de planejamento ambiental com o objetivo de disciplinar a expansão e a ocupação do solo pela atividade canavieira, além de subsidiar os processos de licenciamento ambiental das atividades do setor sucroenergético e a formulação de políticas públicas (SÃO PAULO, 2008).

Vale ressaltar que a APA Tanquã - Rio Piracicaba possui apenas 8,3% de sua área ocupada por atividades agrosilvipastoris. Dessa área a sua maior porção encontra-se inserida nas classes "adequado com restrições" e pequenas porções nas classes "adequado com limitações" e "inadequado".

De acordo com esse zoneamento, a maior parte da área da APA Tanquã - Rio Piracicaba está inserida na categoria “Adequada com Restrições Ambientais”, que corresponde, por definição, ao território com aptidão edafoclimática favorável para a cultura da cana e com incidência de Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação de Proteção Integral, de áreas de alta prioridade para incremento de conectividade indicadas pelo Projeto BIOTA-FAPESP, e de áreas de alta vulnerabilidade de águas subterrâneas do estado de São Paulo, conforme publicação IG-CETESB-DAEE – 1997 (SÃO PAULO, 2008). Na porção central da UC e em outras pequenas porções esparsas (especialmente em Piracicaba), há áreas classificadas como “Inadequadas” pelo Zoneamento Agroambiental, que correspondem, por definição, às Unidades de Conservação de Proteção Integral estaduais e federais, aos fragmentos classificados como de extrema importância biológica para conservação indicados pelo projeto BIOTA-FAPESP para a criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral, às Zonas de Vida Silvestre de APAs, às áreas com restrições edafoclimáticas para a cultura da cana, e às áreas com declividade superior à 20% (**Apêndice 5.1.B**). Nas porções leste e oeste da UC, há ainda áreas classificadas como “Adequadas com Limitações Ambientais”, que correspondem, por definição, ao território com aptidão edafoclimática favorável para cultura da cana-de-açúcar e incidência de Áreas de Proteção Ambiental (APAs), às áreas de média prioridade para incremento da conectividade, conforme indicação do Projeto BIOTA-FAPESP, e às bacias hidrográficas consideradas críticas.

## 5.2. Políticas públicas

### **Programa Nascentes e áreas prioritárias para compensação ambiental**

O Programa Nascentes foi instituído em 2014 por meio do Decreto Estadual nº 60.521, e reorganizado em 2017 pelo Decreto nº 62.914. Tem por objetivo fomentar a restauração da vegetação nativa no estado de São Paulo, considerando a conservação da biodiversidade e a segurança hídrica, por meio da otimização e direcionamento territorial do cumprimento de obrigações ambientais legais, voluntárias ou decorrentes de licenciamento ou de fiscalização (Artigo 2º do Decreto nº 62.914/2017). Para a execução do Programa, foi composto um comitê gestor com 12 Secretarias de Governo e outras entidades, incluindo a CETESB, que deverá direcionar, no âmbito de seus processos de licenciamento ou de autorização ambiental, as medidas mitigadoras e compensatórias relacionadas à restauração ecológica para as áreas prioritárias para o Programa Nascentes.

Assim, em 2017, foi publicada a Resolução SMA nº 07, que estabeleceu critérios e parâmetros para a definição da compensação ambiental devida em razão da emissão de autorizações para supressão de vegetação nativa, corte de árvores isoladas ou intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APPs) emitidas pela CETESB. Essa Resolução classificou os municípios em classes de prioridade para conservação e restauração da vegetação nativa, considerando determinados parâmetros, entre os quais a localização de mananciais de água para abastecimento público, as áreas consideradas prioritárias para o Programa Nascentes e o Inventário Florestal do Estado de São Paulo.

Considerando que 67,1% da área da APA Tanquã - Rio Piracicaba é composta por corpos d'água e que a parte terrestre concentra-se nos municípios de Piracicaba e São Pedro, destaca-se que os mesmos foram classificados na categoria “Muito Alta Prioridade” para restauração da vegetação nativa.

### **Plano de Bacias**

Os Planos de Bacia são instrumentos importantes das Políticas Federal e Estadual de Recursos Hídricos e norteiam as tomadas de decisão do Comitê de Bacia Hidrográfica, propondo metas e ações específicas a serem alcançadas a curto, médio e longo prazos, para a remediação das criticidades apontadas por eles, juntamente com os Relatórios de Situação de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica; apresenta caracterizações socioeconômica e física da UGRHI, com enfoque na qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

A APA Tanquã-Rio Piracicaba está localizada majoritariamente na UGRHI 5 (sub-bacia Rio Piracicaba, zonas 26 e 25), no entanto, seu trecho mais a oeste encontra-se inserido na UGRHI 10 (sub-bacia Médio Tietê Inferior).

As sedes dos municípios de Piracicaba, São Pedro e Santa Maria da Serra estão inseridas na Bacia Hidrográfica Piracicaba-Capivari-Jundiá (UGRHI 05), na sub-bacia do rio Piracicaba, enquanto as sedes de Anhembi e Botucatu localizam-se na Bacia Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10), sub-bacia Médio Tietê Inferior. Já a sede do município de Dois Córregos está inserida na Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré (UGRHI 13) (sub-bacias Rio Jacaré-Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê e do Rio Jaú, Ribeirão Ave Maria, Ribeirão do Sapé e afluentes diretos do Rio Tietê), no entanto, as porções do município que fazem parte e/ou fazem limite com a APA Tanquã - Rio Piracicaba integram a Bacia Hidrográfica Piracicaba-Capivari-Jundiá (UGRHI 05), na sub-bacia do rio Piracicaba. Há ainda uma parte do território do município de Dois Córregos que integra a sub-bacia Médio Tietê Inferior da Bacia Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10).

Além disso, parte do município de São Pedro também está inserida na Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré (UGRHI 13) e parte de Botucatu está inserida na Bacia Hidrográfica Médio Paranapanema (UGRHI 17), porém os limites dessas UGRHIs ficam fora dos limites da APA.

#### Plano de Bacia da UGRHI 05 (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020)

No Plano de Bacia vigente para a UGRHI 05 (período de 2020-2035), foi feito um diagnóstico detalhado da área de abrangência da UGRHI (aspectos socioeconômicos e físicos, e análise do uso e ocupação da terra), bem como da situação atual dos recursos hídricos da bacia (ano-base 2015 ou 2016, dependendo do dado), considerando dados de saneamento básico, demandas, disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, e efetivação do enquadramento dos corpos d'água. Com base nesses dados, foi elaborado um prognóstico, com proposição de cenários futuros e identificação de áreas críticas de gestão para a definição de metas e ações no horizonte de aplicação do Plano (2020 a 2035).

A maior demanda na UGRHI é por água superficial para o abastecimento urbano, seguida pelas atividades industriais, pela irrigação e pela dessedentação animal. Entretanto, a análise integrada dos resultados mostrou que a demanda para o abastecimento público é mais relevante nas sub-bacias Jundiá e Corumbataí, na sub-bacia Camanducaia, as atividades agropecuárias são particularmente representativas, enquanto na sub-bacia Piracicaba (onde se localiza grande parte do território da APA) ganha destaque o consumo industrial. Já com relação aos usos não consuntivos, na sub-bacia do Piracicaba destacam-se: lazer/recreação, aquicultura/captação e pesca. A navegação, apesar de existente na UGRHI 05, é inexpressiva.

Um dos pontos levantados pelo Plano é que, apesar de as águas subterrâneas nas Bacias PCJ apresentarem volumes disponíveis inferiores aos das águas superficiais, a parcela explotável é utilizada para abastecimento público e industrial principalmente, e

as reservas são de extrema importância para regular o fluxo de base dos rios, garantindo perenidade no período seco. Durante a elaboração do diagnóstico, ficou evidente que, devido às crescentes demandas, as águas subterrâneas passaram a desempenhar um papel preponderante no equilíbrio das tensões entre disponibilidade e demandas. Os aquíferos mais intensamente usados são o Tubarão e o Cristalino. Já o aquífero Guarani, apesar de sua disponibilidade comparativamente maior, é considerado pouco utilizado, tanto como aquífero livre, como confinado, principalmente por estar localizado em áreas com menor concentração urbana.

Com base na demanda e na disponibilidade, o Plano apresentou o balanço hídrico das sub-bacias da UGRHI. Com relação às águas superficiais, as situações mais críticas de demanda em relação à disponibilidade hídrica foram observadas nas sub-bacias dos Rios Piracicaba (172,8%), Capivari (144,4%) e Jundiá (92,7%). Quanto às reservas subterrâneas, as sub-bacias dos Rios Capivari e Jundiá são as que apresentam maior comprometimento, enquanto a sub-bacia do Rio Piracicaba apresenta maior conforto hídrico. Entretanto, o Plano de Bacias salienta que nem sempre as vazões subterrâneas declaradas nas bases de dados conferem com a verdadeira exploração, sendo muito provável que as demandas estejam subestimadas, principalmente nas áreas urbanas.

A localização das Bacias PCJ coincide com importantes eixos de crescimento econômico, com crescentes demandas para abastecimento, irrigação e indústria. Esta característica, associada a um potencial hidrogeológico razoável, torna-as vulneráveis em relação aos usos antrópicos. Apesar de a utilização das reservas subterrâneas ser uma alternativa para suplementar as demandas, o potencial hidrogeológico e a incerteza em relação às reservas exploráveis exigem cautela na utilização das águas subterrâneas para garantir a sua qualidade e quantidade. O Plano salienta que os aquíferos Tubarão e Cristalino (mais utilizados) devem receber maior atenção em termos de balanços quantitativos (demanda e disponibilidade), vulnerabilidade e risco à poluição, enquanto o aquífero Guarani deve sofrer intensa ação de preservação, notadamente em áreas de recarga nos locais de afloramento.

A partir da análise conjunta e inter-relacionada das principais informações sobre disponibilidade, demandas, balanço hídrico, saneamento básico, qualidade das águas e avaliação da gestão, o Plano levantou como temas estratégicos para a geração de subsídios à gestão dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos nas Bacias PCJ: efetivação do enquadramento dos corpos hídricos superficiais (com universalização de coleta e tratamento de esgotos, estratégias para remoção das cargas poluidoras de origem difusa e capacitação de operadores de saneamento); garantia de suprimento hídrico, prevenção a inundações e drenagem urbana (com apoio aos municípios e o fortalecimento institucional); conservação e uso do solo e da água no meio rural e recomposição florestal (com proteção de mananciais e recomposição florestal, promoção do uso eficiente da água e conservação do solo no meio rural, e saneamento

rural); águas subterrâneas (com aumento do conhecimento hidrogeológico da região e melhoria no banco de dados de poços para suporte a decisões); educação ambiental, integração e difusão de pesquisas e tecnologias (com comunicação institucional dos Comitês PCJ e difusão de pesquisas e tecnologias em recursos hídricos, capacitação técnica relacionada ao planejamento e com a gestão dos recursos hídricos e educação ambiental voltada à conservação dos recursos hídricos em áreas rurais e áreas protegidas); e gestão dos recursos hídricos (com implementação dos instrumentos de gestão, articulação entre os Comitês de Bacia PCJ e Sorocaba Médio Tietê, entre outros).

#### Plano de Bacia da UGRHI 10 (CBH-SMT, 2017)

No Plano de Bacia vigente para a UGRHI 10 (período de 2016-2027), foram feitas análises detalhadas quanto à situação atual dos recursos hídricos da bacia (demanda, disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos), e a elaboração de um prognóstico baseado na disponibilidade e demanda ao longo do tempo (em 2016 e projeções para os anos de 2020, 2025 e 2030).

Utilizando como base o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos de 2016 para o diagnóstico (CBH-SMT, 2016), o Plano demonstra que a principal demanda é por água superficial (mais de 83% do total em 2015), porém deixa claro que há uma tendência de aumento gradual da demanda subterrânea, juntamente com as outorgas na bacia, levando a um fator que pode se tornar um complicador em longo prazo, devido à possibilidade de redução de sua disponibilidade. Apesar de, no geral, as demandas para usos urbanos serem as mais representativas na UGRHI 10 como um todo, na sub-bacia Médio Tietê Inferior (onde se localiza a porção da APA nessa UGRHI) destaca-se a demanda para uso rural, sendo o município de Botucatu o principal usuário (apesar da sua alta taxa de urbanização), seguido por Anhembi. Entre os usos não-consuntivos na UGRHI 10, destacam-se os destinados à geração de energia elétrica, navegação, recreação, pesca e assimilação de efluentes, porém, nos municípios de Botucatu e Anhembi, não há demanda para tais usos.

Quanto à disponibilidade de recursos hídricos na UGRHI 10, o Plano de Bacia aponta que essa não deve sofrer alterações ao longo do tempo, considerando que não existem projetos que possam interferir na disponibilidade hídrica futura. A sub-bacia Médio Tietê Inferior é apontada como a que apresenta a maior disponibilidade hídrica, tanto superficial quanto subterrânea (reserva explotável). Entretanto, por estar situada na área de recarga do Aquífero Guarani, deve ser objeto de atenção especial para a gestão de recursos hídricos, tendo em vista a sua vulnerabilidade à contaminação, o que pode afetar a sua disponibilidade.

A partir dos dados de demanda e de disponibilidade hídrica do diagnóstico, o Plano fez um prognóstico e classificou as sub-bacias que compõem a UGRHI 10 quanto ao

balanço hídrico. No caso das águas superficiais, foi verificado que, para a UGRHI no geral, a situação é confortável se forem consideradas as vazões de longo termo e as vazões médias, requerendo atenção em relação às vazões mínimas (em 2016, e projeções para 2020, 2025 e 2030). No entanto, esta situação não é uniforme para toda a UGRHI, havendo áreas críticas que devem ter especial atenção, como a sub-bacia do Médio Sorocaba, onde também está concentrado o maior contingente populacional e de atividades industriais da bacia. Já no caso da sub-bacia Médio Tietê Inferior, a vazão mínima era considerada boa em 2016, mas passou ao estado de atenção a partir de 2020. No caso das águas subterrâneas, tanto a UGRHI no geral quanto à sub-bacia Médio Tietê Inferior estão classificadas como boas nos anos considerados (em 2016, e projeções para 2020, 2025 e 2030), porém outras sub-bacias demandarão atenção por evoluírem para uma situação de criticidade com o passar dos anos.

Já no que tange à qualidade das águas, o Plano chama a atenção para os recursos subterrâneos. As áreas mais vulneráveis estão concentradas nos locais de afloramento do Sistema Aquífero Guarani, localizadas na sub-bacia do Médio Tietê Inferior, onde há contaminação por nitrato. Assim, a área de afloramento do Aquífero Guarani se configura como uma das áreas prioritárias para a gestão dos recursos hídricos no âmbito da UGRHI 10.

Outros temas definidos como prioritários para a gestão na UGRHI, a partir da análise conjunta e inter-relacionada das principais informações sobre disponibilidade, demandas, balanço hídrico, saneamento básico, qualidade das águas e avaliação da gestão, foram: recuperação da cobertura vegetal, especialmente nas áreas de preservação permanente (a perda de vegetação aumenta a vulnerabilidade dos recursos hídricos, favorecendo a sua poluição/contaminação e o aumento do seu nível de trofia, a erosão das margens, a compactação do solo etc., com implicações tanto da qualidade das águas, quanto na sua disponibilidade); controle dos processos de erosão e assoreamento; redução no índice de perdas nos sistemas de abastecimento público; universalização da coleta e tratamento de esgotos nas áreas urbanas e rurais; entre outros.

### 5.3. Referências Bibliográficas

CBH-SMT. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2016, ano base 2015. Sorocaba: CBH-SMT, 2016. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/relatoriosituacaodosrecursososhidricos>. Acesso em: jan. 2021.

CBH-SMT. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê. Plano de Bacia Hidrográfica 2016-2027. Relatórios I, II e III. CBH-SMT, FABH-SMT, 2017. Disponível em: <https://www.agenciasmt.com.br/paginas.aspx?pag=PlanoBacias>. Acesso em: jan. 2021.

CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2020 a 2035: Relatório Final e Anexos. Organizado por Comitês PCJ/Agência das Bacias PCJ. Piracicaba (SP): Consórcio Profill-Rhama, 2020. 757 p.

IGC. Limites das 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do Estado de São Paulo em escala 1:1.000.000. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: nov. 2020.

IGC. Limites Municipais do Estado de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: nov. 2020.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Plano de Manejo da APA Corumbataí, Botucatu e Tejujá –Perímetro Botucatu, volume I - Diagnóstico. São Paulo, 2011. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/2016/03/Volume-1-Diagn%C3%B3stico.pdf>. Acesso em: abr. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Zoneamento Agroambiental para o Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo. São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/etanolverde/zoneamento-agroambiental/>. Acesso em: jan. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Proposta de criação – Área de Proteção Ambiental Barreiro Rico e Área de Proteção Ambiental Tanquã-Rio Piracicaba. Relatório Técnico. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2018.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Guia de Áreas Protegidas. APA Corumbataí-Botucatu-Tejujá - Perímetro Corumbataí. São Paulo, c2021c. Disponível em: <https://guiadeareasprotegidas.sp.gov.br/ap/area-de-protecao-ambiental-corumbatai-botucatu-tejupa-perimetro-corumbatai/>. Acesso em: abr. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Guia de Áreas Protegidas. APA Corumbataí-Botucatu-Tejujá - Perímetro Botucatu. São Paulo, c2021d. Disponível em: <https://guiadeareasprotegidas.sp.gov.br/ap/area-de-protecao-ambiental-corumbatai-botucatu-tejupa-perimetro-botucatu/>. Acesso em: abr. 2021.

### Legislação consultada

ANHEMBI. Lei nº 1.680, de 3 de abril de 2007. Dispõe sobre Plano Diretor Participativo, o sistema e o processo de planejamento e gestão do desenvolvimento urbano do Município de Anhembi. Disponível em: [https://www.camaraanhemi.sp.gov.br/portal/leis\\_decretos](https://www.camaraanhemi.sp.gov.br/portal/leis_decretos). Acesso em: jan. 2021.

BOTUCATU. Lei Complementar nº 1.224, de 6 de outubro de 2017. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Botucatu e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-botucatu-sp>. Acesso em: jan. 2021.

DOIS CÓRREGOS. Lei Complementar nº 03, de 10 de outubro de 2006. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Dois Córregos. Disponível em: <https://consulta.siscam.com.br/camaradoiscoregos/arquivo?Id=6152>. Acesso em: abr. 2021.

PIRACICABA. Lei Complementar nº 405, de 18 de dezembro de 2019. Aprova o Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba, revoga as Leis Complementares nº 186/06, nº 201/07, nº 213/07, nº 220/08, nº 222/08, nº 247/09, nº 249/09, nº 255/10, nº 257/10, nº 261/10, nº 287/11, nº 293/12, nº 295/12, nº 323/14, nº 346/15, nº 354/15, nº 367/16 e nº 394/18 e dá outras providências. Disponível em: <http://planodiretor.piracicaba.sp.gov.br/plano-diretor-de-desenvolvimento-de-piracicaba/>. Acesso em: jan. 2021.

SANTA MARIA DA SERRA. Lei Complementar nº 1.070, de 18 de junho de 2008. Dispõe sobre o Plano Diretor de Santa Maria da Serra e dá outras providências. Disponível em: <https://www.santamariadaserra.sp.gov.br/downloads/LEI%20N%201070%20DE%2018-06-2008-Plano%20Diretor%20de%20Sta%20M.%20da%20Serra.pdf>. Acesso em: abr. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 62.914, de 08 de novembro de 2017. Reorganiza o Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e à Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras de Mananciais de Água-Programa Nascentes e dá providências correlatas. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/alesp/pesquisa-legislacao/>. Acesso em: jan. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Resolução Conjunta SMA-SAA nº 04, de 18 de setembro de 2008. Dispõe sobre o Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/category/resolucoes-sma/>. Acesso em: jan. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Resolução Conjunta SMA-SAA nº 06, de 24 de setembro de 2009. Altera o Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. Disponível em:

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/category/resolucoes-sma/>. Acesso em: jan. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA nº 07, de 18 de janeiro de 2017. Dispõe sobre os critérios e parâmetros para compensação ambiental de áreas objeto de pedido de autorização para supressão de vegetação nativa, corte de árvores isoladas e para intervenções em Áreas de Preservação Permanente no Estado de São Paulo. Disponível em:

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/category/resolucoes-sma/>. Acesso em: jan. 2021.

SÃO PEDRO. Lei Complementar nº 67, de 29 de dezembro de 2010. Institui o Plano Diretor do Município de São Pedro, nos termos do artigo 182 da Constituição Federal, e do capítulo III da Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-sao-pedro-sp>. Acesso em: jan. 2021.

## 6. ANALISE INTEGRADA

## 7. ZONEAMENTO

### CATEGORIA E NOME DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

#### 7.1. Objetivo geral

Fazer a descrição dos objetivos gerais da UC

#### 7.2. Do zoneamento

Listar as Zonas, Áreas e Setores previstos no Zoneamento, com quadro de áreas das Zonas e dos Setores (em hectares e em percentual)

#### 7.3. Normas gerais para zoneamento

Inserir as normas gerais, utilizando como base as normas referências indicadas por este Anexo.

#### 7.4. Zoneamento - tipologia de zonas

Redação a ser formulada no âmbito da elaboração do Plano de Manejo de cada Unidade de Conservação, indicando os dados da representação gráfica do zoneamento (escala, mapa base, número de anexo).

##### NOME DA ZONA

**Definição:** Conforme roteiro.

**Descrição:** A ser formulada no âmbito da elaboração do Plano de Manejo de cada Unidade de Conservação, descrevendo os principais atributos abrangidos pela zona.

**Objetivo:** Conforme roteiro.

**Objetivos específicos:** Inserir, conforme a caracterização da UC

**Atividades permitidas:** Inserir utilizando como base as atividades referenciais indicadas por este Anexo.

**Normas específicas:** Inserir utilizando como base as normas referências indicadas por este Anexo.

#### 7.5. Zoneamento - tipologia de áreas

##### NOME DA ÁREA

**Definição:** Conforme roteiro.

**Descrição:** A ser formulada no âmbito da elaboração do Plano de Manejo de cada Unidade de Conservação, descrevendo os principais atributos abrangidos pela área.

**Incidência:** Conforme roteiro.

**Objetivo:** Conforme roteiro.

**Objetivos Específicos:** Inserir conforme a caracterização da UC

**Atividades permitidas:** Inserir utilizando como base as atividades referenciais indicadas por este Anexo.

**Normas:** Inserir utilizando como base as normas referências indicadas por este Anexo.

#### 7.6. Item 1 – mapa do zoneamento (zonas e áreas)

### 8. PROGRAMAS DE GESTÃO

#### 8.1. Apresentação

#### 8.2. Programa de manejo e recuperação

#### 8.3. Programa de interação socioambiental

#### 8.4. Programa de proteção e fiscalização

#### 8.5. Programa de pesquisa e monitoramento

#### 8.6. Programa de Desenvolvimento sustentável

### ANEXO I – INFORMAÇÕES GERAIS DA UC

O capítulo Informações Gerais da UC não possui apêndices.

## ANEXO II – MEIO BIÓTICO

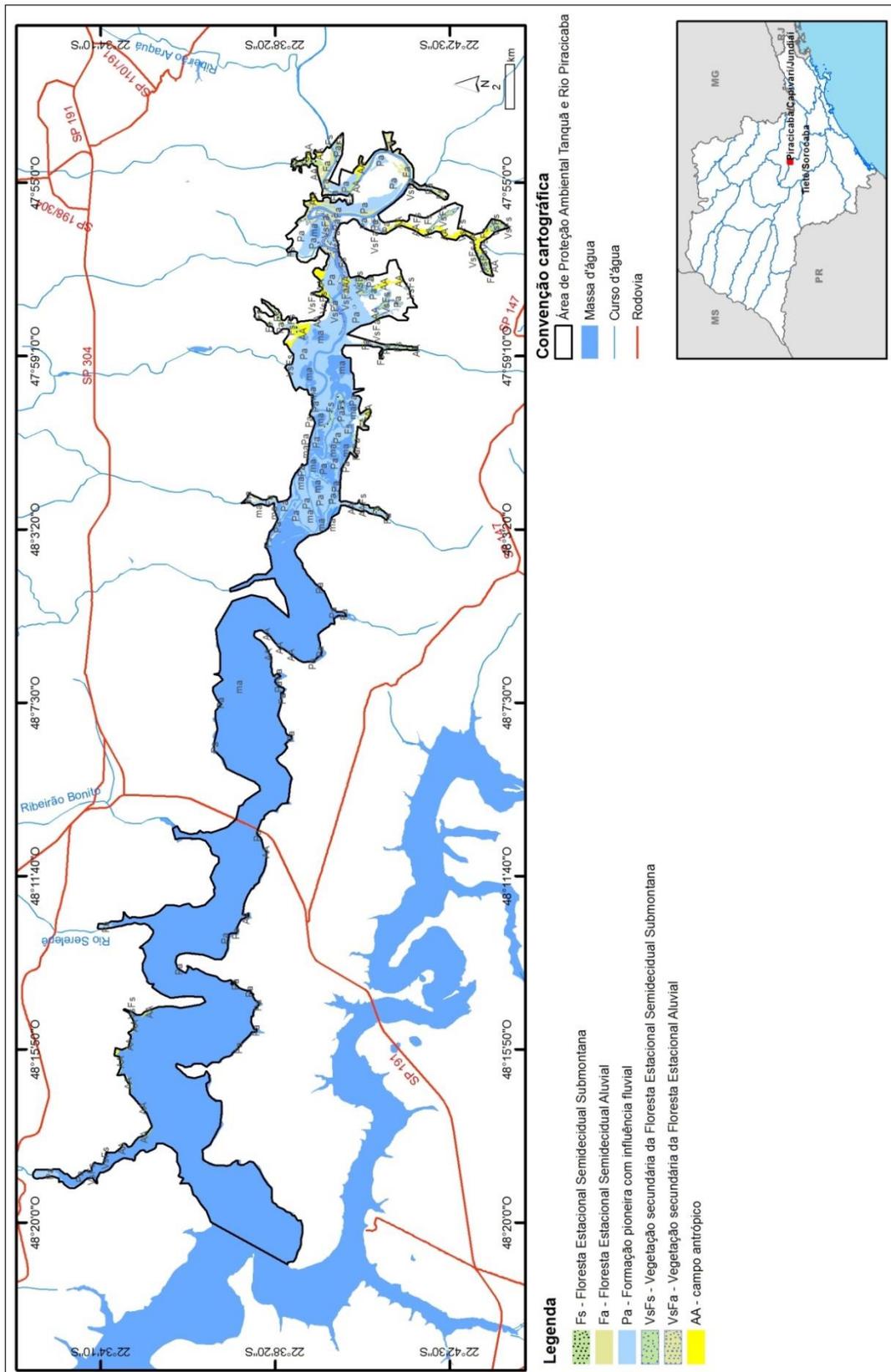
### 2.1 Vegetação

#### Metodologia

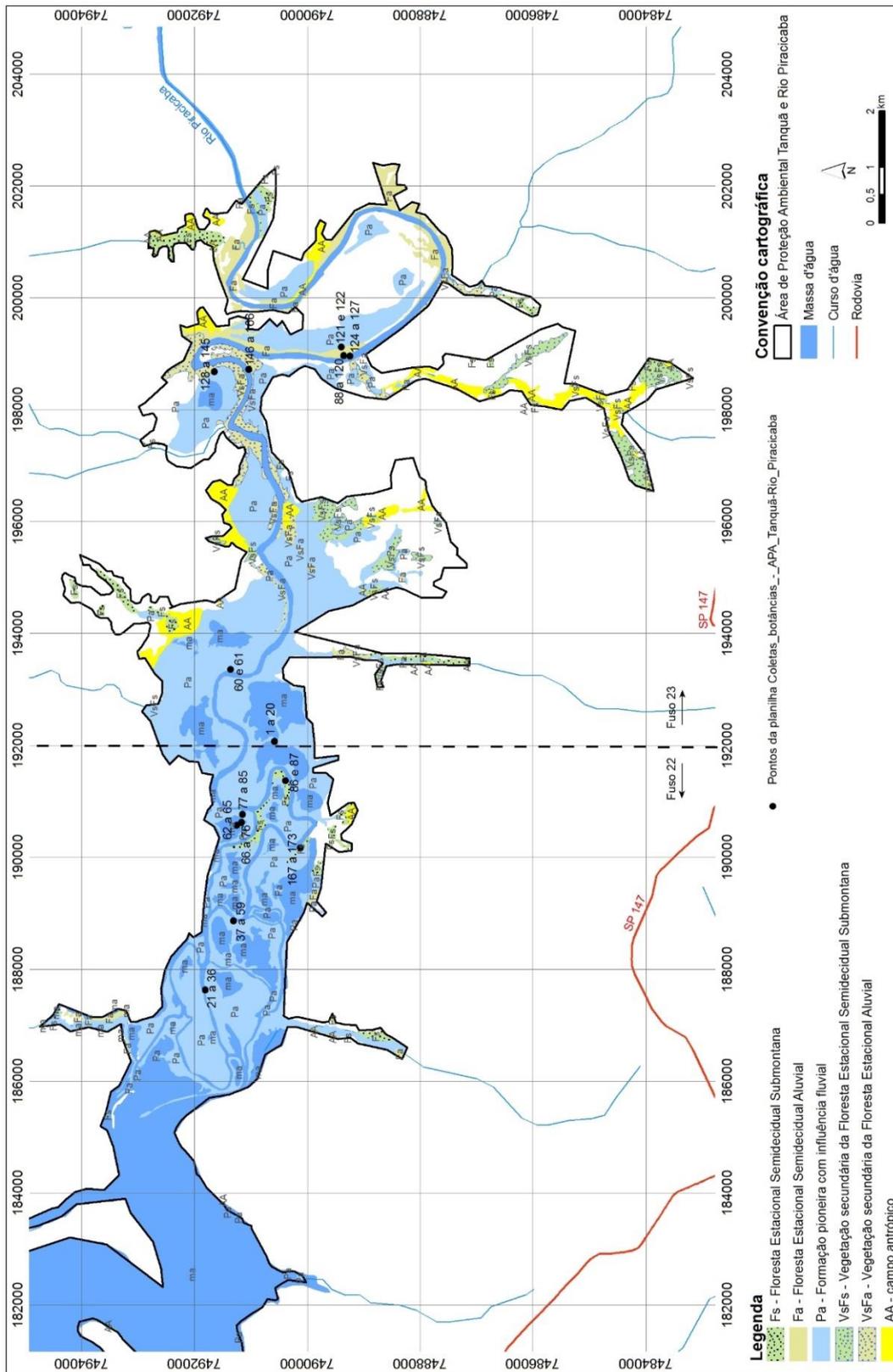
#### APÊNDICE 2.1.2.A

Descrição	Área (ha)	%
<b>Floresta Estacional Semidecidual</b>		
Fs - Floresta Estacional Semidecidual Submontana	146,61	1,17
Fa - Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	171,13	1,37
<b>Formação Pioneira</b>		
Pa - Formação pioneira com influência fluvial	2006,22	16,03
<b>Sistema Secundário</b>		
VsFs - Vegetação secundária da Floresta Estacional Semidecidual Submontana	151,78	1,21
VsFa - Vegetação secundária da Floresta Estacional Aluvial	151,46	1,21
AA - campo antrópico	250,32	2,00
massa d'água	9639,46	77,01
<b>Total</b>	<b>12516,99</b>	<b>100</b>

## APÊNDICE 2.1.2.B - Mapeamento da vegetação



## APÊNDICE 2.1.2.C - Mapeamento da vegetação



## Conectividade Estrutural

### Apêndice 2.1.6.A

#### Material e Método

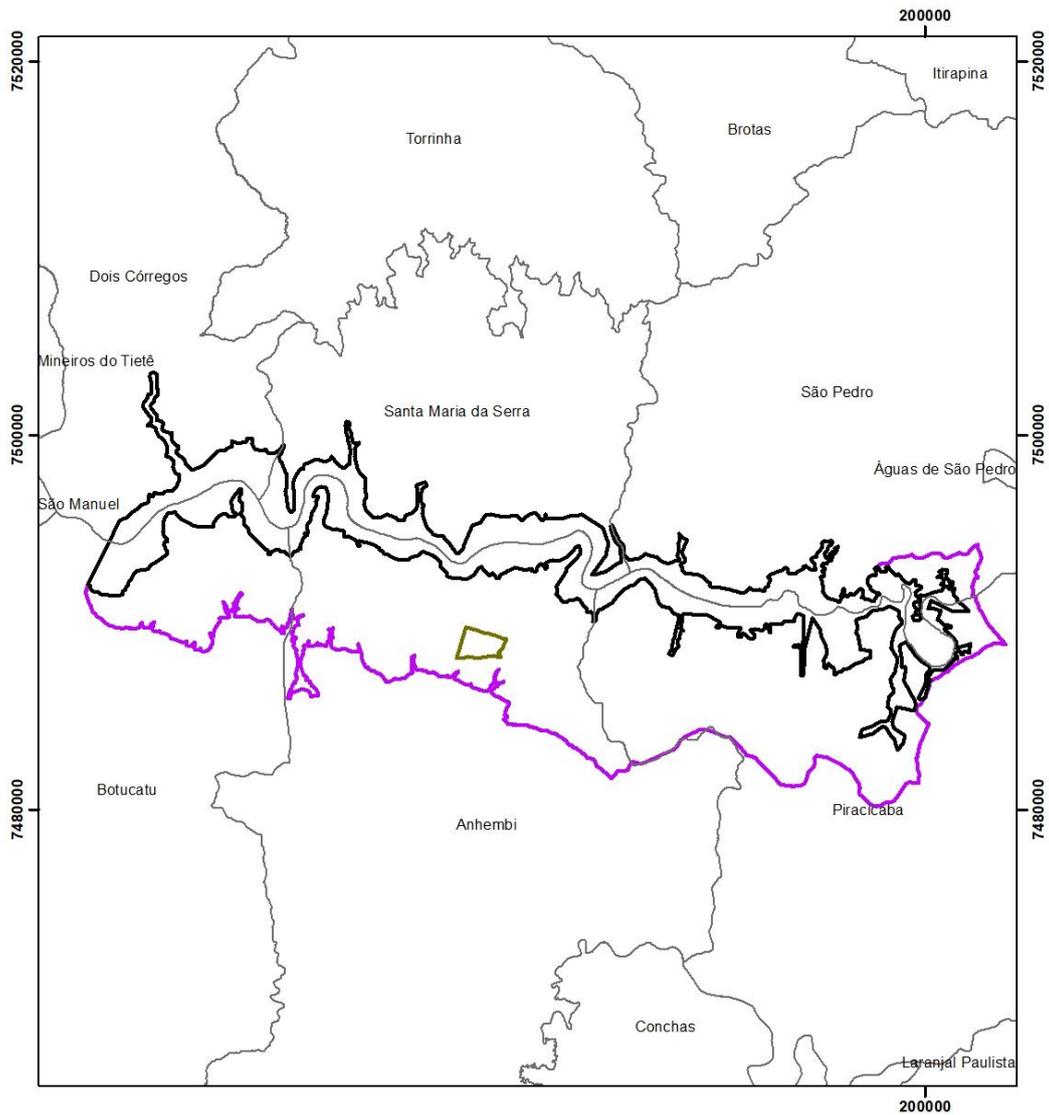
A cobertura vegetal nativa, utilizada nesta análise, é proveniente do mapeamento produzido pelo projeto Inventário Florestal do Estado de São Paulo, do Instituto Florestal, referente ao período de 2017 a 2019, baseado em imagens de satélite de alta resolução espacial (0,5 metros) utilizando a legenda IBGE/RADAM/BRASIL. A cobertura vegetal nativa na unidade é de 2.806,10 ha, ou seja, 20,0 % de sua superfície (**Apêndice 2.1.6.B**). A cobertura vegetal nativa presente na área de estudo (**Apêndice 2.1.6.C**), é a seguinte:

**Apêndice 2.1.6.B** - Distribuição da área de cobertura vegetal nativa, por fitofisionomia.

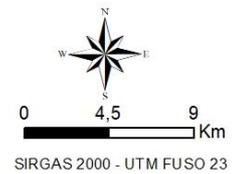
Fitofisionomia	Área (ha)	(%)
Floresta Estacional Semidecidual em grau médio de conservação	583,25	20,8
Formação Pioneira com Influência Fluvial	2.222,85	79,2
<b>Total (ha)</b>	<b>2.806,10</b>	

Fonte: Marco Nalon, 2021

## Localização da área de estudo



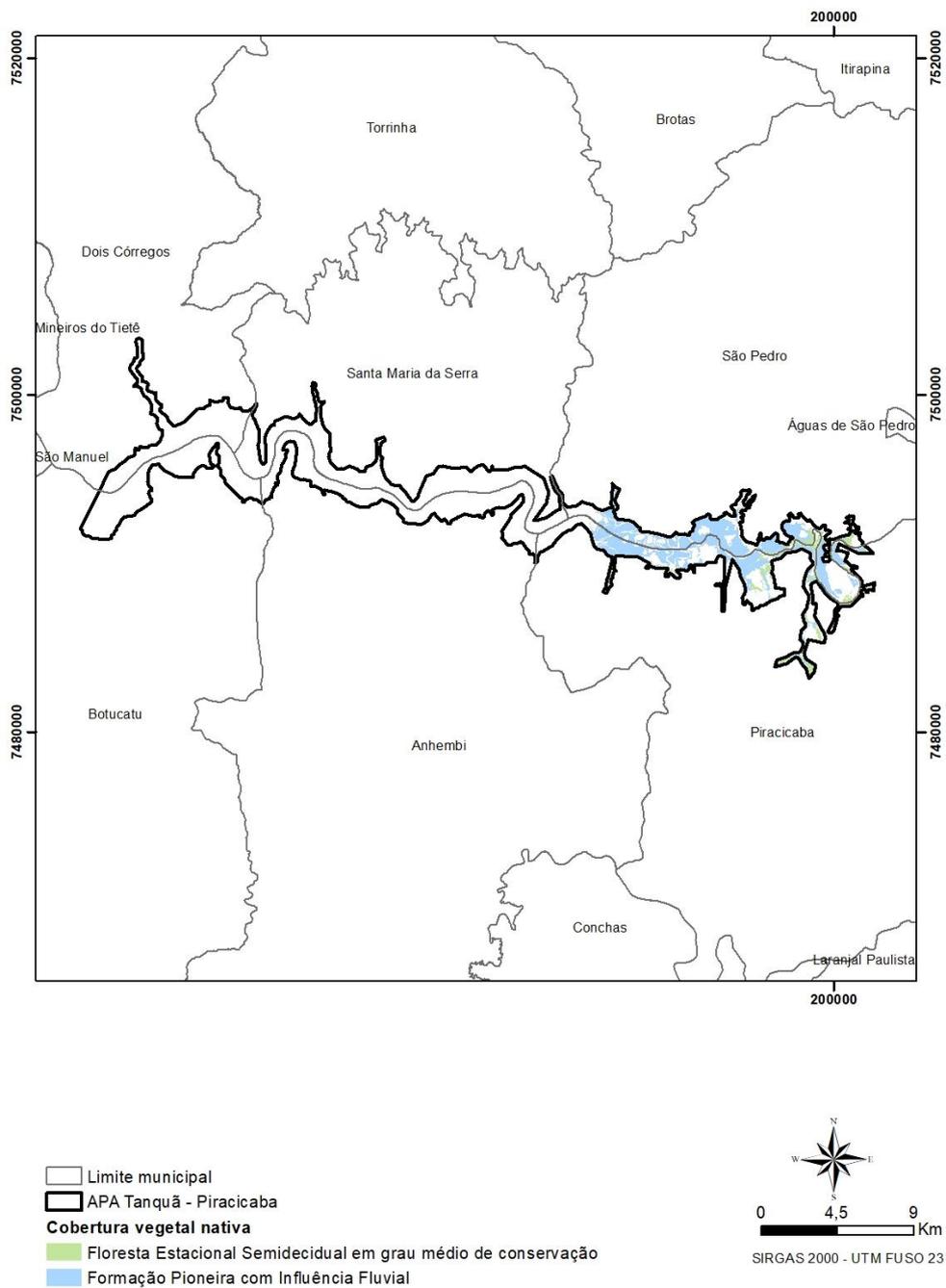
-  Limite municipal
-  APA Tanquã - Piracicaba
-  APA Barreiro Rico
-  E. E. Barreiro Rico



Fonte: Inventário Florestal do Estado de São Paulo  
Instituto Florestal, 2020

Fonte: Marco Nalon, 2021

### Apêndice 2.1.6.C - Fitofisionomias da cobertura vegetal nativa da área de estudo.



Fonte: Inventário Florestal do Estado de São Paulo  
Instituto Florestal, 2020

Fonte: Marco Nalon, 2021

A análise da proximidade estrutural entre fragmentos de vegetação nativa foi realizada considerando quatro distâncias entre os mesmos:

- até 100 metros, a partir de uma área de entorno de 50 metros em torno de todos os fragmentos
- até 200 metros, a partir de uma área de entorno de 100 metros em torno de todos os fragmentos
- até 300 metros, a partir de uma área de entorno de 150 metros em torno de todos os fragmentos
- até 400 metros, a partir de uma área de entorno de 200 metros em torno de todos os fragmentos

As áreas envoltórias de 50 m, 100 m, 150m e 200 m em torno de cada fragmento de vegetação nativa foram unidas, formando polígonos resultantes contínuos dessas envoltórias que se tocam, para cada distância.

Em cada polígono de área envoltória, de cada distância, foi levantado o número de fragmentos de vegetação nativa contidos em seu interior, e posteriormente classificados segundo este número, da seguinte forma (**Apêndice 2.1.6.D**):

**Apêndice 2.1.6.D** - Classes de número de fragmentos contidos por área envoltória.

Classe	Número de fragmentos próximos
1	1 (fragmento isolado)
2	de 2 a 10 (baixa proximidade)
3	de 11 a 100 (média proximidade)
4	de 101 a 1.000 (alta proximidade)
5	mais do que 1.000 (muito alta proximidade)

Fonte: Marco Nalon, 2021

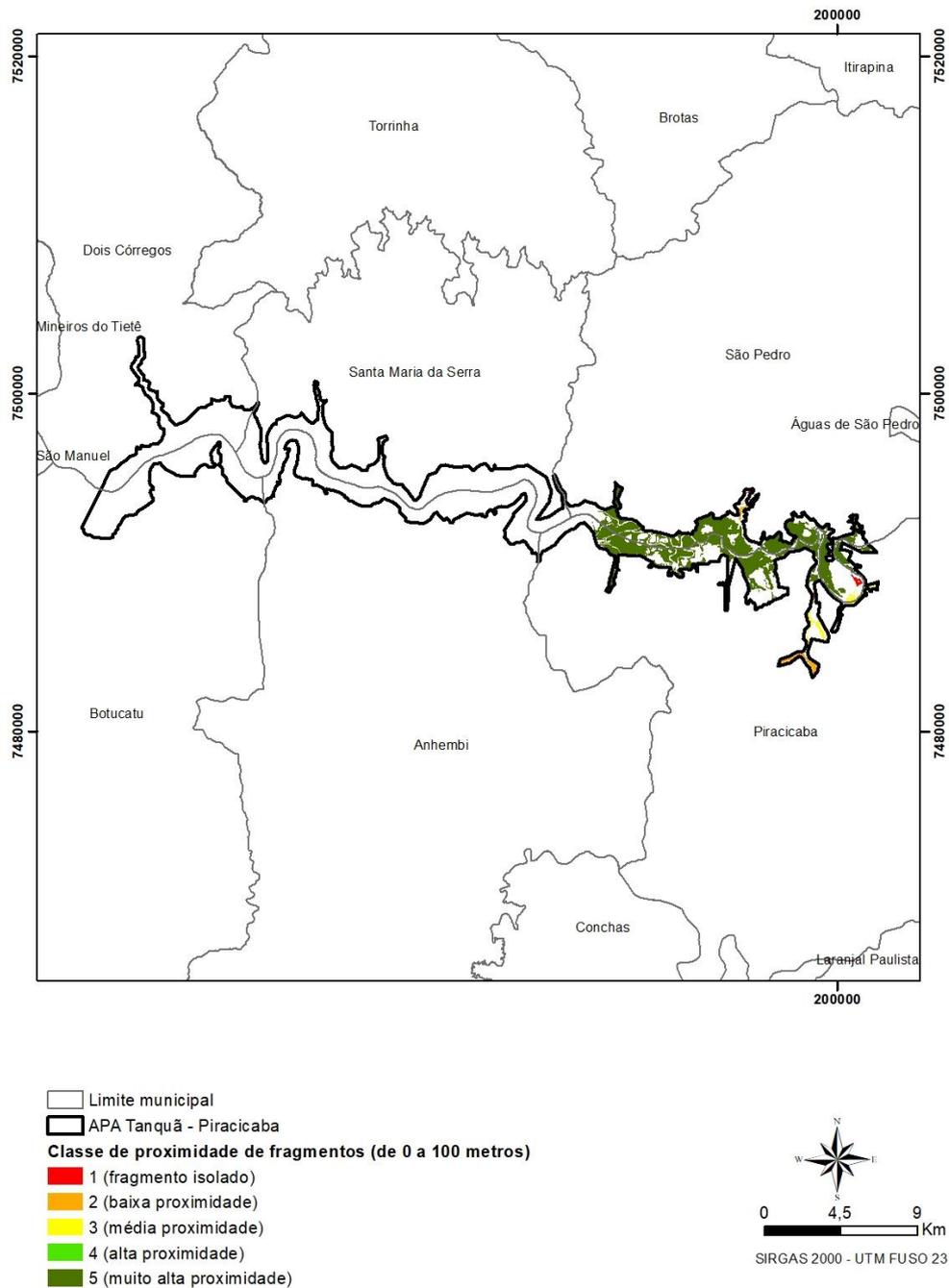
Para as áreas envoltórias de 50 metros, a distribuição do número de fragmentos e área de cobertura vegetal nativa é (**Apêndice 2.1.6.E**) (**Apêndice 2.1.6.F**):

**Apêndice 2.1.6.E** - Distribuição dos fragmentos de de cobertura vegetal nativa em áreas envoltórias de 50 metros (de 0 m a 100 m de distância).

Classe	Número de fragmentos	Área (ha)	(%)
1	22	49,29	1,8
2	55	136,13	4,9
3	31	199,97	7,1
4	2	0,93	0,0
5	107	2;419,78	86,2
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>2.806,10</b>	

Fonte: Marco Nalon, 2021

Apêndice 2.1.6.F - Classes de proximidade entre fragmentos, considerando uma distância de 0 metro a 100 metros de distância.



Fonte: Inventário Florestal do Estado de São Paulo  
 Instituto Florestal, 2020

Fonte: Marco Nalon, 2021

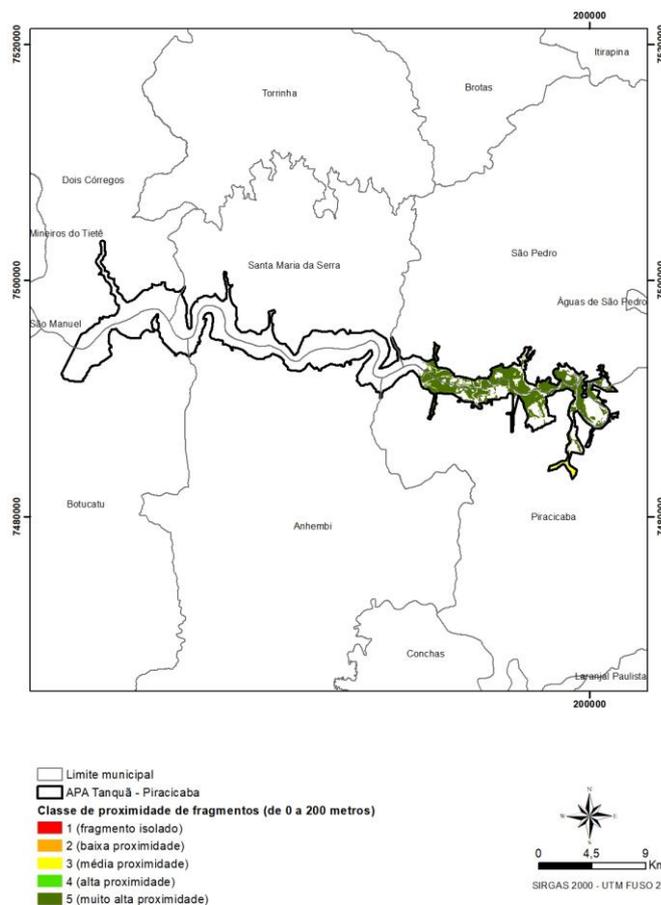
Para as áreas envoltórias de 100 metros, a distribuição do número de fragmentos e área de cobertura vegetal nativa é (Apêndice 2.1.6.G) (Apêndice 2.1.6.H):

**Apêndice 2.1.6.G** - Distribuição dos fragmentos de cobertura vegetal nativa em áreas envoltórias de 100 metros (de 0 m a 200 m de distância).

Classe	Número de fragmentos	Área (ha)	(%)
1	9	18,43	0,7
2	45	41,34	1,5
3	19	104,91	3,7
4	0	0	0,0
5	144	2.641,42	94,1
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>2.806,1</b>	

Fonte: Marco Nalon, 2021

**Apêndice 2.1.6.H** - Classes de proximidade entre fragmentos, considerando uma distância de 0 metro a 200 metros de distância.



