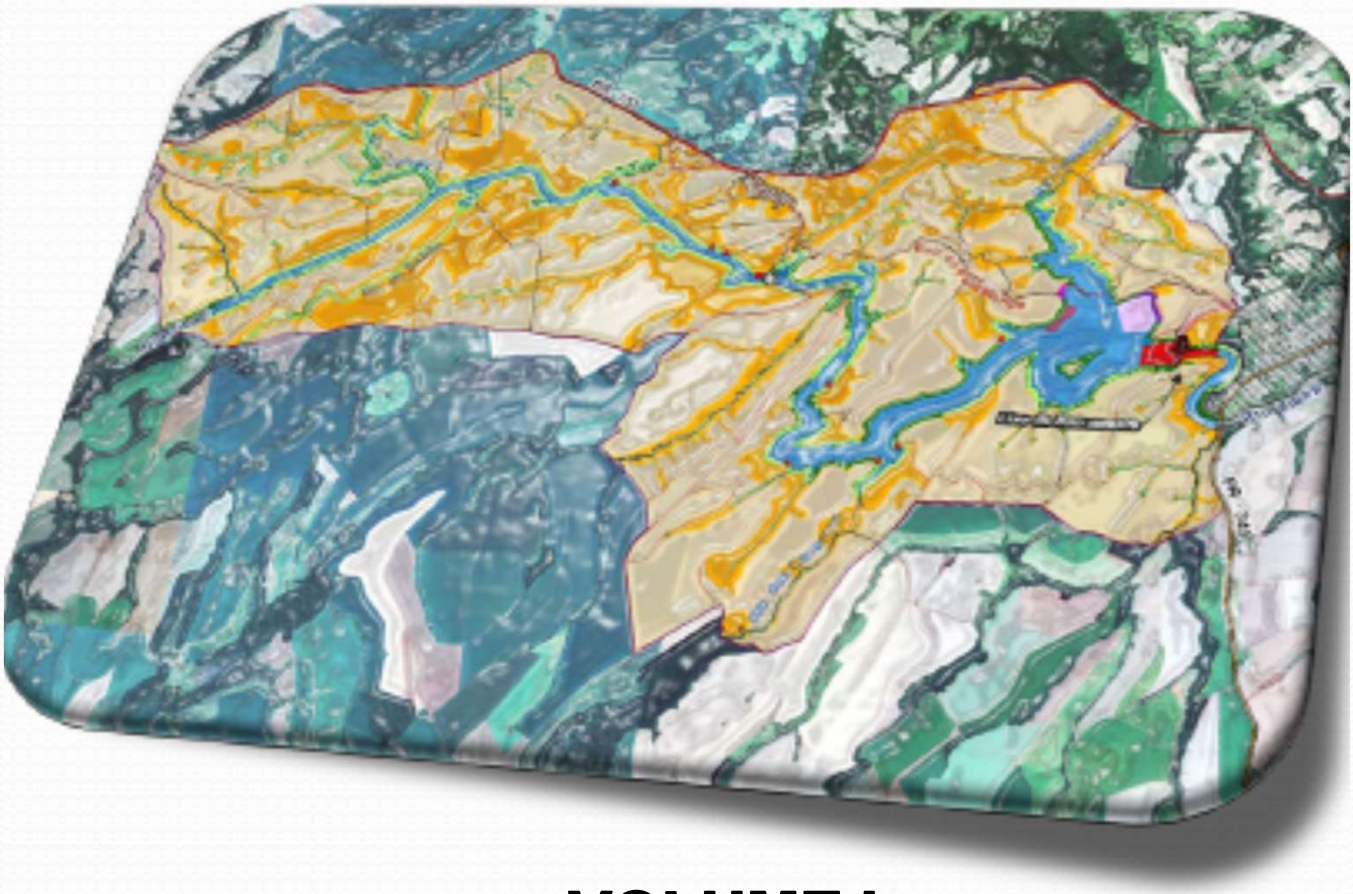
# Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entono do Reservatório Artificial - PACUERA