Fonte: Inventário Florestal do Estado de São Paulo Instituto Florestal, 2020

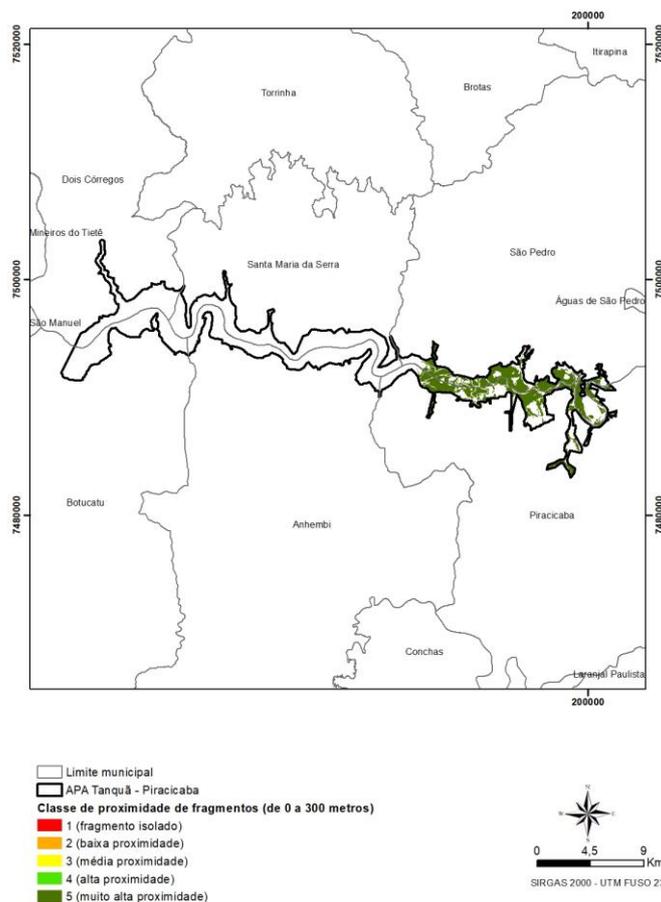
Para as áreas envoltórias de 150 metros, a distribuição do número de fragmentos e área de cobertura vegetal nativa é (Apêndice 2.1.6.I) (Apêndice 2.1.6.J):

**Apêndice 2.1.6.I** - Distribuição dos fragmentos de de cobertura vegetal nativa em áreas envoltórias de 150 metros (de 0 m a 300 m de distância).

Classe	Número de fragmentos	Área (ha)	(%)
1	5	10,74	0,4
2	34	36,15	1,3
3	27	44,58	1,6
4			0,0
5	151	2.714,63	96,7
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>2.806,1</b>	

Fonte: Marco Nalon, 2021

**Apêndice 2.1.6.J** - Classes de proximidade entre fragmentos, considerando uma distância de 0 metro a 300 metros de distância.



Fonte: Inventário Florestal do Estado de São Paulo Instituto Florestal, 2020

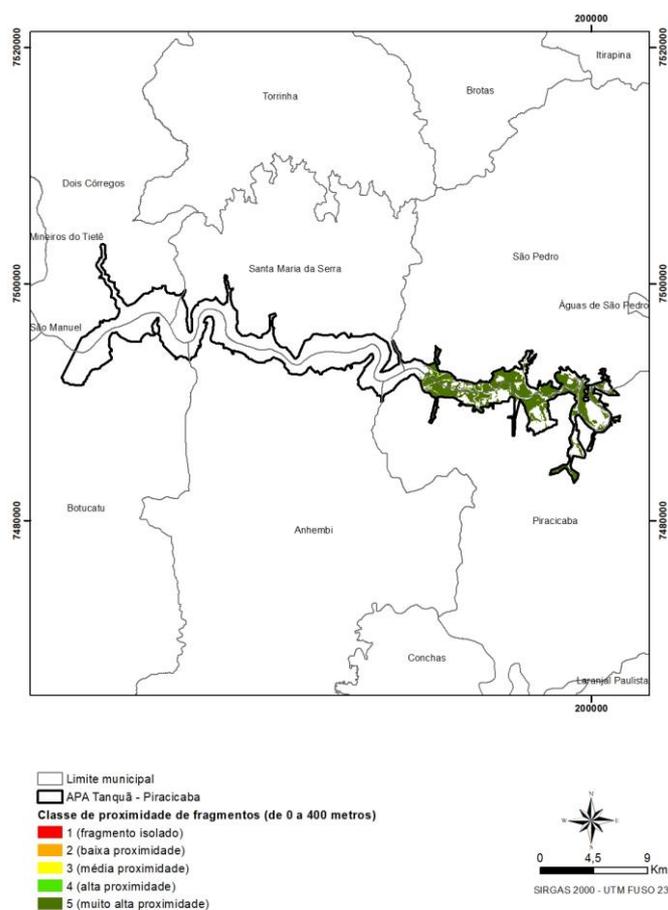
Para as áreas envoltórias de 200 metros, a distribuição do número de fragmentos e área de cobertura vegetal nativa é (Apêndice 2.1.6.K) (Apêndice 2.1.6.L):

**Apêndice 2.1.6.K** - Distribuição dos fragmentos de cobertura vegetal nativa em áreas envoltórias de 200 metros (de 0 m a 400 m de distância).

Classe	Número de fragmentos	Área (ha)	(%)
1	3	6,02	0,2
2	19	18,4	0,7
3	19	30,54	1,1
4			0,0
5	176	2.751,14	98,0
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>2.806,1</b>	

Fonte: Marco Nalon, 2021

**Apêndice 2.1.6.L** - Classes de proximidade entre fragmentos, considerando uma distância de 0 metro a 400 metros de distância.



Fonte: Inventário Florestal do Estado de São Paulo Instituto Florestal, 2020

A classe de proximidade geral do fragmento de vegetação nativa foi calculada a partir da soma dos valores das quatro classes de distância de cada fragmento, onde o valor mínimo foi 4 (quatro) e o valor máximo foi 20 (vinte):  $CG = C50 + C100 + C150 + C200$ . Quanto mais próximo o valor da soma for do valor máximo, melhores são as classes de distância do fragmento, isto é, possui um maior número de fragmentos em seu entorno.

Quanto mais próximo o valor da soma for do valor mínimo, piores são as classes de distância do fragmento, isto é, possui um menor número de fragmentos em seu entorno, podendo até encontrar-se isolado.

Os valores obtidos da classe de proximidade geral foram normalizados, pela equação abaixo:  $CGN = (CG - 4) / (20 - 4)$

O resultado da classe geral normalizada (CGN) foi reclassificado em 5 (cinco) classes, obtendo-se a classe geral de proximidade (CGP), da seguinte forma (**Apêndice 2.1.6.M**):

**Apêndice 2.1.6.M** - Valor normalizado (CGN) da classe geral de proximidade (CGP).

Classe Geral de Proximidade Final (CGP)	Classe Geral Normalizada (CGN)
1	0 (fragmento isolado) (pior situação)
2	de 0,01 a 0,25 (baixa proximidade)
3	de 0,25 a 0,50 (média proximidade)
4	de 0,50 a 0,75 (alta proximidade)
5	de 0,75 a 1,00 (muito alta proximidade) (melhor situação)

Fonte: Marco Nalon, 2021

Os resultados para CGP são (**Apêndice 2.1.6.N**) (**Apêndice 2.1.6.O**):

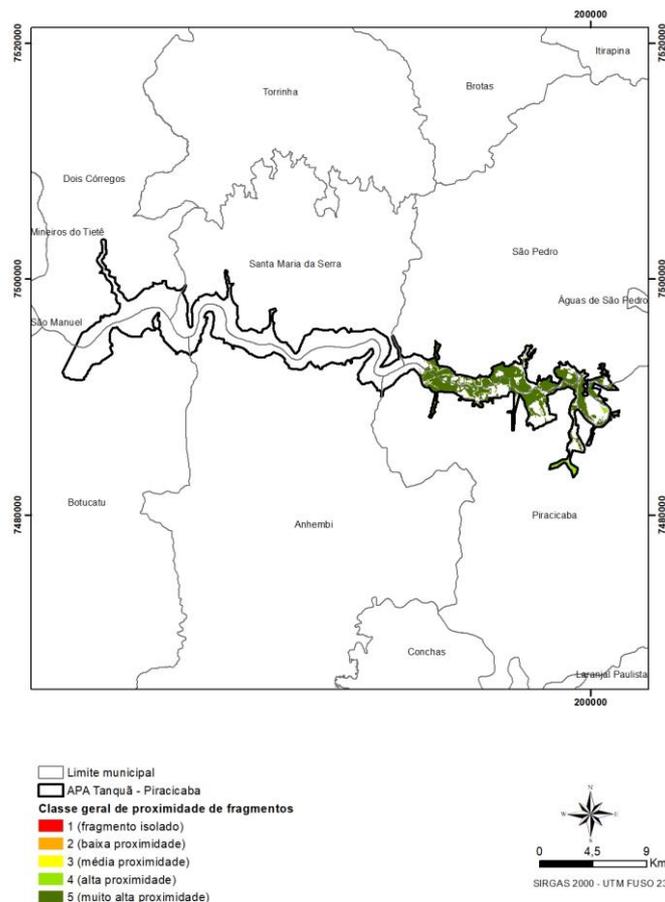
**Apêndice 2.1.6.N** - Distribuição da área de cobertura vegetal nativa por classe geral de proximidade (CGP).

Classe	Número de fragmentos	Área (ha)	(%)
1	3	6,02	0,2
2	22	26,79	1,0
3	38	46,23	1,6
4	17	111,45	4,0
5	137	2.615,61	93,2
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>2.806,1</b>	

Fonte: Marco Nalon, 2021

Quanto menor o valor da classe, pior a situação de proximidade entre os fragmentos de vegetação, ou seja, predomínio de fragmentos pouco próximos uns dos outros. Quanto maior o valor da classe, melhor a situação de proximidade entre os fragmentos de vegetação, ou seja, predomínio de fragmentos mais próximos uns dos outros.

#### Apêndice 2.1.6.O - Classe geral de proximidade entre fragmentos.



Fonte: Inventário Florestal do Estado de São Paulo  
Instituto Florestal, 2020

Fonte: Marco Nalon, 2021

## 2.2. Fauna

### Metodologia

A planície de inundação do Tanquã (Figuras 2.A e 2.B) no rio Piracicaba é local de grande heterogeneidade ambiental constituído por lagoas marginais sazonalmente conectadas ao curso principal, canais secundários, bancos de sedimentos e vegetação herbácea-arbustiva de várzea, emersa ou flutuante. Após a instalação da barragem de Barra Bonita no rio Tietê, a área sujeita a inundação foi ampliada aumentando a retenção da água durante a estação seca, devido às necessidades de produção de energia elétrica e de manutenção de operação da hidrovia Tietê-Paraná (Petesse et al., 2007). Com isso a flutuação sazonal na profundidade da água foi alterada, com os meses de menor precipitação podendo apresentar maior nível de água do que os meses da estação chuvosa, nos quais ocorre descarga pelas comportas da represa (Magalhães, 1999; Robinson e Pizo, 2017).

As outras localidades de destaque na área de estudo são quatro remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, que juntos somam perto de 2.500 ha, inseridos numa matriz em que predominam pastagens e canaviais (Figuras 2.A e 2.C). Três desses fragmentos situam-se na antiga fazenda Barreiro Rico, que ao longo do século XX e início do século XXI foi sucessivamente desmembrada em porções menores. Atualmente, Barreiro Rico p o nome de uma destas fazendas “descendentes” da original e um bairro rural do município de Piracicaba.

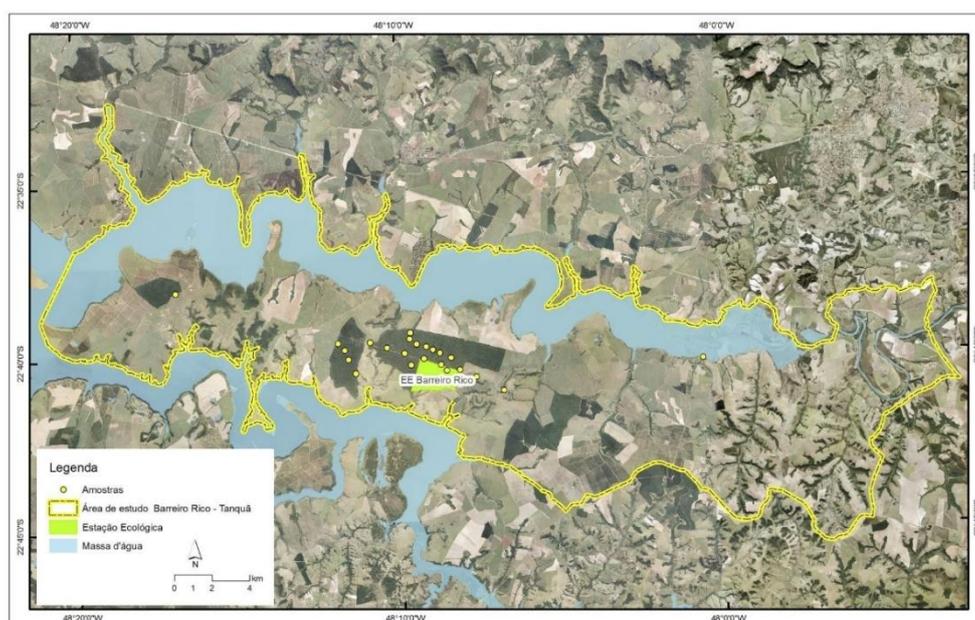


**Figura 2.A.** Vista geral da planície de inundação do Tanquã, Piracicaba-SP.



**Figura 2.B.** Vista geral do remanescente florestal de 1.450ha Viraeiro/Tabatinguera, Anhembi- SP.

As informações sobre os vertebrados foram obtidas por meio de trabalho de campo (11/01/2000 a 17/11/2002; 15/10/2016 e 23 a 26/06/2018; Figura 2.C), revisão bibliográfica e consulta aos bancos de dados online de coleções científicas, Species Link (2018), Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira - SiBBR (2018) e VertNet (2018), e do banco de imagens e gravações de aves do site WikiAves (2018). O Dr. Osvaldo Takeshi Oyakawa, do Museu de Zoologia da USP, gentilmente cedeu informações sobre os peixes da região depositados nesta coleção.



**Figura 2.C.** Localidades amostradas durante o trabalho de campo entre 23 e 26/06/2018.

A Fazenda Bacury é a propriedade que apresenta a maior gleba dos quatro remanescentes florestais e tem sido muito visitada por observadores de aves recentemente. Vários desses observadores de aves inserem suas fotografias e gravações de áudio no site WikiAves, o que tem contribuído para o monitoramento da avifauna local. Geralmente, neste material, consta como localidade de registro apenas o município de Anhembi. Adicionalmente, verificamos as fotografias e vídeos de animais inseridos pelos proprietários no sítio da fazenda na internet.

Também, foram considerados os registros de vertebrados obtidos nas áreas diretamente afetada e de influência direta dos potenciais obras de barragem no rio Piracicaba, apresentados no Estudo de Impacto Ambiental “Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra” (d’Horta et al., 2013; Rivero et al., 2013).

As nomenclaturas utilizadas foram as propostas no Catálogo Taxonômico da Fauna Brasileira (Menezes et al., 2018; Percequillo e Gregorin, 2018; Piacentini et al., 2018) e nas listas de espécies de anfíbios e répteis da Sociedade Brasileira de Herpetologia (Segalla et al., 2016; Costa e Bérnils, 2018). Para o enquadramento das espécies em categorias de ameaça de extinção foram consultadas as últimas versões disponíveis das listas do estado de São Paulo, brasileira e global da IUCN (MMA, 2014; IUCN, 2018; São Paulo, 2018)

Para a definição de espécies exóticas-invasoras foi utilizada a base de dados do Instituto Hórus (2018). Para os peixes foram consideradas as exóticas ao Alto Rio Paraná, que é o trecho da bacia onde está inserida a área de estudo (Langeani et al., 2007).

Agrupamos arbitrariamente as espécies em três categorias quanto aos ecossistemas que habitam: 1) aquáticas, inclui as espécies de áreas úmidas que ocorrem nos corpos d’água, bancos de areia ou exclusivamente em meio à vegetação aquática emersa ou flutuante; 2) campestres, espécies originárias dos campos naturais e cerrados menos arborizados e que se adaptaram às pastagens, canaviais, gramados, jardins e hortas e 3) florestais, inclui espécies do interior e bordas dos remanescentes de matas, de cerradão e outras formas de cerrado mais arborizados, e algumas espécies que utilizam pomares e outras áreas similares.

Quanto à sua presença na área de estudo, as aves foram agrupadas em quatro categorias: 1) residentes com permanência o ano todo e evidências de reprodução, incluindo espécies parcialmente migratórias nas quais alguns indivíduos deixam a área sazonalmente; 2) reprodutivas migratórias, quando se reproduzem durante a estação chuvosa, mas toda a população local emigra durante a seca; 3) migratórias, não se reproduzem mas visitam a área todos os anos provenientes de outras áreas do estado

de São Paulo ou do Brasil, do sul da América do Sul e da América do Norte e 4) ocasionais, quando presentes de forma irregular ou apenas como indivíduos vagantes.

Para esta classificação nos baseamos em Willis (1979), Magalhães (1999), Robinson e Pizo (2017) e Somenzari et al. (2018). As fotos foram obtidas por meio de câmera fotográfica digital com zoom óptico de 42x.

**Apêndice 2.2.1.A** - Riqueza de espécies por grupo de vertebrados para a APA Tanquã-Rio Piracicaba, com a percentagem em relação ao total de vertebrados registrados.

Classe	Número de Espécies	Percentagem
Aves	290	67
Répteis	12	3
Mamíferos	19	4
Anfíbios	25	6
Peixes	89	20

**Apêndice 2.2.1.B** - Amostra da diversidade de aves que ocorrem na APA Tanquã-Rio Piracicaba. Em sentido horário: marreca-cricri *Spatula versicolor* (Vieillot, 1816), saracura-do-banhado *Pardirallus sanguinolentus* (Swainson, 1838), tuiuiú *Jabiru mycteria* (Lichtenstein, 1819) e pernilongo-de-costas-brancas *Himantopus melanurus* (Vieillot, 1817).



Fonte: Alexander Z. Antunes, Outubro de 2016.

Apêndice 2.2.2.A - Grupo de colhereiros *Platalea ajaja* Linnaeus, 1758. APA Tanquã-Rio Piracicaba.



Fonte: Alexander Z. Antunes, Outubro de 2016.

**Apêndice 2.2.2.B** - Aves migratórias que se reproduzem na América do Norte registradas na APA Tanquã-Rio Piracicaba. (Magalhães, 1999; Robinson & Pizo, 2017; WikiAves, 2021).

<b>Espécie</b>	<b>Nome Popular</b>
<i>Spatula discors</i> (Linnaeus, 1766)	marreca-de-asa-azul
<i>Coccyzus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	papa-lagarta-de-asa-vermelha
<i>Chordeiles minor</i> (Forster, 1771)	bacurau-norte-americano
<i>Pluvialis dominica</i> (Statius Muller, 1776)	batuiriçu
<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte, 1825	batuíra-de-bando
<i>Limosa haemastica</i> (Linnaeus, 1758)	maçarico-de-bico-virado
<i>Actitis macularius</i> (Linnaeus, 1766)	maçarico-pintado
<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico-solitário
<i>Tringa melanoleuca</i> (Gmelin, 1789)	maçarico-grande-de-perna-amarela
<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	maçarico-de-perna-amarela
<i>Calidris minutilla</i> (Vieillot, 1819)	maçariquinho
<i>Calidris fuscicollis</i> (Vieillot, 1819)	maçarico-de-sobre-branco
<i>Calidris melanotos</i> (Vieillot, 1819)	maçarico-de-colete
<i>Calidris himantopus</i> (Bonaparte, 1826)	maçarico-pernilongo
<i>Calidris subruficollis</i> (Vieillot, 1819)	maçarico-acanelado
<i>Calidris pugnax</i> (Linnaeus, 1758)	combatente
<i>Phalaropus tricolor</i> (Vieillot, 1819)	pisa-n'água
<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	águia-pescadora
<i>Falco peregrinus</i> Tunstall, 1771	falcão-peregrino
<i>Progne subis</i> (Linnaeus, 1758)	andorinha-azul
<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)	andorinha-do-barranco
<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	andorinha-de-bando
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-de-dorso-acanelado

Fonte: Magalhães, 1999; Robinson & Pizo, 2017; WikiAves, 2021.

**Apêndice 2.2.2.C-** Grupo de maçaricos migratórios dos gêneros *Calidris* e *Tringa* descansando. APA Tanquã-Rio Piracicaba.



Fonte: Alexander Z. Antunes, Outubro de 2016.

**Apêndice 2.2.2.D -** Peixes migratórios de longa distância registrados na APA Tanquã-Rio Piracicaba.

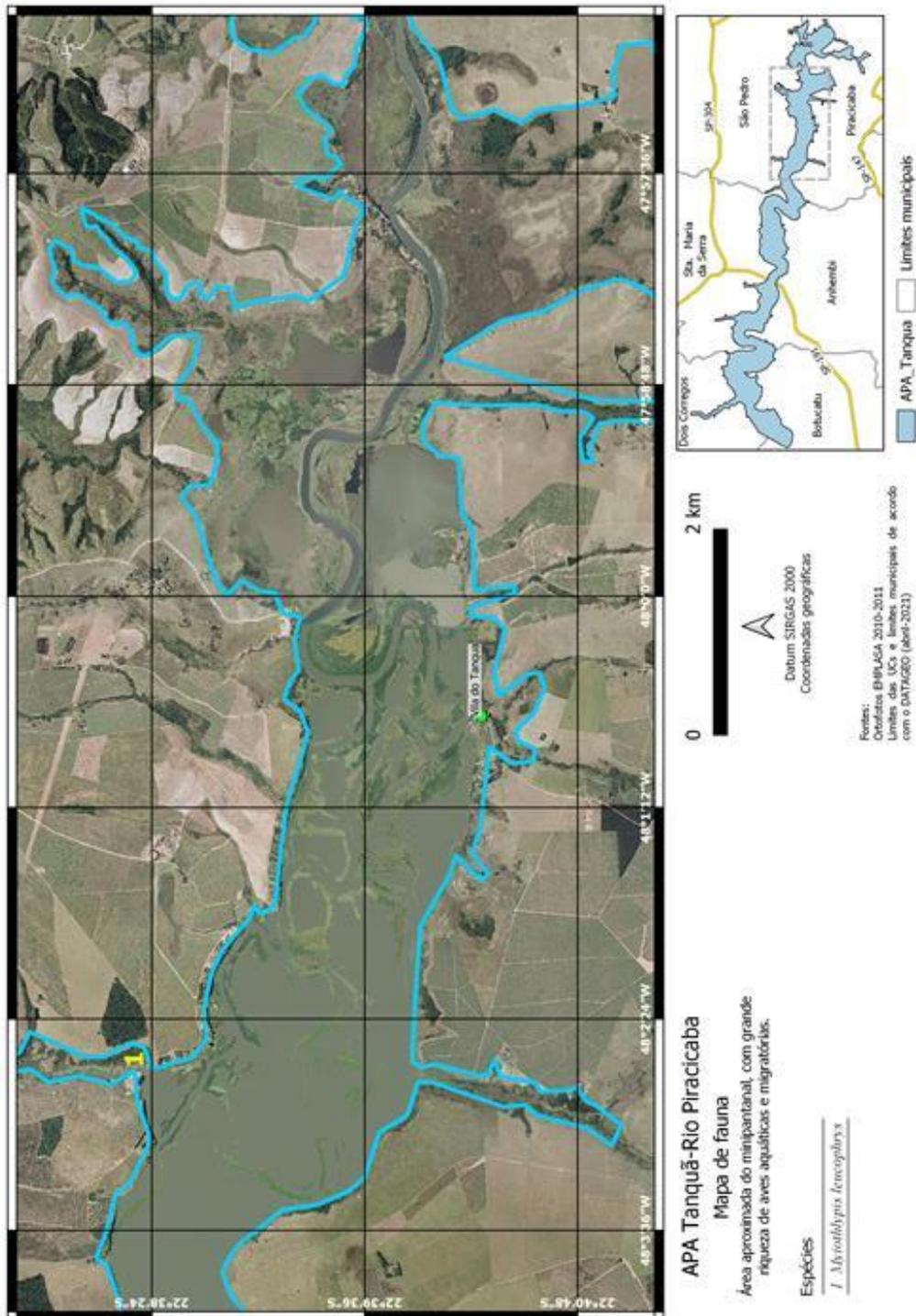
<b>Espécie</b>	<b>Nome Popular</b>
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	piau-de-tês-pintas
<i>Leporinus obtusidens</i> Valenciennes, 1836	piapara
<i>Leporinus piavussu</i> Britski, Birindelli & Garavello, 2012	piavuçu
<i>Schizodon altoparanae</i> Garavello & Britski, 1990	timboré
<i>Schizodon nasutus</i> (Kner, 1858)	taguara
<i>Brycon orbygnianus</i> (Valenciennes, 1849)	piracanjuba
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	dourado
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850	tabarana
<i>Prochilodus lineatus</i> Valenciennes, 1836	curimbatá
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	pacu
<i>Rhinelepis aspera</i> Spix & Agassiz, 1829	casculo-preto
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède, 1803	mandijuba
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	pintado
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider, 1801)	jurupensém

Fonte: (Maruyama, 2007; Rivero et al., 2013; Oyakawa-MZUSP, 2018)

**Apêndice 2.2.4.A** - Espécies de vertebrados ameaçadas de extinção, vulneráveis (VU), em perigo (EN) e criticamente em perigo (CR), registradas na APA Tanquã-Rio Piracicaba, segundo as listas do Brasil (MMA 2014) e de São Paulo (SP 2018).

<b>Espécie</b>	<b>Nome Popular</b>	<b>MMA 2014</b>	<b>SP 2018</b>	<b>Referência</b>
<b>Aves</b>				
<i>Sarkidiornis sylvicola</i> Ihering & Ihering, 1907	pato-de-crista		VU	Magalhães, 1999
<i>Hydropsalis maculicaudus</i> (Lawrence, 1862)	bacurau-de-rabo-maculado		EN	Antunes & Willis, 2003
<i>Porphyriops melanops</i> (Vieillot, 1819)	frango-d'água-carijó		EN	Domingues, 2020
<i>Gallinago undulata</i> (Boddaert, 1783)	narcejão		VU	Magalhães, 1999
<i>Calidris subruficollis</i> (Vieillot, 1819)	maçarico-acanelado	VU	VU	Robinson & Pizo, 2017
<i>Sternula superciliaris</i> (Vieillot, 1819)	trinta-réis-pequeno		EN	Robinson & Pizo, 2017
<i>Phaetusa simplex</i> (Gmelin, 1789)	trinta-réis-grande		VU	Magalhães, 1999
<i>Ciconia maguari</i> (Gmelin, 1789)	maguari		VU	Magalhães, 1999
<i>Circus buffoni</i> (Gmelin, 1788)	gavião-do-banhado		VU	Robinson & Pizo, 2017
<i>Polystictus pectoralis</i> (Vieillot, 1817)	papa-moscas-canela		CR	Gutierrez, 2019
<i>Myiothlypis leucophrys</i> (Pelzeln, 1868)	pula-pula-de-sobrancelha		VU	d'Horta et al., 2013
<i>Sporophila pileata</i> (Sclater, 1865)	caboclinho-branco		EN	Magalhães, 1999
<i>Sporophila hypoxantha</i> Cabanis, 1851	caboclinho-de-barriga-vermelha	VU	CR	Fazenda Bacury, 2018
<b>Mamíferos</b>				
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	lontra		VU	d'Horta et al., 2013
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	onça-parda	VU	VU	Antunes & Eston, 2009
<b>Peixes</b>				
<i>Brycon orbygnianus</i> (Valenciennes, 1849)	piracanjuba		CR	Oyakawa-MZUSP
<i>Prochilodus vimboides</i> Kner, 1859	curimatá-de-lagoa		VU	Oyakawa-MZUSP
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	pacu		EN	Maruyama, 2007
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	pintado		EN	Oyakawa-MZUSP

**Apêndice 2.2.4.B** - Áreas de maior relevância para a conservação de espécies de vertebrados ameaçados de extinção e de aves migratórias na APA Tanquã-Rio Piracicaba. O ponto 1 indica a localidade de registro do pula-pula-de-sobrancelha *Myiothlypis leucophrys*.



Fonte: Antônio Alvaro Buso Junior, abril de 2021.

**Apêndice 2.2.4.C** - Marisco-do-rio *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819). Margem Esquerda do Rio Piracicaba, Fazenda Barreiro Rico.



Fonte: Alexander Z. Antunes, Julho de 2000.

**Apêndice 2.2.4.D**- Espécies de moluscos bivalves ameaçadas de extinção no estado de São Paulo (São Paulo, 2018) que ocorrem no Rio Piracicaba (Graf e Cummings, 2021). Categorias de Ameaça: Vulnerável (VU) e Em perigo (EN).

Táxon	Categoria
Hyriidae	
<i>Diplodon fontainianus</i> (Orbigny, 1835)	EN
<i>Diplodon multistriatus</i> (Lea, 1831)	VU
<i>Diplodon paulista</i> (Ihering, 1893)	EN
Mycetopodidae	
<i>Anodontites soleniformis</i> Orbigny, 1835	VU
<i>Anodontites tenebricosus</i> (Lea, 1834)	VU
<i>Anodontites trapesialis</i> (Lamarck, 1819)	VU
<i>Anodontites trapezeus</i> (Spix, 1827)	VU
<i>Fossula fossiculifera</i> (Orbigny, 1835)	EN

**Apêndice 2.2.5.A** - Espécies de peixes exóticas-invasoras registradas na APA Tanquã-Rio Piracicaba e sua possível fonte de introdução.

<b>Espécie</b>	<b>Nome Popular</b>	<b>Fonte de Introdução</b>
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	carpa	piscicultura
<i>Gymnocorymbus ternetzi</i> (Boulenger, 1895)	tetra-preto	aquarismo
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> (Agassiz, 1829)	jeju	soltura para pesca
<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	lebiste	controle de larvas de mosquitos
<i>Astronotus crassipinnis</i> (Heckel, 1840)	acará-açu	piscicultura
<i>Cichla</i> sp.	tucunaré	soltura para pesca
<i>Satanoperca pappaterra</i> (Heckel, 1840)	porquinho	piscicultura
<i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger, 1897)	tilápia	piscicultura
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	tilápia-do-Nilo	piscicultura
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	corvina	piscicultura

Fonte: Langeani et al., 2007.

**Apêndice 2.2.7.A** - Concentração de aves aquáticas evidenciando a elevada abundância local de certas espécies na APA Tanquã-Rio Piracicaba.



Fonte: Alexander Z. Antunes, Outubro de 2016.

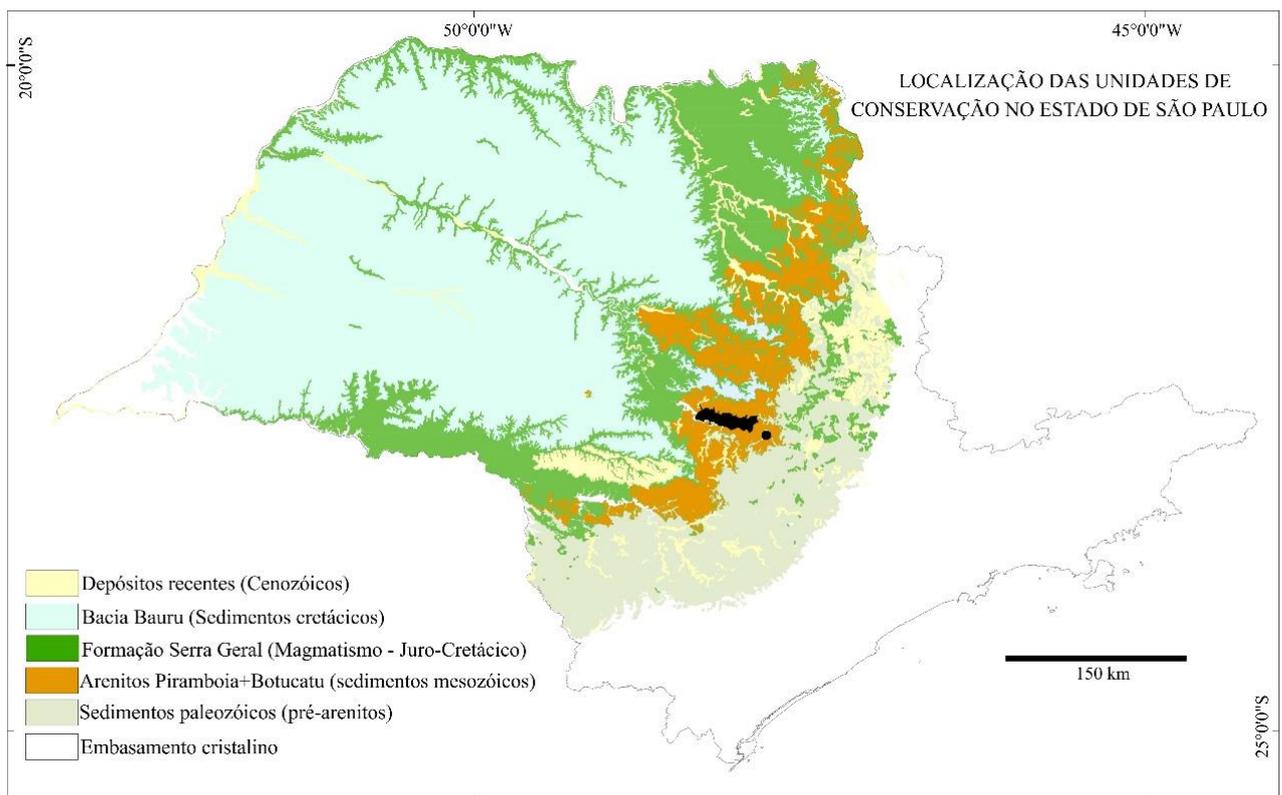
## ANEXO III – MEIO FÍSICO

### 3.1. Geologia

Para o item geologia foram utilizados os dados cartográficos compilados e modificados do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, na escala 1:250.000 (DAEE-UNESP 1982), Folha Geológica de Campinas em escala 1:250.000 (SF-23-Y-A) (IPT 1993), do Mapa Geológico da Porção Centro-Leste da Depressão Periférica Paulista, com ênfase as coberturas cenozóicas de Melo (1995) e da Folha Geológica de Campinas, na escala 1:250.000, da CPRM (1999).

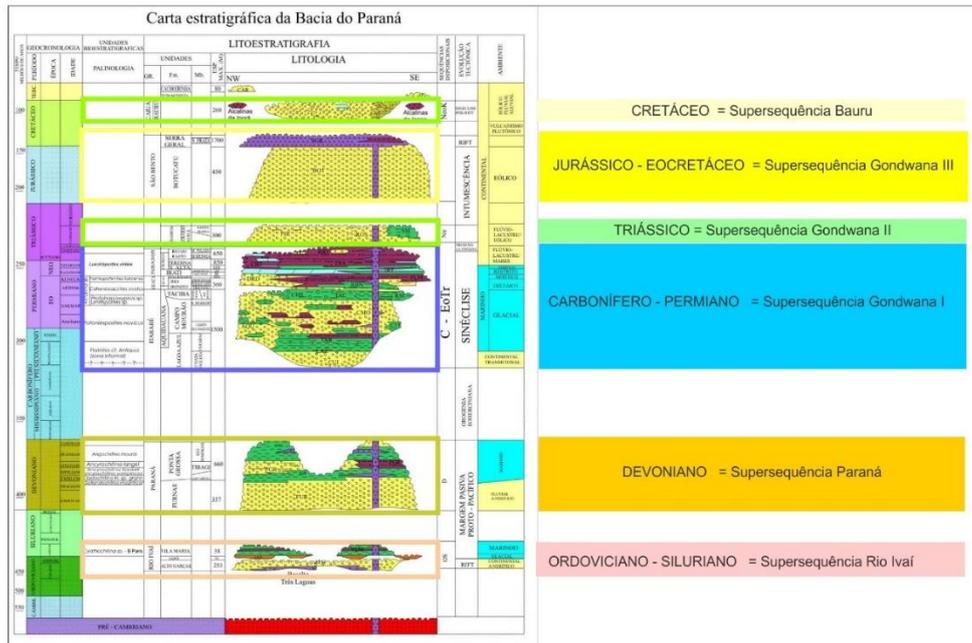
Dados adicionais incluem também a consulta de banco de dados com livre acesso, disponíveis nos sites de órgãos de governo ou instituições de pesquisa e de informações fornecidas ou não, pelo Comitê de Integração dos Planos de Manejo.

#### APÊNDICE 3.1.A – Mapa com os domínios geológicos no Estado de São Paulo



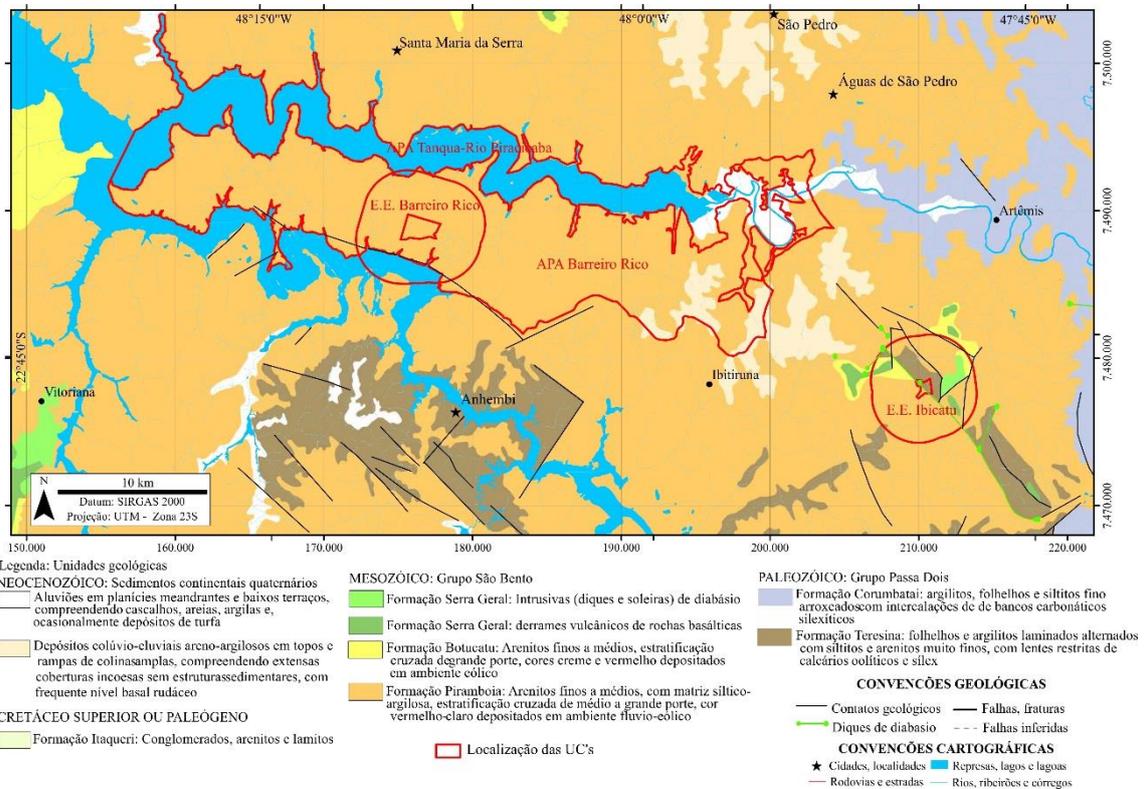
Fonte: Francisco de Assis Negri, 2021

APÊNDICE 3.1.B – Carta estratigráfica da Bacia do Paraná. (PETROBRAS, Milani *et al.* 2007)



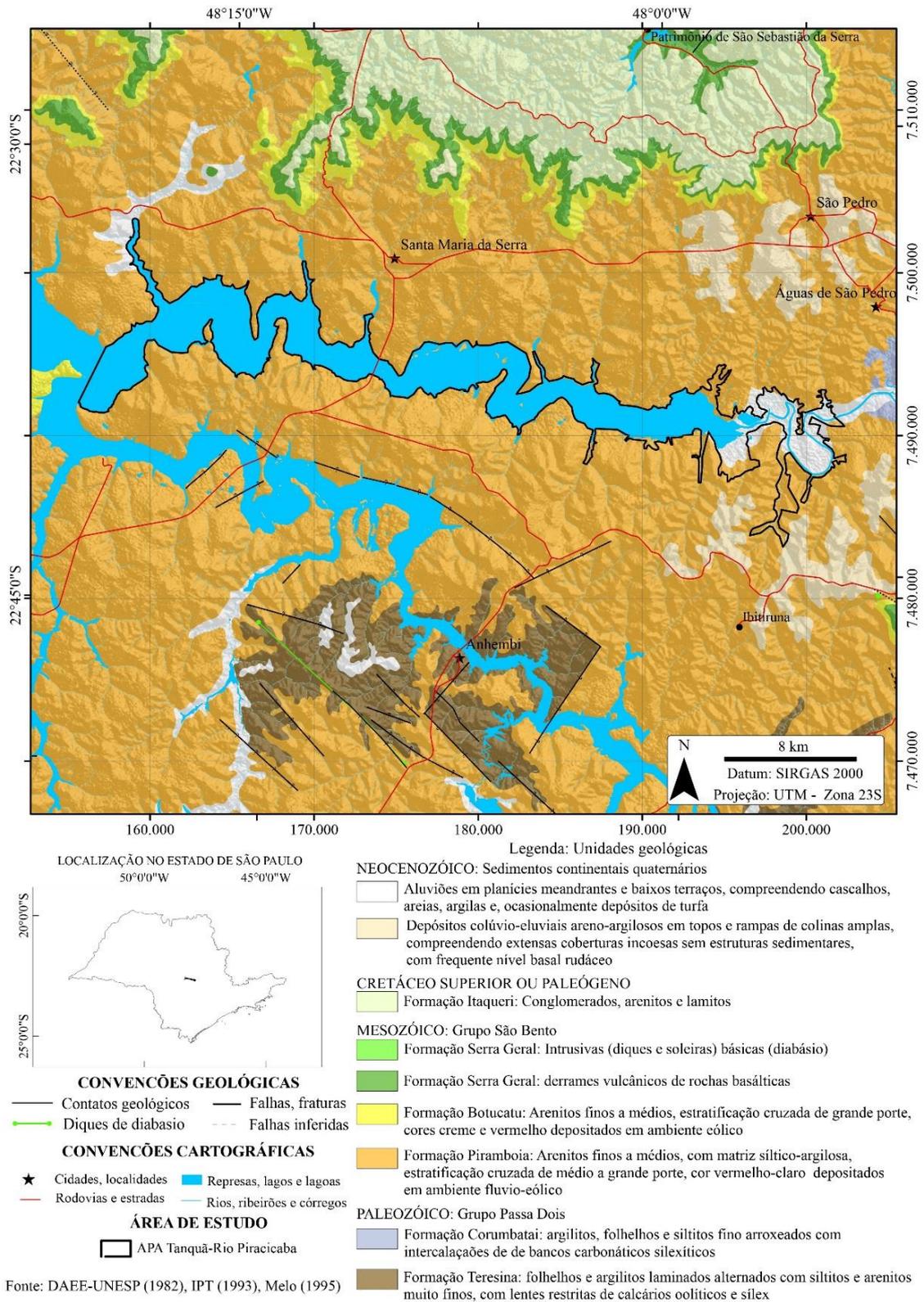
Fonte: Francisco de Assis Negri, 2021

APÊNDICE 3.1.C. Mapa geológico da região das unidades de conservação



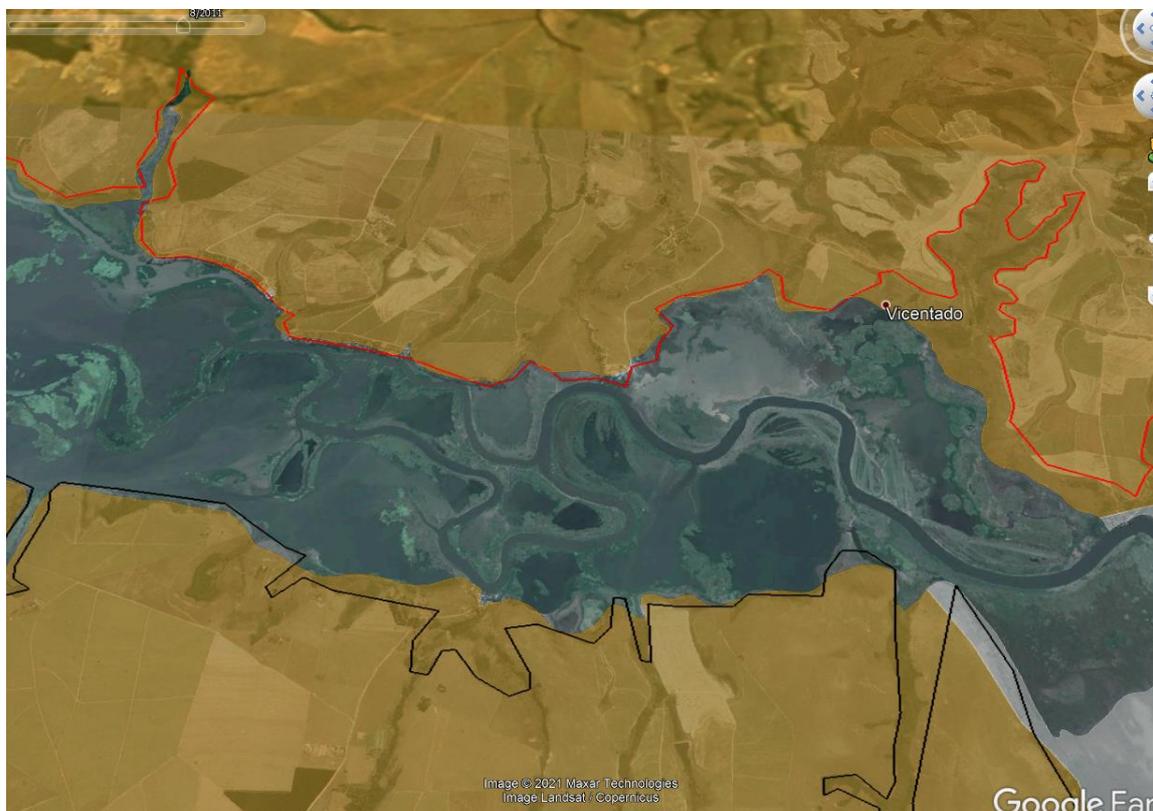
Fonte: Francisco de Assis Negri, 2021

APÊNDICE 3.1.D. Mapa geológico de semi-detulhe da APA Tanquã-rio Piracicaba.



Fonte: Francisco de Assis Negri, 2021

**APÊNDICE 3.1.E.** Trecho do rio Piracicaba no interior da APA, com a exposição dos canais de ligação entre o canal principal e os meandros e dos depósitos aluvionares, próximo a localidade de Vicentado. Imagem Google Earth, 13/08/2011



Fonte: Imagem Google Earth, 13/08/2011.

## 3.2. Geomorfologia

### Introdução

O presente relatório apresenta a metodologia e os resultados obtidos para a elaboração do diagnóstico do Meio Físico na área de Geomorfologia do Plano de Manejo da APA Tanquã e Rio Piracicaba. Foram coletados dados secundários e elaborados produtos básicos (cartas derivadas de modelos digitais de terreno) para a caracterização da área geográfica da Unidade de Conservação. Recomenda-se estudos de detalhe e mais aprofundados para elucidar questões que possam surgir durante as etapas subsequentes para a gestão da Unidade de Conservação.

### Abordagem Metodológica

A APA Tanquã e Rio Piracicaba abrange a planície fluvial do baixo rio Piracicaba, a montante de sua confluência com o Rio Tietê. Nesta caracterização geomorfológica,

optou-se também pela descrição da área de entorno da APA, tendo em vista que os processos geomorfológicos atuantes nessa faixa têm efeito direto no corpo d'água.

A compartimentação geomorfológica regional baseou-se na classificação de ROSS & MOROZ (1996, 1997), utilizada para a elaboração do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, que aplica os conceitos de morfoestrutura, morfoescultura e a taxonomia das formas de relevo. As morfoestruturas dizem respeito às características estruturais, litológicas e geotectônicas, enquanto as morfoesculturas referem-se aos produtos morfológicos de influência climática atual e pretérita. Segundo ROSS & MOROZ (1996), *as morfoesculturas são representadas pelo modelado ou morfologias ou tipologias de formas geradas sobre diferentes morfoestruturas através do desgaste erosivo promovido por ambientes climáticos diferenciados tanto no tempo quanto no espaço.*

A classificação taxonômica de ROSS & MOROZ (1996), considera seis táxons:

1º Táxon - Unidades Morfoestruturais.

2º Táxon - Unidades Morfoesculturais - representadas por planaltos, serras e depressões contidas em cada uma das morfoestruturas.

3º Táxon - Unidades Morfológicas ou dos Padrões de Formas Semelhantes/Tipos de Relevo (altimetria, declividades das vertentes, morfologias dos topos e vertentes, dimensões interfluviais e entalhamento dos canais de drenagem). Cada unidade é codificada pelo conjunto de letras (formas denudacionais e de acumulação) e números arábicos (grau de entalhamento dos vales e dimensão interfluvial média). Formas denudacionais (D) são acompanhadas da informação do tipo de modelado dominante: convexo (c), tabular (t), aguçado (a), plano (p). As formas de acumulação (A) são seguidas do tipo de gênese: fluvial (pf), marinha (pm), lacustre (pl). O "grau de entalhamento dos vales" refere-se à profundidade que o canal tem escavado do seu leito, enquanto a "dimensão interfluvial média", à distância média entre os cursos d'água (Apêndice 3.2.A).

#### Apêndice 3.2.A - Matriz dos índices de dissecação do relevo

		Densidade de drenagem / Dimensão Interfluvial Média (Classes)				
		Muito baixa (1) >3.750 m	Baixa(2) 1.750 a 3.750 m	Média(3) 750 a 1.750 m	Alta(4) 250 a 750 m	Muito alta(5) < 250 m
Grau de entalhamento dos vales (Classes)	Muito Fraco (1) (< 20 m)	11	12	13	14	15
	Fraco (2) (20 a 40 m)	21	22	23	24	25
	Médio (3) (40 a 80 m)	31	32	33	34	35
	Forte (4) (80 a 160 m)	41	42	43	44	45
	Muito Forte (5) (> 160 m)	51	52	53	54	55

4º *Táxon* - formas de relevo encontradas nas Unidades dos Padrões de Formas Semelhantes

5º *Táxon* - tipos de vertentes (convexas/côncavas/retilíneas/planas, extensão e declividade)

6º *Táxon* - formas menores produzidas pelos processos atuais, ou ainda, pela ação antrópica (sulcos/ravinas/boçorocas/cicatrizes de escorregamentos/depósitos coluviais ou de movimentos de massa/depósitos fluviais/assoreamentos/ aterros entre outros).

O Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo foi elaborado a partir da interpretação de imagens de radar na escala 1:250.000 e contempla os três primeiros táxons. As formas de relevo foram correlacionadas com os solos (Mapa Pedológico do Estado de São Paulo – escala 1: 250.000, ROSSI, 2017).

Com o intuito de complementar a análise geomorfológica, utilizou-se cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000 e os modelos digitais de terreno do sensor SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução de 30 m, disponibilizados pelo USGS (*United States Geological Survey*) / NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*) / NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) no site <http://earthexplorer.usgs.gov> (USGS *Earth Resources Observations and Science Center*, Sioux Falls, South Dakota). Os seguintes produtos foram gerados a partir dos dados SRTM: modelos digitais de terreno; mapas de sombreamento de relevo; hipsometria; declividade; orientação de vertentes.

As ocorrências de processos erosivos lineares (ravinas e boçorocas) em áreas rurais e urbanas foram extraídas da base de dados do projeto *Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo* (IPT, 2012).

A análise geomorfológica em escala de maior detalhe, baseou-se no trabalho de SIMON (2010), que estudou a influência do reservatório de Barra Bonita sobre a morfohidrografia da baixa bacia do rio Piracicaba, partindo-se de uma abordagem da geomorfologia antropogênica. É de interesse para fins do plano de manejo, a análise conjunta dos mapas geomorfológicos e da dinâmica de ocupação e uso das terras obtida para quatro cenários do setor de fundo de vale do rio Piracicaba, nos anos de 1962, 1972, 1995 e 2007.

O mapeamento geomorfológico nos cenários de 1962, 1972 e 1995 foi realizado a partir da interpretação de fotografias aéreas na escala 1:25.000, enquanto no mapeamento de 2007, utilizou-se imagens do sensor PRISM. A legenda dos mapas geomorfológicos baseou-se nas propostas de TRICART (1965) e VERSTAPPEN & ZUIDAN (1975) (**Apêndice 3.2.B**).

O sistema de classificação de ocupação e uso das terras da área (**Apêndice 3.2.C**) abrange 13 classes, sendo o Nível I, representado pelas principais classes de uso,

identificáveis a partir de sensores remotos (IBGE, 2006); o nível II contempla escalas regionais de análise do uso e ocupação da terra; o nível III baseou-se nas especificidades da ocupação e uso das terras da área em estudo.

**Apêndice 3.2.B** - Legenda adotada por SIMON (2010) para o mapeamento geomorfológico na baixa bacia do Rio Piracicaba, baseada nas metodologias de TRICART (1965) e VERSTAPPEN & ZUIDAN (1975).

1. LITOLOGIA		
	(HOLOCENO) Depósitos Aluviais, Areias e Argilas, Conglomerados na base	
TrJb	(TRIÁSSICO-CRETÁCEO) Formação Botucatu	Grupo São Bento
TrJp	(TRIÁSSICO-CRETÁCEO) Formação Pirambóia	
Pc	(PERMIANO) Formação Corumbataí	Grupo Passa Dois
2. FEIÇÕES ESTRUTURAIS		
	Patamar Estrutural	
	Crista Estrutural	
3. FORMAS DE ORIGEM DENUDATIVA		
	Erosão em Sulcos	
	Ravinas	
	Voçorocas	
	Colo	
	Ruptura Topográfica Suave	
	Ruptura Topográfica Abrupta	
4. AÇÃO DAS ÁGUAS CORRENTES E FORMAS DE ORIGEM FLUVIAL		
A. Feições Hidrográficas		
	Canal Fluvial	
	Canal Pluvial	
	Erosão Fluvial Lateral	
	Lago	
	Canal abandonado	
	Lago de Meandro	
	Meandro abandonado	
B. Formas de Acumulação		
	Leque Aluvial	
	Terraço Fluvial	
	Barras de Meandro	
	Barras de Meandro Alagadas	
	Dique Fluvial	
	Depósitos Aluviais	
C. Modelado de Entalhe		
fundo plano	em "V"	
	plano	

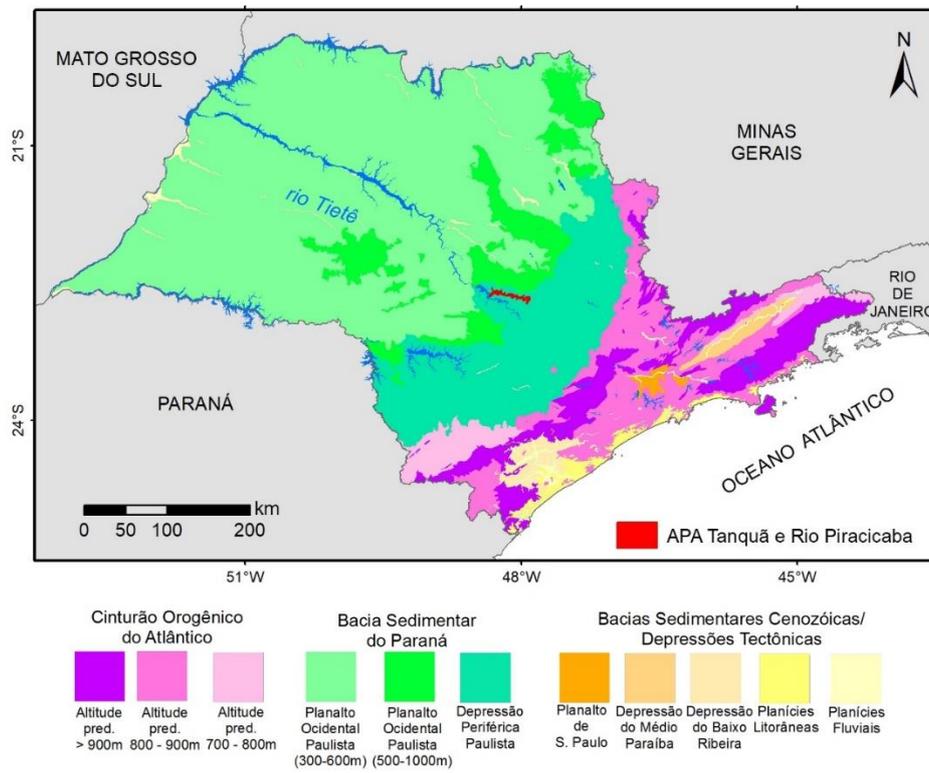
5. MORFOMETRIA		
A. Precisões Topográficas e Morfométricas		
	Pontos Cotados	
	Curvas de Nível	
Linhas de cumeeada	suaves	
	agudas	
	Direção do Escoamento Superficial	
B. Forma das Vertentes		
	Vertente Convexa	
	Vertente Côncava	
	Vertente Retilínea	
	Vertente Irregular	
6. MODELADO ANTRÓPICO E ALTERAÇÕES NA TOPOGRAFIA		
A. Formas de Ablação		
	Poço de Mina/pedreira Ativa	
	Poço de Mina/pedreira Desativada	
	Corte decorrente de rotas, canais e vias férreas	
B. Formas de Acumulação		
	Corte decorrente de rotas, canais e vias férreas	
C. Formas Mistas		
	Terraços para Cultivo Agrícola	
	Curso de água retificado	

**Apêndice 3.2.C** - Sistema de classificação de ocupação e uso das terras da área em estudo, composto por treze classes distintas (SIMON, 2010).

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA OCUPAÇÃO E USO DAS TERRAS NA ÁREA EM ESTUDO.				
NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III	COR (RGB)	CARACTERÍSTICAS (IBGE, 2006)
1. Áreas antrópicas não-agrícolas	1.1 Área Urbanizada		255, 168, 192	Compreende áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não-agrícolas. Correspondem às aglomerações urbanas de São Pedro e Santa Maria da Serra e bairros organizados distantes destas aglomerações;
	1.2 Área de Mineração		173, 137, 205	Abrange áreas de extração mineral ou extração de materiais utilizados na construção civil (areia, cascalho, brita, saibro);
2. Áreas antrópicas agrícolas	2.1 Cultura temporária	2.1.1 Culturas alimentares	255, 63, 0	Sistemas produtivos que constituem a base alimentar e também a fonte de renda de pequenos e médios produtores. Os cultivos variam de acordo com as características regionais em função de suas potencialidades edafoclimáticas e sócio-culturais;
		2.1.2 Cana-de-açúcar	255, 255, 0	Cultura temporária voltada exclusivamente para a comercialização e obtenção de renda. A cana-de-açúcar destaca-se no contexto histórico e regional, possuindo um sistema socioeconômico e industrial voltado para a sua produção;
	2.2 Cultura permanente	2.2.1 Citrus	165, 0, 0	Culturas de ciclo longo que permitem sucessivas colheitas sem necessidade de novo plantio a cada ano;
		2.2.2 Café	165, 124, 0	
	2.3 Pastagem	2.3.1 Pasto sujo	179, 179, 179	Compreendem pastagens de composição heterogênea, situadas em fundos de vale ou superfícies acidentadas ou com afloramentos rochosos. Pode ocorrer em associação com áreas florestais.
		2.3.2 Pasto limpo	205, 173, 0	Áreas de pastagem natural ou implantada, de característica homogênea, que ocupam áreas de grande extensão e são utilizadas para prática agropecuária;
	2.4 Silvicultura		255, 191, 0	Áreas de vegetação implantada com intenso controle do trato, cultivo e colheita para geração de matéria-prima para a indústria madeireira;
	2.5 Instalações Agrícolas		179, 179, 179	Estabelecimentos agrícolas de dimensão espacial significativa, caracterizados por fazendas, granjas, pequenas comunidades de agricultores rurais que trabalham em associação. As dimensões espaciais possibilitam o mapeamento na escala de análise da pesquisa;
3. Áreas de vegetação natural	3.1 Florestal		115, 168, 0	Formações arbóreas em diferentes estágios de desenvolvimento, abrangendo também zonas de reflorestamento. Localizadas nos segmentos de fundo de vale (vegetação ripária), em encostas e preservadas em algumas propriedades rurais;
	3.2 Campo úmido		214, 255, 168	Conjunto de formações vegetais naturais não-arbóreas. Na área em estudo compreende o conjunto de formações campestres de influência fluvial (com níveis arbustivos e herbáceos) considerados como comunidades aluviais;
4. Água	4.1 Corpos de água continentais		0, 0, 255	Referem-se aos corpos de água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas e açudes;

\* As composições RGB foram mantidas a fim de permitir a fiel reprodução das cores nos mapas.

**Apêndice 3.2.D** - A APA Tanquã e Rio Piracicaba no contexto do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (ROSS & MOROZ, 1997).



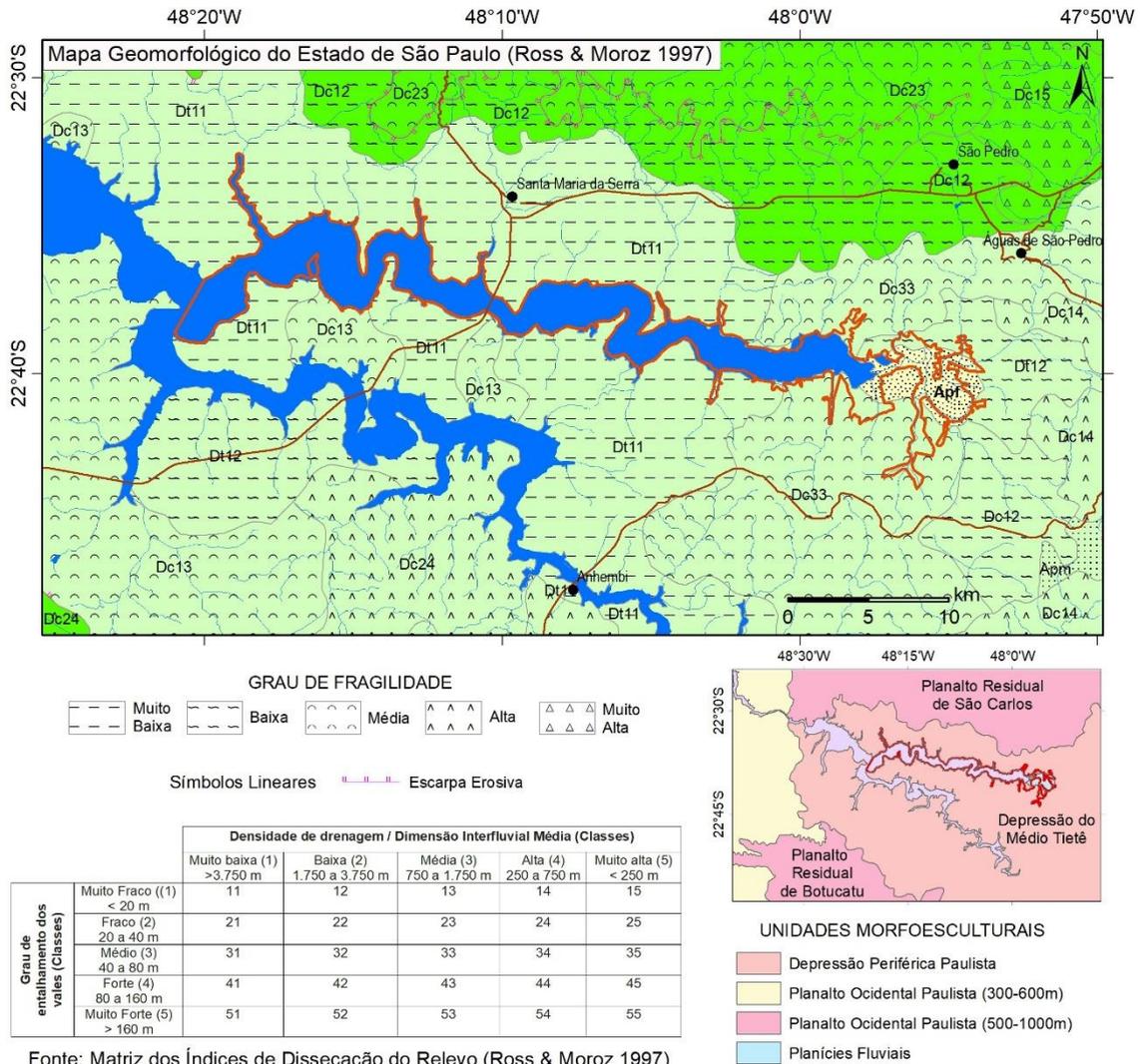
**Apêndice 3.2.E** - Modelo digital de terreno da APA Tanquã e Rio Piracicaba sobreposto a imagem *Google Earth*, ilustrando o relevo colinoso do Médio Tietê na Depressão Periférica, a sul das escarpas de cuestas arenítico-basálticas. Em detalhe, setor preservado da planície fluvial do rio Piracicaba. MDT com exagero vertical gerado a partir de dados obtidos do sensor SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução de 30 m, disponibilizados pelo USGS/NGA/NASA.



**Apêndice 3.2.F** - Setor da planície fluvial original do rio Piracicaba, no leste da APA Tanquã e Rio Piracicaba (Foto cedida por Adriano Luís Heck Simon).



Apêndice 3.2.G - Padrões de formas de relevo da APA Tanquã e Rio Piracicaba (ROSS & MOROZ, 1997).



**FORMAS**

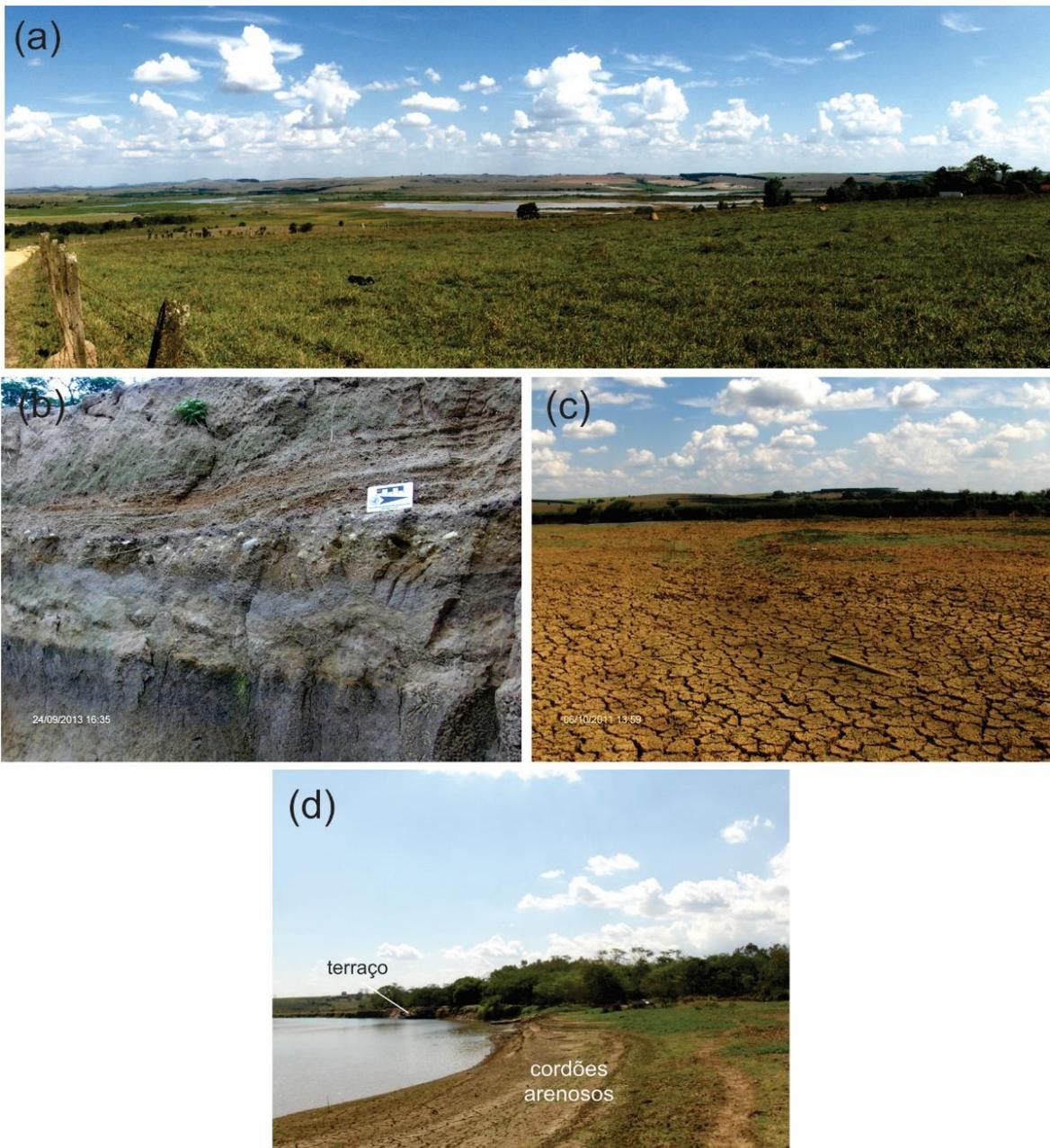
Relevos de Agradação (Da: formas de topos aguçados, Dc: formas de topos convexos, Dt: formas de topos tabulares/planos)

- Apt** Áreas sujeitas a inundação periódicas. Lençol freático pouco profundo. Sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.
- Apm** Áreas sujeitas a inundação periódicas. Lençol freático pouco profundo. Sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.

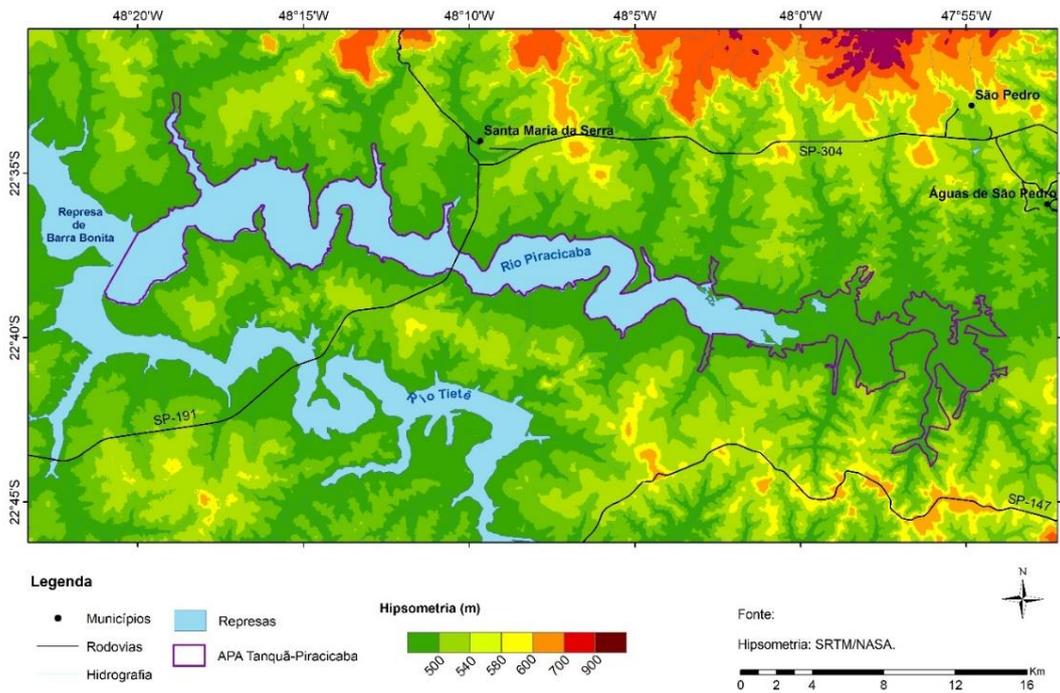
**Relevos de Denudação**

- Dc12** Formas com dissecção baixa, vales pouco entalhados e densidade de drenagem baixa. Potencial erosivo baixo.
- Dc13** Formas com dissecção média a alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta. Áreas sujeitas a forte atividade erosiva
- Dc14** Formas muito dissecadas com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.
- Dc15** Formas de dissecção muito intensa, com vales de entalhamento pequeno e densidade de drenagem alta ou valores muito entalhados, com densidade de drenagem menores. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massa.
- Dc23** Formas com dissecção média a alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta. Áreas sujeitas a forte atividade erosiva
- Dc24** Formas muito dissecadas com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.
- Dc33** Formas com dissecção média a alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta. Áreas sujeitas a forte atividade erosiva
- Dt11** Formas muito pouco dissecadas a planas, com valores pouco entalhados e baixa densidade de drenagem. Potencial erosivo muito baixo
- Dt12** Formas com dissecção baixa, vales pouco entalhados e densidade de drenagem baixa. Potencial erosivo baixo.

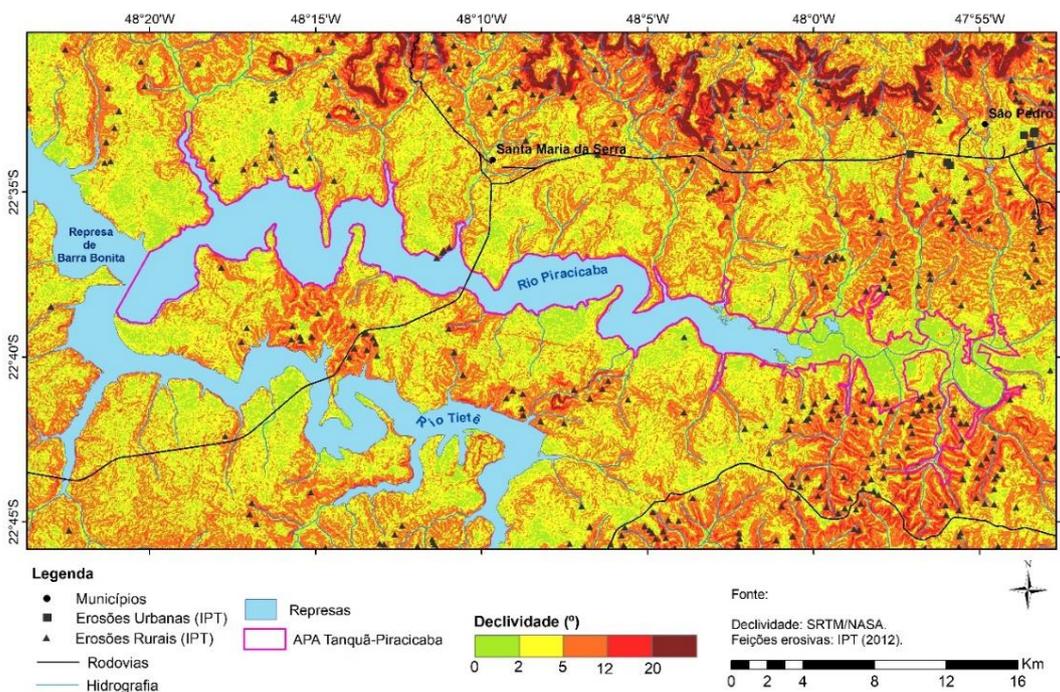
**Apêndice 3.2.H** - Feições morfológicas e depósitos quaternários na planície do rio Piracicaba. (a) A planície do rio Piracicaba, na região da desembocadura do ribeirão Vermelho. Notar o relevo colinoso da área de entorno da planície fluvial (Data da fotografia: 06/10/2011). (b) Depósitos siltosos a cascalhentos em terraço da planície do Piracicaba (Data da fotografia: 25/09/2013). (c) *Backswamp* na planície do Piracicaba, próxima à desembocadura do ribeirão Vermelho (Data da fotografia: 06/10/2011). (d) Cordões com depósitos fluviais silto-argilo-arenosos e nível de terraço (Data da fotografia: 06/10/2011). Todas as fotografias cedidas por Marcos Roberto Pinheiro.



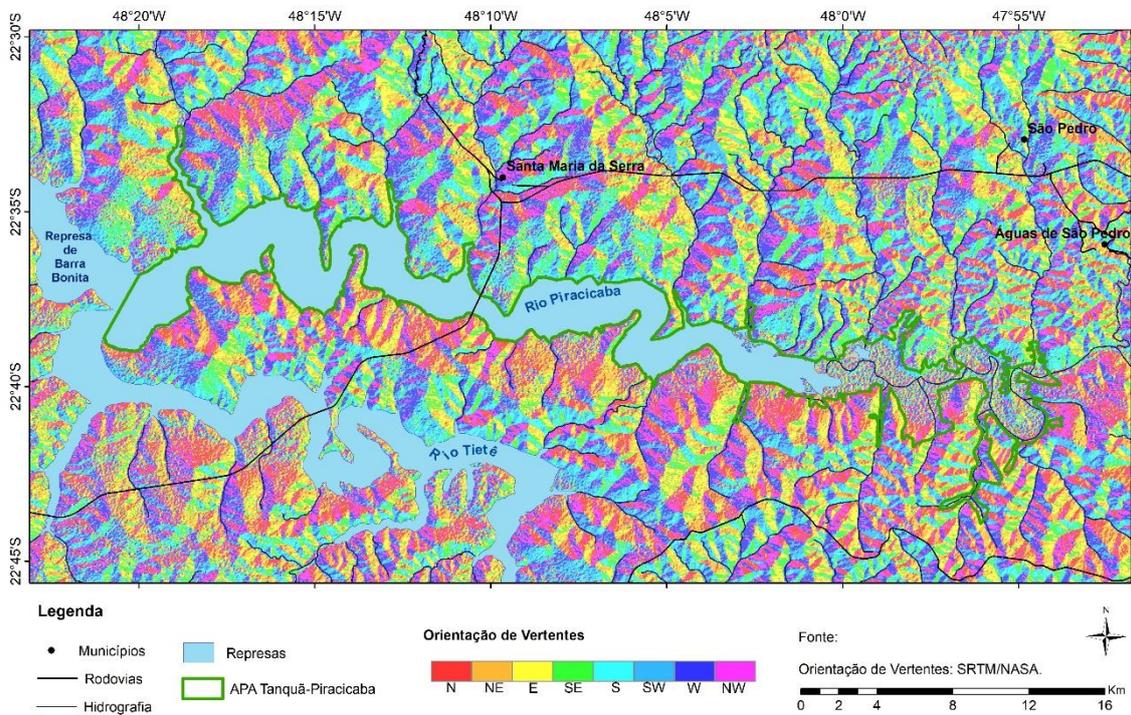
**Apêndice 3.2.I** - Mapa hipsométrico da APA Tanquã e Rio Piracicaba. Gerado a partir de dados obtidos do sensor SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução de 30 m, disponibilizados pelo USGS/NGA/NASA.



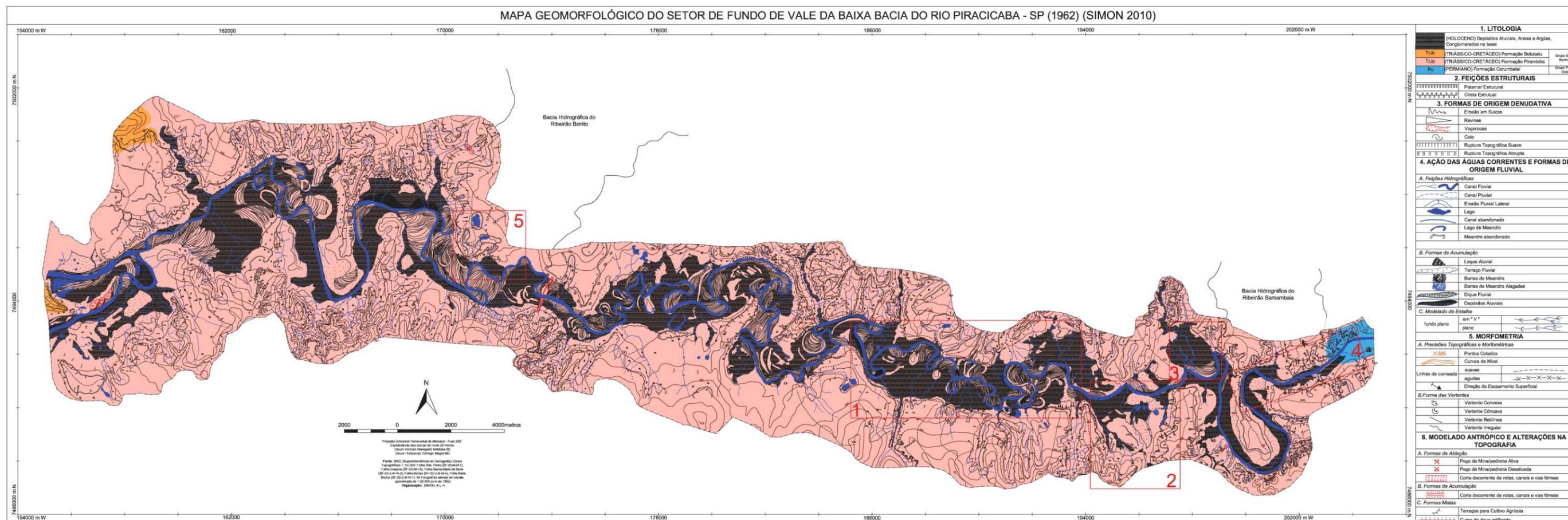
**Apêndice 3.2.J** - Mapa de declividade da APA Tanquã e Rio Piracicaba. Gerado a partir de dados obtidos do sensor SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução de 30 m, disponibilizados pelo USGS/NGA/NASA.



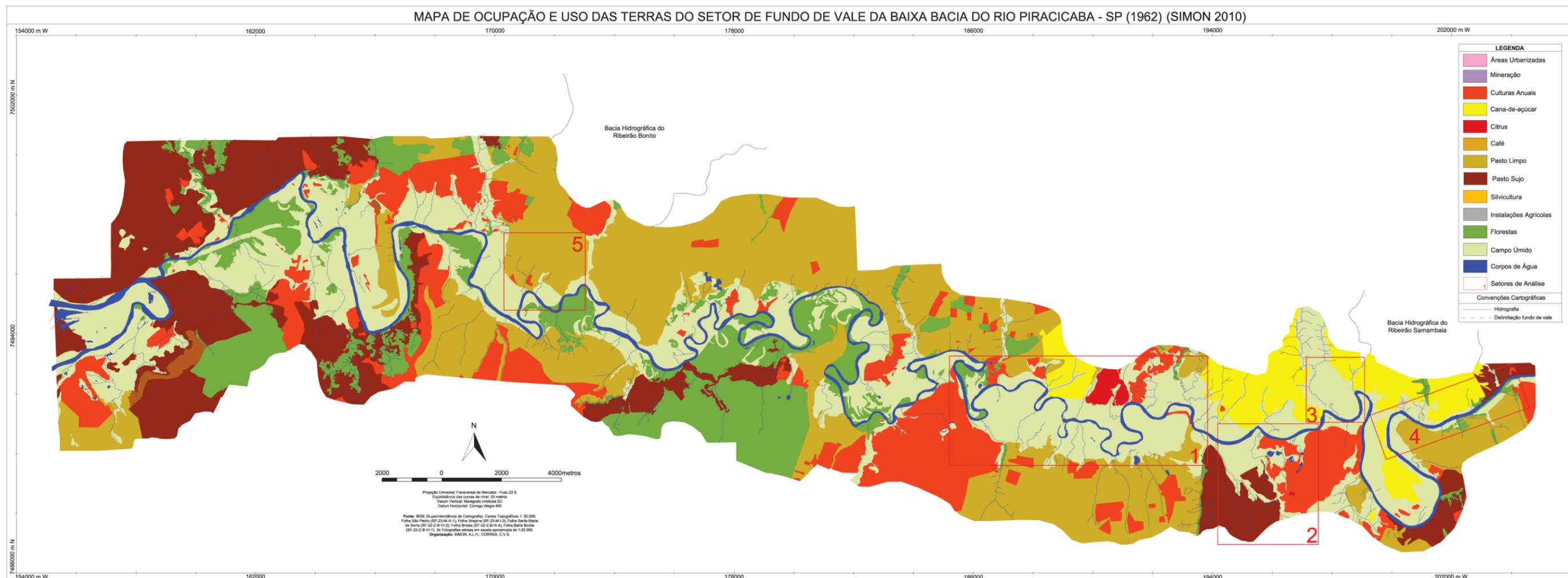
**Apêndice 3.2.K** - Mapa de orientação de vertentes da APA Tanquã e Rio Piracicaba. Gerado a partir de dados obtidos do sensor SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução de 30 m, disponibilizados pelo USGS/NGA/NASA.



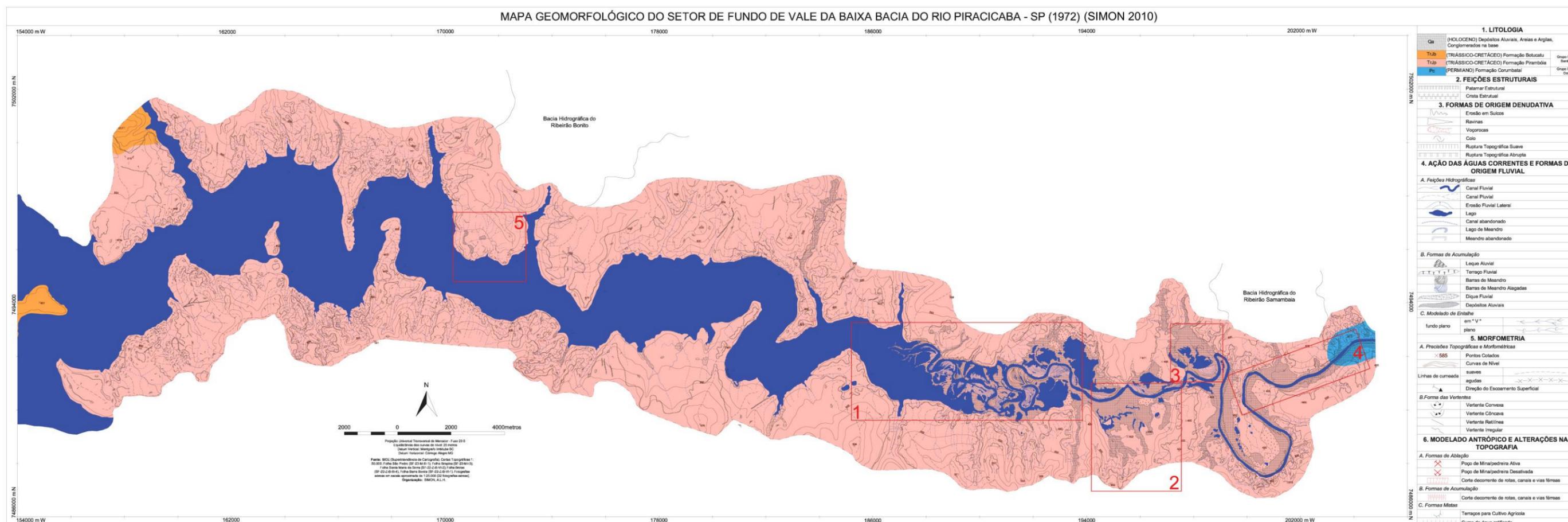
Apêndice 3.2.L - Mapa geomorfológico do setor de fundo de vale da baixa bacia do rio Piracicaba – SP (Ano 1962) (SIMON, 2010).



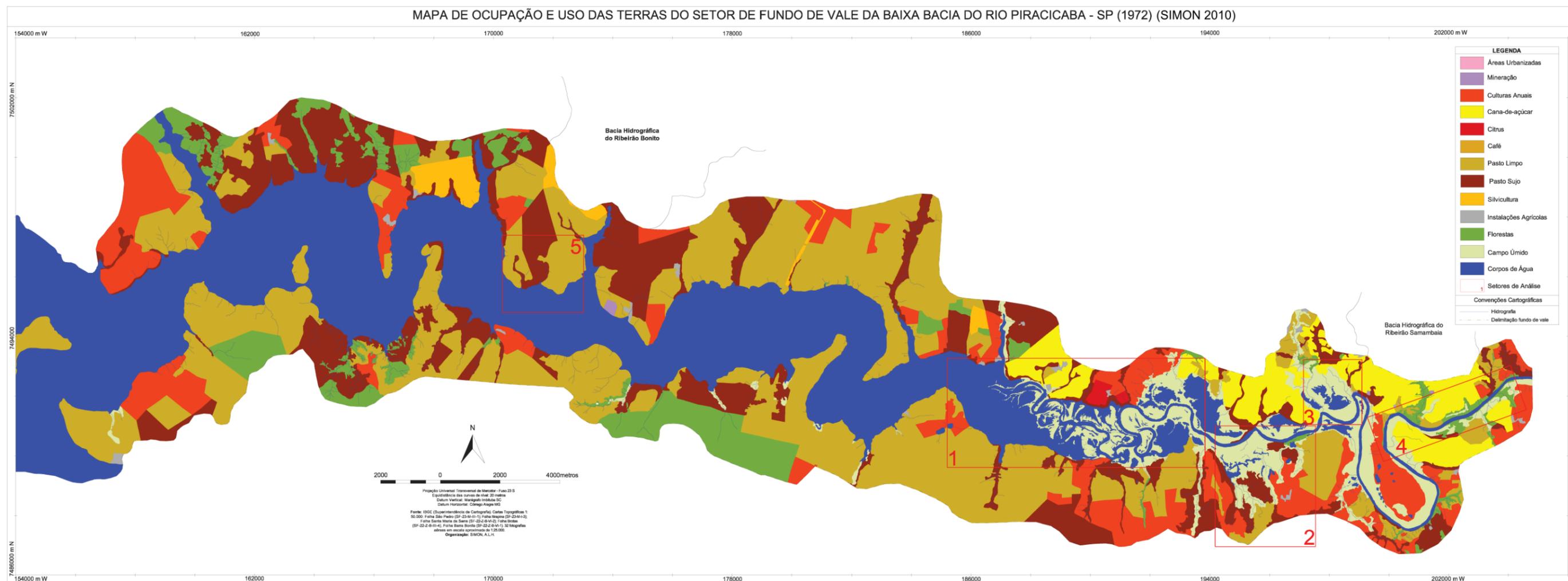
Apêndice 3.2.M - Mapa de ocupação e uso das terras do setor de fundo de vale da baixa bacia do rio Piracicaba – SP (Ano 1962) (SIMON, 2010).



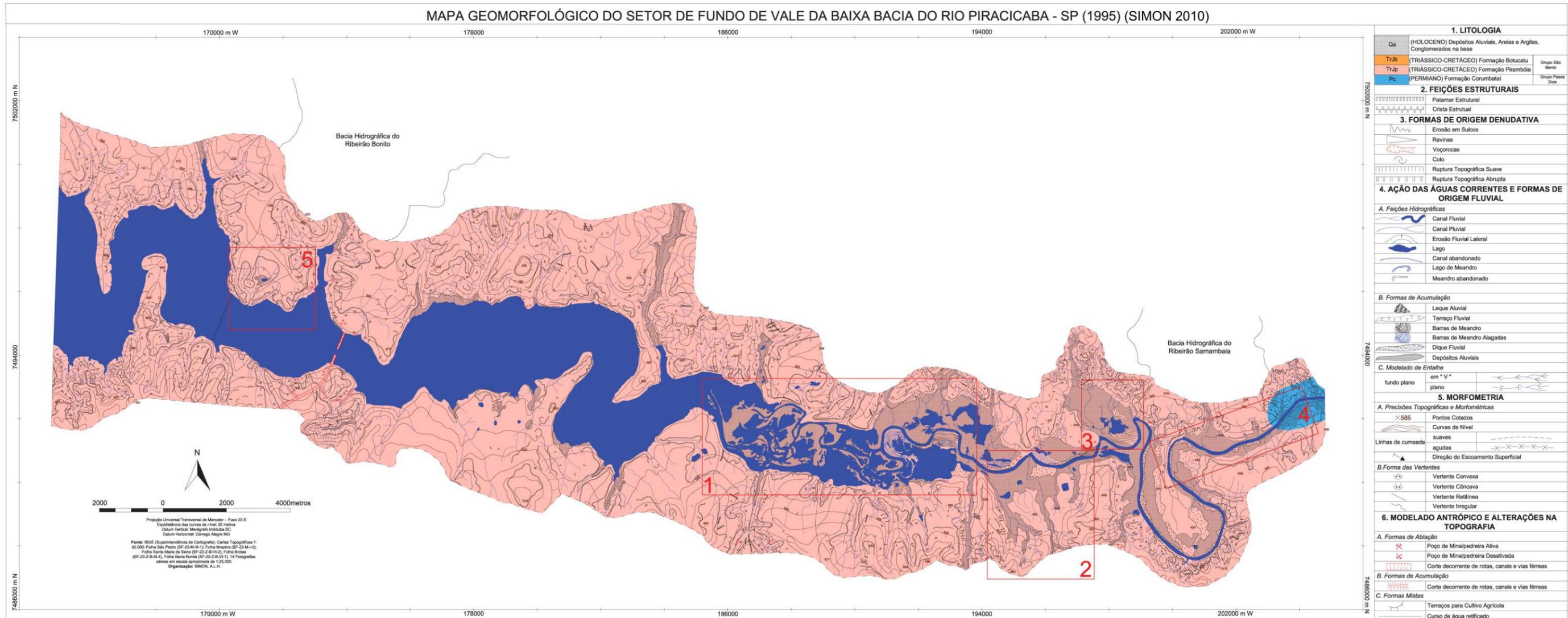
Apêndice 3.2.N - Mapa geomorfológico do setor de fundo de vale da baixa bacia do rio Piracicaba – SP (Ano 1972) (SIMON, 2010).



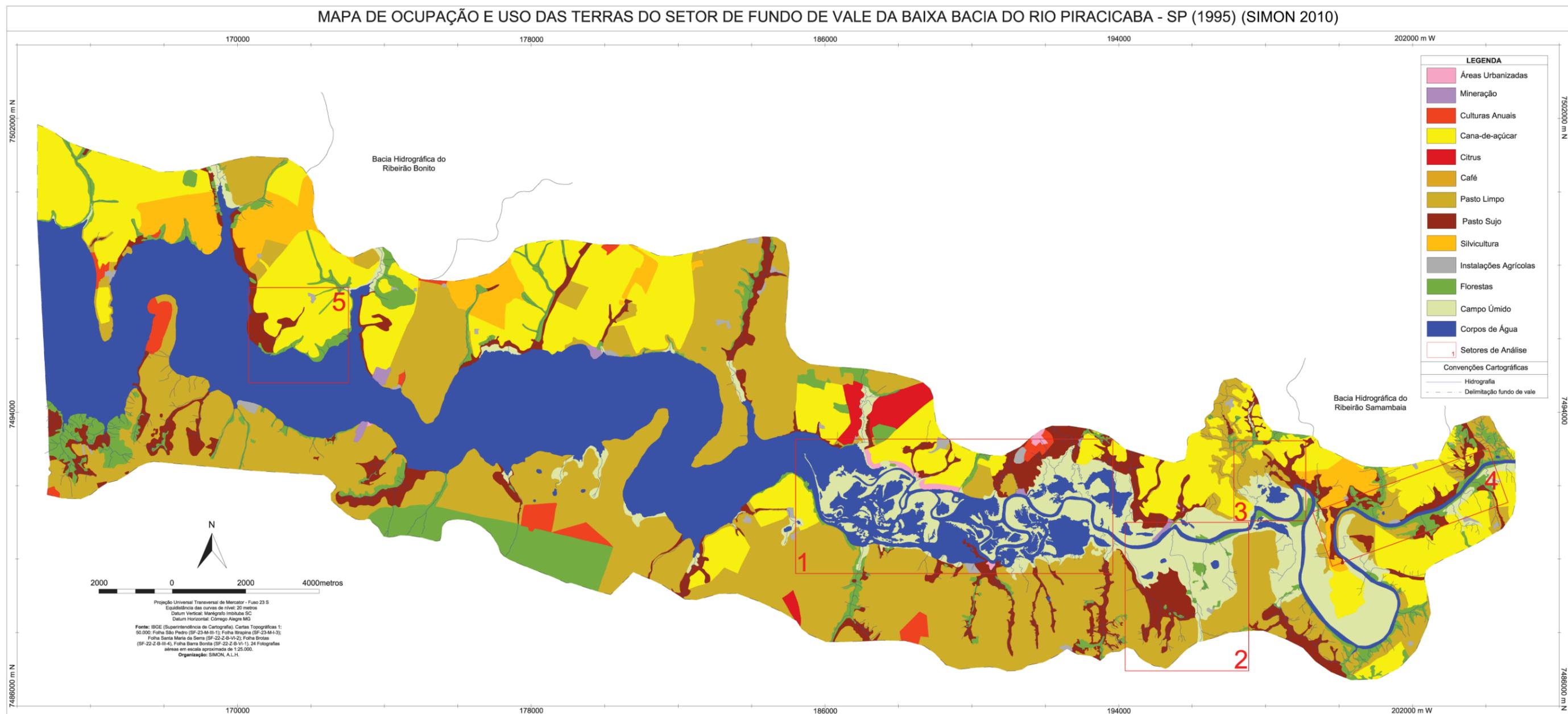
Apêndice 3.2.0 - Mapa de ocupação e uso das terras do setor de fundo de vale da baixa bacia do rio Piracicaba – SP (Ano 1972) (SIMON, 2010).