# UHE TIBAGI MONTANTE



## VOLUME I

TIBAGIENERGIA

soma
CONSULTORIA AMBIENTAL

**CURITIBA**
**NOVEMBRO/2021**

*SUMÁRIO*

**1. INTRODUÇÃO ..... 1**

**2. OBJETIVO ..... 4**

**3. METODOLOGIA ..... 4**

**3.1 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS ..... 6**

3.1.1 Dispositivos Legais ..... 6

3.1.2 Definição de Área de Estudo e Área de Abrangência ..... 6

3.1.3 Diagnostico Ambiental da Área de Estudo ..... 7

3.1.4 Análise de Conflitos ..... 8

3.1.5 Elaboração dos Produtos Cartográficos ..... 9

3.1.6 Determinação das Classes de Sensibilidade Ambiental ..... 11

3.1.7 Delimitação das Unidades Ambientais Homogêneas ..... 13

3.1.8 Critérios para o Zoneamento Socioambiental ..... 14

3.1.9 Proposição de medidas de gestão ambiental ..... 15

3.1.10 Consulta Pública ..... 15

3.1.11 Documento Final do PACUERA ..... 16

**3.2 ÁREA DE ESTUDO e ÁREA DE ABRANGÊNCIA ..... 16**

**4. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO ..... 20**

**4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS ..... 20**

**4.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO ..... 22**

4.2.1 Arranjo Geral ..... 22

4.2.2 Reservatório ..... 23

4.2.3 Desvio do rio e ensecadeira ..... 25

4.2.4 Caracterização da Mão-de-obra ..... 27

4.2.5 Barragem ..... 27

4.2.6 Vertedouro de fundo ..... 28
4.2.7 Circuito adutor ..... 28
4.2.8 Casa de força ..... 28
4.2.9 Subestação ..... 29
4.2.10 Linha de Transmissão e Conexões ..... 30
4.2.11 Canteiros administrativos, de obras e bota-fora ..... 31
**5. ASPECTOS LEGAIS E COMPATIBILIZAÇÃO DO PLANO ..... 32**
**5.1 RECURSOS HÍDRICOS ..... 34**
5.1.1 Política Nacional de Recursos Hídricos ..... 34
5.1.2 Sistema Estadual de Recursos Hídricos ..... 37
**5.2 OUTORGA DO USO DA ÁGUA ..... 39**
**5.3 OS COMITÊS DE BACIA ..... 41**
5.3.1 Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi ..... 44
**5.4 LICENCIAMENTO AMBIENTAL ..... 45**
**5.5 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E RESERVA LEGAL ..... 46**
**5.6 USO DE REPRESAS PÚBLICAS E PRIVADAS ..... 50**
**5.7 CONSERVAÇÃO E USO DO SOLO E DEFENSIVOS AGRÍCOLAS ..... 50**
**5.8 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ..... 52**
**5.9 FAIXA DE DOMÍNIO DE ESTRADAS PÚBLICAS ..... 52**
**5.10 PARCELAMENTO DO SOLO ..... 53**
**5.11 PROTEÇÃO À FAUNA ..... 55**
**5.12 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL ..... 56**
**5.13 ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA CONSERVAÇÃO E A RECUPERAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO ESTADO DO PARANÁ ..... 57**
**6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ..... 60**

**6.1 ASPECTOS DO MEIO FISICO ..... 60**

6.1.1 Características Gerais da Bacia Hidrográfica ..... 60

6.1.1.1 Índices Fisiográficos da Bacia no AHE Tibagi Montante ..... 63

6.1.2 Caracterização Climática ..... 64

6.1.3 Geologia ..... 67

6.1.4 Geomorfologia ..... 72

6.1.5 Pedologia ..... 75

6.1.6 Aptidão Agrícola ..... 82

6.1.7 Processos Erosivos ..... 87

6.1.8. Recursos Hídricos ..... 99

6.1.9 Qualidade da água superficial e limnologia ..... 100

6.1.10 Uso das Águas ..... 111

6.1.11 Hidrossedimentologia ..... 116

6.1.11.1 Dados Sedimentométricos ..... 116

6.1.11.2 Obtenção da carga de sedimentos ..... 120

6.1.11.3 Assoreamento e avaliação da vida útil do reservatório ..... 124

6.1.11.4 Sedimentos ao pé da barragem ..... 128

6.1.11.5 Conclusões e recomendações ..... 131

6.1.12 Considerações Finais para o Meio Físico ..... 132

**6.2 ASPECTOS DO MEIO BIÓTICO ..... 134**

6.2.1 Cobertura Vegetal ..... 134

6.2.2 Unidades de Conservação, Áreas Prioritárias e Reserva Legal ..... 152

6.2.3 Fauna Terrestre ..... 160

6.2.3.1 Localização das Áreas Amostrais ..... 160

6.2.3.2 Métodos ..... 161

6.2.3.3 Resultados ..... 163
6.2.4 Ictiofauna ..... 179
6.2.4.1 Metodologia ..... 182
6.2.4.2 Resultados ..... 183
6.2.5 Considerações Finais para o Meio Biótico ..... 189
**6.3 ASPECTOS DO MEIO SOCIOECONÔMICO ..... 192**
6.3.1 Histórico de de Tibagi ..... 192
6.3.2 Demografia ..... 193
6.3.3 Saúde Pública ..... 196
6.3.4 Educação ..... 198
6.3.5 Abastecimento de Serviços Públicos ..... 204
6.3.6 Base econômica ..... 209
6.3.7 Lazer e Turismo ..... 212
6.3.8 Propriedades da Área de Abrangência ..... 220
6.3.9 Patrimônio Histórico e Arqueológico ..... 224
6.3.10 Considerações Finais para o Meio Socioeconômico ..... 226