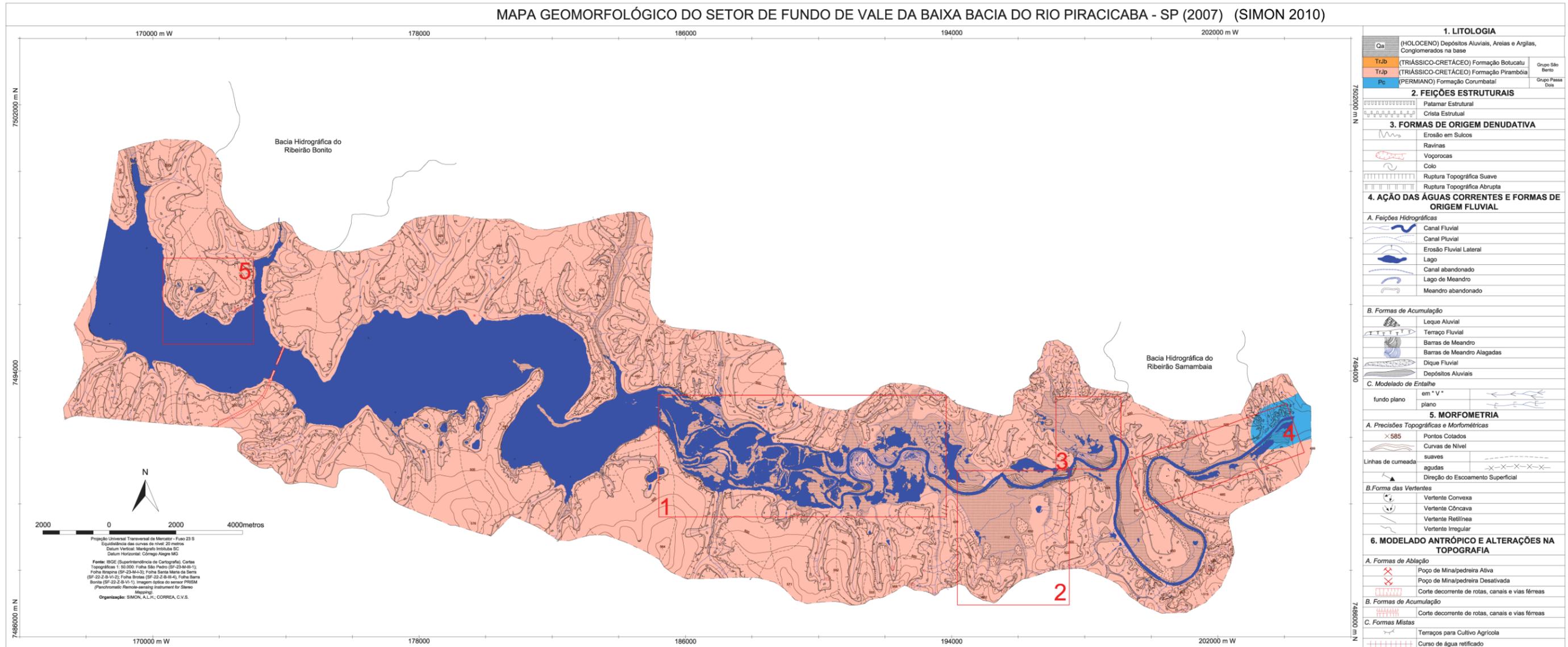
Apêndice 3.2.P - Mapa geomorfológico do setor de fundo de vale da baixa bacia do rio Piracicaba – SP (Ano 1995) (SIMON, 2010).



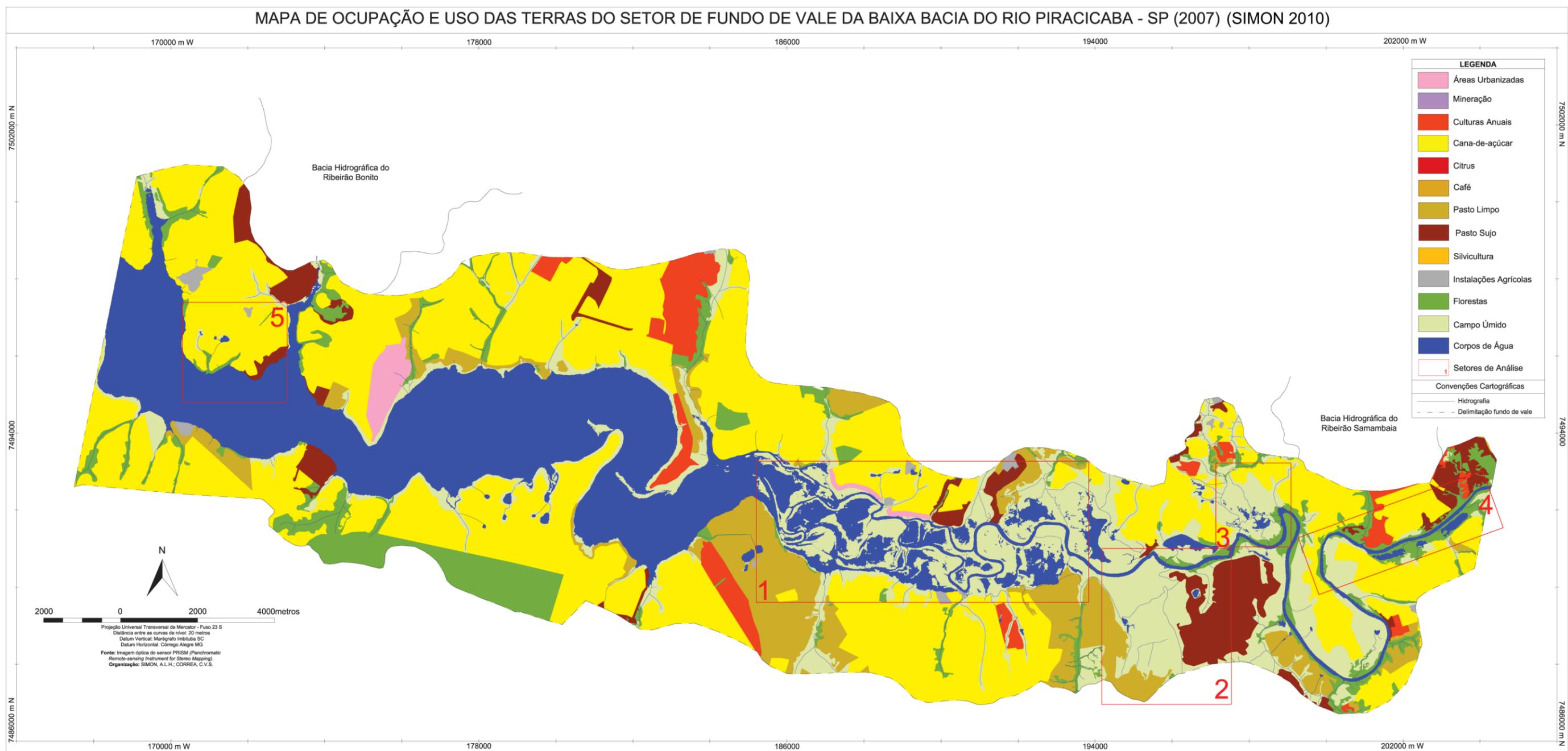
Apêndice 3.2.Q - Mapa de ocupação e uso das terras do setor de fundo de vale da baixa bacia do rio Piracicaba – SP (Ano 1995) (SIMON, 2010).



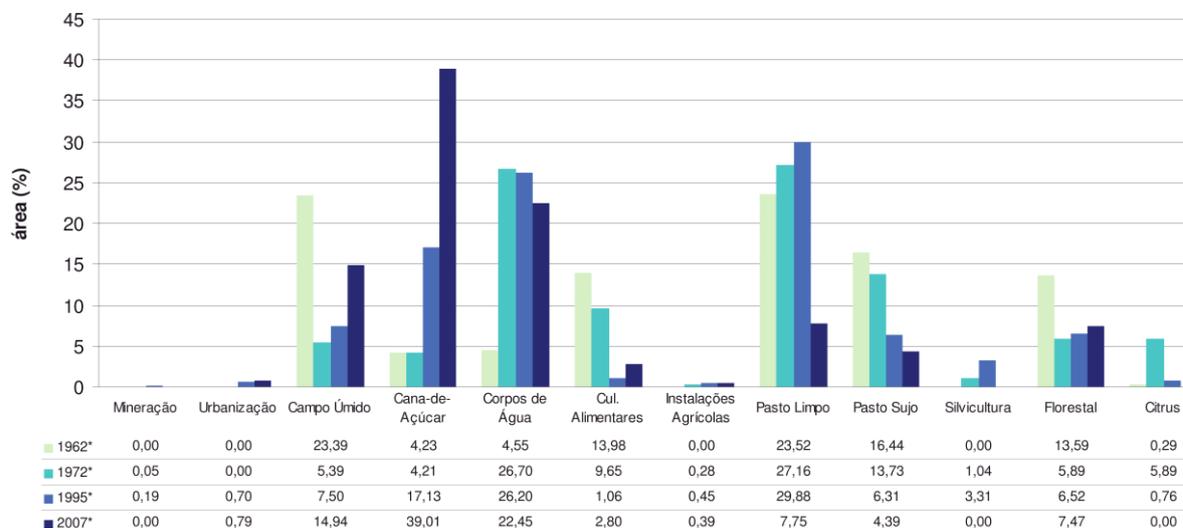
Apêndice 3.2.R - Mapa geomorfológico do setor de fundo de vale da baixa bacia do rio Piracicaba – SP (Ano 2007) (SIMON, 2010).



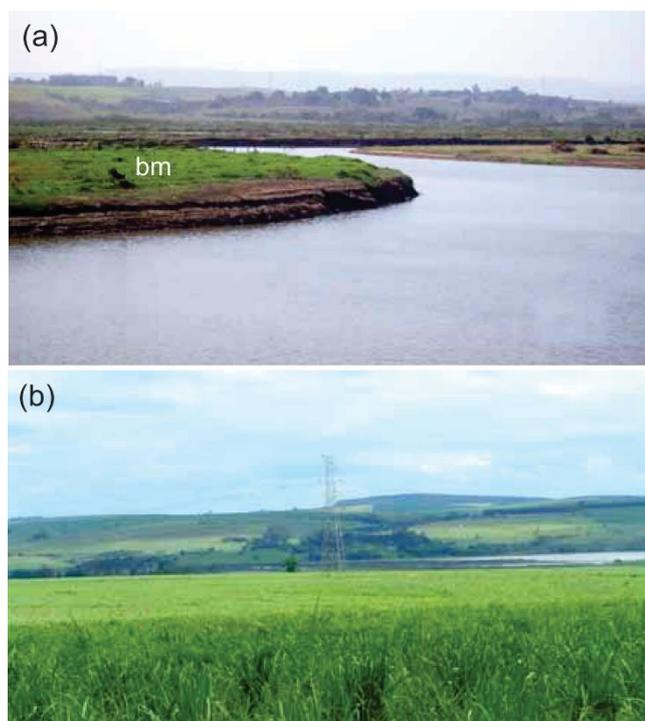
Apêndice 3.2.S - Mapa de ocupação e uso das terras do setor de fundo de vale da baixa bacia do rio Piracicaba – SP (Ano 2007) (SIMON, 2010).



**Apêndice 3.2.T** - Evolução da ocupação e uso das terras no setor de fundo de vale do curso final do Rio Piracicaba (SIMON, 2010). \*áreas consideradas: 1962 (358,3 km<sup>2</sup>); 1972 (383,3 km<sup>2</sup>); 1995 (287,8 km<sup>2</sup>); 2007 (254,0 km<sup>2</sup>).



**Apêndices 3.2.U** - Aspectos morfológicos e de uso da terra da área-chave “1”. (a) Margem deposicional do Rio Piracicaba durante período de estiagem e baixo nível do reservatório. O setor *bm* corresponde a faixas de barras de meandro que foram identificadas no cenário original de 1962 e descaracterizadas em função da implantação do reservatório de Barra Bonita. (b) Cultivo extensivo da cana-de-açúcar ao longo de ambas as margens do Rio Piracicaba; áreas de mata nativa e de pasto sujo ocupam faixas estreitas associadas aos compartimentos de fundo de vale dos afluentes do Rio Piracicaba.



**Apêndice 3.2.V** - Síntese das alterações morfohidrográficas e na dinâmica de ocupação e uso das terras no setor de fundo de vale do rio Piracicaba (SIMON, 2010).

Ocupação e uso das terras (1962- 2007)		Implicações Morfohidrográficas	Evidências da Antropogeomorfologia	
^	Cana-de-açúcar	Alteração da morfologia das vertentes e dinamização dos processos erosivos com reflexos na dinâmica deposicional do reservatório de Barra Bonita.	Alagamento das feições morfo-hidrográficas vinculadas à dinâmica fluvial meandrante	Alterações morfohidrográficas diretas vinculadas à elevação do nível de base e geração de morfologias antropogênicas características do desequilíbrio das taxas de deposição e erosão
	Corpos de águas continentais	Elevação do nível de base local e alagamento de feições morfohidrográficas típicas da dinâmica fluvial meandrante do segmento final do Rio Piracicaba		
>	Campos úmidos	Cobertura vegetal primitiva das áreas de sedimentação recente em associação com áreas florestais – atua na consolidação dos depósitos aluviais. Também são indicadoras da expansão de depósitos aluviais junto a foz dos canais fluviais que deságuam no reservatório de Barra Bonita		
	Pasto limpo	Formações que compreendem a cobertura vegetal original da área, atuando no equilíbrio da morfodinâmica		

\* As flechas indicam aumento ou diminuição das classes de ocupação e uso das terras mais significativas no período de 1962 e 2007.

### Agradecimentos

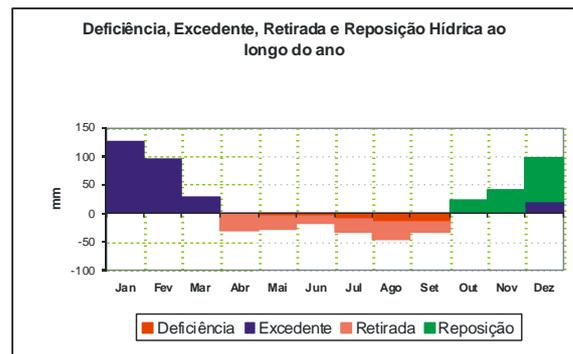
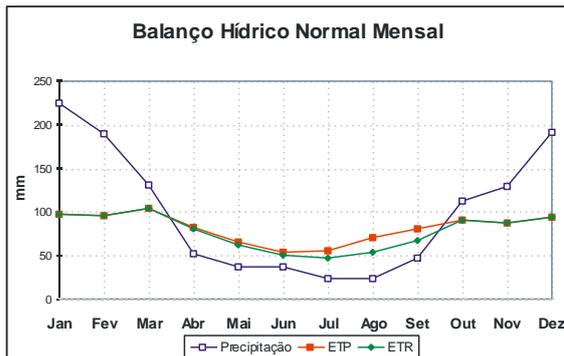
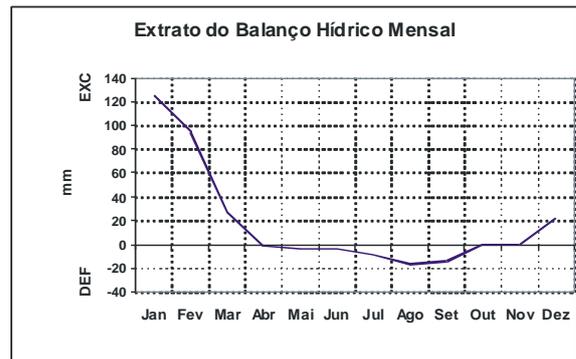
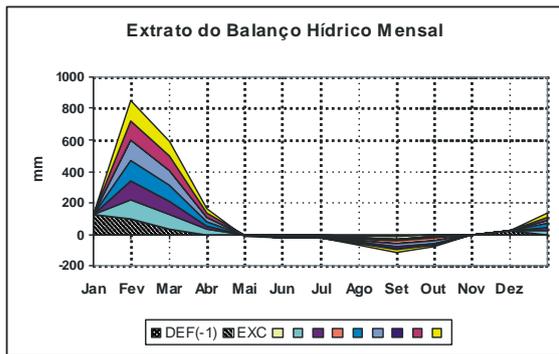
Os autores agradecem os professores Marcos Roberto Pinheiro (Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas/Universidade de São Paulo) e Adriano Luís Heck Simon (Instituto de Ciências Humanas/Universidade Federal de Pelotas) pela importante colaboração científica.

### 3.3 Clima

**APÊNDICE 3.3.A** – Tabela do Balanço hídrico (THORNTHWAIT & MATHER, 1955). Local: Piracicaba, SP. Latitude: 22º 43' S. Longitude: 47º 38' W. Altitude: 580m. Período: 1995 – 2006.

Meses	Num de dias	T oC	P mm	N horas	I	a	ETP Thornthwaite 1948	P-ETP mm	NEG-AC	ARM mm	ALT mm	ETR mm
Jan	30	24,3	224,0	10,7	11,0	2,4	98,29	125,7	0,0	300,00	0,00	98,3
Fev	28	24,4	190,0	11,0	11,0	2,4	95,53	94,5	0,0	300,00	0,00	95,5
Mar	31	23,7	131,0	11,5	10,5	2,4	103,43	27,6	0,0	300,00	0,00	103,4
Abr	30	21,3	53,0	12,2	9,0	2,4	82,08	-29,1	-29,1	272,28	-27,72	80,7
Mai	31	18,8	38,0	12,8	7,4	2,4	66,10	-28,1	-57,2	247,94	-24,35	62,3
Jun	30	17,4	38,0	13,3	6,6	2,4	55,01	-17,0	-74,2	234,27	-13,67	51,7
Jul	31	17,2	23,0	13,4	6,5	2,4	55,64	-32,6	-106,8	210,11	-24,15	47,2
Ago	31	19,2	24,0	13,0	7,7	2,4	70,69	-46,7	-153,5	179,83	-30,28	54,3
Set	30	21,0	48,0	12,4	8,8	2,4	80,96	-33,0	-186,5	161,12	-18,71	66,7
Out	31	22,2	113,0	11,8	9,6	2,4	90,51	22,5	-147,3	183,61	22,49	90,5
Nov	30	22,8	130,0	11,1	9,9	2,4	88,30	41,7	-85,9	225,30	41,70	88,3
Dez	31	23,5	191,0	10,7	10,4	2,4	94,34	96,7	0,0	300,00	74,70	94,3
<b>TOTAIS</b>		<b>255,8</b>	<b>1203,0</b>	<b>144,0</b>	<b>108,4</b>	<b>28,7</b>	<b>980,89</b>	<b>222,1</b>		<b>2914</b>	<b>0,00</b>	<b>933,3</b>
<b>MEDIAS</b>		<b>21,3</b>	<b>100,3</b>	<b>12,0</b>	<b>9,0</b>	<b>2,4</b>	<b>81,74</b>	<b>18,5</b>		<b>242,9</b>		<b>77,8</b>

**APÊNDICE 3.3.B** – Gráficos do balanço hídrico, segundo THORNTHWAIT & MATHER (1955), da região de Piracicaba, SP.



### 3.4. Recursos Hídricos Superficiais

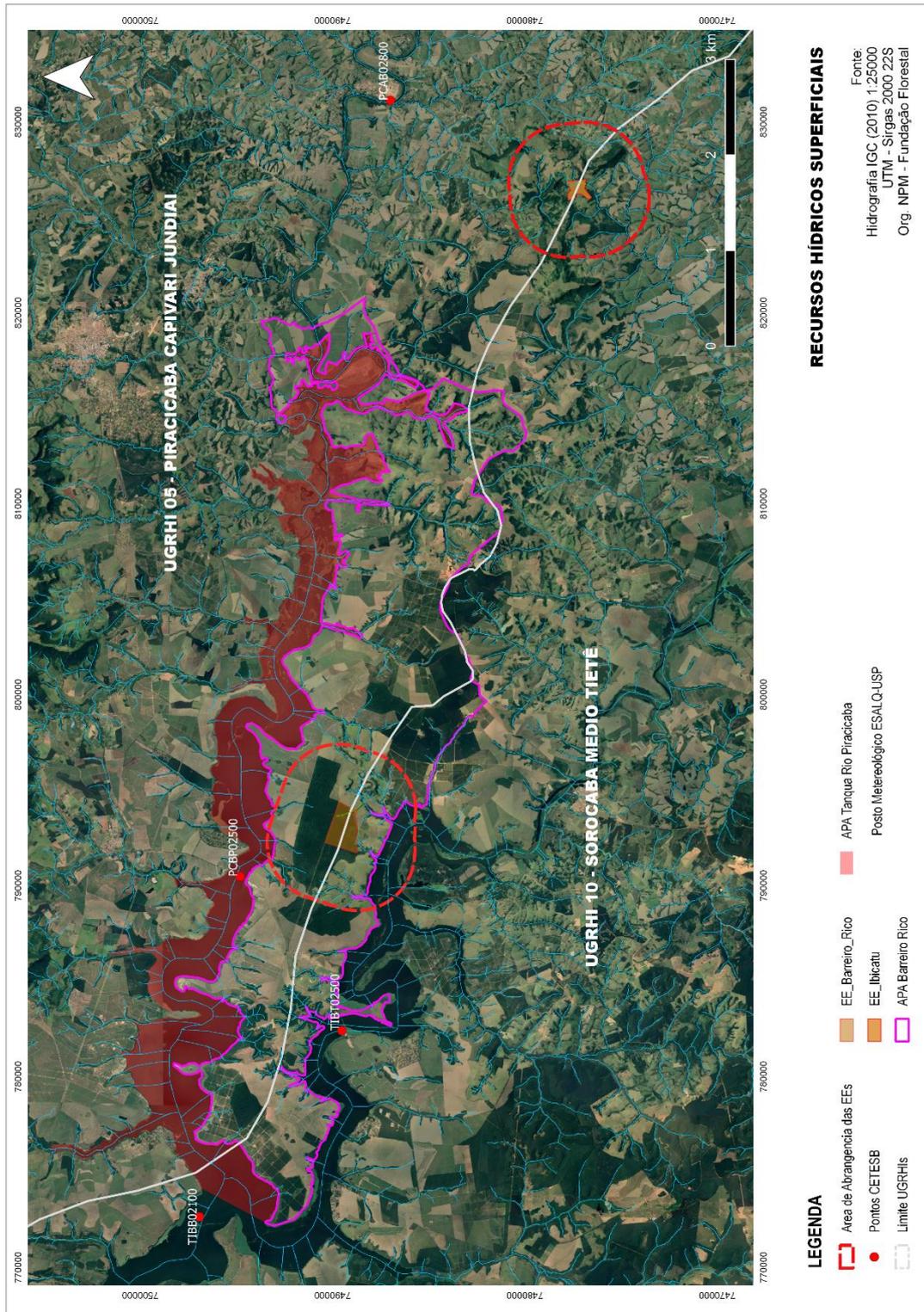
#### Metodologia

A contextualização e a caracterização da APA Tanquã - Rio Piracicaba, APA Barreiro Rico, EEC Barreiro Rico e EEC Ibicatu foram feitas compilando-se dados secundários. O Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10) (Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2006), o Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2017 (Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos – IRRIGART, 2017), o Relatório de Situação 2020 ano Base 2019 da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tiete (Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê, 2020) e os Relatórios de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020) permitiram retratar a situação das águas superficiais onde se encontram as UCs.

Foram selecionados dois pontos de monitoramento da CETESB no rio Piracicaba, o PCAB 02800, localizado no distrito de Artemis (22°41'31''S; 47°46'39''W), em frente à fonte sulfurosa, junto ao posto 4D-07 do DAEE, e o PCBP 02500, localizado próximo à ponte da rodovia SP-191, no trecho que liga Santa Maria da Serra a São Manuel (22°37'44''S; 48°10'27''W).

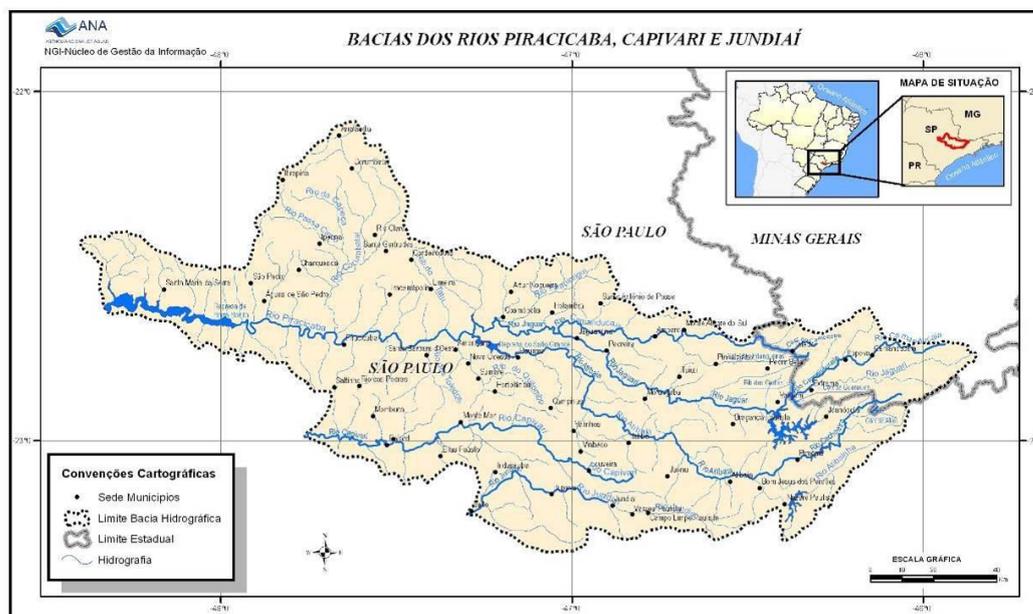
Para se ter uma noção do regime hídrico das áreas protegidas, foram usados os dados de chuva do período de 1917 a 2020 do posto meteorológico pertencente a ESALQ/USP, localizado próximo às unidades de conservação (22°42'30''S; 47°38'00''W; altitude de 546 metros) (**Apêndice 3.4.A**), disponível no site <http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/postocon.html>. Dados de temperatura do ar também foram utilizados na elaboração do balanço hídrico climatológico normal de Thornthwaite e Mather (1955), usando-se para isso a planilha eletrônica apresentada por Rolim et al. (1998), disponível no site <http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/nurma.html>.

**Apêndice 3.4.A.** Imagem de satélite do Google Earth® com a delimitação das áreas da APA Tanquã- Rio Piracicaba (limites em vermelho), APA Barreiro Rico (limites em magenta), EEc Barreiro Rico (limite em marrom) e EEc Ibicatu (limite em bege). Estão sinalizados também os pontos de monitoramento da CETESB e o posto meteorológico da ESALQ/USP.



Fonte: CETESB, 2020. Elaborado por Núcleo Planos de Manejo – Fundação Florestal

**Apêndice 3.4.B.** Mapa das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - PCJ, definida como Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 05 (UGRHI 5).



Fonte: [http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/BaciaPCJ/\\_img/MapaPCJ.jpg](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/BaciaPCJ/_img/MapaPCJ.jpg).

**Apêndice 3.4.C.** Subdivisão da UGRHI 05 - PCJ em sub-bacias de drenagem (adaptado de IRRIGART, 2017).

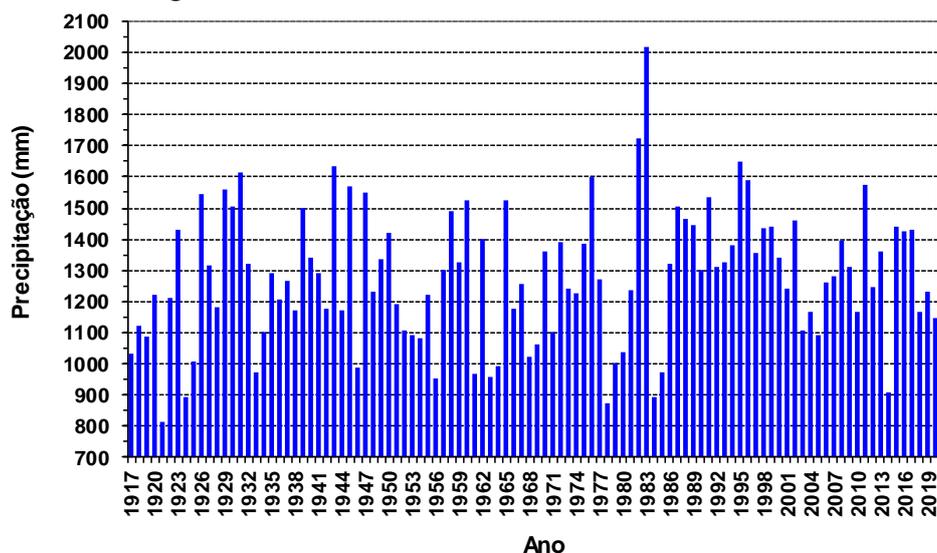
Sub-bacia	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Municípios
Camanducaia (da divisa com Minas Gerais até o Rio Piracicaba)	870,68	Amparo, Holambra, Jaguariúna, Monte Alegre do Sul, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Socorro, Sto. Antônio de Posse, Tuiuti e Serra Negra
Jaguari (da divisa com Minas Gerais até o Rio Piracicaba)	2.323,42	Americana, Atibaia, Bragança Paulista, Campinas, Cordeirópolis, Cosmópolis, Itatiba, Jaguariúna, Jarinu, Joanópolis, Jundiá, Louveira, Morungaba, Nazaré Paulista, Nova Odessa, Paulínia, Piracaiá, Valinhos e Vinhedo
Atibaia (da divisa com Minas Gerais até o Rio Piracicaba)	2.828,76	Americana, Atibaia, Bragança Paulista, Campinas, Cordeirópolis, Cosmópolis, Itatiba, Jaguariúna, Jarinu, Joanópolis, Jundiá, Louveira, Morungaba, Nazaré Paulista, Nova Odessa, Paulínia, Piracaiá, Valinhos e Vinhedo
Corumbataí	1.679,19 (da nascente à foz)	Analândia, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Rio Claro e Sta. Gertrudes
Piracicaba (da confluência Jaguari/Atibaia até o rio Tietê)	3.700,79	Águas de São Pedro, Americana, Campinas, Charqueada, Hortolândia, Iracemápolis, Limeira, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Piracicaba, Sta. Bárbara D'Oeste, Rio das Pedras, Saltinho, Cordeirópolis, Sumaré, Santa Maria da Serra, São Pedro, e Piracicaba
Capivari (da nascente à foz)	1.620,92	Campinas, Capivari, Elias Fausto, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Itupeva, Jundiá, Louveira, Mombuca, Monte Mor, Rafard, Rio das Pedras e Santa Bárbara d'Oeste
Jundiá (da nascente à foz)	1.114,03	Atibaia, Cabreúva, Campo Limpo Paulista, Indaiatuba, Itatiba, Itupeva, Jarinu, Jundiá, Mairiporã, Salto e Várzea Paulista

Elaborado por Ranzini e Arcova, 2021.

**Apêndice 3.4.D.** Subdivisão da UGRHI 10 - SMT em sub-bacias de drenagem (adaptado de IPT, 2006).

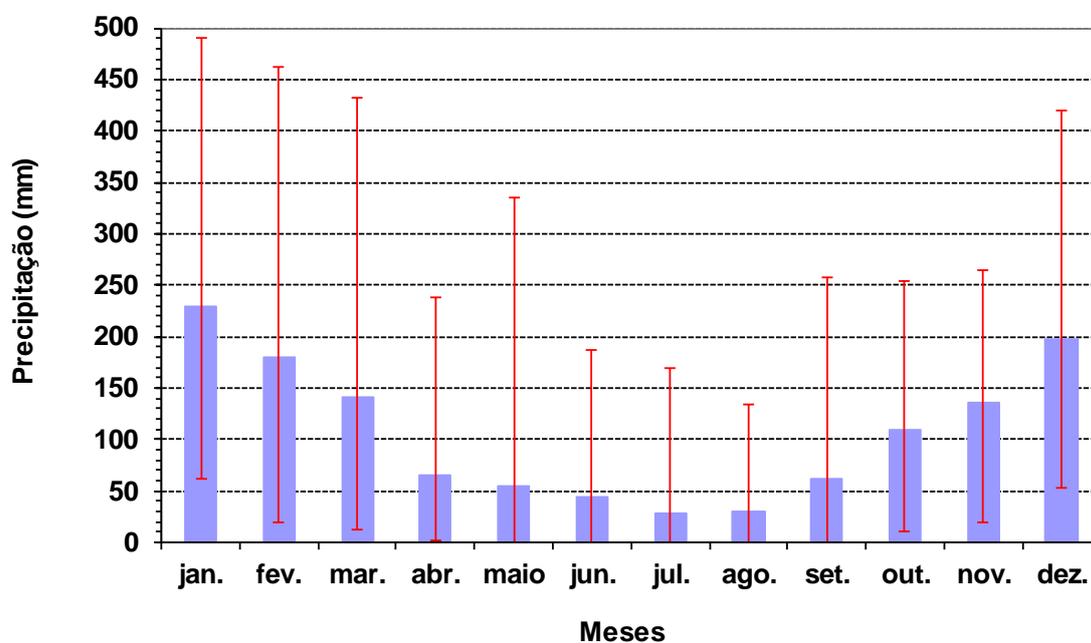
Sub-bacia	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Municípios
Médio Tietê Inferior	4.141,33	Anhembi, Bofete, Botucatu, Conchas, Pereiras, Porangaba e Torre de Pedra
Médio Tietê Médio	1.025,18	Boituva, Cerquillo, Jurumirim, Porto Feliz e Tietê
Baixo Sorocaba	3.136,38	Alambari, Capela do Alto, Cesário Lange, Laranjal Paulista, Piedade, Salto de Pirapora, Sarapuí, Quadra e Tatuí
Médio Sorocaba	1.212,36	Alumínio, Araçoiaba da Serra, Iperó, Mairinque, Sorocaba e Votorantim
Médio Tietê Superior	1.388,07	Araçariguama, Cabreúva, Itu, Salto e São Roque
Alto Sorocaba	924,50	Ibiúna e Vargem Grande Paulista

**Apêndice 3.4.E.** Precipitação anual na região da APA Tanquã- Rio Piracicaba, APA Barreiro Rico, EEc Barreiro Rico e EEc Ibicatu no período de 1917 a 2020. Dados obtidos do posto meteorológico da ESALQ/USP.



Fonte: ESALQ/USP. Elaborado por Ranzini e Arcova, 2021.

**Apêndice 3.4.F.** Precipitação média mensal na região da APA Tanquã- Rio Piracicaba, APA Barreiro Rico, EEc Barreiro Rico e EEc Ibicatu no período de 1917 a 2020. As linhas verticais em vermelho indicam a amplitude dos valores. Dados obtidos do posto meteorológico da ESALQ/USP.



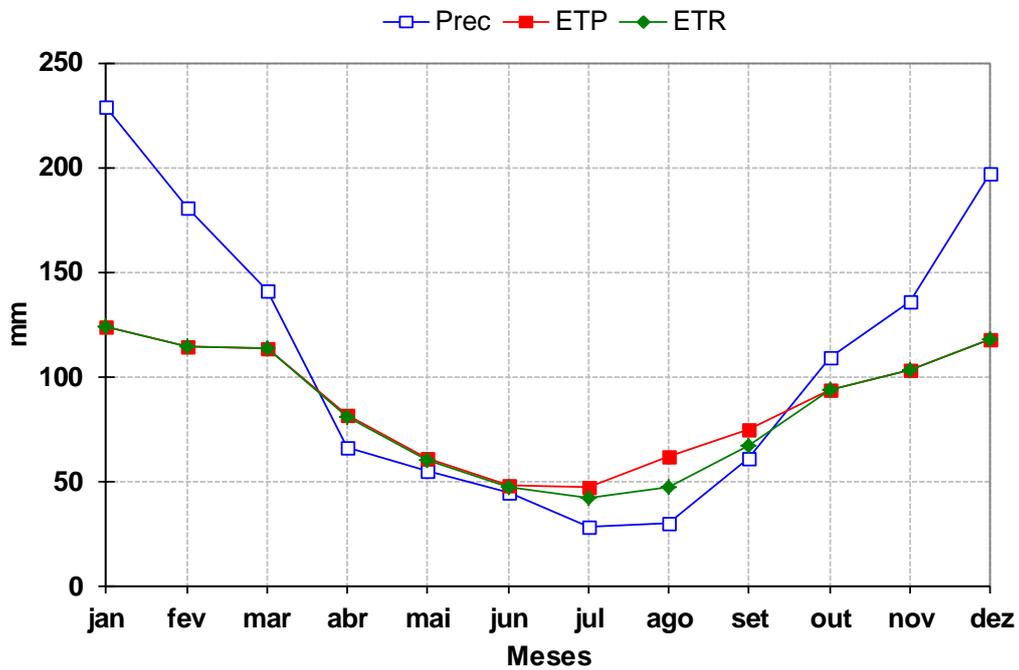
Fonte: ESALQ/USP. Elaborado por Ranzini e Arcova, 2021.

**Apêndice 3.4.G.** Balanço hídrico climatológico normal na região da APA Tanquã- Rio Piracicaba, APA Barreiro Rico, EEc Barreiro Rico e EEc Ibicatu para o período de 1917 a 2020.

Mês	Precipitação (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
jan.	228,9	124,0	124,0	104,9	0,0
fev.	180,4	114,0	114,0	66,4	0,0
mar.	141,3	113,8	113,8	27,5	0,0
abr.	65,9	82,1	80,8	0,0	1,2
maio	54,7	61,0	59,9	0,0	1,1
jun.	44,2	47,7	47,0	0,0	0,8
jul.	28,6	47,6	42,0	0,0	5,7
ago.	30,0	62,1	47,5	0,0	14,6
set.	61,4	75,0	67,3	0,0	7,7
out.	109,1	93,9	93,9	0,0	0,0
nov.	135,8	103,2	103,2	0,0	0,0
dez.	197,2	117,5	117,5	67,9	0,0
<b>Total</b>	<b>1.277,4</b>	<b>1.041,8</b>	<b>1.010,7</b>	<b>266,7</b>	<b>31,0</b>

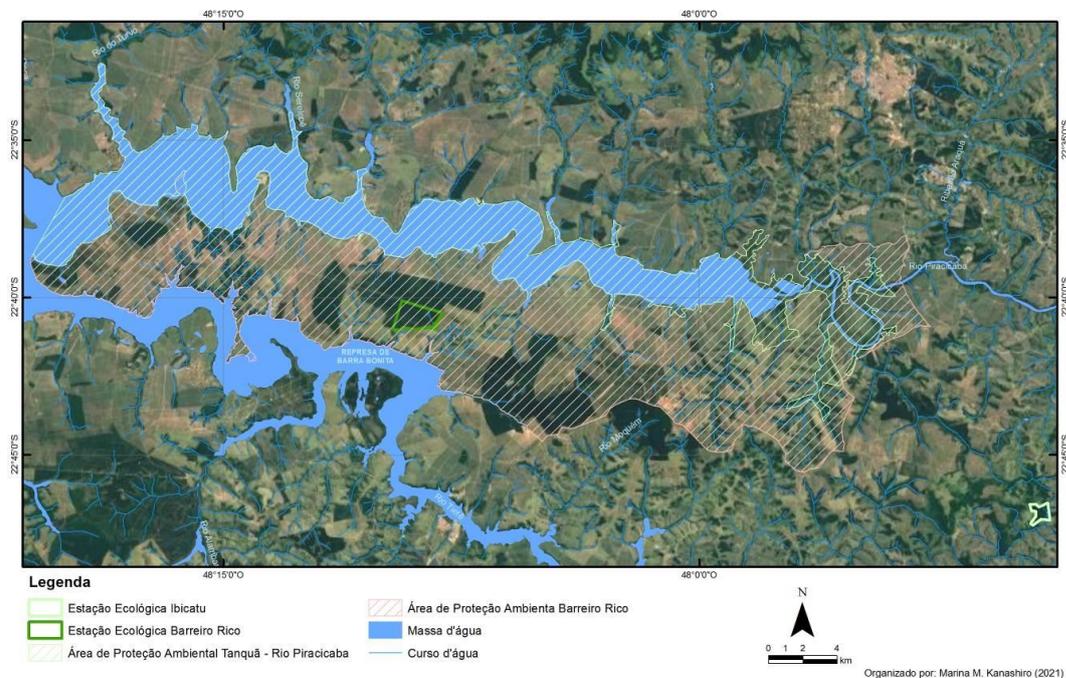
Obs: CAD - Capacidade de Água Disponível = 100 mm. Elaborado por Ranzini e Arcova, 2021.

**Apêndice 3.4.H.** Representação gráfica do balanço hídrico climatológico normal na região da APA Tanquã- Rio Piracicaba, APA Barreiro Rico, EEc Barreiro Rico e EEc Ibicatu para o período de 1917 a 2020.



Elaborado por Ranzini e Arcova, 2021.

**Apêndice 3.4.I.** Rede de drenagem da região da APA Tanquã- Rio Piracicaba, APA Barreiro Rico, EEc Barreiro Rico e EEc Ibicatu.



Fonte: Kanashiro, 2021.

**Apêndice 3.4.J.** Vista do rio Piracicaba no bairro Tanquã, na APA Tanquã- Rio Piracicaba.



Fonte: EPTV-G1, 28/02/2017.

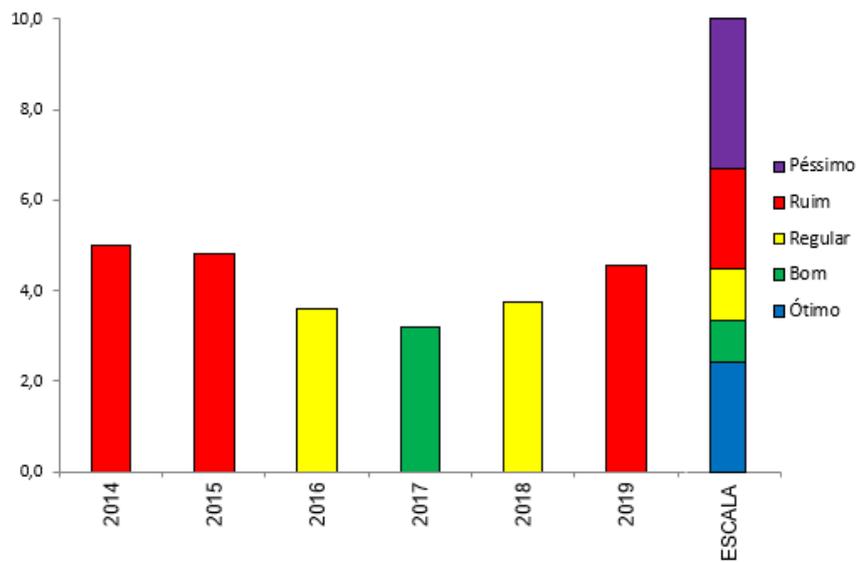
**Apêndice 3.4.L.** Descrição dos pontos de monitoramento da CETESB na área de abrangência das APAs.

Código do Ponto	Localização	Município	Latitude S	Longitude W	Manancial	Fonte de Influência
PCBP 02500	Ponte na Rodovia SP 91 no trecho que liga Sta. Maria da Serra a São Manuel	Santa Maria da Serra	22 37 44	48 10 27	Não	Áreas agrícolas e área inundada do Braço do Rio Piracicaba
PCAB 02800	Em frente à fonte sulfurosa, junto ao posto 4D-07 do DAEE na localidade de Artêmis	Piracicaba	22 41 31	47 46 39	Não	Carga Orgânica Remanescente de Áreas Urbanas na Bacia do Rio Piracicaba

Fonte: CETESB, 2020.

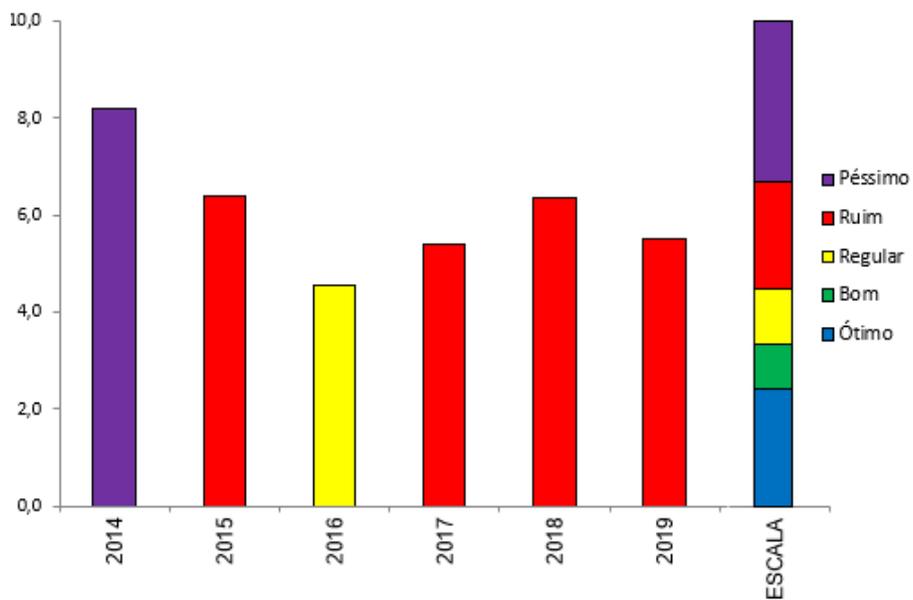
**IVA – Índice de Qualidade das Águas para a Proteção da Vida Aquática (IVA).** Tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora, em geral. O IVA leva em consideração a presença e concentração de substâncias tóxicas (Cobre, Zinco, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio, Níquel, Cádmiio e Surfactantes), o efeito destas substâncias nos organismos aquáticos (Toxicidade) e duas variáveis consideradas essenciais para a biota (pH e Oxigênio Dissolvido), variáveis essas agrupadas no IPMCA – Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET – Índice do Estado Trófico. Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos eco toxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia. A classificação apresentada representa a média anual obtida a partir dos resultados de, pelo menos, 4 campanhas.

**Apêndice 3.4.M. Evolução do IVA no Ponto PCBP 02500.**



Fontes: Relatórios da Qualidade das Águas Interiores - CETESB 2014 a 2019.

**Apêndice 3.4.N. Evolução do IVA no Ponto PCAB 02800.**

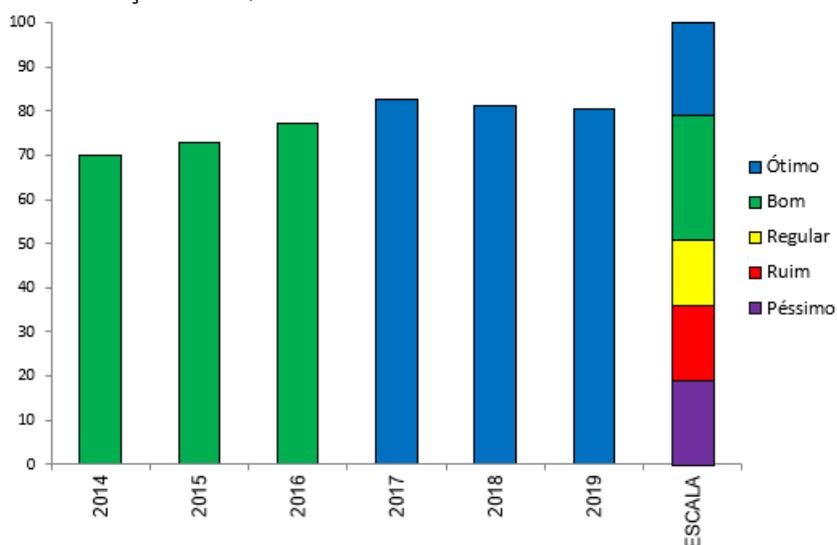


Fontes: Relatórios da Qualidade das Águas Interiores - CETESB 2014 a 2019.

### IQA – Índice de Qualidade de Águas:

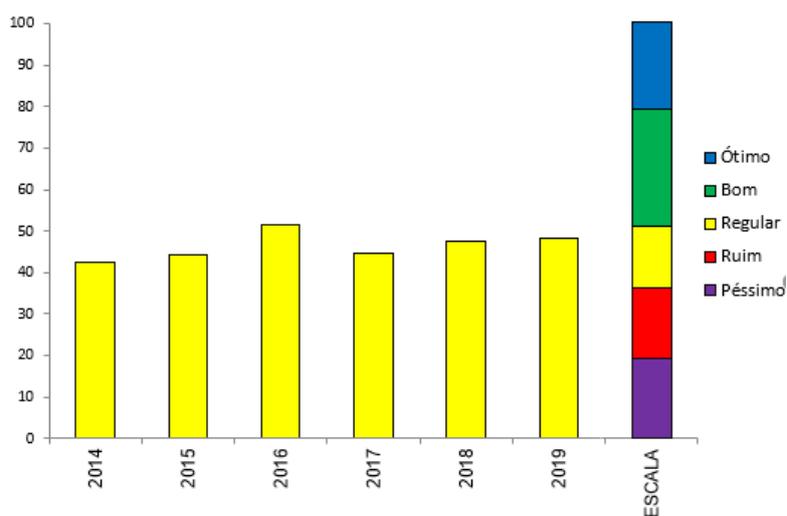
O Índice de Qualidade das Águas (IQA) considera as variáveis; Temperatura da Água, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica do Oxigênio, Coliformes Termotolerantes/E. coli, pH, Turbidez, Fósforo Total, Nitrogênio Total e Sólidos Totais, as quais indicam principalmente o lançamento de efluentes sanitários, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais. A classificação apresentada representa a média anual obtida a partir dos resultados do IQA de, pelo menos, 4 campanhas.

#### Apêndice 3.4.O. Evolução do IQA do Ponto PCBP 02500



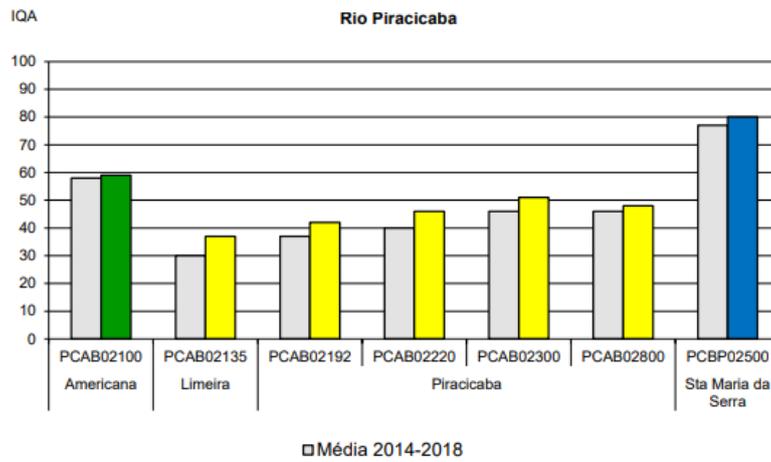
Fontes: Relatórios da Qualidade das Águas Interiores - CETESB 2014 a 2019.

#### Apêndice 3.4.P. Evolução do IQA do Ponto PCAB 02800



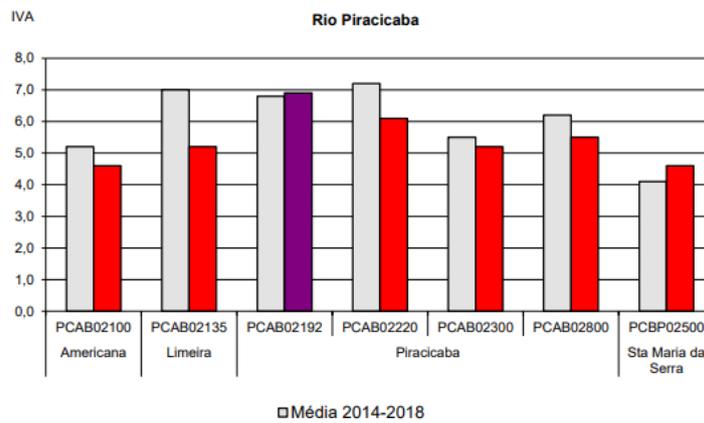
Fontes: Relatórios da Qualidade das Águas Interiores - CETESB 2014 a 2019.

Apêndice 3.4.Q. Perfil do IQA ao longo do rio Piracicaba em 2019 e nos últimos 5 anos.



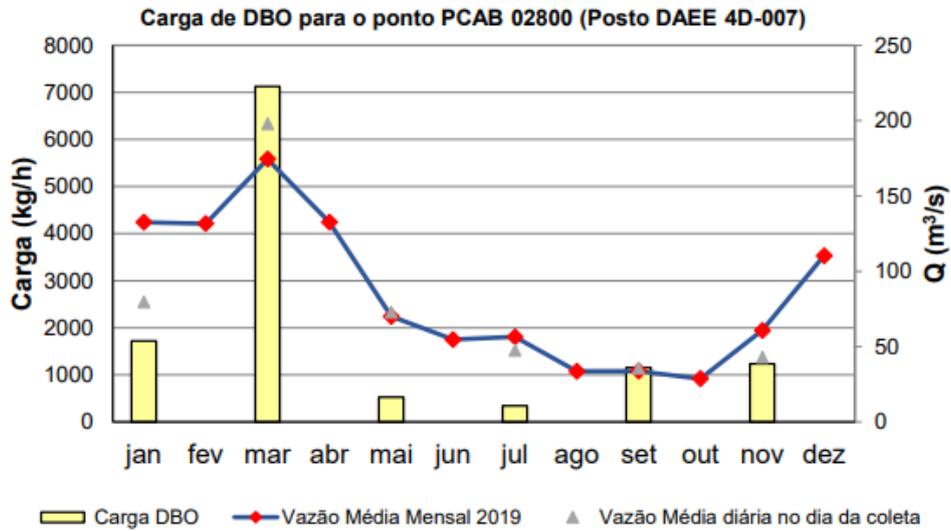
Fonte: RQA 2019 CETESB.

Apêndice 3.4.R. Perfil do IVA ao longo do rio Piracicaba em 2019 e nos últimos 5 anos.



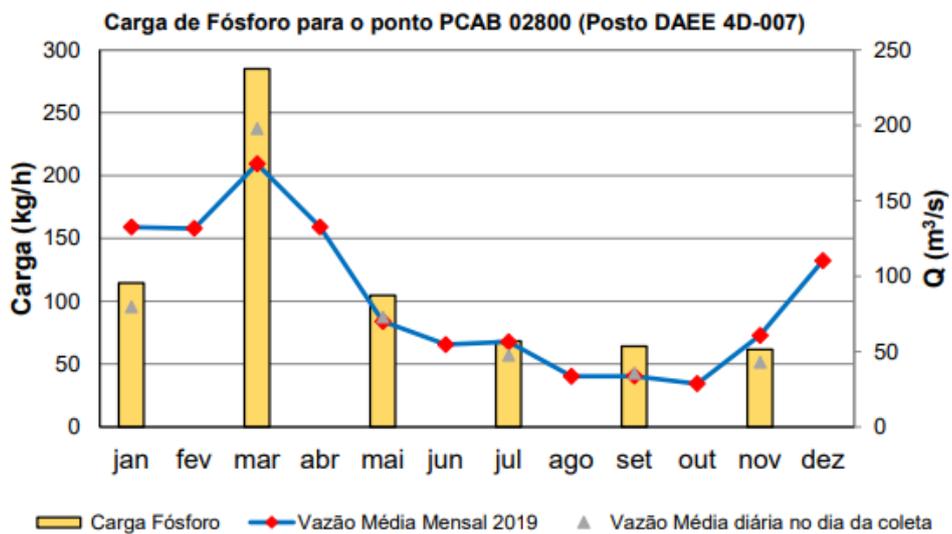
Fonte: RQA 2019 CETESB.

Apêndice 3.4.S. Vazões e carga de DBO em 2019 no ponto PCAB02800.



Fonte: RQA CETESB 2019.

Apêndice 3.4.T. Carga de Fósforo para o ponto PCAB 02800 em 2019.



#### APÊNDICE 3.5.

##### Introdução

Este relatório, em atendimento ao Comitê de Integração dos Planos de Manejo, descreve os aquíferos existentes na APA Tanquã Rio Piracicaba, inserida nos municípios de Piracicaba, Botucatu, Dois Córregos, São Pedro, Santa Maria da Serra e Anhembi e na Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba Capivari e Jundiá (PCJ), visando contribuir para a caracterização do meio físico.

##### Metodologia

A caracterização do uso e da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos da APA Tanquã Rio Piracicaba foi realizada a partir de levantamento bibliográfico e de consulta a bancos de dados com livre acesso, disponíveis nos sites de órgãos de governo ou instituições de pesquisa, não foi realizada checagem de consistência ou verificação de campo.

Baseado na compilação desses dados secundários, o diagnóstico permitiu realizar uma análise regional da situação em relação à disponibilidade, qualidade, usos e fragilidades da água subterrânea na região onde se localiza a UC.

Os principais trabalhos e bancos de dados de referência consultados e os parâmetros e indicadores ambientais utilizados para caracterização das águas subterrâneas estão relacionados a seguir.

- Aquíferos

Para a identificação e delimitação dos principais aquíferos que ocorrem na região onde se insere a UC foi utilizado o mapa disponível no formato digital na publicação “Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – Diretrizes de utilização e proteção” (DAEE/UNESP, 2013) e o mapa compilado por Negri (2021). Para a caracterização dos aquíferos foi consultado o relatório “Elaboração do Plano de Monitoramento Quali-Quantitativo das Águas Subterrâneas das Bacias PCJ”, Profill – Dezembro 2019.

- Aspectos Quantitativos

A informação sobre a potencialidade hídrica foi extraída de DAEE/IG/IPT/CPRM (2005).

Os valores de reserva explorável e disponibilidade hídrica total foram obtidos no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 5 (CBH-PCJ, 2020).

Os poços existentes na região da UC foram plotados em mapa com identificação do aquífero explorado e dos principais usos da água, a partir de levantamento no banco de dados de outorgas, disponível para consulta no site do DAEE no dia 26/02/2021.

Foram consultados também os dados de outorga de São Paulo (2020) mas, para representação em mapa, utilizou-se das informações obtidas no site do DAEE onde consta que há atualização diária (DAEE, 2021).

- Aspectos Qualitativos

Para a caracterização da qualidade da água subterrânea foram utilizados os dados da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas operada pela CETESB e da Rede Integrada de Monitoramento de Quantidade e Qualidade operada por DAEE e CETESB, disponibilizados no sistema DATAGEO e em relatório digital publicado (CETESB, 2019, 2020a). O banco de dados da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS), operada pela CPRM, foi consultado em 22/03/2021, para levantamento de dados de qualidade e nível da água subterrânea dos aquíferos livres.

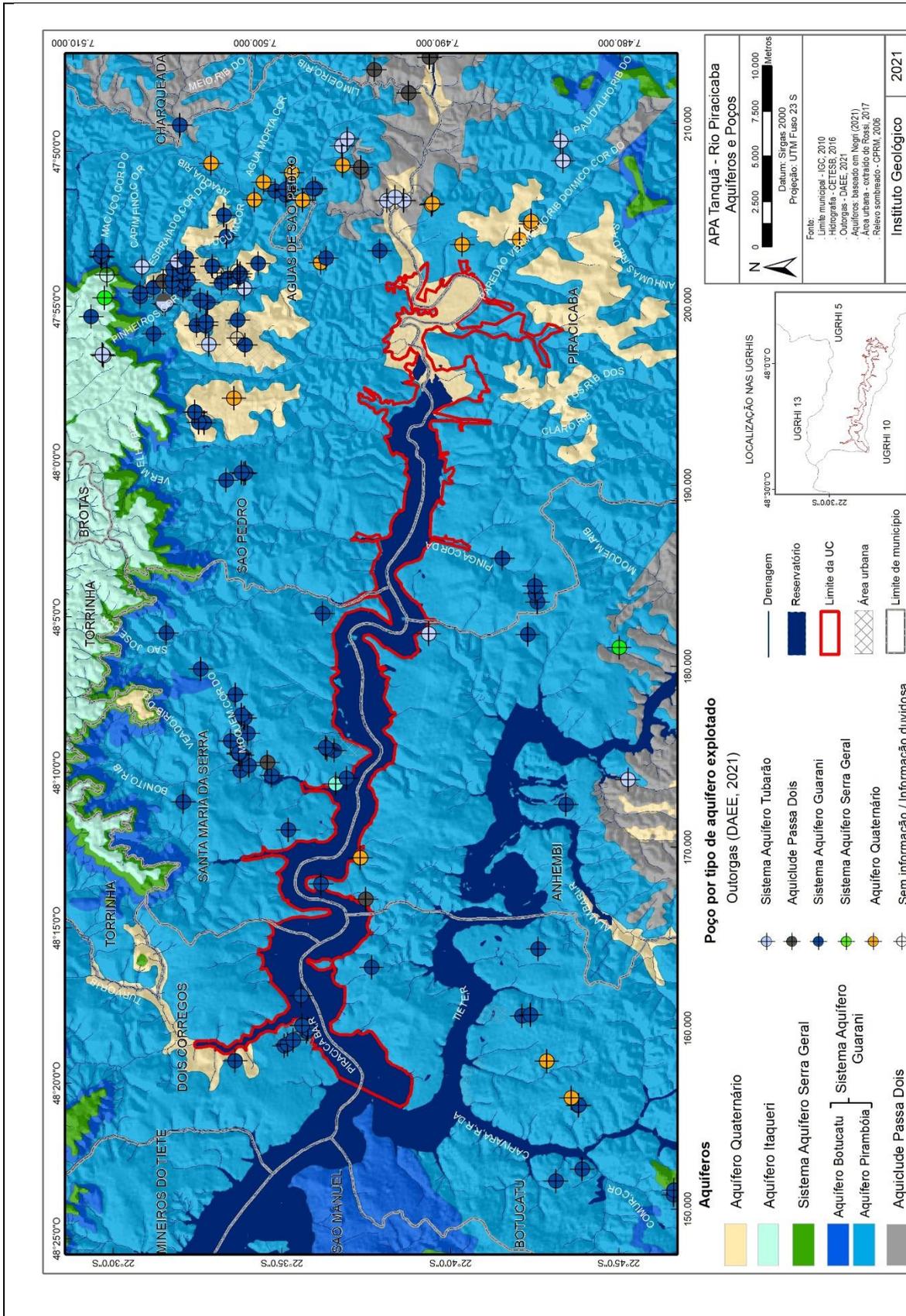
O levantamento das áreas contaminadas baseou-se no Cadastro de Áreas Contaminadas publicado em dezembro/2020 pela CETESB (CETESB, 2020b).

### **Limitações da Metodologia**

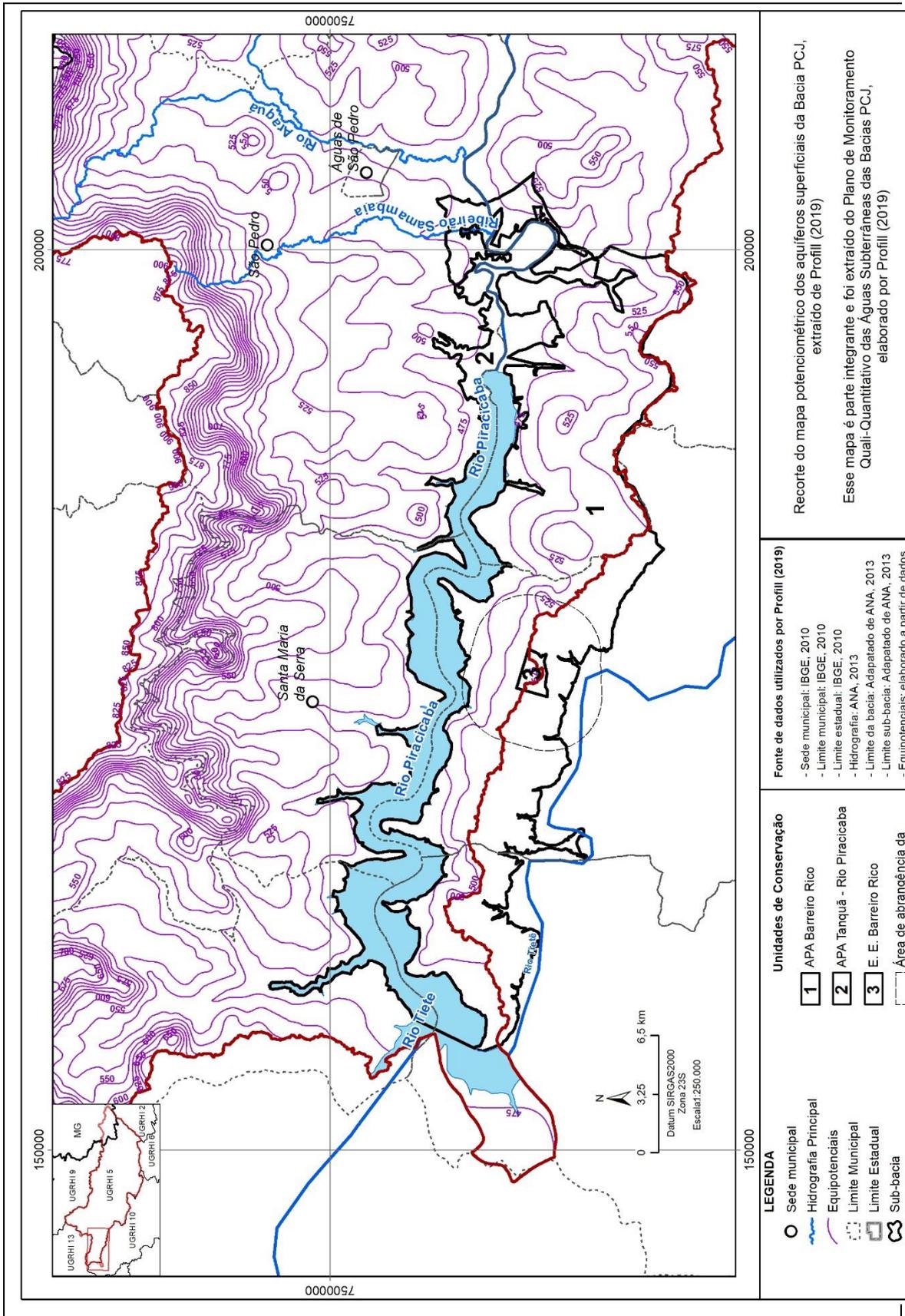
O levantamento de informações foi fundamentado em pesquisa bibliográfica e há heterogeneidade na profundidade e na abrangência espacial e temporal dos dados levantados.

Para uma análise mais aprofundada em algum aspecto, recomenda-se que o leitor recorra às fontes originais de informações, citadas no item Bibliografia.

Apêndice 3.5.A – Aquíferos e poços na região da APA Tanquã Rio Piracicaba



Apêndice 3.5.B – Recorte do mapa potenciométrico elaborado por Profil (2019)



**LEGENDA**

- Sede municipal
- Hidrografia Principal
- Equipotenciais
- - - Limite Municipal
- - - Limite Estadual
- ▭ Sub-bacia

**Unidades de Conservação**

- 1** APA Barreiro Rico
- 2** APA Tanquã - Rio Piracicaba
- 3** E. E. Barreiro Rico
- - - Área de abrangência da

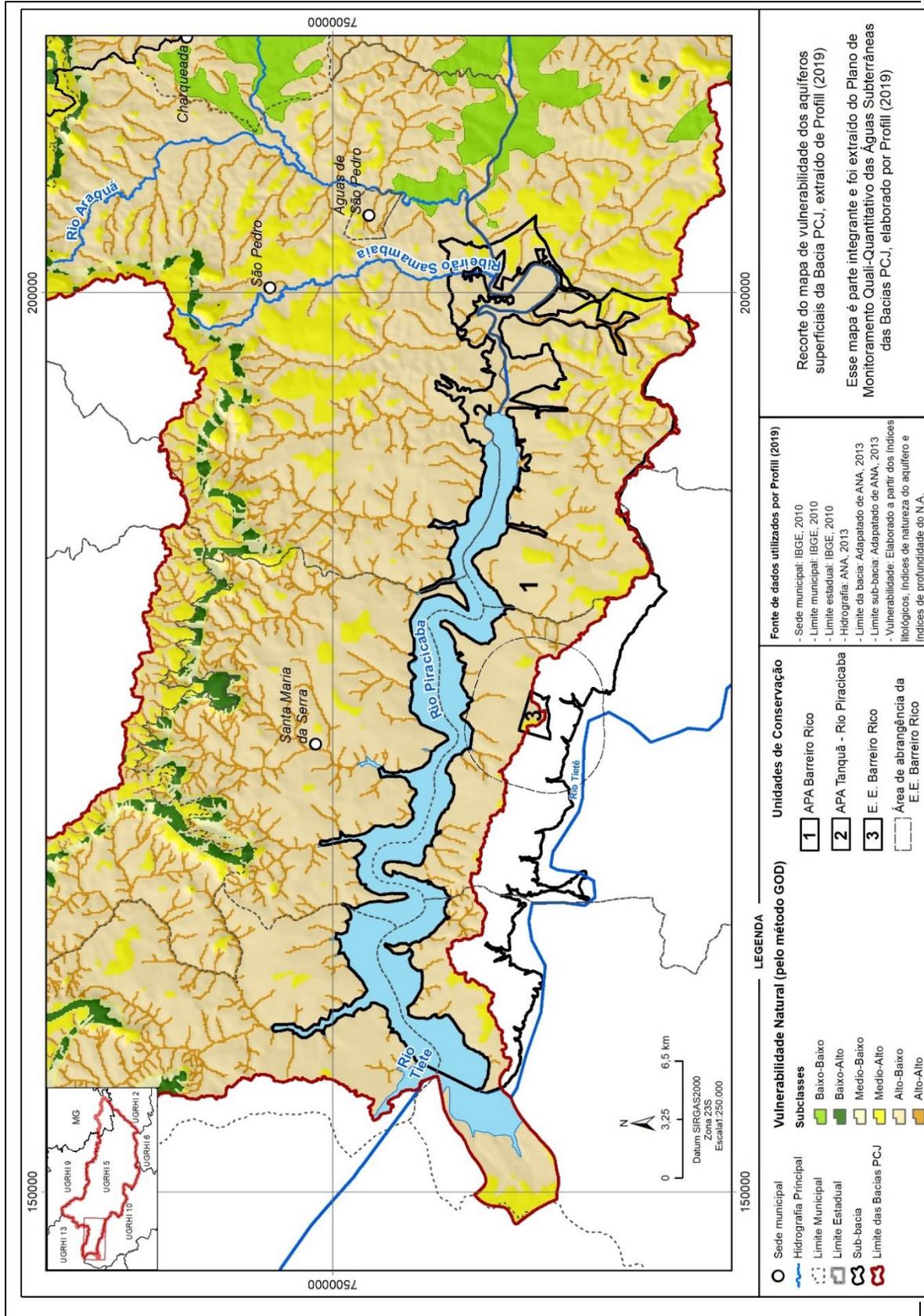
**Fonte de dados utilizados por Profil (2019)**

- Sede municipal: IBGE, 2010
- Limite municipal: IBGE, 2010
- Limite estadual: IBGE, 2010
- Hidrografia: ANA, 2013
- Limite da bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Limite sub-bacia: Adaptado de ANA, 2013
- Equipotenciais: elaborado a partir de dados

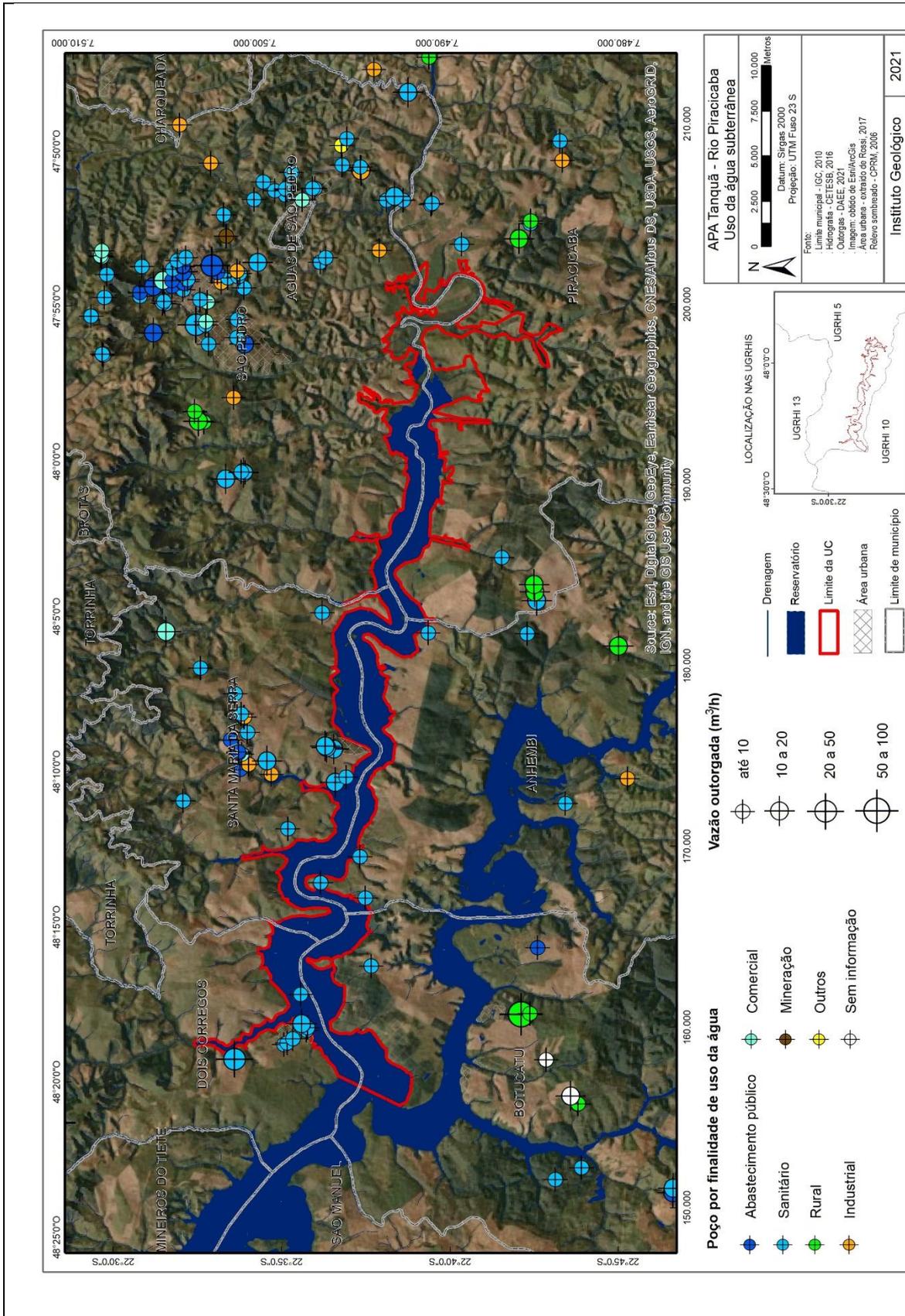
**Recorte do mapa potenciométrico dos aquíferos superficiais da Bacia PCJ, extraído de Profil (2019)**

**Esse mapa é parte integrante e foi extraído do Plano de Monitoramento Quali-Quantitativo das Águas Subterrâneas das Bacias PCJ, elaborado por Profil (2019)**

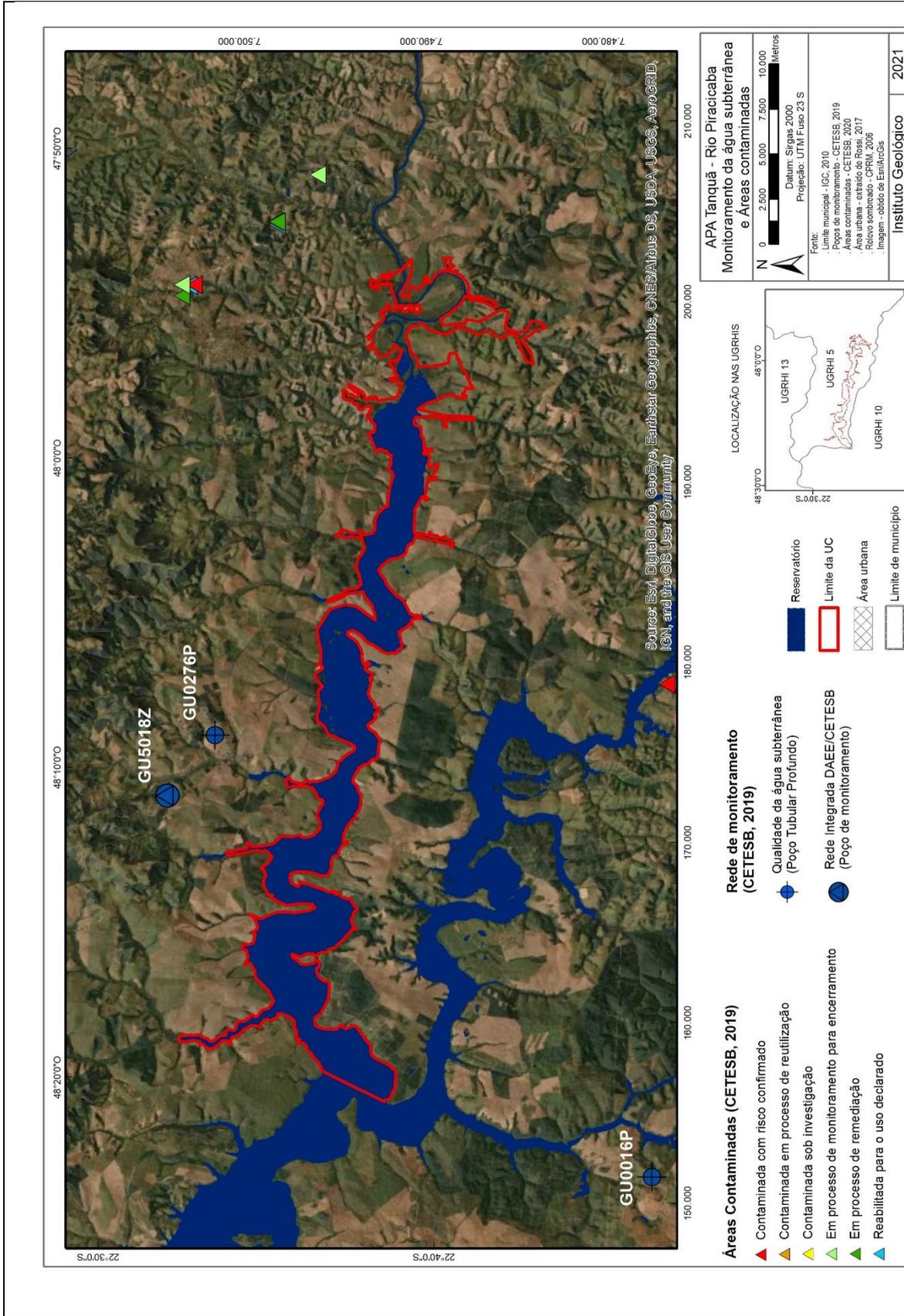
Apêndice 3.5.C – Recorte do mapa de vulnerabilidade dos aquíferos, elaborado por Profill (2019)



Apêndice 3.5.D – Uso da água subterrânea na região da APA Tanquã Rio Piracicaba



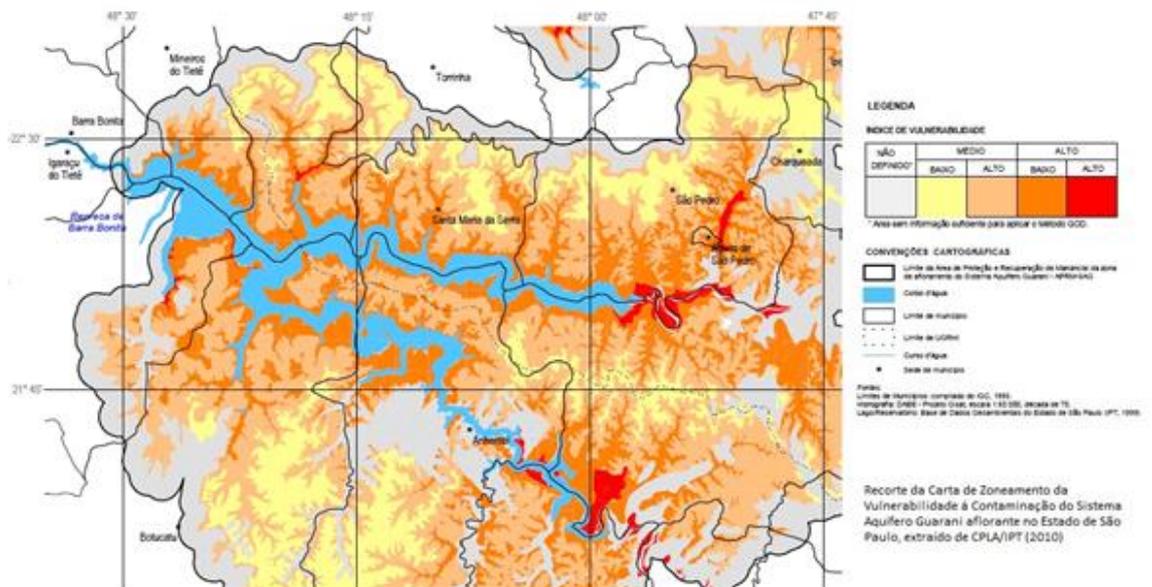
Apêndice 3.5.E – Monitoramento da água subterrânea e áreas contaminadas na região da APA Tanquã Rio Piracicaba - **PRELIMINAR**



**Apêndice 3.5.F-** Ilustração esquemática dos fluxos local e regional e a recarga profunda do Sistema Aquífero Guarani confinado (extraído de Iritani & Ezaki, 2012)

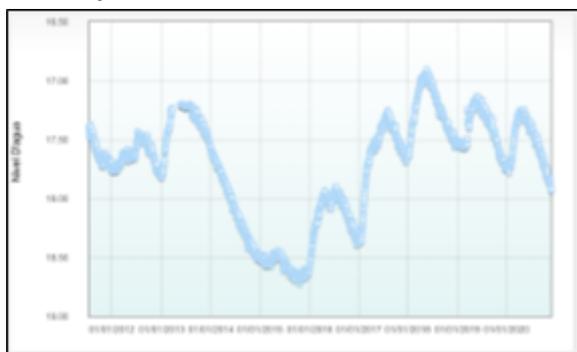


**Apêndice 3.5.G** - Recorte do mapa de vulnerabilidade à contaminação do Sistema Aquífero Guarani elaborado por CPLA/IPT (2010)

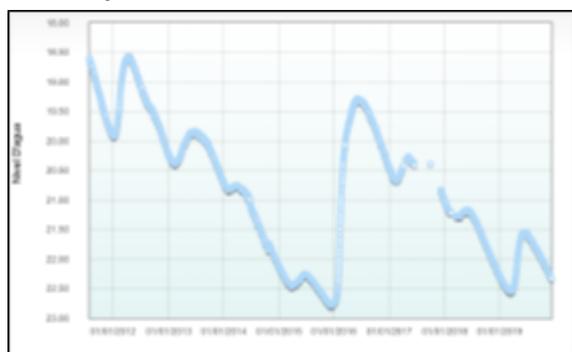


**Apêndice 3.5.H** – Evolução do nível da água nos poços de monitoramento da Rede RIMAS, operada pela CPRM (CPRM, 2021)

Poço MNT/SP/BF01 – Bofete



Poço MNT/SP/BT01 - Brotas



**Apêndice 3.5.I** – Dados de qualidade da água subterrânea de poços da rede de monitoramento da CETESB (extraído de CETESB, 2019)

Rede de monitoramento - (CETESB, 2019)		Rede de Monitoramento de Qualidade		Rede Integrada de Monitoramento
Poço		GU0276P	GU0016P	GU5018Z
Município		Santa Maria da Serra	Botucatu	Santa Maria da Serra
UGRHI		5	10	5
Aquífero monitorado		Guarani	Guarani	Guarani
Período monitorado		2016 – 2018	2016 – 2018	2016 – 2018
Parâmetros	VMP			
pH	6,0 a 9,5 <sup>(*)</sup>	5,6 a 6,1	5,6 a 6,5	4,2 a 7,8
Condutividade elétrica (µS/cm)	-	26,2 a 38,7	149,4 a 238	28 a 30
Fluoreto (mg/L)	0,3 <sup>(*)</sup>	<0,04 a 0,05	0,066 a 0,44	<0,1
Bário total (µg/L)	700 <sup>(*)</sup>	47 a 53	3 a 110	100 a 210
Cromio total ((µg/L)	50	1,23 a 1,56	<0,2 a 0,67	0,51 a 1,1
N-Nitrato (mg/L)	10 <sup>(*)</sup>	0,21 a 0,24	<0,05 a 5,93	1,68 a 2,07

(\*) VMP-Valor máximo permitido (padrão de potabilidade) – Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde, vigente à época da publicação CETESB (2019)

### 3.6. Pedologia

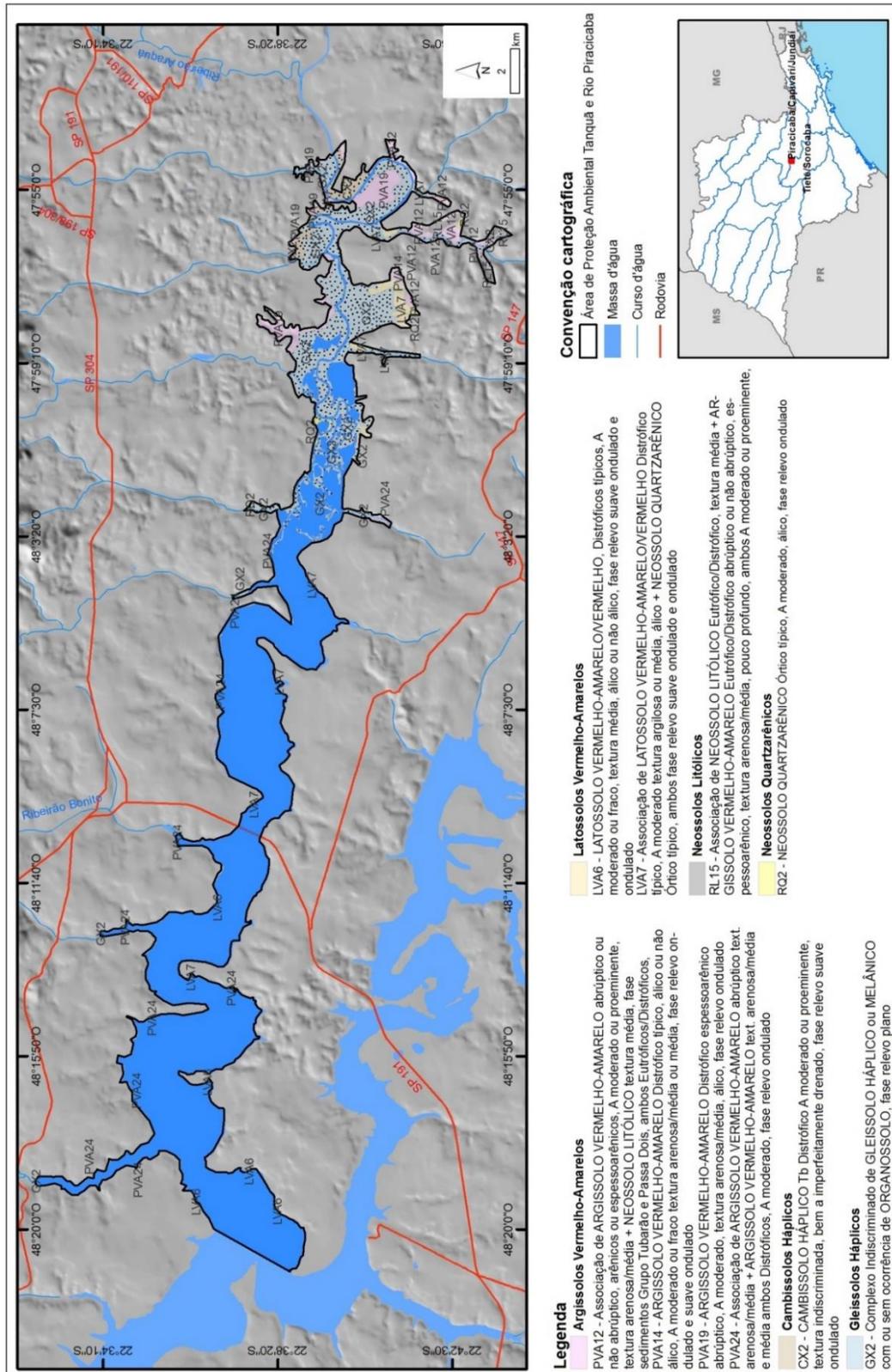
#### Procedimentos metodológicos

O presente trabalho se propõe a uma concisa caracterização dos solos e sua espacialização, a partir de bibliografia existente, para compor análise e elaboração do Plano de Manejo da APA Tanquã-Rio Piracicaba.

Para tanto, foi utilizado e adaptado o estudo pedológico de Rossi et al. (2018), desenvolvido no âmbito do Relatório Técnico de Proposta de Criação da APA Barreiro Rico e APA Tanquã-Rio Piracicaba. Naquele estudo, os autores realizaram revisão bibliográfica, cartográfica (Oliveira et al., 1987; Oliveira et al., 1999; Secretaria Estadual de Logística e Transportes, 2013; e Rossi, 2017) e trabalhos de campo, para levantamento de informações pedológicas que subsidiem o Plano de Manejo.

A partir da fotointerpretação de imagens de alta resolução, conforme apresentado em Rossi et al. (2018), foram atualizadas as condições dos processos erosivos visíveis através de suas expressões lineares ou espaciais a partir de imagens de composição colorida RGB, referente ao período de 2016/2017 (SMA, 2018). A fim de fornecer informações sobre a fragilidade dos solos, se adaptou os dados apresentados em Rossi et al. (2018), elaborando uma tabela síntese do potencial e restrição dos solos (Ross, 1990 e Mattos et al., 1996), utilizando-se a classificação de fragilidade baixa, média, alta e muito alta, de acordo com características como textura e profundidade do solo, morfologia do relevo, declividade, encharcamento e litologia. A classe alta foi subdividida em alta 1 (susceptibilidade à processos de erosão) e alta 2 (susceptibilidade à processos de assoreamento, inundação e contaminação).

Apêndice 3.6.A - Mapa de solos da APA Tanquã-Rio Piracicaba.

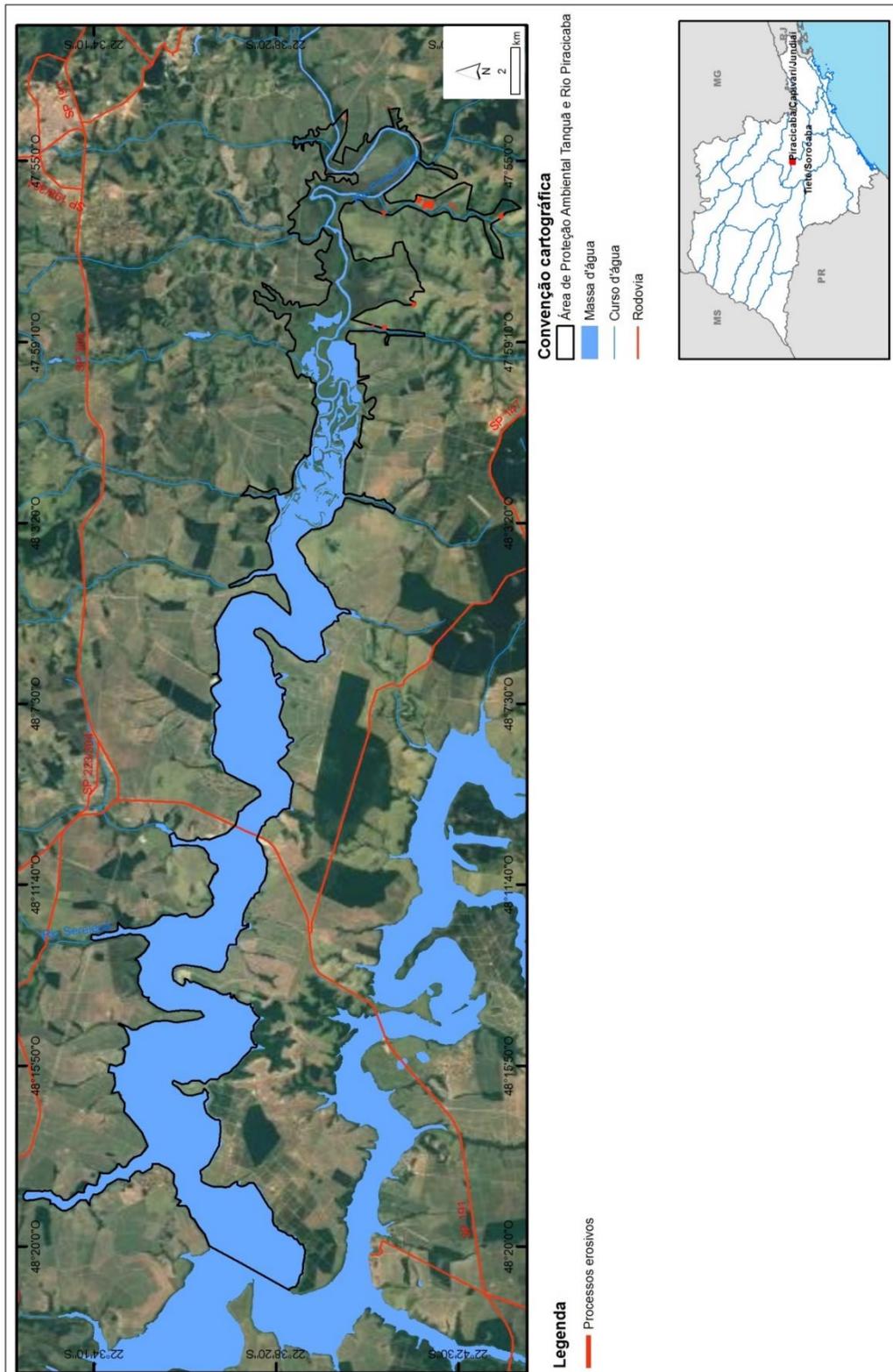


**Apêndice 3.6.B** - Demonstrativo de áreas das unidades mapeadas na APA Tanquã-Rio Piracicaba

Descrição	TIPO DE SOLO		ÁREA	
	Símbolo da Unidade	Composição	ha	%
(ROSSI, 2017 apud ROSSI et al., 2018, p.184-186)				
<b>LATOSSOLOS</b>				
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO/VERMELHO, Distróficos típicos, A moderado ou fraco, textura média, álico ou não álico, fase relevo suave ondulado e ondulado	LVA6	LVA	21,22	0,15
Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO/VERMELHO Distrófico típico, A moderado textura argilosa ou média, álico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, ambos fase relevos suave ondulado e ondulado	LVA7	LVA7+RQ	292,98	2,08
<b>ARGISSOLOS</b>				
Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abruptico text. Arenosa/média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO text. Arenosa/média e média ambos Distróficos, A moderado, fase relevo ondulado	PVA24	PVA+PVA	165,89	1,18
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico espessoarênico abruptico, A moderado, textura arenosa/média, álico, fase relevo ondulado	PVA19	PVA	485,30	3,44
Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abruptico ou não abruptico, arênicos ou espessoarênicos, A moderado ou proeminente, textura arenosa/média + NEOSSOLO LITÓLICO textura média, fase sedimentos Grupo Tubarão e Passa Dois, ambos Eutróficos/Distróficos, A moderado ou proeminente, relevo ondulado	PVA12	PVA+RL	263,08	1,87
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, álico ou não álico, A moderado ou fraco textura arenosa/média ou média, fase relevo ondulado e suave ondulado	PVA14	PVA	15,95	0,11
<b>GLEISSOLOS</b>				
Complexo Indiscriminado de GLEISSOLO HÁPLICO ou MELÂNICO com ou sem ocorrência de ORGANOSSOLO, fase relevo plano	GX2	GX/GM+O	2.239,66	15,88
<b>NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS</b>				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, álico, fase relevo ondulado	RQ2	RQ	86,92	0,62
<b>NEOSSOLOS LITÓLICOS</b>				
Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico/Distrófico abruptico ou não abruptico, espessoarênico, textura arenosa/média, pouco profundo, ambos A moderado ou proeminente, fase relevo ondulado	RL15	RL+PVA	117,10	0,83
<b>CAMBISSOLOS</b>				
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado ou proeminente, textura indiscriminada, bem a imperfeitamente drenado, fase relevo suave ondulado	CX2	CX	208,32	1,48
Rios, represas e lagoas			10.204,05	72,34
Área urbana			4,60	0,03
Total			14.105,07	100

### 3.7. Fragilidade dos solos à erosão

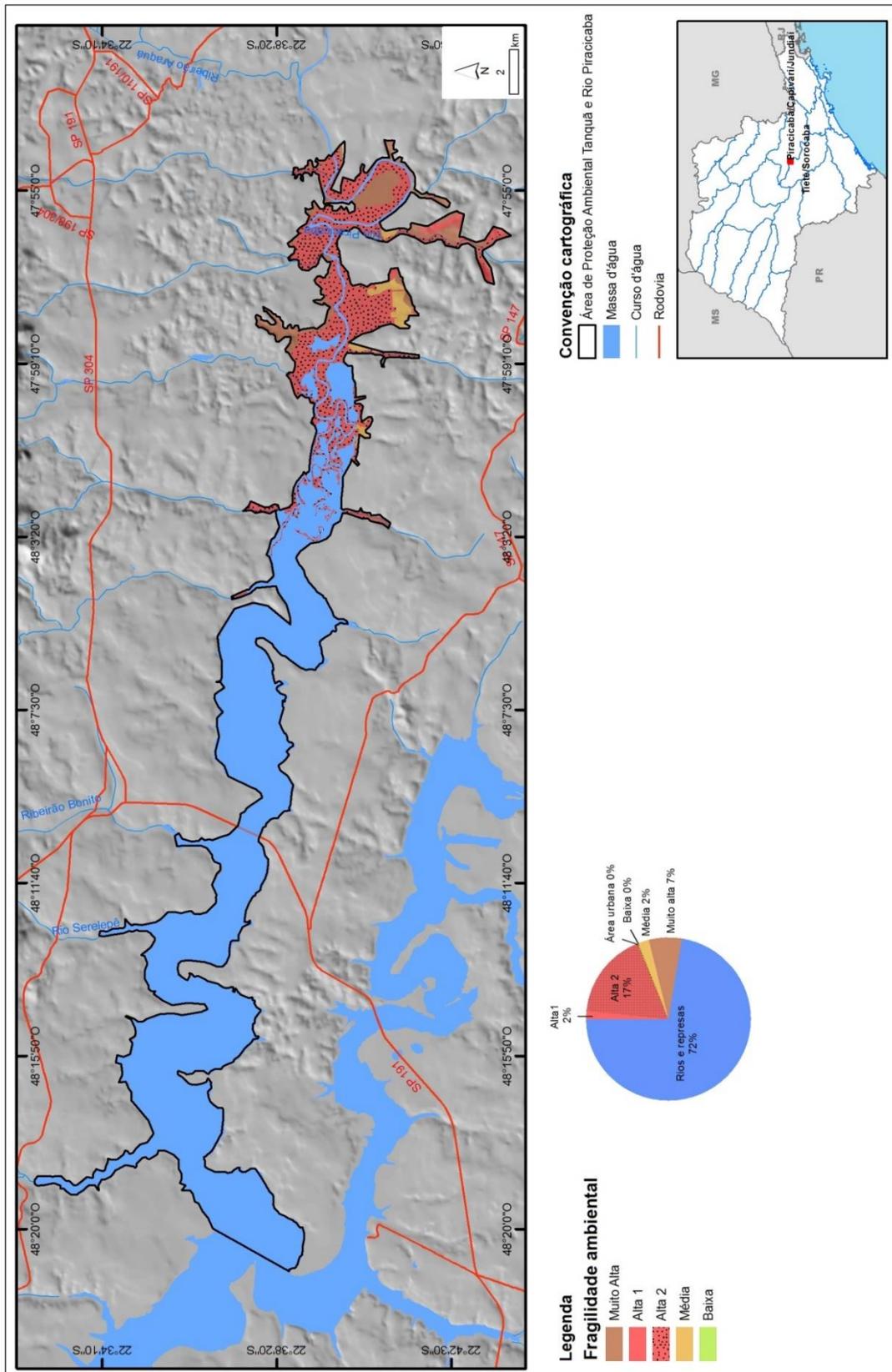
Apêndice 3.7.A - Mapa dos lineamentos erosivos ocorrentes na APA Tanquã-Rio Piracicaba



**Apêndice 3.7.B** - Síntese dos elementos do meio físico, potencialidades/restrições e grau de fragilidade dos solos (adaptado de Rossi et al., 2018).

Unidade de Solo	Textura do Solo	Declive (%)	Relevo	Substrato	Potencialidades e Restrições	Grau de Fragilidade
CX2 GX2	Indiscriminado	2 - 8	Ondulado	Sedimentos Aluviais	Solos sujeitos a inundação e contaminação. Lençol freático pouco profundo. Suscetíveis ao assoreamento, subsidência, erosão marginal e solapamento de margem.	Alta 2
LVA6	Média	0 - 8	Suave Ondulado	Arenitos Formação Pirambóia	São solos friáveis bem drenados, relevo pouco movimentado, de baixa fertilidade e moderada capacidade de retenção de água. Possui moderado potencial de erodibilidade.	Baixa
LVA7	Argilosa ou Média	< 15	Ondulado		São solos friáveis excessivamente a bem drenados, relevo pouco movimentado, de baixa fertilidade e, no caso dos neossolos, baixa capacidade de retenção de água. Possuem moderado potencial de erodibilidade.	Média
PVA19	Arenosa/média	< 15	Ondulado	Arenitos Formações Piramboia e Corumbataí	Solos com moderada fertilidade natural, presença de relação textural abrupta, espessoarênicos, moderada capacidade de retenção de água e declive moderado. Muito suscetíveis à erosão.	Muito Alta
PVA12	Arenosa/média e média	< 15 e local/e >15	Ondulado e Forte Ondulado	Arenitos Formação Piramboia	Solos com moderada fertilidade natural, presença de relação textural abrupta, localmente solos rasos, moderada a baixa capacidade de retenção de água e declive moderado. Muito suscetíveis à erosão.	Muito Alta
PVA24	Arenosa/média, média	8 - 20	Ondulado	Arenitos Formações Piramboia e Corumbataí	São solos moderadamente drenados, de baixa fertilidade, abrupto, relevo com declive moderado a alto. Possuem muito alto potencial de erodibilidade.	Muito Alta
PVA14					São solos moderadamente drenados, de baixa fertilidade, não abrupto, relevo com declive moderado a alto. Possuem alto potencial de erodibilidade.	Alta 1
RL15	Média	> 15	Forte Ondulado	Arenitos Formações Piramboia e Corumbataí	Solos rasos a pouco profundos e em relevo movimentado e baixa fertilidade natural. Baixo potencial agrícola e alta suscetibilidade a erosão/movimento de massa.	Alta 1
RQ2	Arenosa a média grosseira	8 - 20	Ondulado	Arenitos Formação Pirambóia	Solos arenosos excessivamente drenados, com baixa capacidade de retenção de água e de nutrientes. Alto potencial de erodibilidade.	Alta1

Apêndice 3.7.C - Mapa da fragilidade potencial dos solos da APA Tanquã-Rio Piracicaba



### 3.8. Perigo, Vulnerabilidade e Risco a Escorregamento e Inundação

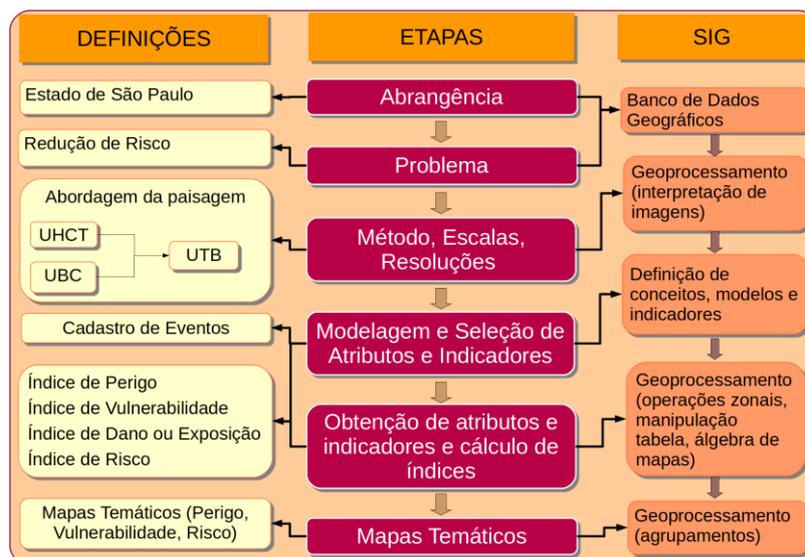
#### Metodologia

Para os mapeamentos de risco com abordagem regional foi aplicada a metodologia descrita em FERREIRA & ROSSINI-PENTEADO (2011), a qual utiliza as Unidades Territoriais Básicas (UTB) como unidades de análise, com um detalhamento compatível com a escala 1:50.000. Foi realizada a análise de riscos relacionados aos processos de escorregamento planar e de inundação.

O método de análise de riscos aos processos geodinâmicos envolve, inicialmente, a identificação e caracterização das variáveis que compõem a equação do risco, que são: perigo, vulnerabilidade e dano potencial. Entre as etapas metodológicas (Figura 1), destacam-se:

- Delimitação das unidades espaciais de análise: Unidades Territoriais Básicas (UTB);
- Seleção e obtenção dos atributos que caracterizam os processos perigosos, a vulnerabilidade e o dano potencial;
- Modelo e cálculo das variáveis que compõem a equação de risco (Perigo; Vulnerabilidade e Dano Potencial);
- Elaboração dos produtos cartográficos.

#### Apêndice 3.8.1.A Método geral de obtenção de mapas temáticos a partir das Unidades Territoriais Básicas - UTB do Estado de São Paulo



Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteado, 2021, extraído de (ROSSINI-PENTEADO & FERREIRA, 2017; SÃO PAULO, 2017).

A Unidade Territorial Básica - UTB (SÃO PAULO, 2017) compreende um sistema de classificação hierarquizado e multinível que abrange todo o território do estado de São Paulo, resultante da intersecção dos planos de informação das Unidades Básicas de Compartimentação - UBC (SÃO PAULO, 2014, VEDOVELLO et al., 2015) e das Unidades Homogêneas de Cobertura e Uso da Terra e do Padrão da Ocupação Urbana - UHCT (SÃO PAULO, 2016). As unidades territoriais, associadas a um banco de dados relacional, integram informações do substrato geológico-geomorfológico-pedológico, da cobertura da terra, do uso do solo e do padrão da ocupação urbana.

O método das UTBs possibilita a espacialização de diferentes atributos do território, favorecendo a análise das interrelações espaciais entre os sistemas ambientais, socioeconômicos e culturais. Além disso, permite a identificação das limitações, vulnerabilidades e fragilidades naturais, bem como dos riscos e potencialidades de uso de uma determinada área.

As UTBs foram obtidas a partir da classificação e interpretação de produtos de sensoriamento remoto de média e alta resolução espacial do ano de 2010, apresentando polígonos com expressão espacial na escala adotada.

Com base nas UTBs, foram obtidos e associados os atributos do meio físico; da cobertura, uso do solo e do padrão da ocupação urbana; além de atributos socioeconômicos; de infraestrutura sanitária e de excedente hídrico. Nesta etapa foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento e operações de análise espacial em Sistemas de Informação Geográfica para a espacialização de dados, geração de grades numéricas, consultas espaciais, cálculo dos atributos e atualização automática do banco de dados alfanumérico (FERREIRA & ROSSINI-PENTEADO, 2011; FERREIRA *et al.*, 2013).

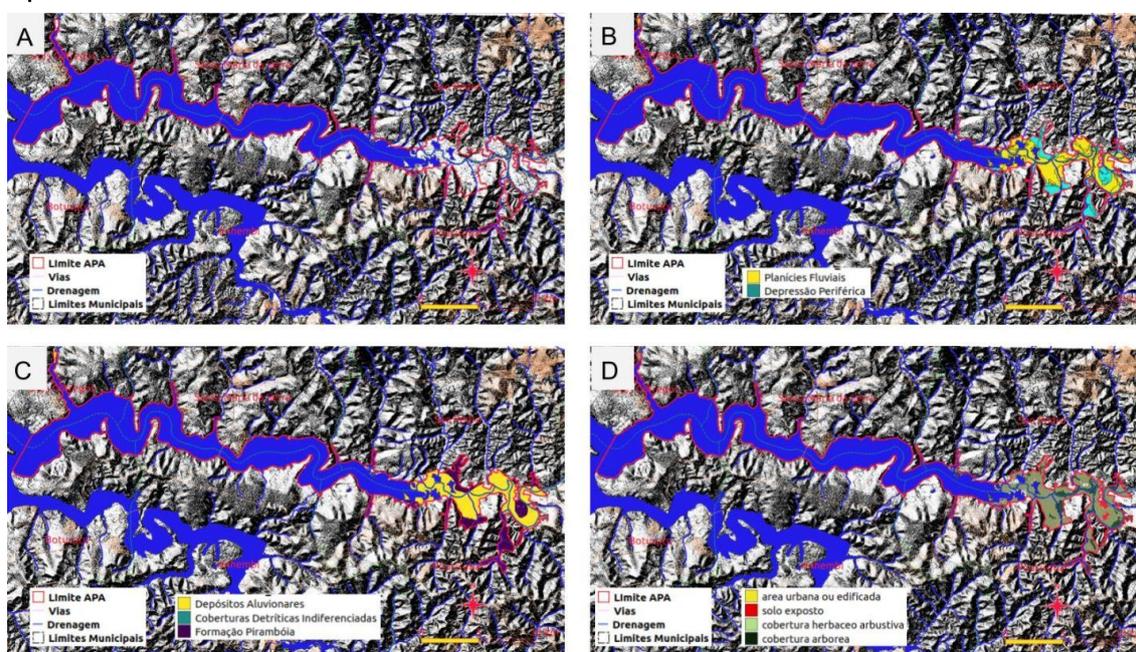
Inicialmente, a modelagem envolveu a seleção dos fatores de análise que interferem ou têm influência direta no desencadeamento dos processos e, posteriormente, a aplicação de fórmulas, regras e pesos aos fatores de análise para a estimativa dos índices simples e compostos de cada variável da equação de risco. Nesta etapa foram obtidas as variáveis: perigo de escorregamento e inundação ( $P_{ESC}$ ,  $P_{INU}$ ), vulnerabilidade de áreas de uso do tipo Residencial/Comercial/Serviços ( $V_{RCS}$ ), dano potencial (DAP) e risco de áreas de uso do tipo Residencial/Comercial/Serviços aos processos de escorregamento e inundação ( $R_{ESC}$  e  $R_{INU}$ ).

Os índices de perigo para os processos de escorregamento e inundação ( $P_{ESC}$ ,  $P_{INU}$ ) foram calculados considerando-se os fatores do meio físico que interferem na suscetibilidade natural do terreno, bem como os fatores relacionados ao padrão de uso e cobertura da terra que potencializam a ocorrência do processo perigoso.

O índice de vulnerabilidade ( $V_{RCS}$ ) foi obtido a partir de fatores físicos relacionados à ocupação urbana e de fatores socioeconômicos e de infraestrutura sanitária, obtidos dos dados censitários do IBGE. O índice de Dano Potencial (DAP) foi calculado a partir da inferência da população residente com base nos atributos físicos de uso e padrão da ocupação urbana, ponderada pela área de cada unidade de análise. Os índices compostos de risco ( $R_{ESC}$  e  $R_{INU}$ ) foram calculados como uma função do índice de perigo, do índice de vulnerabilidade e do índice de dano potencial. Estas análises foram realizadas apenas nas áreas de uso urbano ou edificado do tipo Residencial/Comercial/Serviços que apresentaram dados do IBGE disponíveis.

A descrição detalhada das variáveis e equações utilizadas estão disponíveis em (ROSSINI-PENTEADO & FERREIRA, 2017; SÃO PAULO, 2017).

#### Apêndice 3.8.1.B -



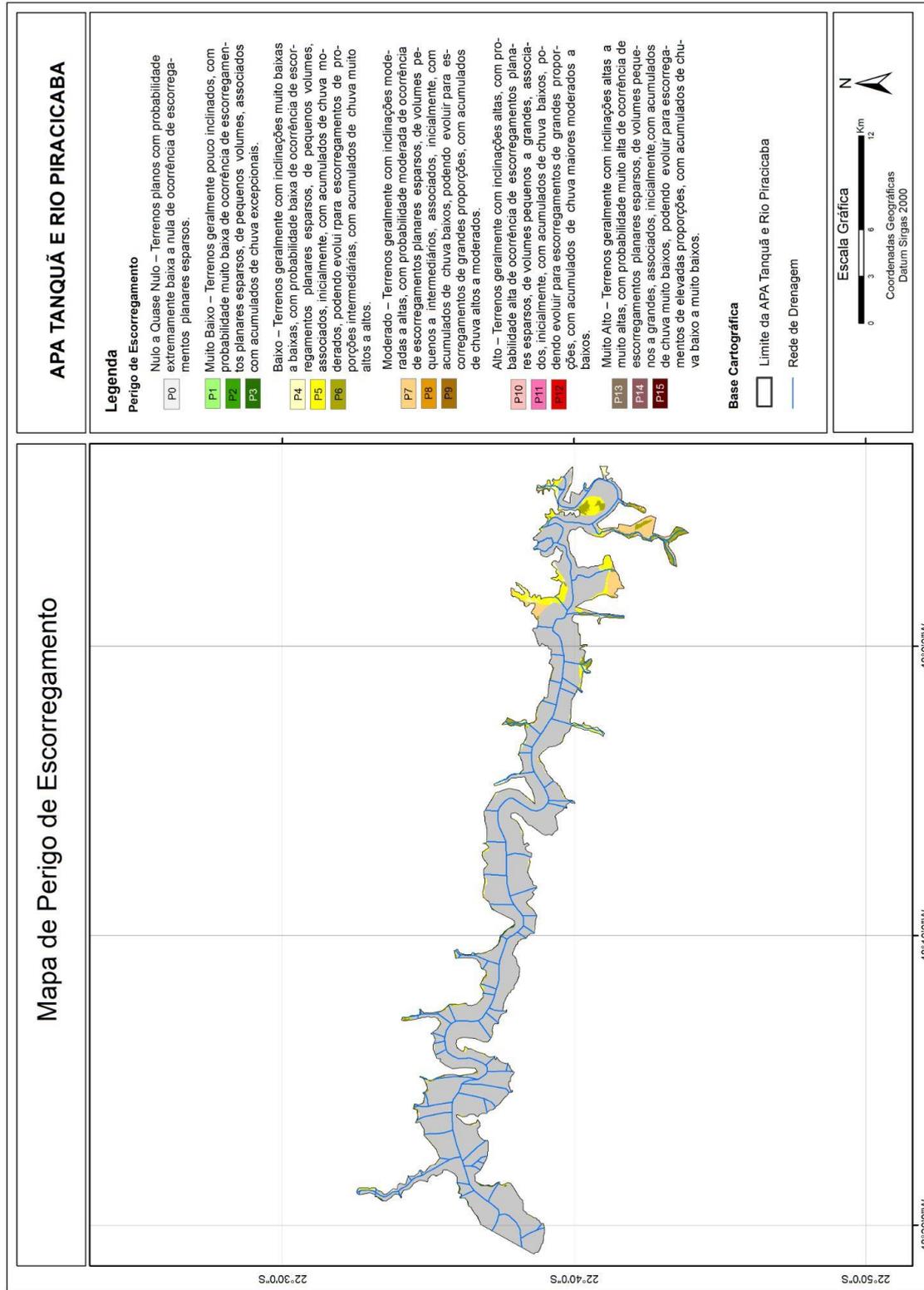
Relevo sombreado e municípios (A), geomorfologia (B), geologia (C) e cobertura da terra (D) da APA Tanquã Rio Piracicaba, obtidos das Unidades Territoriais Básicas - UTB do Estado de São Paulo (ROSSINI-PENTEADO & FERREIRA, 2017; SÃO PAULO, 2017). Fonte: autores. Relevo sombreado obtido a partir de Modelo Digital de Superfície Emplasa, unidades geomorfológicas e geológicas reinterpretadas de Ross & Moroz (2011) e de Perrota et al. (2005), respectivamente. Sistema viário obtido de OpenStreetMap (2020) e hidrografia da base cartográfica contínua do Brasil – 1:250000 (IBGE, 2018).

**Apêndice 3.8.1.C** - Distribuição em cinco classes de influência/probabilidade de ocorrência dos processos, dos atributos e índices analisados para o estado de São Paulo e para a área de estudo.

	Classes de Criticidade para o Estado de São Paulo						Área de Estudo
	Nula	Muito Baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	
AMP	-	2 - 142	142 - 237	237 - 407	407 - 728	728 - 1997	35 - 238,5
DECESC	0-3	3-7	7-17	17-25	25-37	37-85	5,6 - 15
DECINU	-	40 - 15	15 - 10	10 - 7	7 - 5	5 - 1	3,3 -6,7
DEDESC	-	0,00 - 0,66	0,66 - 1,03	1,03 - 1,54	1,54 - 2,65	2,65 - 11,12	0,2-3,2
DEDINU		0,00-0,96	0,96 - 1,70	1,70 - 2,60	2,60 - 3,60	3,60 - 8,20	0,2-3,2
EXHESC	-	80 - 331	331 - 529	529 - 782	782 - 1266	1266 - 2444	296 - 343
EXHINU	-	68 - 251	251 - 426	426 - 681	681 - 1180	1180 - 2154	295,5 - 333
ERO	-	0 - 0,015		0,015 - 0,0301	0,0301 - 0,0610		0 - 0,04
FOL	-	0 - 0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	0,1
POIESC	-	0 - 0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	0,1 - 0,9
POIINU	-	0 - 0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	0,1 - 0,9
ORU	-	0,8-1,0	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	0 - 0,2	0,5 - 0,7
AGU	-	0-16	16 - 33	33 - 49	49 - 66	66 - 82	23,5 - 53
ESG	-	0-17	17-35	35-52	52-70	70-87	38 - 62,5
LIX	-	0 - 16	16 - 33	33 - 49	49 - 66	66 - 82	19 -41
ALF	-	0 - 12	12 - 25	25 - 36	36 -42	42 - 62	7 - 11
REN		12,9 - 18,5	11,1 - 12,9	9,2 - 11,1	3,7 - 9,2	0 - 3,7	2 - 3
PESC	-	0 - 0,16	0,16 - 0,28	0,28 - 0,43	0,43 - 0,60	0,60 - 0,90	0 - 0,4
PINU	-	0,15 - 0,37	0,37 - 0,47	0,47 - 0,56	0,56 - 0,67	0,67 - 0,91	0 - 0,6
VUL	-	0,08 - 0,22	0,22 - 0,35	0,35 - 0,48	0,48 - 0,62	0,62 - 0,75	0,4 - 0,6
DAP	-	16 - 12764	12764 - 47412	47412 - 134859	134859 - 317410	317410 - 1222946	116 - 96482
RESC	-	0 - 0,05	0,05 - 0,10	0,10 - 0,14	0,14 - 0,18	0,18 - 0,37	0 - 0,12
RINU	-	0 - 0,02	0,02 - 0,06	0,06 - 0,12	0,12 - 0,21	0,21 - 0,42	0 - 0,03

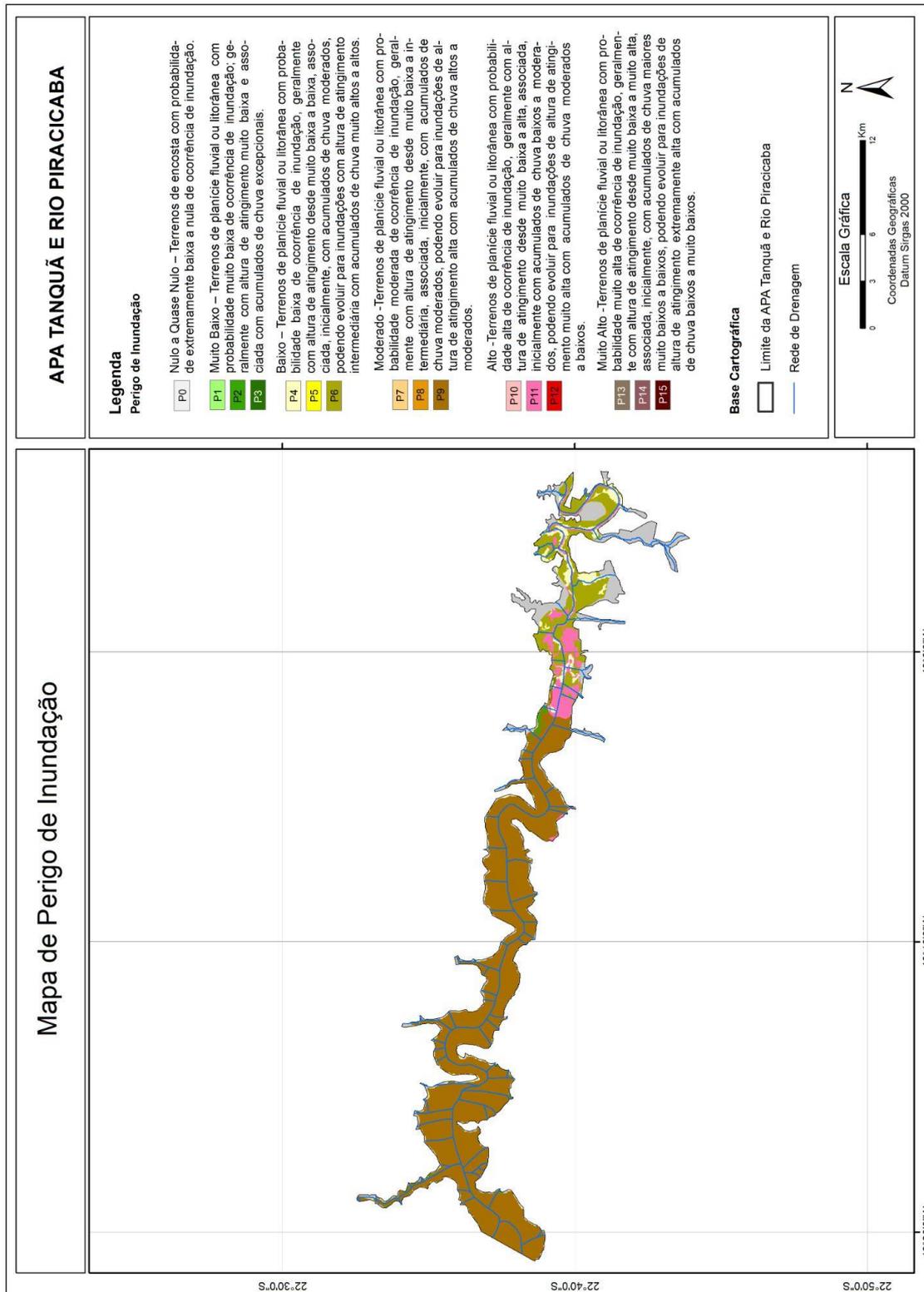
Sendo: DECESC - declividade para escorregamento ( $^{\circ}$ ), DECINU - declividade para inundação ( $^{\circ}$ ), AMP - amplitude altimétrica (m), EXHESC - excedente hídrico para escorregamento (mm), EXHINU - excedente hídrico para inundação (mm), DEDESC - densidade de drenagem para escorregamento ( $m/m^2$ ), DEDINU - densidade de drenagem para inundação ( $m/m^2$ ), ERO - erodibilidade ( $t.ha^{-1}.MJ^{-1}.mm^{-1}$ ), FOL - índice de foliação (adimensional), POIESC - potencial de indução para escorregamento (adimensional), POIINU - potencial de indução para inundação (adimensional), ORU= ordenamento urbano, AGU = abastecimento de água, ESG = coleta e destinação de esgoto, LIX = coleta e destinação de lixo, ALF= índice de alfabetização, REN= renda, PESC - perigo de escorregamento, PINU - perigo de inundação, VUL = vulnerabilidade, DAP - dano potencial, RESC= risco de escorregamento e RINU - risco de inundação. Intervalos obtidos pelo método de quebras naturais, exceto para declividade, erodibilidade, abastecimento de água, coleta de esgoto, coleta de lixo, alfabetização e renda (índices adimensionais).

Apêndice 3.8.1.D - Mapa de Perigo de Escorregamento Planar da área de estudo. Fonte: autores.



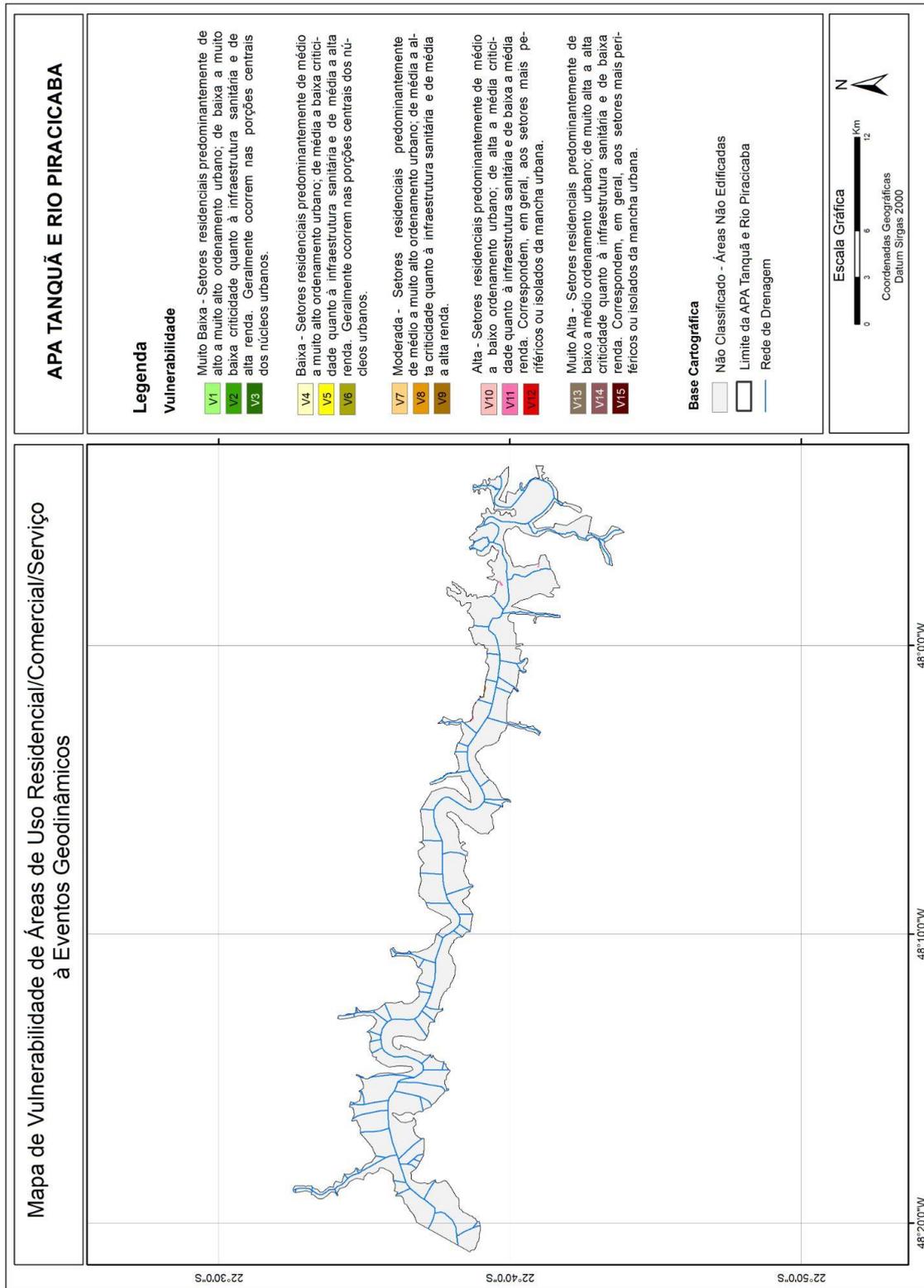
Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteadó, 2021.

## Apêndice 3.8.1.E - Mapa de Perigo de Inundação da área de estudo



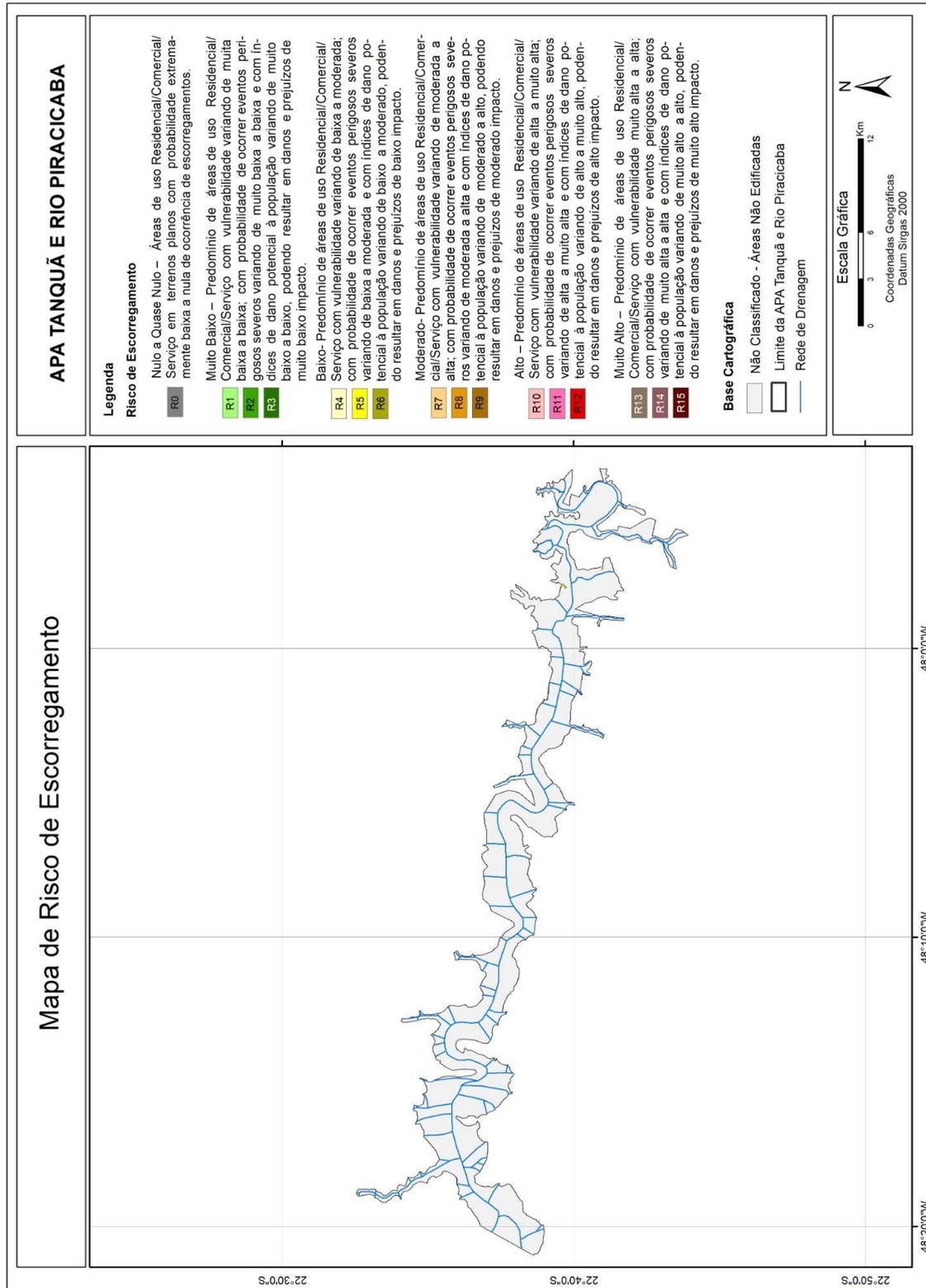
Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteadó, 2021.

Apêndice 3.8.1.F - Mapa de Vulnerabilidade de áreas edificadas do tipo Residencial/Comercial/Serviços da área de estudo



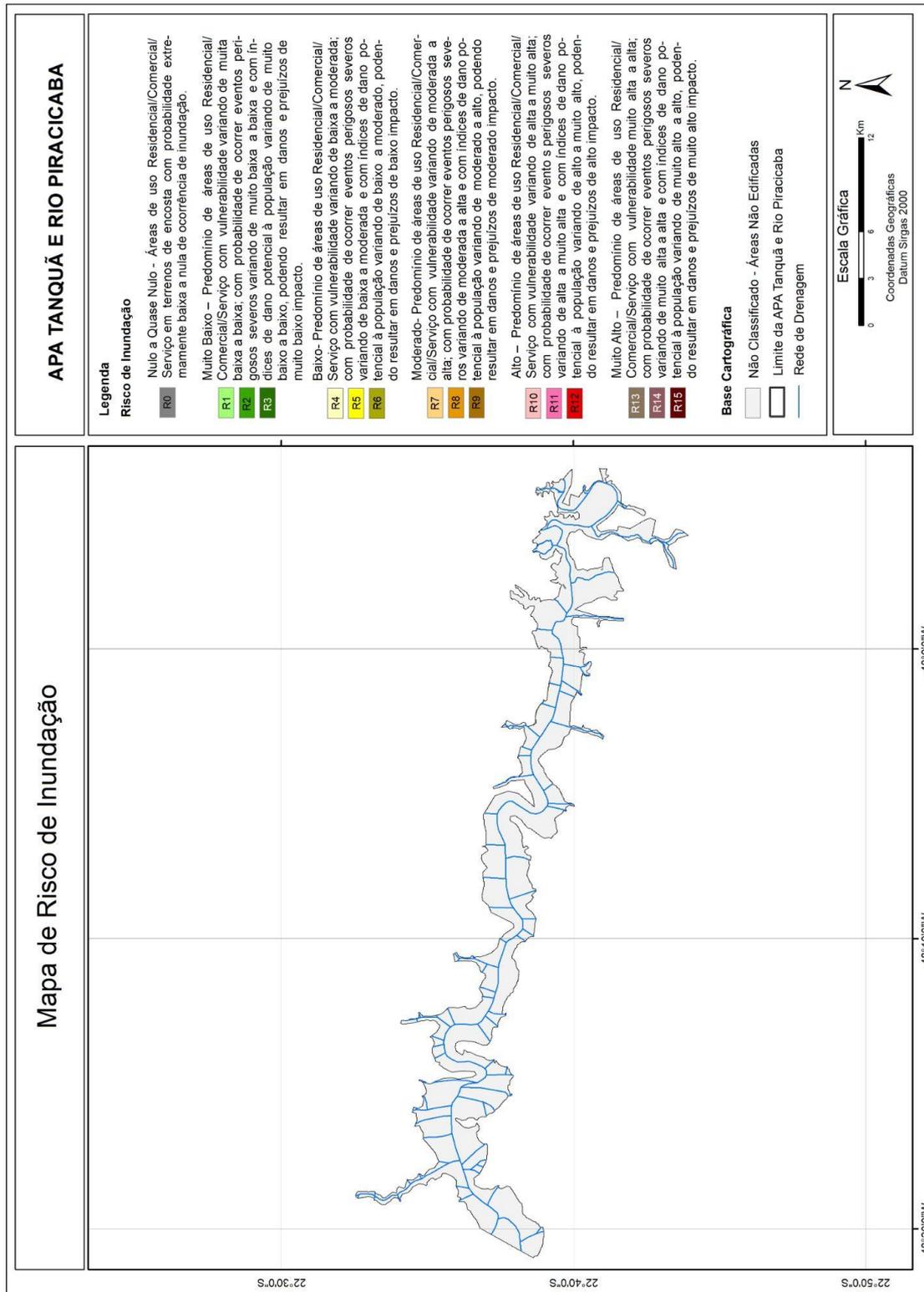
Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteado, 2021.

Apêndice 3.8.1.G - Mapa de Risco de Escorregamento das áreas de uso Residencial/Comercial/Serviços da área de estudo.



Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteado, 2021.

Apêndice 3.8.1.H - Mapa de Risco de Inundação das áreas de uso Residencial/Comercial/Serviços da área de estudo



Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteado, 2021.

## ANEXO IV – MEIO ANTRÓPICO

### Método para caracterização do meio antrópico

A atualização do diagnóstico demográfico e socioeconômico foi elaborada por meio de pesquisa e análise de dados secundários produzidos pelos órgãos municipais, estaduais e federais oficiais listados abaixo, e seguiu os critérios definidos no “Roteiro Metodológico – Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo” (disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-de-manejo/roteiro-metodologico/>):

1) Patrimônios histórico, cultural, artístico e arqueológico tombados: portal do Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico (CONDEPHAAT, 2020a, 2020b), do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d) e do Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Aproveitamento Múltiplo Santa Maria da Serra, no Rio Piracicaba (SÃO PAULO, 2013), e complementações com informações veiculadas nos portais das prefeituras.

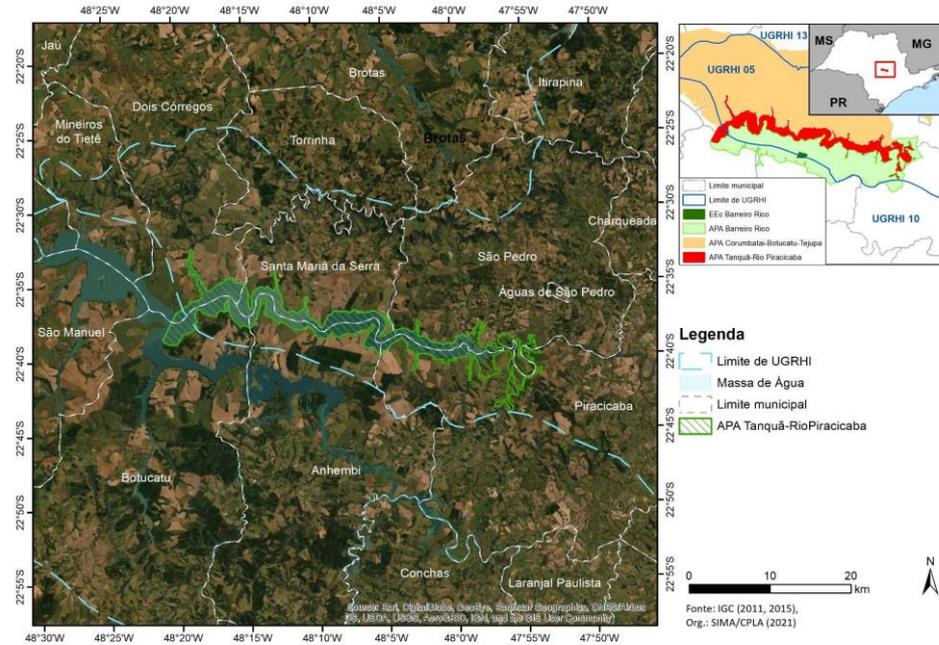
2) Dados demográficos e socioeconômicos para os anos de 2010 e 2017/2018/2019: portal da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados, em Produtos (SEADE, 2020a, 2020b e 2020c); portal do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil para consulta do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (PNUD, 2013); portal da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério da Economia para o levantamento do número de empregos e de estabelecimentos empregadores de 2018 (BRASIL, 2020); Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo – 2010 e 2019 (CETESB, 2011a, 2020a); Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos – 2010 e 2019 (CETESB, 2011b, 2020b); dados do Censo IBGE 2010 (IBGE, 2010) de infraestrutura de saneamento dos domicílios e de número de moradores, dos setores censitários no entorno das Unidades de Conservação; dados da Agência Nacional de Mineração referentes à arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais em 2010 e 2019 (ANM, 2020).

3) Dados agrossilvipastoris: portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Banco de Tabelas Estatísticas SIDRA, onde são apresentados os dados da Produção Agrícola Municipal (PAM), da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) e da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) para os anos de 2010 e 2019 (IBGE, 2020b, 2020c, 2020d); Projeto LUPA (Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo, edições de 2007/08 e de 2016/17) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SÃO PAULO, 2009, 2019b).

Os dados passíveis de serem espacializados foram analisados com o auxílio do software de Sistema de Informação Geográfica (GIS) ArcGIS 10.7.1, utilizado para criação de mapas, compilação de dados geográficos, análise de informações mapeadas e gestão de informações geográficas em bancos de dados.

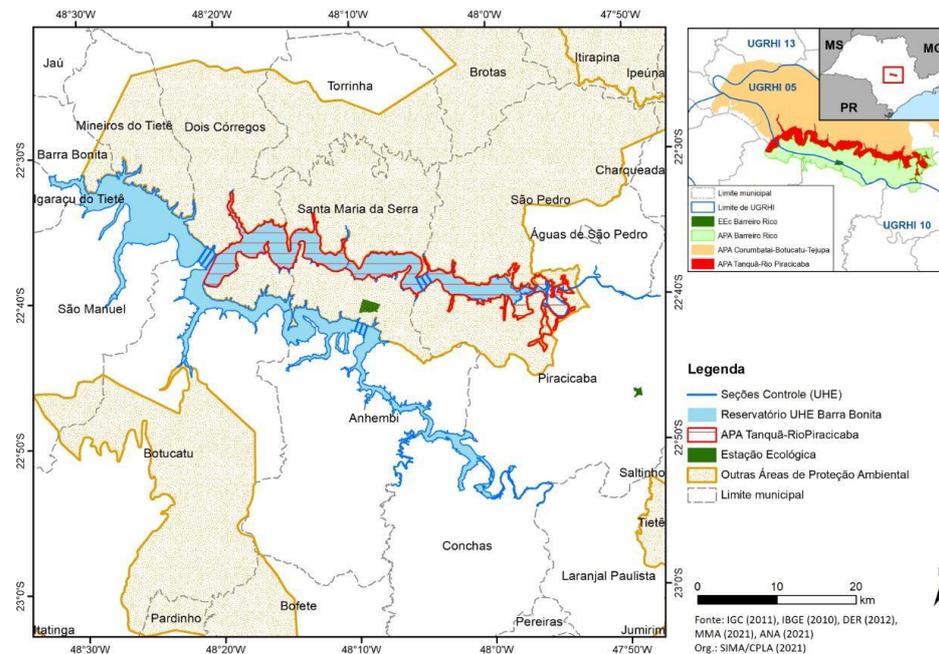
## 4.1. História e Patrimônio

### APÊNDICE 4.1.1.A – Visão geral da área de estudo, com a localização da APA Tanquã - Rio Piracicaba



Elaboração: SIMA/CPLA (2021)

### APÊNDICE 4.1.1.B - UHE Barra Bonita



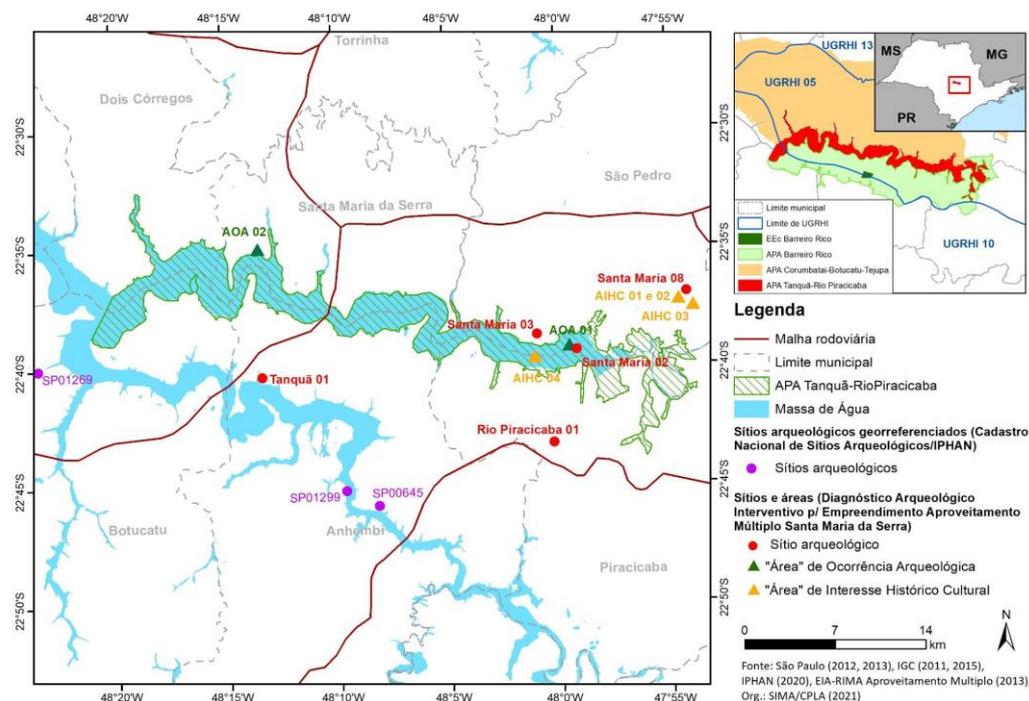
Elaboração: SIMA/CPLA (2021)

**APÊNDICE 4.1.3.A – Sítios arqueológicos registrados nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba**

Município	CNSA	Nome do sítio	Descrição sumária	Relevância do sítio
Anhembi	SP00645	Anhembi	Sítio implantado a partir de uma cascalheira com inclinação de 15 graus. A cerca de 150 m, constatou-se a presença de material lascado no topo de colina. A área é caracterizada por construções abandonadas, provavelmente da década de 40.	Média
	SP01299	Borda da Represa	Sítio histórico, com material esparsos, cujas louças e vidros remetem a uma datação relativa correspondente ao fim do século XIX.	Média
Botucatu	SP01269	Água Espalhada	Sítio cerâmico a céu aberto, a 50 m da margem esquerda do córrego Água Espalhada, afluente direto do Tietê.	Média
	SP01404	Água Espalhada	Caracteriza-se pela presença de fragmentos líticos e cerâmicos pré-coloniais, dispersos em superfície e em profundidade.	Alta
Piracicaba	SP00510	Nalim	Sítio, a céu aberto, cujo material arqueológico não foi identificado pelo pesquisador.	-
	SP00511	SP.PC.2	Sítio lítico, a céu aberto, com componentes em paleopavimentos e terraços fluviais.	-
	SP00512	Tamandupá	Sítio lítico, a céu aberto, com componentes em paleopavimentos e terraços fluviais.	-
	SP00513	Tanquinho	Sítio lítico, a céu aberto, com componentes em solo recente.	-
	SP00514	SP.PC.5	Sítio lítico, a céu aberto, com componentes em solo recente.	-
	SP00515	Zambom	Sítio lítico, a céu aberto, com componentes em solo recente.	-
	SP00516	Piracicaba	Sítio lítico, a céu aberto, com componentes em paleopavimento.	-
	SP00517	Nauti-Clube	Sítio lítico, a céu aberto, com componentes em terraço fluvial.	-
	SP00518	Rancho Caído	Sítio lítico, a céu aberto, com componentes em solo recente.	-
	SP01257	Brunelli	Sítio lítico, a céu aberto. O material associado ao sítio é composto por peças líticas esparsas, incluindo lascas, fragmentos de lasca, detritos, núcleos e artefatos (lascas retocadas e artefatos plano-convexos do tipo raspador).	Alta
	SP01259	Sivello	Sítio lítico, a céu aberto. Este sítio apresentou uma indústria lítica bastante refinada, incluindo quatro exemplares de pontas de projéteis em calcário silicificado (três delas com menos de 2 cm), apontando para um horizonte de ocupações antigas do planalto paulista.	Alta

Fonte: IPHAN (2020c), elaborado por SIMA/CPLA (2020).

**APÊNDICE 4.1.3.B – Sítios arqueológicos e Áreas de interesse arqueológico, localizados no entorno da APA Tanquã - Rio Piracicaba**



Elaboração: SIMA/CPLA (2021)

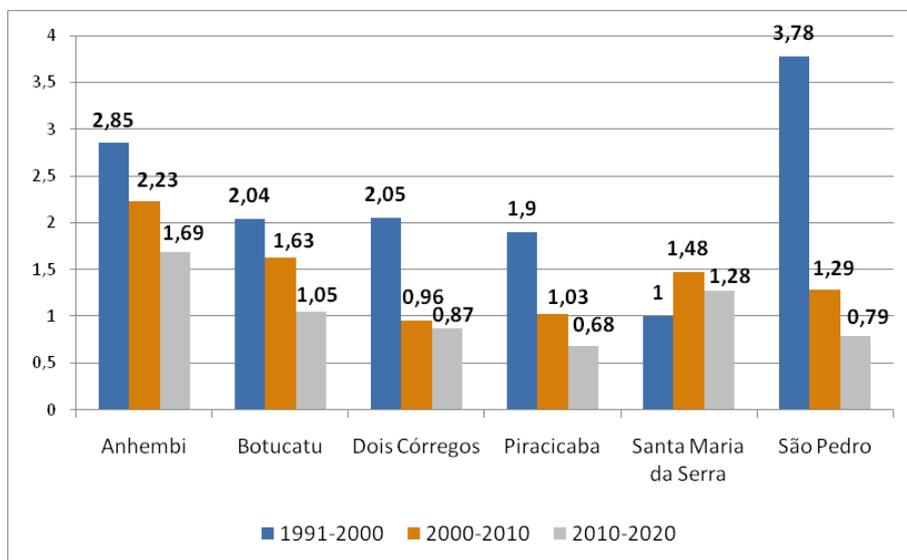
**4.2. Dinâmica demográfica**

**APÊNDICE 4.2.A – População e densidade demográfica nos municípios da APA Tanquã - Rio Piracicaba e no estado de São Paulo nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2019**

Localidade	População 1990	Densidade 1990 (hab/km <sup>2</sup> )	População 2000	Densidade 2000 (hab/km <sup>2</sup> )	População 2010	Densidade 2010 (hab/km <sup>2</sup> )	População 2019	Densidade 2019 (hab/km <sup>2</sup> )
Anhembi	3.509	4,8	4.524	6,1	5.643	7,7	6.568	8,9
Botucatu	87.532	59,0	108.124	72,9	127.156	85,8	139.856	94,3
Dois Córregos	18.423	29,1	22.484	35,5	24.741	39,09	26.748	42,2
Piracicaba	275.696	187,4	328.642	240,0	364.261	264,2	387.507	281,2
Santa Maria da Serra	4114	16,04	4669	18,2	5406	21,4	6.066	24
São Pedro	19.198	31,1	27.811	45,0	31.629	51,9	33.966	55,6
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>30.783.108</b>	<b>124,0</b>	<b>36.974.378</b>	<b>149,0</b>	<b>41.223.683</b>	<b>166,1</b>	<b>44.314.930</b>	<b>178,5</b>

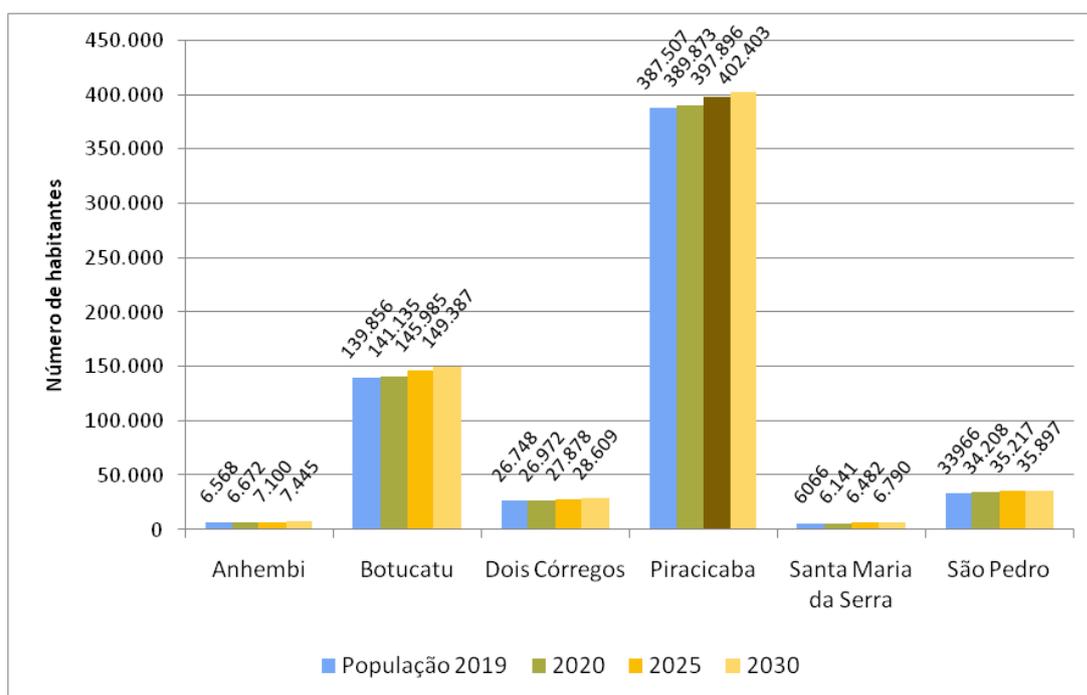
Fonte: Seade (2020a), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.2.B – Taxa geométrica de crescimento anual (em % a.a.) nos períodos de 1991-2000, 2000-2010 e 2010-2020 nos municípios da APA Tanquã - Rio Piracicaba e no estado de São Paulo**



Fonte: Seade (2020a), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.2.C – Projeções populacionais nos municípios da APA Tanquã - Rio Piracicaba – anos 2020, 2025 e 2030**



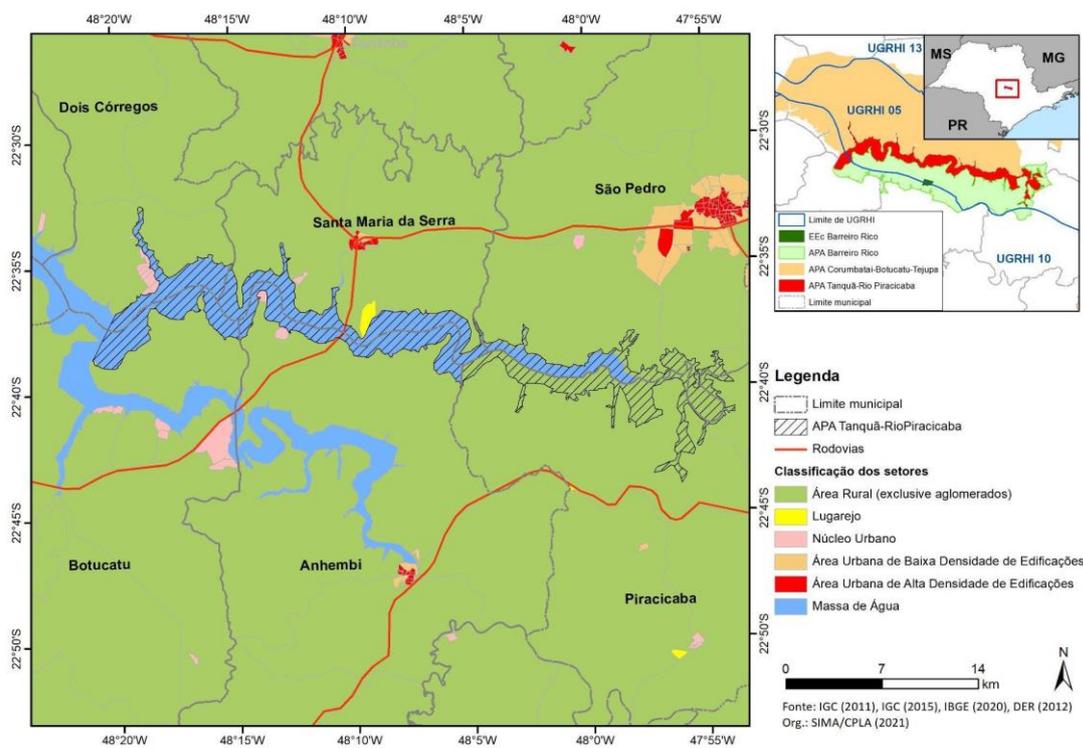
Fonte: Seade (2020b), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.2.D – Populações urbana e rural e grau de urbanização nos municípios da APA Tanquã - Rio Piracicaba e no estado de São Paulo em 2010 e 2019**

Localidade	2010				2019			
	Urbana	Rural	Total	Grau de urbanização (%)	Urbana	Rural	Total	Grau de urbanização (%)
Anhemi	4.263	1.380	5.643	75,54	5.154	1.414	6.568	78,47
Botucatu	122.512	4.644	127.156	96,35	135.121	4.735	139.856	96,61
Dois Córregos	23.427	1.314	24.741	94,69	25.859	889	26.748	96,68
Piracicaba	356.440	7.821	364.261	97,85	380.407	7.100	387.507	98,17
Santa Maria da Serra	4.766	640	5.406	88,16	5.500	566	6.066	90,67
São Pedro	26.579	5.050	31.629	84,03	29.466	4.500	33.966	86,75
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>39.548.206</b>	<b>1.675.477</b>	<b>41.223.683</b>	<b>95,94</b>	<b>42.751.098</b>	<b>1.563.832</b>	<b>44.314.930</b>	<b>96,47</b>

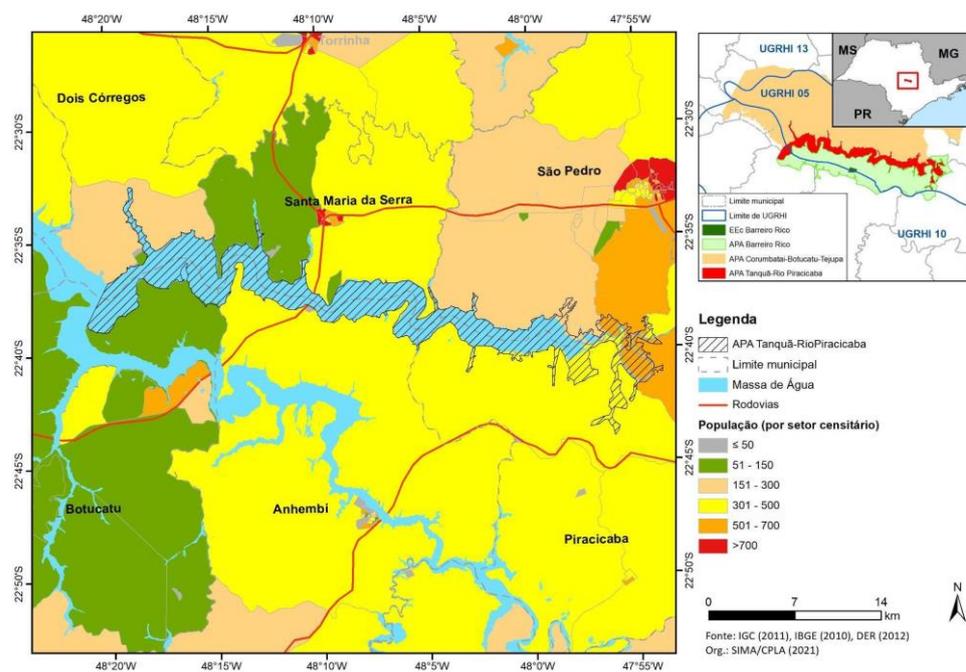
Fonte: Seade (2020a), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.2.E – Classificação dos setores censitários que compõem APA Tanquã - Rio Piracicaba e seu entorno, com base na Malha Setorial Intermediária 2019**



Elaboração: SIMA/CPLA (2021)

**APÊNDICE 4.2.F** – Distribuição da população por setor censitário na APA Tanquã - Rio Piracicaba e seu entorno (Censo IBGE 2010), com identificação dos setores que compõem a UC



Elaboração: SIMA/CPLA (2021)

**APÊNDICE 4.2.G** – Caracterização dos setores censitários que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba (Censo IBGE 2010)

Município	Setor	Tipo de setor	Moradores	Domicílios	Domicílios particulares permanentes (PP)	Área (km <sup>2</sup> )	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )
Anhembi	350230905000010	RURAL	316	112	92	259,83	1,21
Botucatu	350750615000008	RURAL	126	42	42	202,87	0,62
Botucatu	350750615000007	RURAL	68	21	21	131,91	0,51
Dois Córregos	351410605000031	RURAL	0	0	0	23,65	0
Dois Córregos	351410605000035	RURAL	203	57	47	63,46	3,19
Dois Córregos	351410605000030	RURAL	0	0	0	0,03	0
Dois Córregos	351410605000029	URBANO	15	5	5	0,13	115,38
Dois Córregos	351410605000028	URBANO	97	40	40	0,88	110,22
Dois Córregos	351410605000027	URBANO	23	7	7	0,3	76,66
Piracicaba	353870910000010	RURAL	557	182	182	102,14	5,45
Piracicaba	353870915000007	RURAL	37	14	14	0,04	925
Piracicaba	353870915000003	RURAL	316	91	90	174,03	1,82
Santa Maria da Serra	354700705000011	RURAL	0	0	0	30,08	0

Santa Maria da Serra	354700705000008	RURAL	126	42	42	86,6	1,45
Santa Maria da Serra	354700705000009	RURAL	382	114	113	131,7	2,90
Santa Maria da Serra	354700705000010	RURAL	133	59	59	1,82	73,07
São Pedro	355040705000054	RURAL	0	0	0	11,15	0
São Pedro	355040705000055	RURAL	269	74	74	111,3	2,41
São Pedro	355040705000050	RURAL	339	116	116	20,64	16,43
São Pedro	355040705000051	RURAL	540	178	178	55,18	9,79

Fonte: IBGE (2010), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

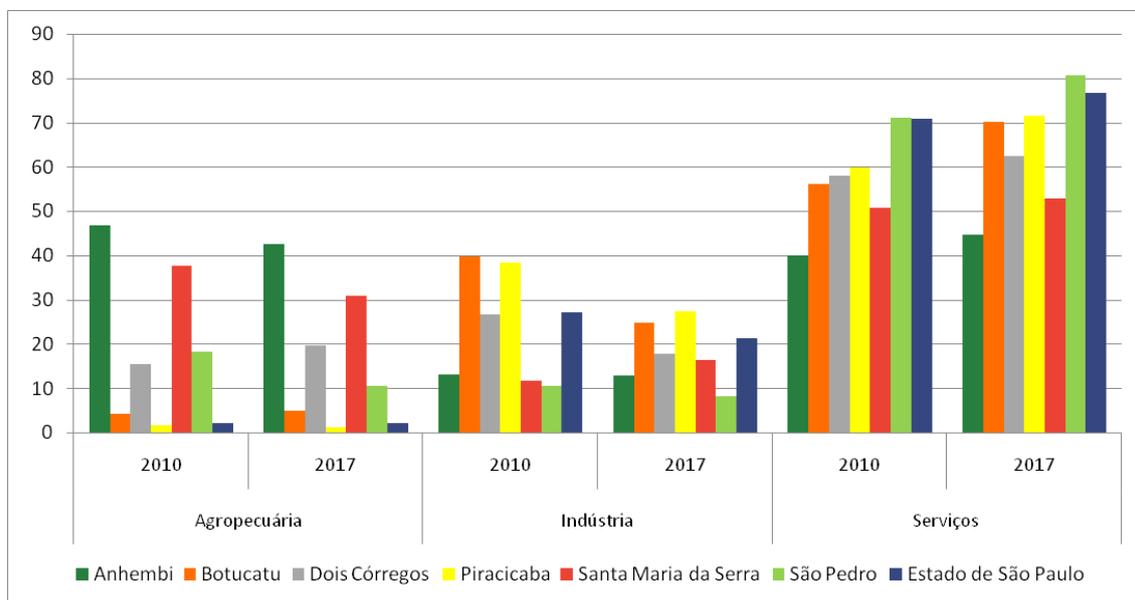
### 4.3. Dinâmica econômica

**APÊNDICE 4.3.A – PIB, PIB per capita, valor adicionado e participação do PIB no estado em 2010 e 2017 nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e comparação com o estado de São Paulo**

Localidade	PIB (em mil reais)		PIB per capita (em R\$)		Valor adicionado (em mil reais)		Participação do PIB no estado (%)	
	2010	2017	2010	2017	2010	2017	2010	2017
Anhembi	92.814,40	154.449,54	16.447,71	24.257,82	88.330,68	149.613,24	0,01	0,01
Botucatu	3.012.753,26	4.290.669,26	23.693,36	31.242,59	2.673.135,20	3.913.117,81	0,23	0,20
Dois Córregos	402.239,88	694.190,61	16.258,03	26.390,06	364.803,99	599.997,72	0,03	0,03
Piracicaba	12.501.662,48	21.896.871,50	34.320,62	57.199,32	10.425.572,79	16.838.991,37	0,97	1,03
Santa Maria da Serra	89.677,86	130.535,07	16.588,58	22.057,3	84.115,00	121.046,05	0,006	0,006
São Pedro	407.763,29	741.439,39	12.892,07	22.141,77	383.567,27	689.376,55	0,03	0,03
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>1.294.695.988,45</b>	<b>2.119.854.034,99</b>	<b>31.406,61</b>	<b>48.537,53</b>	<b>1.071.840.401,68</b>	<b>1.785.834.012,07</b>		

Fonte: Seade (2020a), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.3.B** – Participação dos setores econômicos no valor adicionado (em %) nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e no estado de São Paulo em 2010 e 2017



**APÊNDICE 4.3.C** – Empregos formais, por setores, em 2010 e 2018, nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e no estado de São Paulo

Localidade	Indústria		Comércio		Serviços		Construção		Agropecuária		Emprego formal total	
	2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018
Anhembi	83	106	48	57	380	370	x	-	356	339	870	872
Botucatu	10.662	9.837	7.458	8.180	15.549	18.447	1.032	905	2.890	3.375	37.591	40.744
Dois Córregos	2.091	1.365	833	939	1.911	2.099	52	57	575	624	5.462	5.084
Piracicaba	38.484	37.461	27.539	29.043	44.679	50.991	5.686	4.427	1.157	1.167	117.545	123.089
Santa Maria da Serra	297	509	219	154	408	409	-	2	116	113	1.071	1.187
São Pedro	1.031	864	1.362	1.943	2.185	2.905	51	86	492	543	5.121	6.341
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>2.757.599</b>	<b>2.317.994</b>	<b>2.484.504</b>	<b>2.638.177</b>	<b>6.635.718</b>	<b>7.343.523</b>	<b>666.425</b>	<b>541.264</b>	<b>329.399</b>	<b>315.505</b>	<b>12.873.605</b>	<b>13.247.463</b>

Notas: x (dado sigiloso); - (fenômeno inexistente), conforme Seade (2020a).

Fonte: Seade (2020a) e Brasil (2020), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.3.D – Dados agropecuários das principais culturas e rebanhos e dados da silvicultura dos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba em 2010 e 2019**

	Anhembi		Botucatu		Dois Córregos		Piracicaba		Santa Maria da Serra		São Pedro		
	2010	2019	2010	2019	2010	2019	2010	2019	2010	2019	2010	2019	
Lavoura temporária (área plantada - ha)	Cana-de-açúcar	8.000	10.800	14.000	20.300	34.862	36.000	60.000	48.000	6.000	5.000	16.900	12.000
	Mandioca	1.000	1.400	30	60	0	43	100	150	1.300	900	0	24
	Milho (em grão)	100	500	1.500	5.225	700	470	1.300	1.900	73	220	137	350
	Soja (em grão)	0	0	100	2.314	0	432	220	1.200	0	0	0	100
	<i>Área total de lavouras temporárias</i>	<i>9.310</i>	<i>12.703</i>	<i>15.835</i>	<i>29.837</i>	<i>35.662</i>	<i>36.946</i>	<i>61.952</i>	<i>51.512</i>	<i>7.377</i>	<i>6.124</i>	<i>17.039</i>	<i>12.480</i>
Lavoura permanente (área destinada à colheita - ha)	Café (em grãos)	100	0	800	500	1.700	3.100	4	0	34	0	15	32
	Laranja	3.000	1.965	6.000	6.700	300	85	2.070	2.400	55	600	1.750	3.200
	Limão	0	0	1.220	400	112	119	40	12	5	3	2	0
	Tangerina	0	0	190	288	0	45	140	90	5	3	140	100
	<i>Área total de lavouras permanentes</i>	<i>3.100</i>	<i>2.024</i>	<i>8.351</i>	<i>8.026</i>	<i>2.484</i>	<i>3.355</i>	<i>2.397</i>	<i>2.568</i>	<i>113</i>	<i>638</i>	<i>1.937</i>	<i>3.362</i>
Silvicultura	Lenha total (m³)	13.302	0	35.864	6.500	420	0	56.202	0	62.410	89.500	56.087	83.700
	Lenha de eucalipto (m³)	nd	0	nd	6.500	nd	0	nd	0	nd	89.500	nd	83.700
	Madeira em tora total (m³)	442.573	550.351	760.088	992.020	4.221	0	75.978	13.500	29.383	1.050	35.485	620
	Madeira em tora de eucalipto (m³)	nd	550.351	nd	992.020	nd	0	nd	13.500	nd	0	nd	620
	Madeira em tora para papel e celulose (m³)	170.000	385.351	263.715	502.020	4.221	0	65.078	0	28858	0	35.265	0
	Madeira em tora para outras finalidades (m³)	272.573	165.000	496.373	490.000	0	0	10.900	13.500	525	1.050	220	620
	<i>Área total de eucalipto em 31/12 (ha)</i>	<i>nd</i>	<i>11.000</i>	<i>nd</i>	<i>30.000</i>	<i>nd</i>	<i>350</i>	<i>nd</i>	<i>3.300</i>	<i>nd</i>	<i>2.100</i>	<i>nd</i>	<i>4.450</i>
<i>Área total de pinus em 31/12 (ha)</i>	<i>nd</i>	<i>0</i>	<i>nd</i>	<i>0</i>	<i>nd</i>	<i>0</i>	<i>nd</i>	<i>0</i>	<i>nd</i>	<i>0</i>	<i>nd</i>	<i>0</i>	
Pecuária (cabeças)	Bovinos (cabeças)	35.883	35.521	38.140	38.979	12.696	13.009	52.857	53.102	10.880	12.100	39.370	35.790
	Bubalino (cabeças)	86	28	325	312	16	52	105	286	0	233	310	215
	Equinos (cabeças)	1.095	150	2.500	2.350	370	190	1.500	835	362	269	1.632	1.190
	Suínos (cabeças)	4.697	2.000	2.304	2.100	1.980	985	6.889	2.470	409	288	1.562	295
	Caprinos (cabeças)	23	150	354	380	160	30	320	212	18	52	345	287
	Ovinos (cabeças)	2.100	1.500	4.500	4.300	880	720	3.840	870	1.050	287	2.230	895
	Galináceos (cabeças)	318.118	65.000	1.698.000	7.250.000	3.520	44.469	4.497.675	3.998.700	10.137	90.200	3.586.500	2.230.000
	Codornas (cabeças)	0	0	0	0	0	0	380	450	0	0	585	550

Fonte: IBGE (2020b, 2020c, 2020d), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.3.E** – Dados consolidados das áreas (em ha) destinadas a culturas temporárias e perenes, reflorestamento e pastagem dos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba nas duas últimas edições do Projeto LUPA (2007/08 e 2016/17)

Tipo de atividade	Anhembi		Botucatu		Dois Córregos		Piracicaba		Santa Maria da Serra		São Pedro	
	2007/08	2016/17	2007/08	2016/17	2007/08	2016/17	2007/08	2016/17	2007/08	2016/17	2007/08	2016/17
	Cultura permanente	3.806,0	4.204,0	17.345,6	12.634,1	2.949,0	3.956,6	2.352,4	3.493,7	242,4	480,4	2.588,6
Cultura temporária	7.978,9	9.928,1	27.686,3	34.463,4	37.216,3	39.746,3	56.276,5	58.357,5	8.468,2	7.627,0	13.698,1	14.634,6
Refloresta-mento	9.654,2	11.816,1	22.371,6	25.172,5	1.789,1	1.359,2	1.818,6	1.715,8	1.867,3	2.023,5	3.000,6	4.666,9
Pastagem	31.481,2	29.497,9	36.146,7	26.654,7	9.086,5	7.930,2	39.412,7	27.596,0	7.700,6	7.036,3	27.232,5	16.355,3

**APÊNDICE 4.3.F** – Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais (CFEM) e as substâncias minerais exploradas nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e comparação com o valor arrecadado total no estado de São Paulo em 2010 e 2019

Localidade	CFEM (R\$)			
	2010	Substâncias	2019	Substâncias
Anhembi	232.978,24	Areia	118.186,80	Areia, argila
Botucatu	4.735,45	Areia	134.514,21	Areia, basalto
Dois Córregos	9.722,00	Areia	35.724,13	Areia
Piracicaba	244.667,86	Água mineral, areia, argila, argila vermelha, basalto, calcário dolomítico, dolomito, saibro	87.712,41	Água mineral, areia, argila, argila vermelha, saibro
Santa Maria da Serra	18.694,02	Água mineral, areia	50.030,15	Água mineral, areia
São Pedro	83.976,70	Água potável de mesa, areia, areia de fundição	71.813,37	Água mineral, água potável de mesa, areia, areia de fundição, areia industrial
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>37.688.101,47</b>		<b>52.990.854,49</b>	

**APÊNDICE 4.3.G** – Valores estimados de ICMS Ecológico repassados em 2020 aos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e as áreas protegidas incidentes nos municípios 2018 (anos-base para os cálculos)

Localidade	Repasse 2020 (ano-base 2018)	
	Valor estimado	Áreas protegidas
Anhembi	217.469,65	EE Barreiro Rico, APA Barreiro Rico, APA Tanquã - Rio Piracicaba
Botucatu	569.586,07	APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá (Perímetro Botucatu), APA Barreiro Rico, APA Tanquã - Rio Piracicaba
Dois Córregos	394.538,22	APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá (Perímetro Corumbataí), APA Tanquã - Rio Piracicaba
Piracicaba	396.455,99	EE Ibicatu, APA Barreiro Rico, APA Tanquã - Rio Piracicaba
Santa Maria da Serra	451.271,23	APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá (Perímetro Corumbataí), APA Tanquã - Rio Piracicaba
São Pedro	583.841,39	APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá (Perímetro Corumbataí), APA Barreiro Rico, APA Tanquã - Rio Piracicaba

#### 4.4. Dinâmica social

**APÊNDICE 4.4.A** Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) nos anos de 1991, 2000 e 2010 para os municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e o estado de São Paulo

Localidade	IDHM 1991	IDHM 2000	IDHM 2010
Anhembi	0,477 (muito baixo)	0,626 (médio)	0,721 (alto)
Botucatu	0,588 (baixo)	0,718 (alto)	0,800 (muito alto)
Dois Córregos	0,529 (baixo)	0,642 (médio)	0,725 (alto)
Piracicaba	0,580 (baixo)	0,710 (alto)	0,785 (alto)
Santa Maria da Serra	0,436 (muito baixo)	0,590 (baixo)	0,686 (médio)
São Pedro	0,524 (baixo)	0,677 (médio)	0,755 (alto)
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>0,578 (baixo)</b>	<b>0,702 (alto)</b>	<b>0,783 (alto)</b>

Fonte: PNUD (2013), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.4.B** – Indicadores do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba em comparação ao estado de São Paulo

Localidade	IDHM 2010	IDHM Educação	IDHM Longevidade	IDHM Renda	Ranking no estado
Anhembi	0,721 (alto)	0,637	0,863	0,681	460
Botucatu	0,800 (muito alto)	0,746	0,869	0,790	22
Dois Córregos	0,725 (alto)	0,616	0,853	0,725	430
Piracicaba	0,785 (alto)	0,717	0,848	0,797	50
Santa Maria da Serra	0,686 (médio)	0,571	0,820	0,688	614
São Pedro	0,755 (alto)	0,674	0,863	0,741	195
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>0,783 (alto)</b>	<b>0,719</b>	<b>0,845</b>	<b>0,789</b>	

Fonte: PNUD (2013), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.4.C** – Indicadores sintéticos do Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e no estado de São Paulo em 2014, 2016 e 2018

Localidade	2014				2016				2018			
	R	L	E	Grupo	R	L	E	Grupo	R	L	E	Grupo
Anhembi	baixa	alta	baixa	Em Transição	baixa	alta	baixa	Em Transição	baixa	alta	baixa	Em Transição
Botucatu	alta	alta	média	Dinâmicos	alta	baixa	média	Desiguais	alta	baixa	média	Desiguais
Dois Córregos	baixa	baixa	média	Em Transição	baixa	média	média	Equitativos	baixa	alta	baixa	Em transição
Piracicaba	alta	alta	alta	Dinâmicos	alta	alta	alta	Dinâmicos	alta	alta	alta	Dinâmicos
Santa Maria da Serra	baixa	alta	baixa	Em Transição	baixa	alta	baixa	Em Transição	baixa	alta	baixa	Em Transição
São Pedro	baixa	média	média	Equitativos	baixa	alta	média	Equitativos	baixa	alta	alta	Equitativos
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>alta</b>	<b>alta</b>	<b>média</b>		<b>alta</b>	<b>alta</b>	<b>média</b>		<b>alta</b>	<b>alta</b>	<b>média</b>	

Fonte: Seade (2020c), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

R: dimensão riqueza. L: dimensão longevidade. E: dimensão escolaridade.

Nota:

Os parâmetros para classificação dos grupos de IPRS são:

Dinâmicos: níveis altos de riqueza e níveis altos e/ou médios de longevidade e escolaridade;

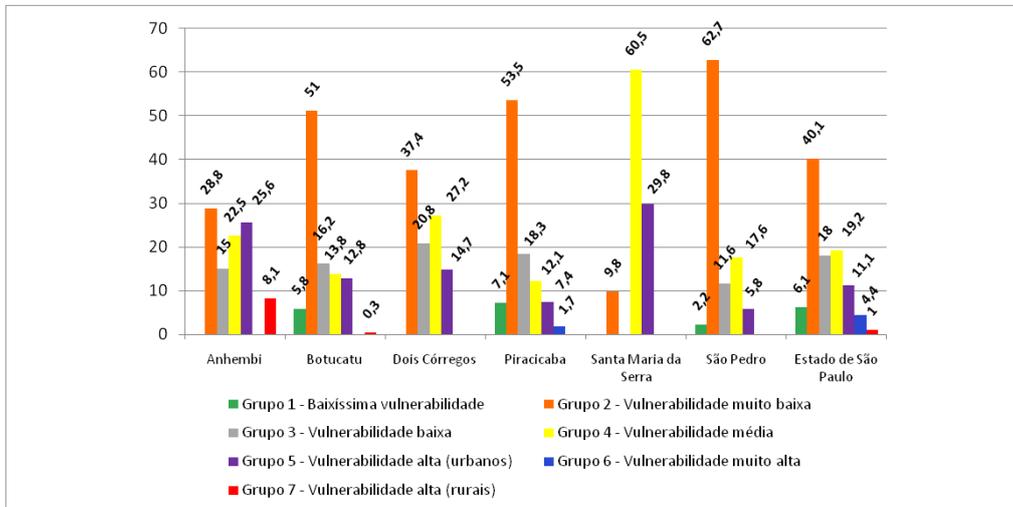
Desiguais: níveis altos de riqueza, mas com nível baixo de longevidade e/ou de escolaridade;

Equitativos: níveis baixos de riqueza e níveis altos e/ou médios de longevidade e escolaridade;

Em Transição: níveis baixos de riqueza e nível baixo de longevidade ou de escolaridade;

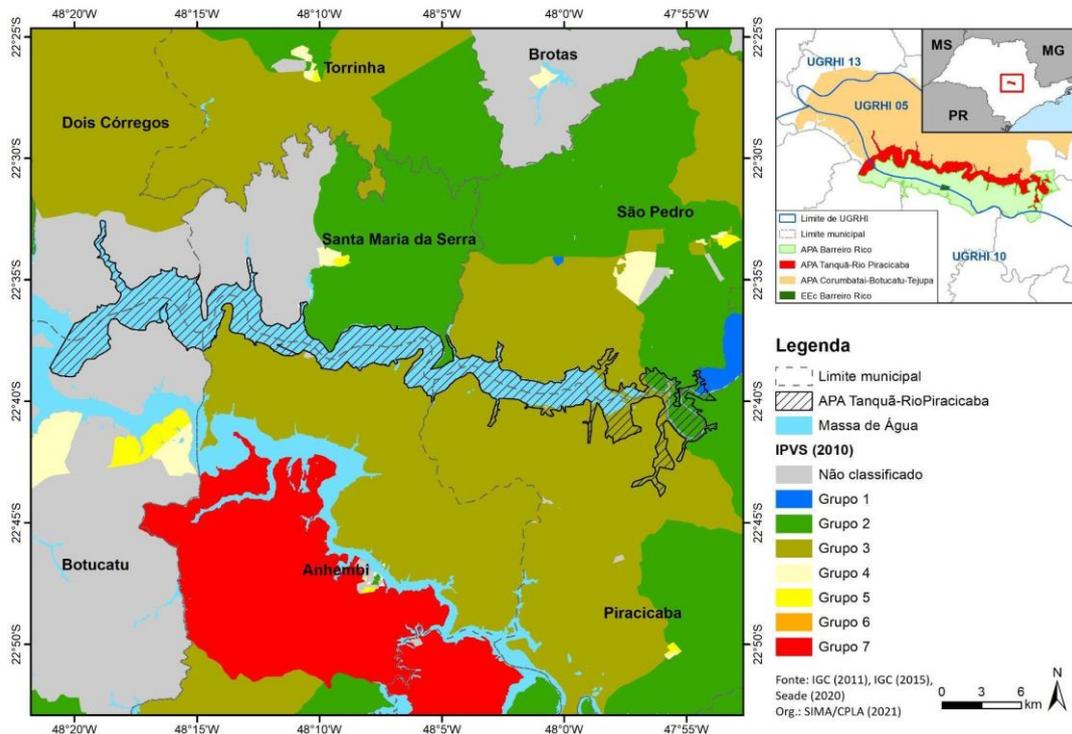
Vulneráveis: níveis baixos de riqueza, de longevidade e de escolaridade.

**APÊNDICE 4.4.D – Distribuição da população exposta, segundo os grupos do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) em 2010 nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e no estado de São Paulo**



Fonte: Seade (2020a), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.4.E – Distribuição dos grupos do IPVS de 2010 por setor censitário na APA Tanquã - Rio Piracicaba e em seu entorno, com identificação dos setores que compõem a UC**



Elaboração: SIMA/CPLA (2021)

Nota: os setores “não classificados” referem-se àqueles excluídos da análise, por falta de informações ou por possuírem menos de 50 domicílios particulares permanentes.

**APÊNDICE 4.4.F** – Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município (ICTEM) nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e comparação com o estado em 2010 e 2019

Localidade	Atendimento (%)		Eficiência do processo de tratamento de esgoto (%)	ICTEM 2010	Atendimento (%)		Eficiência do processo de tratamento de esgoto (%)	ICTEM 2019
	Coleta	Tratamento			Coleta	Tratamento		
Anhembi	60,00	0,00	-	1,20	96,00	96,00	53,30	6,57
Botucatu	92,00	95,00	93,00	9,80	96,00	98,00	89,60	9,91
Dois Córregos	100,00	6,00	80,00	2,20	98,00	100,00	66,70	7,52
Piracicaba	98,00	35,00	80,00	4,30	100,00	100,00	86,10	9,70
Santa Maria da Serra	100,00	100,00	80,00	9,80	100,00	100,00	87,00	10,00
São Pedro	95,00	0,00	-	1,40	90,00	15,00	68,00	2,37
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>87,00</b>	<b>51,00</b>	<b>79,00</b>	<b>5,00</b>	<b>89,00</b>	<b>63,00</b>	<b>87,00</b>	<b>6,32</b>

Fonte: CETESB (2011a, 2020a), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

**APÊNDICE 4.4.G** – Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e comparação com o IQR estadual em 2010 e 2019

Localidade	RSU (t/dia)	IQR 2010	Enquadramento	RSU (t/dia)	IQR 2019	Enquadramento	Observações
Anhembi	1,70	8,90	Condição Adequada	3,56	9,30	Condição Adequada	Disponha em aterro municipal em 2010 e 2019.
Botucatu	61,40	6,70	Condição Controlada	127,03	9,60	Condição Adequada	Disponha em aterro municipal em 2010 e 2019.
Dois Córregos	9,40	8,90	Condição Adequada	20,69	8,20	Condição Adequada	Disponha em aterro municipal em 2010 e 2019.
Piracicaba	213,10	9,60	Condição Adequada	355,90	8,60	Condição Adequada	Disponha em aterro particular em Paulínia em 2010 e em aterro municipal em 2019.
Santa Maria da Serra	1,90	7,20	Condição Controlada	3,81	9,80	Condição Adequada	Disponha em aterro municipal em 2010 e em aterro particular em Rio das Pedras em 2019.
São Pedro	10,70	9,50	Condição Adequada	23,97	9,80	Condição Adequada	Disponha em aterro particular em São Pedro em 2010 e em aterro particular em Rio das Pedras em 2019.
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>26.340,50</b>	<b>8,40</b>	<b>Condição Adequada</b>	<b>40.773,50</b>	<b>8,80</b>	<b>Condição Adequada</b>	

Fonte: CETESB (2011b, 2020b), elaborado por SIMA/CPLA (2021). RSU: Resíduo Sólido Urbano.

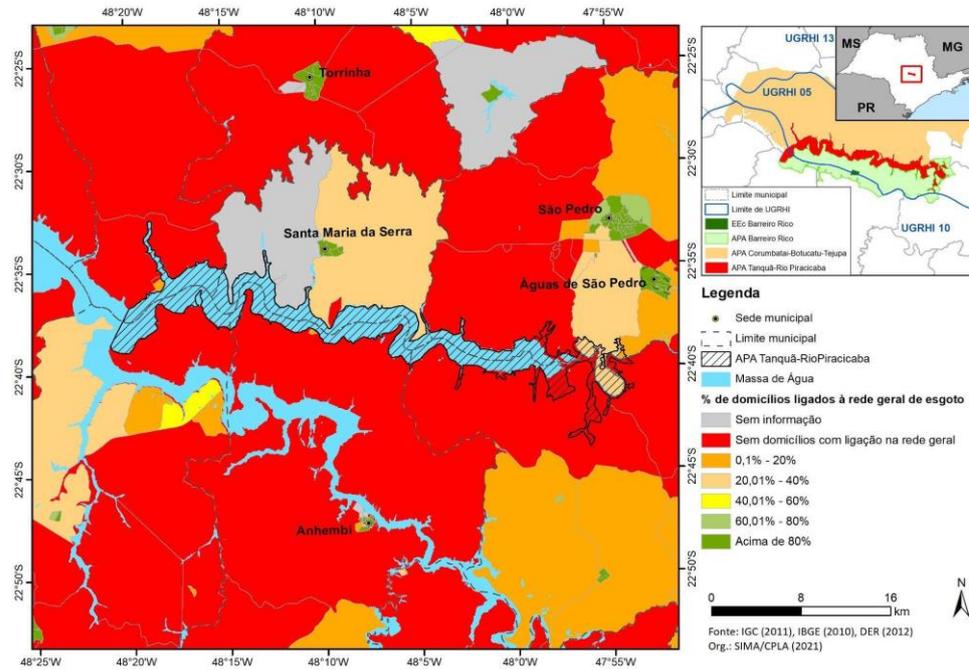
Nota: na metodologia do cálculo do IQR anterior a 2012, as instalações eram enquadradas como inadequadas (de 0 a 6,0), controladas (de 6,1 a 8,0) e adequadas (de 8,1 a 10,0). Na metodologia atual, há apenas dois enquadramentos, inadequado (de 0 a 7,0) e adequado (de 7,1 a 10,0).

**APÊNDICE 4.4.H – Caracterização dos setores censitários que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba quanto à situação de saneamento (Censo IBGE 2010)**

Município	Setor	Moradores	Domicílios particulares permanentes (PP)	% de domicílios PP com esgotamento via rede geral	% de domicílios PP com esgotamento por fossa séptica	% de domicílios PP com esgotamento por fossa rudimentar	% de domicílios PP com coleta de lixo
Anhembi	350230905000010	316	92	0,00	16,30	70,65	61,96
Botucatu	350750615000007	68	21	23,80	33,33	42,85	47,62
Botucatu	350750615000008	126	42	0,00	95,24	0,00	47,62
Dois Córregos	351410605000027	23	7	0,00	100,00	0,00	100,00
Dois Córregos	351410605000028	97	40	10,00	90,00	0,00	100,00
Dois Córregos	351410605000029	15	5	20,00	80,00	0,00	100,00
Dois Córregos	351410605000035	203	47	0,00	4,25	93,61	40,42
Dois Córregos	351410605000030	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Dois Córregos	351410605000031	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Piracicaba	353870910000010	557	182	0,00	66,48	18,13	69,23
Piracicaba	353870915000003	316	90	0,00	0,00	84,44	41,11
Piracicaba	353870915000007	37	14	0,00	0,00	0,00	100,00
Santa Maria da Serra	354700705000008	126	42	-	-	-	-
Santa Maria da Serra	354700705000009	382	114	38,05	53,98	5,30	54,86
Santa Maria da Serra	354700705000010	133	59	0,00	100,00	0,00	100,00
Santa Maria da Serra	354700705000011	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
São Pedro	355040705000050	339	116	0,86	9,48	88,79	95,69
São Pedro	355040705000051	540	178	29,78	7,30	62,92	87,08
São Pedro	355040705000055	269	74	0,00	5,40	86,48	45,94
São Pedro	355040705000054	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

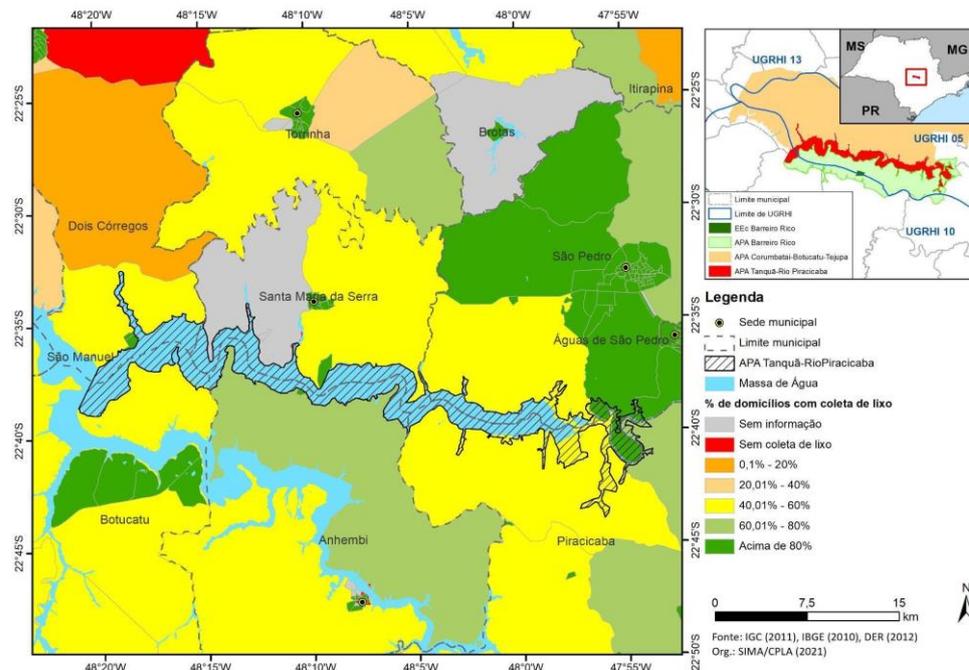
Fonte: IBGE (2010), elaborado por SIMA/CPLA (2020).

**APÊNDICE 4.4.I – Porcentagem de domicílios com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto nos setores que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e em seu entorno (Censo de 2010)**



Elaboração: SIMA/CPLA (2021)

**APÊNDICE 4.4.J – Porcentagem de domicílios com coleta de lixo nos setores que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e em seu entorno (Censo de 2010)**



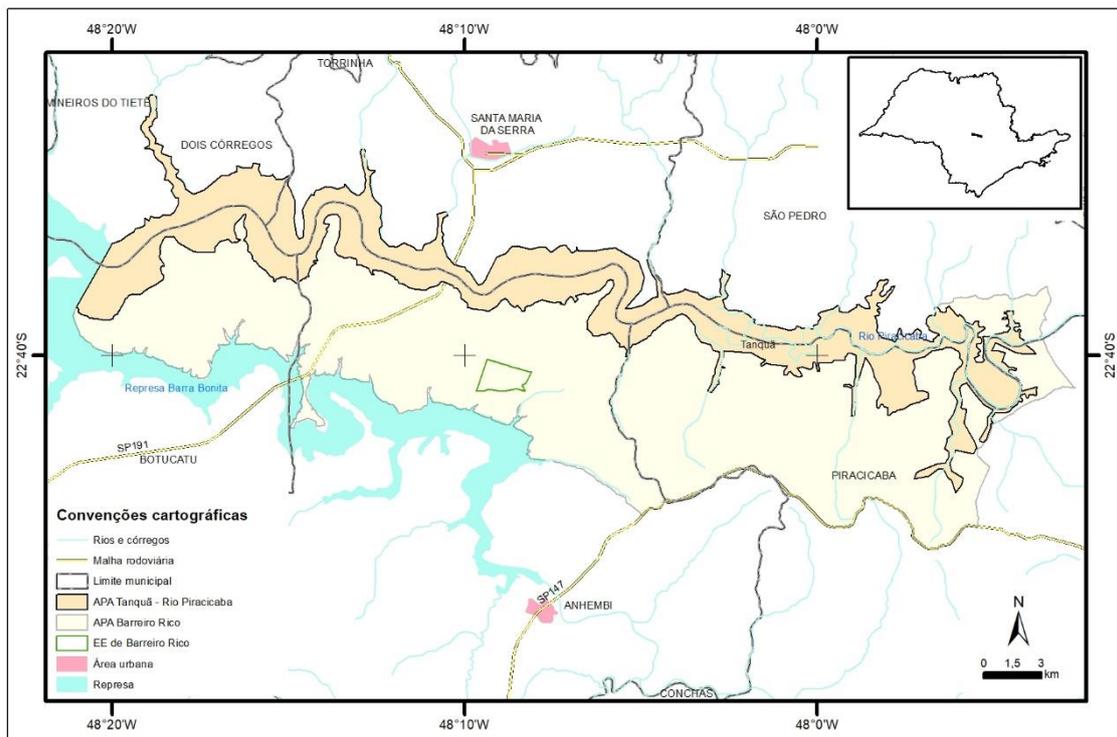
## 4.5. Dinâmica territorial

### Cobertura e Uso do solo

#### Localização da área de estudo

A APA Tanquã-Rio Piracicaba está localizada nos municípios de Botucatu, Dois Córregos, Anhembi, Santa Maria da Serra, Rio Piracicaba e São Pedro, entre as coordenadas geográficas 22°32" e 22°43' latitude Sul e 48°21' e 47°53'. Ao sul da APA Tanquã-Rio Piracicaba estão localizadas outras duas Unidades de Conservação: a APA Barreiro Rico e a Estação Ecológica de Barreiro Rico (**Apêndice 4.5.1.A**).

#### Apêndice 4.5.1.A - Localização da APA Tanquã-Rio Piracicaba



Fonte: Ciro Koiti Matsukuma, Dimas Antônio da Silva e Mônica Pavão

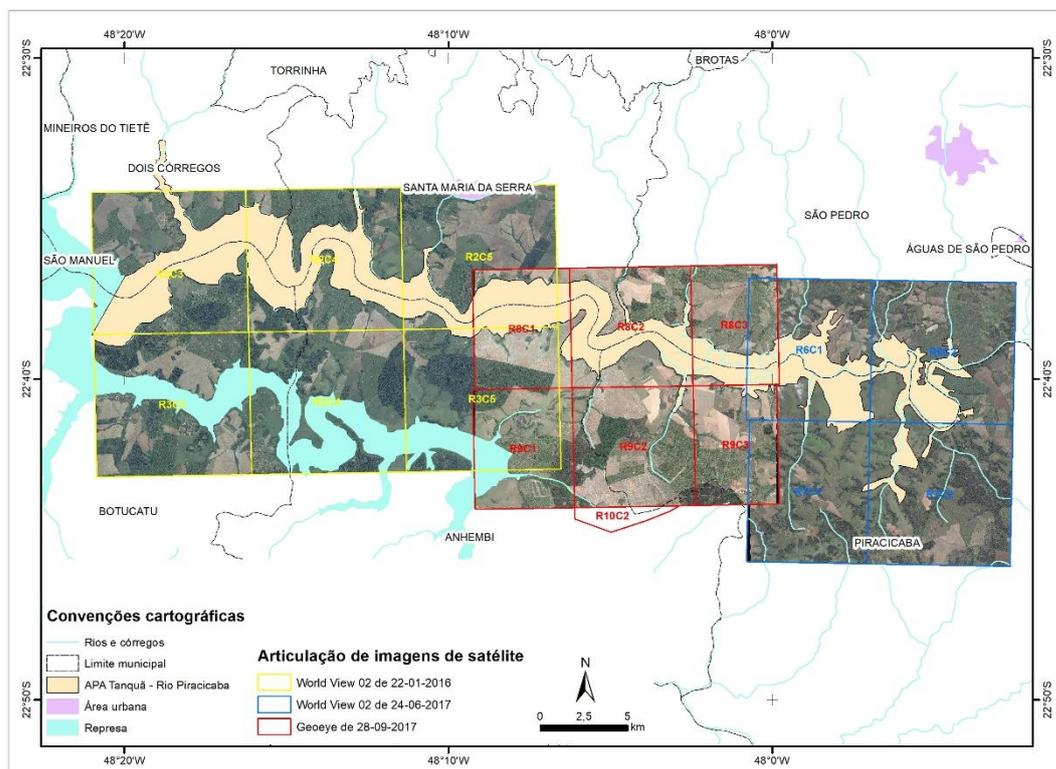
#### Materiais utilizados

Devido à ausência de produtos sensores atualizados, para a realização desse trabalho foram utilizadas as mesmas imagens de satélite utilizadas em SÃO PAULO (2018), a saber:

- ✓ World View 02, com resolução de 0,50 cm, de 22 de janeiro de 2016;
- ✓ World View 02, com resolução de 0,50 cm, de 24 de junho de 2017;
- ✓ Geoeye, com resolução de 0,40 cm, de 28 de setembro de 2017.

No **Apêndice 4.5.1.B** observa-se a articulação das imagens de satélite utilizadas no trabalho.

## Apêndice 4.5.1.B - Articulação de imagens de satélite da APA Tanquã-Rio Piracicaba



Fonte: Ciro Koiti Matsukuma, Dimas Antônio da Silva e Mônica Pavão

### Procedimentos metodológicos

Inicialmente, o mapeamento do uso e cobertura da APA Tanquã-Rio Piracicaba constitui-se de um recorte do mapeamento de uso e ocupação da terra, parte integrante da “Proposta de criação da APA de Proteção Ambiental Barreiro Rico e Área de Proteção Ambiental Tanquã-Rio Piracicaba (SÃO PAULO, 2018). Posteriormente, realizou-se a interpretação de visual imagens orbitais digitais (Geoeye e World Wiew 2).

Após o recorte do *shapefile* para a APA Barreiro Rico e mapeamento do uso e cobertura da terra, procedeu-se à adaptação da legenda, nomenclatura de grupos e de categorias mapeadas, conforme SÃO PAULO (2013).

Conforme Anderson et al. (1979), Florenzano (2002), IBGE (2013) e SÃO PAULO (2013) e segundo o objetivo deste trabalho, foram definidas as seguintes categorias de uso e cobertura da terra que serviram de base para a interpretação das imagens de satélite:

- **Áreas Agrosilvopastoris:** pastagem, cultura perene e reflorestamento.
- **Superfícies Naturais:** Floresta Estacional Semidecidual e Formação pioneira com influência fluvial.

- **Superfícies Artificiais:** área edificada.
- **Espaços Abertos com Pouca ou Nenhuma Cobertura Vegetal:** solo exposto para plantio agrícola, campo antrópico e banco de areia.
- **Corpos d'água:** lagos, lagoas e represas, e curso d'água.

A seguir, destacam-se as definições de cada uma das categorias de uso e cobertura da terra apresentadas anteriormente:

#### ❖ **ÁREAS AGROSILVOPASTORIS**

- ✓ **Pastagem:** áreas de pasto melhoradas ou cultivadas destinadas ao pastoreio; solo coberto por vegetação de gramíneas ou leguminosas; formação irregular e presença de árvores para sombreamento e trilhas. Área de pecuária para produção de leite ou para gado de corte e em menor escala, para criação de equinos.
- ✓ **Cultura Semiperene:** tipo de lavoura semipermanente de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após produção deixa o terreno disponível para novo plantio. Na área de estudo, corresponde aos plantios de cana-de-açúcar.
- ✓ **Reflorestamento:** área de cultivo de pinus ou eucalipto para o corte de madeira e/ou extração de resina.

#### ❖ **SUPERFÍCIES NATURAIS (Conforme IBGE, 1991)**

- ✓ **Floresta Estacional Semidecidual:** este tipo de vegetação está condicionado pela dupla estacionalidade climática, uma tropical com época de intensas chuvas de verão, seguida por estiagem acentuada e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno, com temperaturas médias inferiores a 15º.
- ✓ **Formação pioneira com influência fluvial:** ocorre nas planícies aluviais e mesmo ao redor de planícies aluvionares (pântanos, lagoas e lagoas), é encontrada frequentemente em terrenos instáveis cobertos de vegetação, em constante sucessão.

#### ❖ **SUPERFÍCIES ARTIFICIAIS**

- ✓ **Área edificada:** metrópoles, cidades, vilas e áreas de rodovias, incluindo áreas residenciais, comerciais e de serviços.

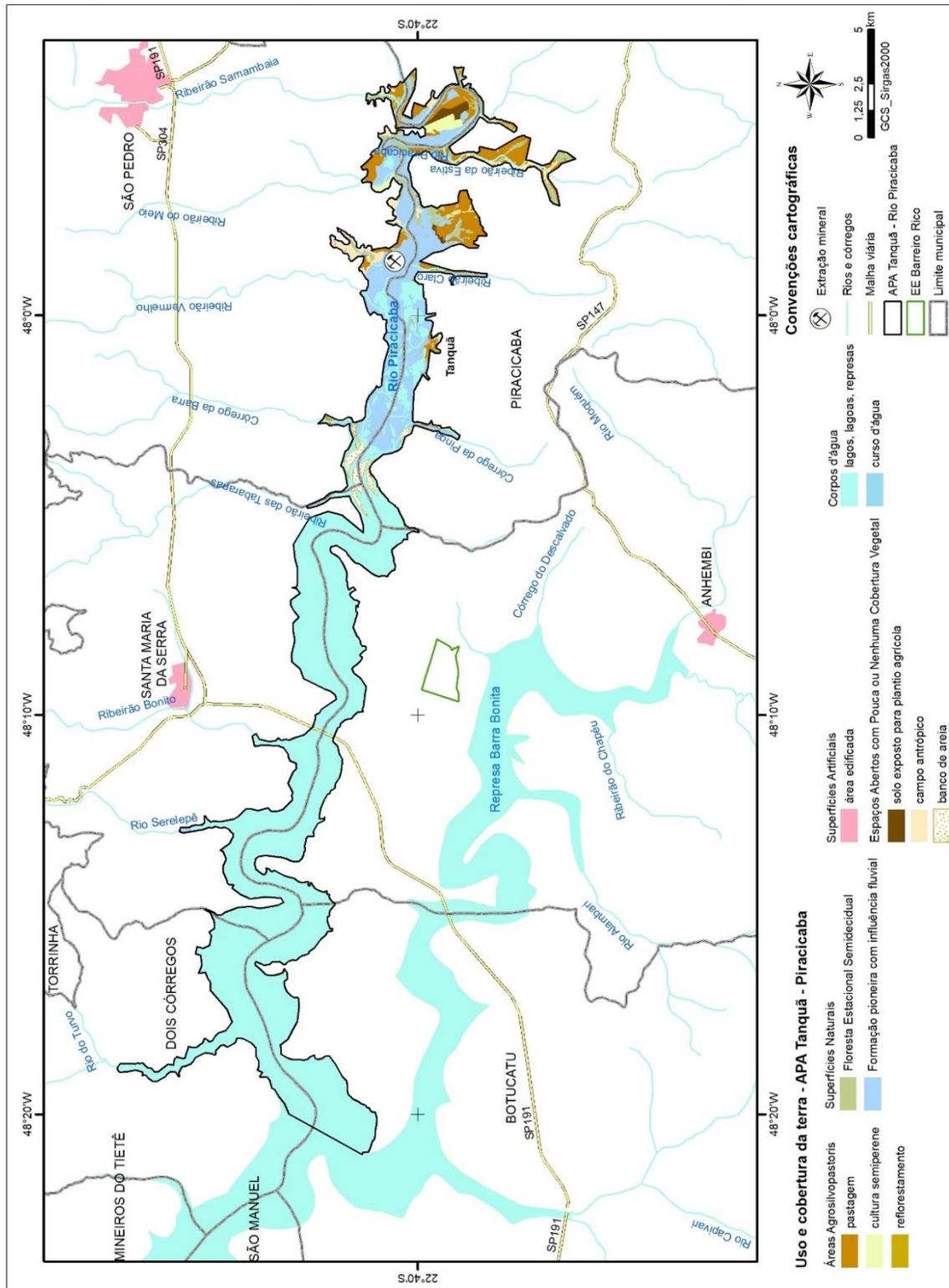
#### ❖ **ESPAÇOS ABERTOS COM POUCA OU NENHUMA COBERTURA VEGETAL**

- ✓ **Solo exposto para plantio agrícola:** áreas preparadas para plantio de diversas culturas agrícolas.
- ✓ **Campo antrópico:** são áreas caracterizadas pela presença de vegetação herbácea, podendo conter espécies exóticas, árvores isoladas ou pequenos agrupamentos, incluem redes de drenagem assoreadas.

- ✓ **Banco de areia:** áreas de deposição de sedimentos que são expostos na estação seca, situados na planície de inundação do rio Piracicaba.
  
- ❖ **CORPOS D'ÁGUA**
- ✓ **Lagos, lagoas, represas:** represamento artificial de curso d'água construído para abastecimento d'água, irrigação ou dessedentação de animais. Na APA Tanquã-Rio Piracicaba destaca-se o Reservatório de Barra-bonita.
- ✓ **Curso d'água:** cursos d'água lênticos. Na APA Tanquã-Rio Piracicaba corresponde ao rio Piracicaba.

O software ArcGIS 10.5 foi utilizado no processo de interpretação e análise visual das imagens de satélite em formato digital. Após esta etapa, efetuou-se a quantificação das categorias de uso e cobertura da terra, obtendo-se a área ocupada por cada categoria. Finalmente, foi elaborado layout contendo o mapa de uso e cobertura da terra da APA Tanquã-Rio Piracicaba.

Apêndice 4.5.1.C - Mapa de uso e cobertura da terra da APA Tanquã-Rio Piracicaba



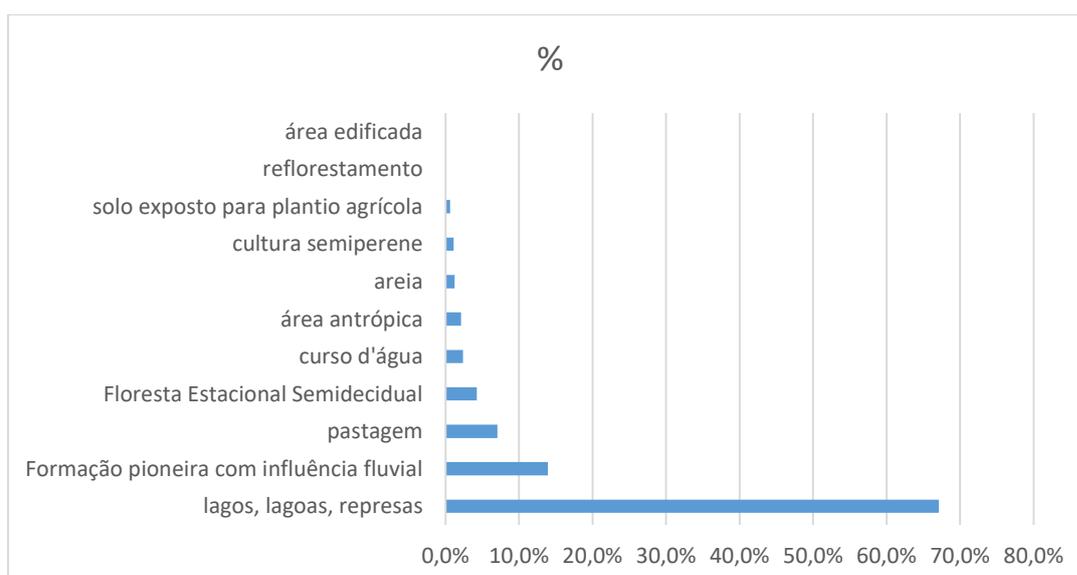
Fonte: Ciro Koiti Matsukuma, Dimas Antônio da Silva e Mônica Pavão

Apêndice 4.5.1.D - Categorias de uso da terra e vegetação natural da APA Tanquã-Rio Piracicaba.

CATEGORIAS DE USO E COBERTURA DA TERRA	Área (ha)	%
<b>Áreas Agrosilvopastoris</b>		
pastagem	993,3	7,1%
cultura semiperene	157,4	1,1%
reflorestamento	7,8	0,1%
<b>Subtotal</b>	<b>1.158,5</b>	<b>8,3%</b>
<b>Superfícies Naturais</b>		
Floresta Estacional Semidecidual	598,5	4,3%
Formação pioneira com influência fluvial	1.956,7	14,0%
<b>Subtotal</b>	<b>2.555,2</b>	<b>18,2%</b>
<b>Superfícies Artificiais</b>		
área edificada	5,8	0,0%
<b>Espaços Abertos com Pouca ou Nenhuma Cobertura Vegetal</b>		
solo exposto para plantio agrícola	89,0	0,6%
campo antrópico	298,4	2,1%
banco de areia	176,3	1,3%
<b>Subtotal</b>	<b>563,8</b>	<b>4,0%</b>
<b>Corpos d'água</b>		
lagos, lagoas, represas	9.410,2	67,1%
curso d'água	331,6	2,4%
<b>Subtotal</b>	<b>9.741,8</b>	<b>69,5%</b>
<b>Total</b>	<b>14.025,1</b>	<b>100,0%</b>

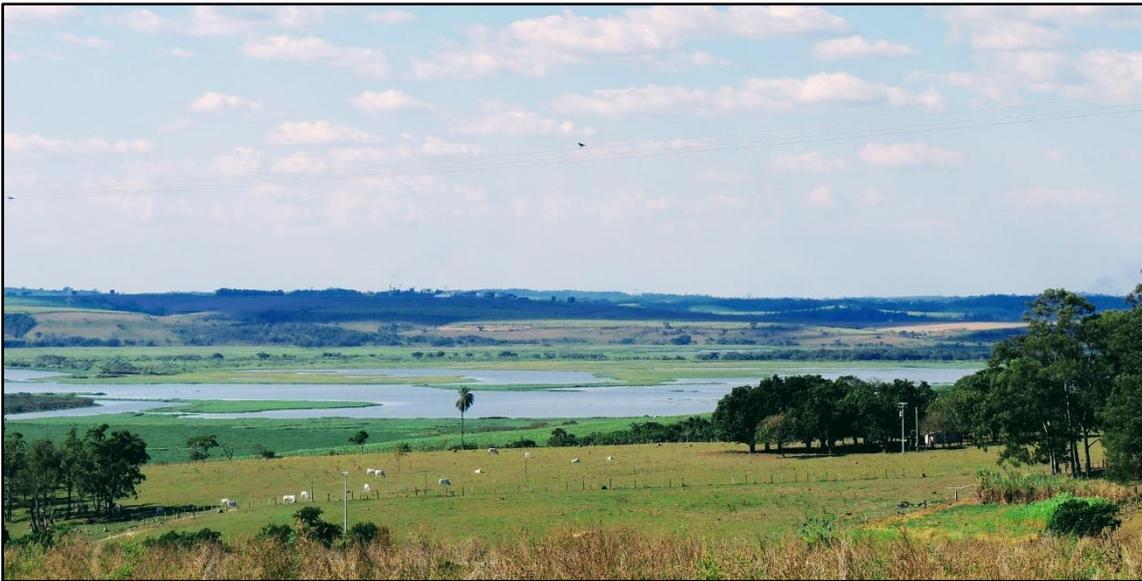
Fonte: Ciro Koiti Matsukuma, Dimas Antônio da Silva e Mônica Pavão

Apêndice 4.5.1.E - Distribuição das categorias de uso da terra e vegetação natural da APA “Tanquã- Rio Piracicaba”.



Fonte: Ciro Koiti Matsukuma, Dimas Antônio da Silva e Mônica Pavão

**Apêndice 4.5.1.F** - Em primeiro plano, área de pastagem próximo à Vila do Tanquã



Fonte: Mônica Pavão, 2018

**Apêndice 4.5.1.G** - Ao fundo, área de pastagem e cultivo semiperene (cana-de-açúcar) na área do Tanquã



Fonte: Mônica Pavão, 2018

**Apêndice 4.5.1.H - Ao fundo, aspecto da Floresta Estacional Semidecidual**



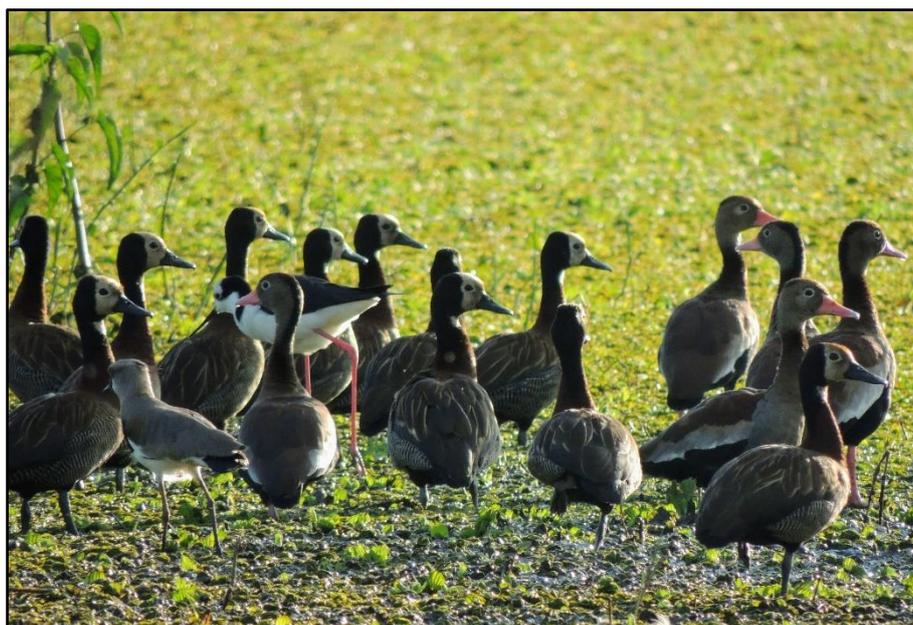
Fonte: Mônica Pavão, 2018

**Apêndice 4.5.1.I - Planície Aluvial do Rio Piracicaba com Formação Pioneira de influência fluvial**



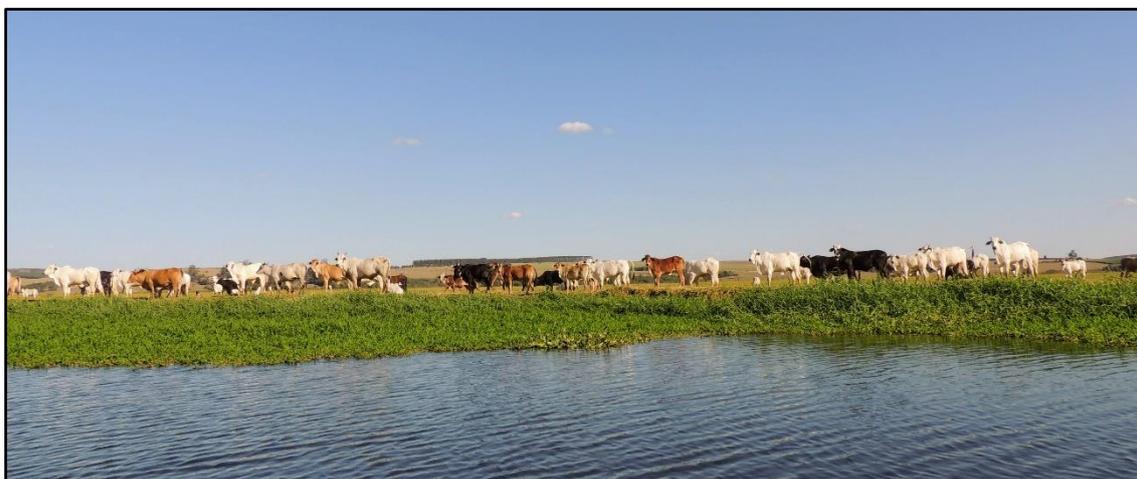
Fonte: Mônica Pavão, 2018

Apêndice 4.5.1.J - Avifauna local em áreas de Formação Pioneira de influência fluvial



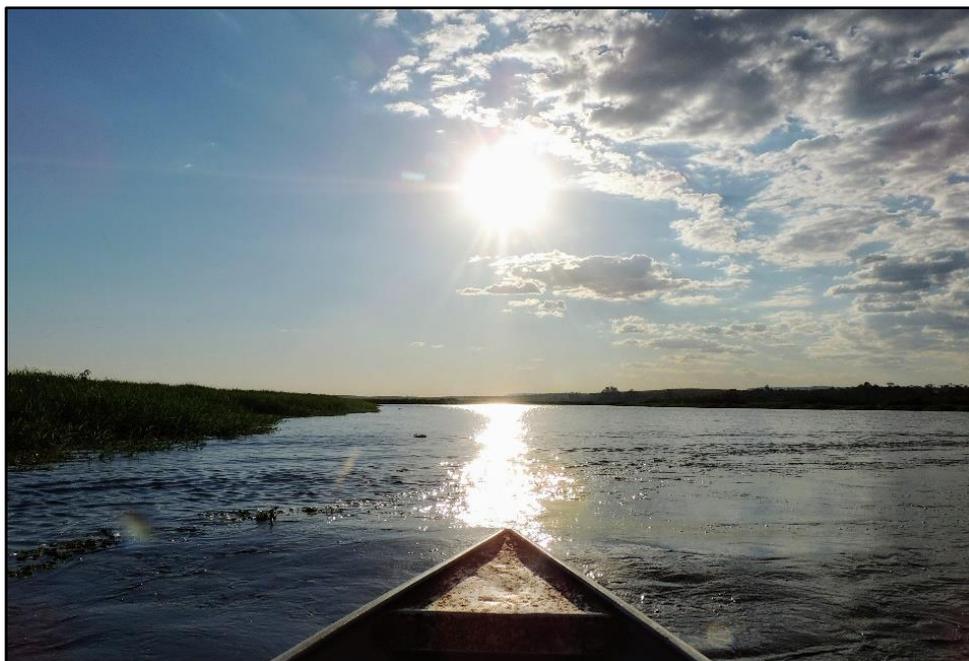
Fonte: Mônica Pavão, 2018

Apêndice 4.5.1.K - Pastagem em área de Formação pioneira de origem fluvial no rio Piracicaba.



Fonte: Mônica Pavão, 2018

#### Apêndice 4.5.1.L - Represa Barra Bonita



Fonte: Mônica Pavão, 2018

#### Apêndice 4.5.1.M - Barcaça da Empresa Areião Tanquã às margem no rio Piracicaba

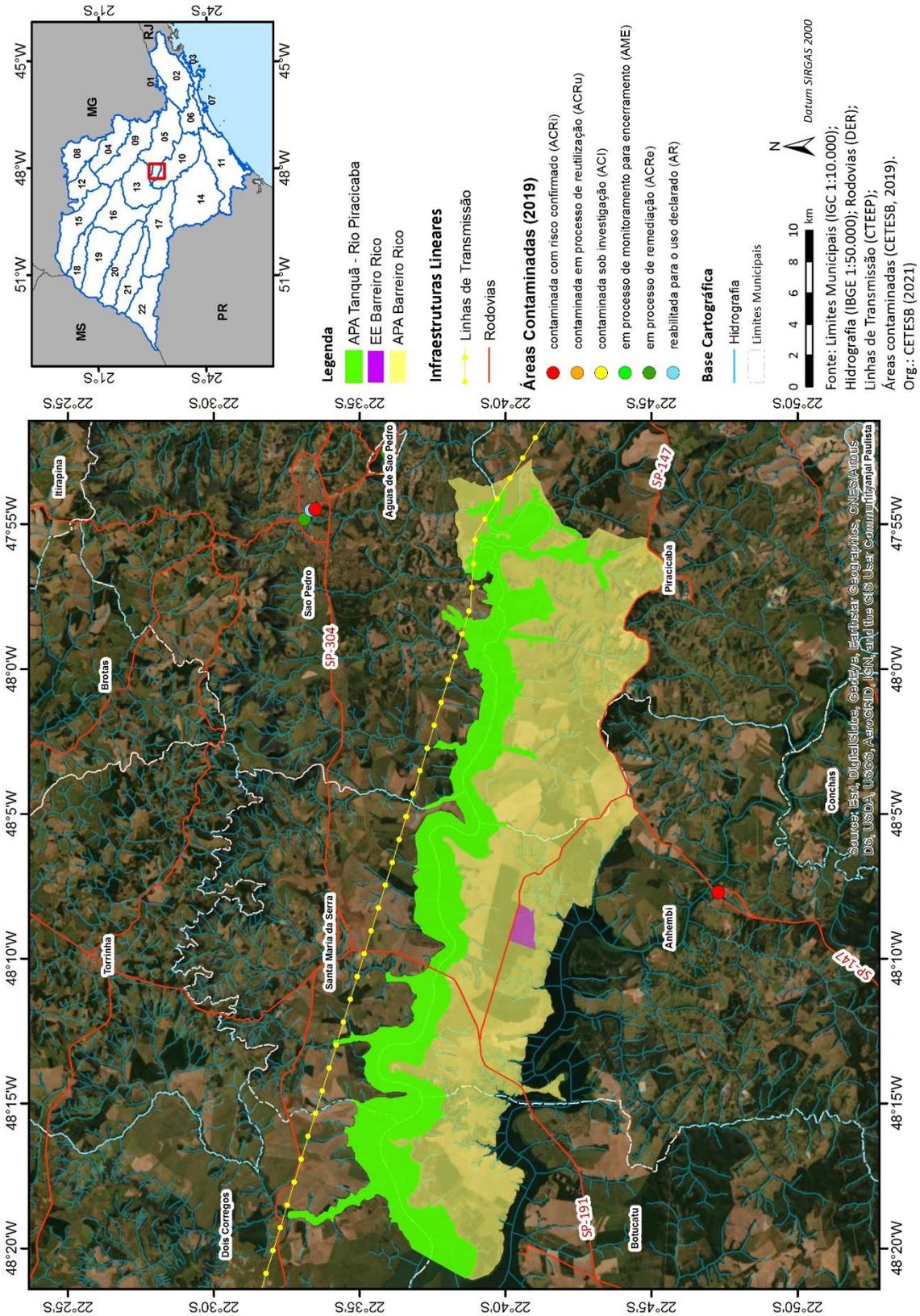


Fonte: Mônica Pavão, 2018

#### Infraestruturas Lineares

---

Apêndice 4.5.2.A - Infraestruturas lineares e pontos de áreas contaminadas (2019) localizadas no território da APA Tanquã – Rio Piracicaba



Fonte: CETESB,2021

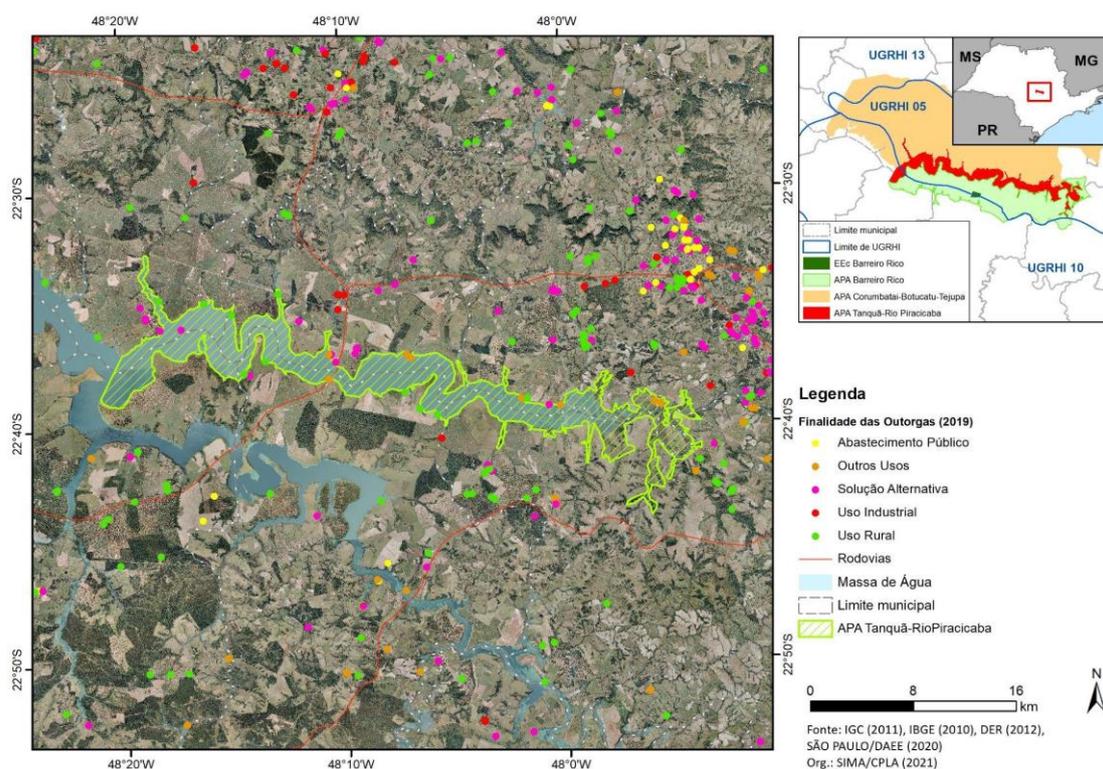
**Apêndice 4.5.4.A.** – Número de outorgas válidas em 2019 nos municípios da APA Tanquã - Rio Piracicaba, por finalidade

Municípios	Finalidade					Total de outorgas
	Uso Rural	Uso Industrial	Abastecimento Público	Outros Usos	Solução Alternativa	
Anhemi	29	1	6	17	8	<b>61</b>
Botucatu	75	14	12	10	45	<b>156</b>
Dois Córregos	22	9	2	5	16	<b>54</b>
Piracicaba	114	123	26	61	161	<b>485</b>
Santa Maria da Serra	5	3	0	6	9	<b>23</b>
São Pedro	57	11	24	28	65	<b>185</b>

Fonte: São Paulo (2020), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

Nota: as captações para “soluções alternativas” são aquelas destinadas ao abastecimento de hotéis, condomínios, clubes, hospitais, shopping center, entre outros, desprovidos ou em complemento ao sistema público de abastecimento (SÃO PAULO, 2019c).

**Apêndice 4.5.4.B** – Espacialização dos pontos de outorgas válidas em 2019 na APA Tanquã - Rio Piracicaba e em seu entorno, por finalidade

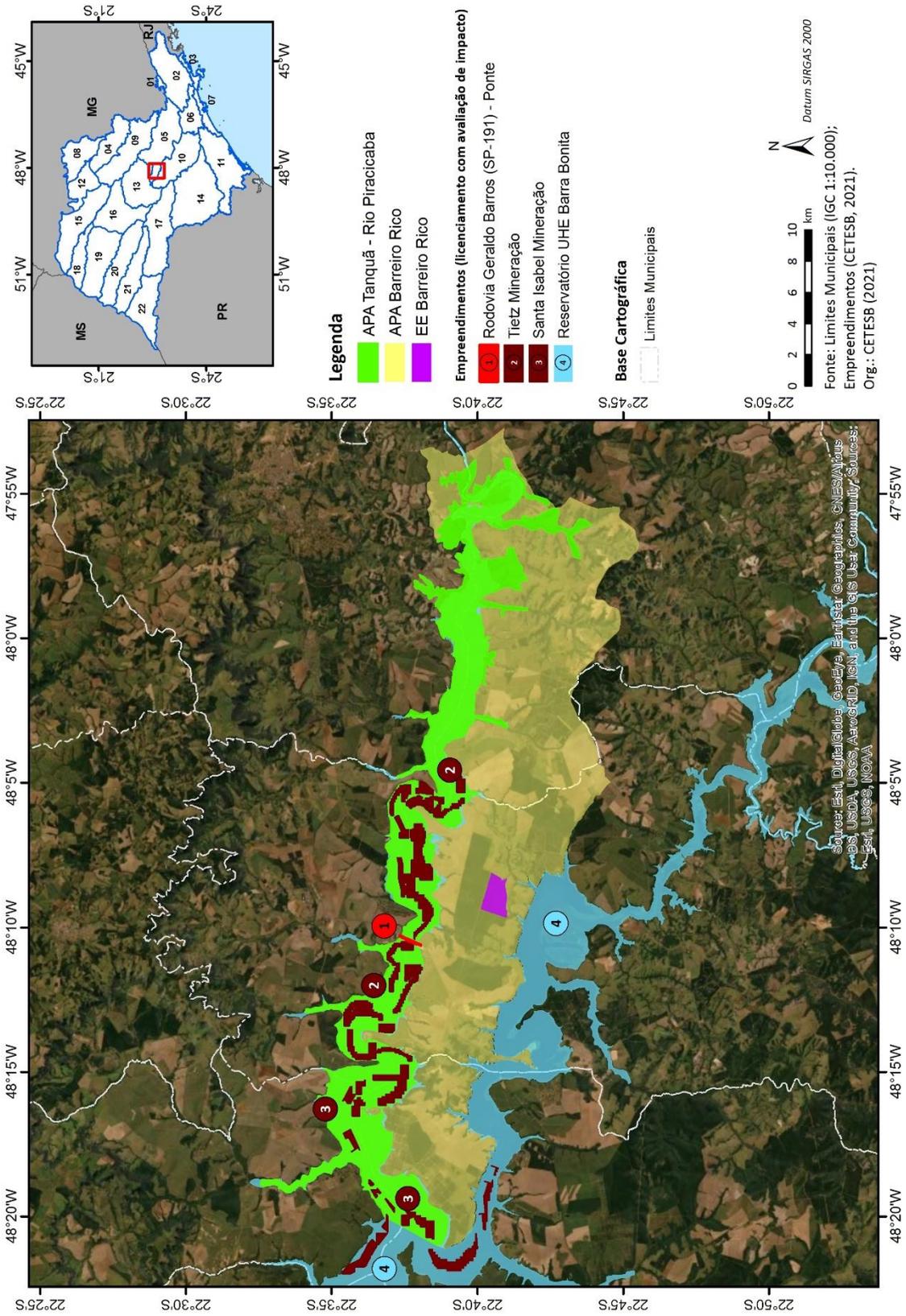


**Apêndice 4.5.4.C** – Consumo de energia elétrica (em MWh) nos municípios que compõem a APA Tanquã - Rio Piracicaba e no estado de São Paulo em 2010 e 2018

Localidade	Comércio e serviços		Industrial		Residencial		Rural		Iluminação, serviços públicos e outros		Total	
	2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018
Anhembi	1.210	1.042	1.847	1.693	3.073	4.164	2.332	2.730	1.107	1.693	9.568	11.323
Botucatu	43.223	52.518	328.884	306.273	99.073	128.575	7.296	14.296	46.034	59.106	524.510	560.768
Dois Córregos	6.128	6.418	14.796	13.519	17.552	20.896	3.793	3.928	5.092	6.327	47.360	51.088
Piracicaba	213.099	254.781	1.296.987	1.345.293	321.405	400.936	10.567	13.748	123.928	159.201	1.965.987	2.173.959
Santa Maria da Serra	1.513	2.386	2.231	3.927	3.810	4.813	1.275	1.741	1.185	1.228	10.015	14.095
São Pedro	11.440	13.965	4.356	2.916	28.235	37.565	4.671	5.498	7.331	10.864	56.033	70.807
<b>Estado de São Paulo</b>	<b>22.869.695</b>	<b>28.462.150</b>	<b>54.466.229</b>	<b>48.826.345</b>	<b>34.220.748</b>	<b>39.711.228</b>	<b>2.790.429</b>	<b>3.475.258</b>	<b>10.679.546</b>	<b>11.640.828</b>	<b>125.033.891</b>	<b>132.115.808</b>

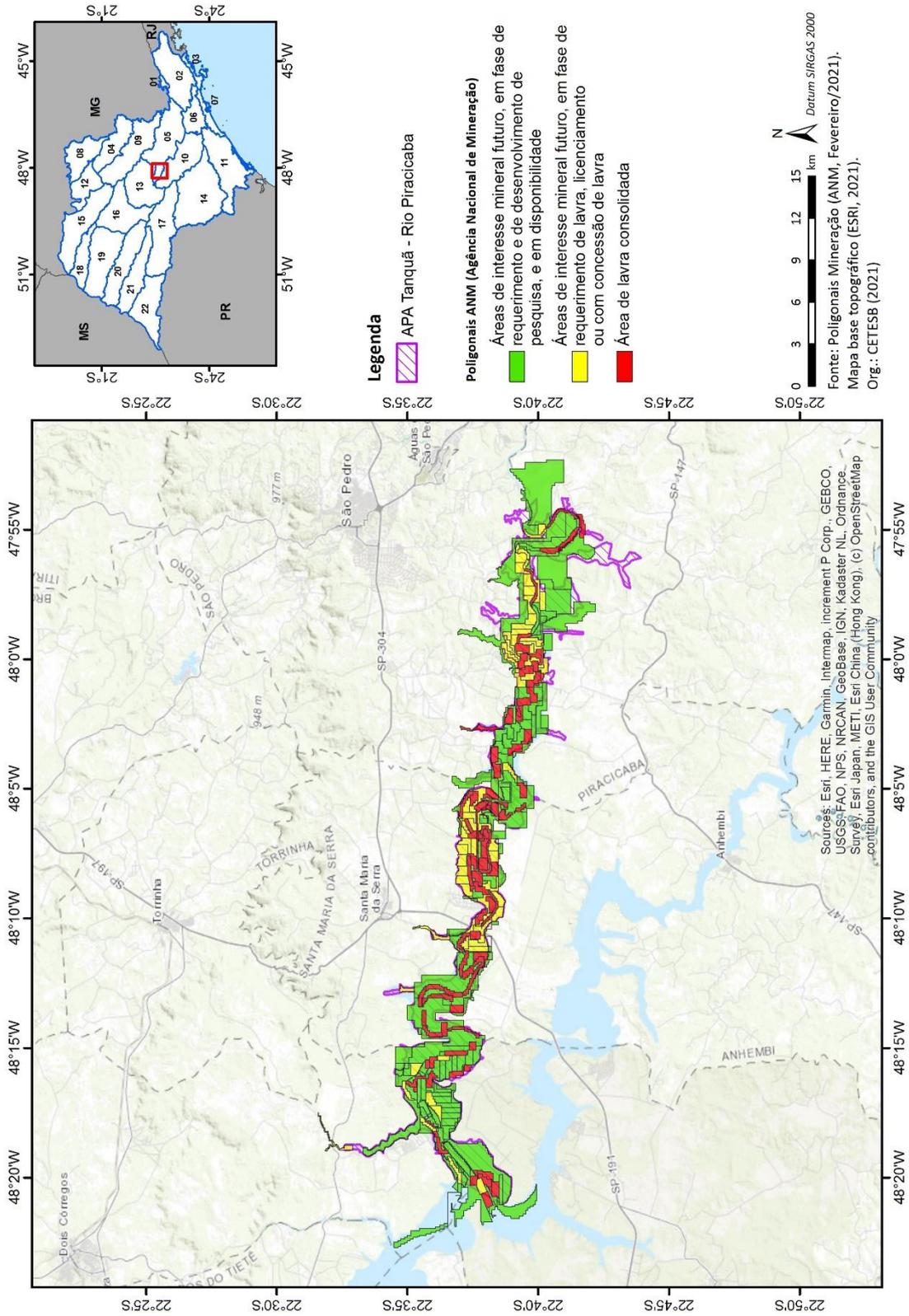
Fonte: Seade (2020a), elaborado por SIMA/CPLA (2021).

Apêndice 4.5.5.A - Empreendimentos licenciados e em processo de licenciamento com avaliação de impacto ambiental.



Fonte: CETESB,2021

Apêndice 4.5.5.C – Mapa com as poligonais destinadas a atividade minerária



## Atividade de Mineração

### Levantamento

A apresentação do aproveitamento dos recursos minerais nos limites da área de estudo fundamentou-se na espacialização e análise dos títulos minerários registrados no Cadastro Mineiro e Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE da ANM, aos quais foi acrescentada a situação atual do licenciamento ambiental dos empreendimentos minerários com base em consulta às Agências Ambientais da CETESB de Bauru, Botucatu e Piracicaba. A análise foi contextualizada com a geologia da região, cujo levantamento se baseou no Mapa Geológico do Estado de São Paulo em escala 1:750.000 do Serviço Geológico do Brasil, elaborado em 2006.

### Ambientes em restauração

#### APÊNDICE 4.5.6.A - Áreas em restauração

APA Tanquã e Rio Piracicaba	EM EXECUÇÃO		CADASTRADOS	
projetos SARE	Projetos	Área (ha)	Projetos	Área (ha)
Exigência da CETESB	4	42,49	1	0,14
Exigência CFB - Conversão de multas	1	0,007		
Projeto voluntário				
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>42,497</b>	<b>1</b>	<b>0,14</b>

Fonte: São Paulo – Coordenadoria de Fiscalização e Biodiversidade, 2021.

### Ocorrências e Infrações Ambientais

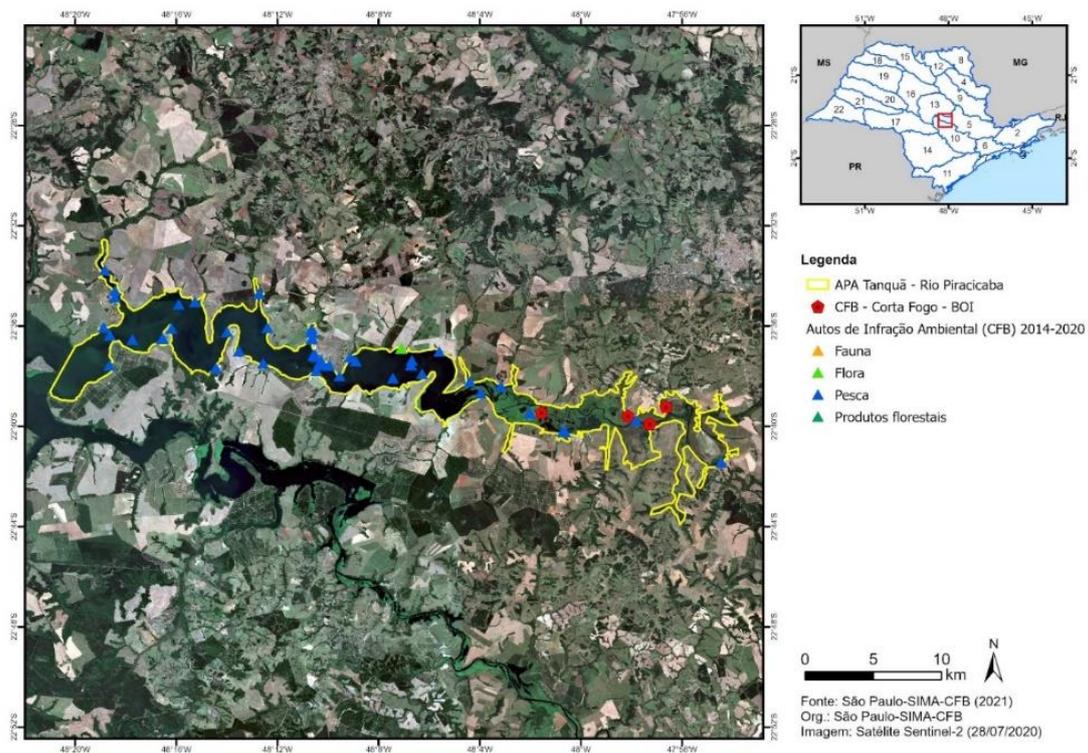
Com o objetivo de apresentar os problemas e conflitos negativos, a temática Vetores de Pressão traz os registros de atuação identificados e espacializados no território da Área de Proteção Ambiental Tanquã e Rio Piracicaba, incluindo infrações inseridas nos limites da unidade de conservação. Para caracterização e definição dos indicadores de pressão, conflitos e problemas que afetam a unidade de conservação, foi realizado levantamento de dados secundários, priorizando:

- Dados e registros:
  - dos Autos de Infração Ambientais lavrados e espacializados no território da Área de Proteção Ambiental Tanquã e Rio Piracicaba, entre os anos de 2014 e 2020;
  - das áreas objeto da lavratura dos Autos de Infração Ambiental com intervenção na flora no interior da unidade de conservação, entre os anos de 2017 e 2021;

- o das ocorrências de incêndio florestal registradas pela Área de Proteção Ambiental Tanquã e Rio Piracicaba no âmbito da Operação Corta Fogo, entre os anos de 2014 e 2020;

Baseado nos levantamentos prévios, realizou-se análise quantitativa e qualitativa dos dados secundários a fim de mapear os principais indicativos negativos de pressão e conflitos, bem como as áreas de maior vulnerabilidade na área da Área de Proteção Ambiental Tanquã e Rio Piracicaba.

#### APÊNDICE 4.5.7.1 –



Fonte: São Paulo – Coordenadoria de Fiscalização e Biodiversidade, 2021.

**APÊNDICE 4.5.7.2 – Ocorrências e registros de autos de Infração Ambiental lavrados no território da Área de Proteção Ambiental Tanquã e Rio Piracicaba**

Tipo de Infração	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
FAUNA	0	0	0	0	0	0	1	1
FLORA	0	0	0	0	1	2	0	3
PESCA	5	5	3	5	33	44	42	137
FOGO	0	0	0	4	0	0	0	4
PRODUTOS FLORESTAIS	0	0	0	0	0	1	0	1
Total Geral	5	5	3	9	34	47	43	146

Fonte: São Paulo – Coordenadoria de Fiscalização e Biodiversidade, 2021.

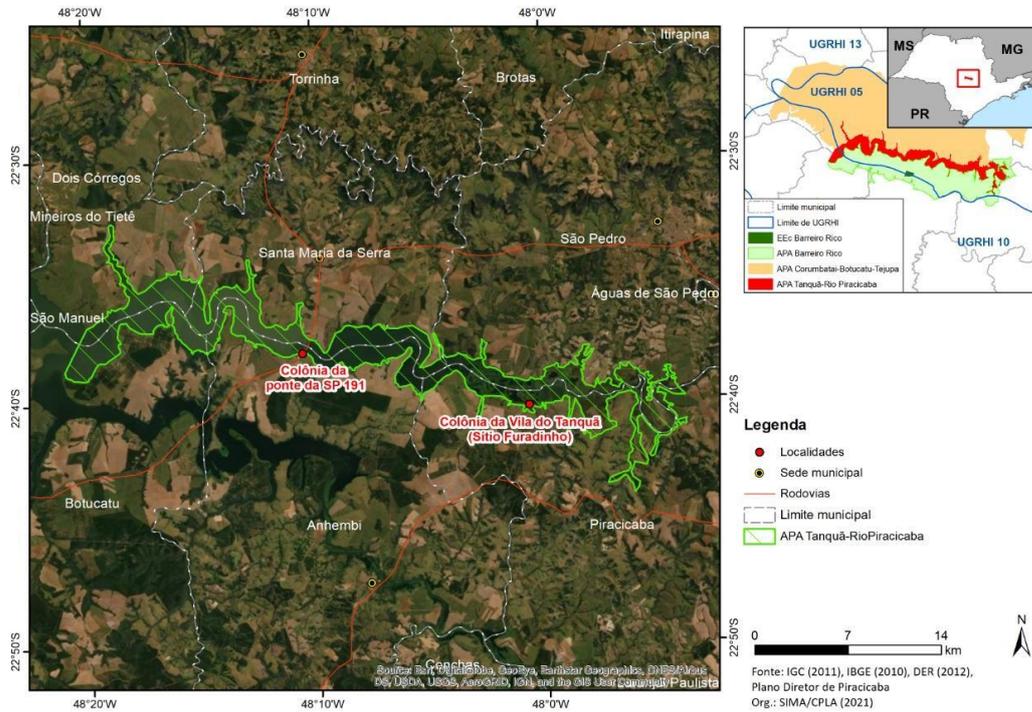
**APÊNDICE 4.5.7.3 - Características das áreas impactadas pelos Autos de Infração Ambiental relacionadas à temática "Flora".**

Área impactada	2017	2018	2019	2020	Total
Tamanho	-	0,0016ha	0,006 ha	-	0,008ha
Localização	-	Área rural	Área rural	-	
Caracts. da propriedade	-	Área pública	Propriedades privadas	-	

Fonte: São Paulo – Coordenadoria de Fiscalização e Biodiversidade, 2021.

## ANEXO V – JURÍDICO INSTITUCIONAL

### Apêndice 5.1.A. - Localidades identificadas no limite da APA Tanquã - Rio Piracicaba



### Apêndice 5.1.B – Zoneamento Agroambiental para o Setor Sucrealcooleiro (2008)