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 - Etapas e atividades do PACUERA ..... 5
Figura 3.2 - Delimitação da Área de Estudo e da Área de Abrangência ..... 19
Figura 4.1- Mapa Rodoviário para Localização e Acesso. Fonte: Mapa Rodoviário do Paraná – DNIT. ..... 21
Figura 4.2 - Arranjo da Usina Hidrelétrica Tibagi Montante ..... 22
Figura 4.3 - Reservatório e Área de Preservação Permanente da UHE Tibagi Montante ..... 24
Figura 5.1 - Bacias hidrográficas do Estado do Paraná com a sua divisão em unidades hidrográficas. (Fonte: SUDERHSA, 2007) ..... 43
Figura 5.2: Localização da área de abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante sobre as Áreas Estratégicas para a Conservação e a Recuperação da Biodiversidade no estado do Paraná. ..... 58
Figura 5.3 - Áreas Estratégicas para Conservação e a Recuperação da Biodiversidade (http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dados-e-Informacoes-Geoespaciais-Tematicos) ..... 59
Figura 6.1 - Localização da Bacia Hidrográfica do rio Tibagi ..... 61

Figura 6.2 - Clima na Bacia do rio Tibagi ..... 65
Figura 6.3 - Geologia da área de estudo e de abrangência do PACUERA..... 69
Figura 6.4 – Fraturamentos sub-verticais e sub-horizontais em arenitos da Formação Furnas na área afetada pela UHE Tibagi Montante. ..... 70
Figura 6.5 – Afloramento de arenito da Formação Furnas. ..... 71
Figura 6.6 – Geomorfologia da Área de Estudo e Área de Abrangência ..... 73
Figura 6.7– Forma de relevo com topos aplainados na Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante..... 74
Figura 6.8 – Relevo com colinas suaves e vertentes retilíneas na Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante..... 75
Figura 6.9– Pedologia da Área de Estudo e Área de Abrangência..... 79
Figura 6.10– Aspecto de relevo e uso com agricultura e presença de cobertura vegetal nativa, em área de ocorrência dos Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos (unidade CXbd8). ..... 80
Figura 6.11– Aspecto de relevo e uso com agricultura e presença de cobertura vegetal nativa, em área de ocorrência dos Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos (unidade CXbd8). ..... 80
Figura 6.12– Aspecto de relevo suave ondulado e uso com agricultura, em área de ocorrência dos Latossolos Vermelhos (unidade LVd4). ..... 81
Figura 6.13– Aspecto de relevo suave ondulado e uso com agricultura (predominante), em área de ocorrência dos Latossolos Vermelhos (unidade LVd4). ..... 81
Figura 6.14 – Aptidão Agrícola da Área de Estudo e Área de Abrangência ..... 83
Figura 6.15– Local de ocorrência de terras pertencentes ao subgrupo 2’(b)c, com o uso atual representado por lavouras anuais. ..... 85
Figura 6.16 – Local de ocorrência de terras pertencentes ao subgrupo 2’(b)c, com o uso atual representado por pastagens. ..... 86
Figura 6.17 – Local de ocorrência de terras pertencentes ao subgrupo 3(bc), com o uso atual representado por lavouras anuais. ..... 87
Figura 6.18 – Ocupação (%) das classes de susceptibilidade à erosão laminar na Área de Estudo. ..... 90
Figura 6.19– Classes de Susceptibilidade Erosiva na Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante. ..... 93
Figura 6.20– Ponto 3 em janeiro de 2018, APP UHE Tibagi Montante, apresentando ravina com exposição parcial do material saprolítico e escoamento superficial concentrado ao longo da vertente em épocas de intensa precipitação..... 95
Figura 6.21– Ponto 3, APP UHE Tibagi Montante, mesmo ponto da figura anterior demonstrando pouca evolução do processo erosivo decorrido um ano de monitoramento, em fevereiro de 2019. ..... 96
Figura 6.22 – Aspecto geral das propriedades rurais estabelecidas no entorno do rio Tibagi (seta branca indicando o rio Tibagi), ilustrando o principal uso agrícola que se dá através do plantio de culturas de ciclo anual, em vertentes que apresentam predominio de áreas de muito baixa e baixa susceptibilidade à ocorrência de erosão laminar dos solos no entorno do rio Tibagi, com colinas suaves, topos alongados e vertentes retilíneas na Área de Estudo do empreendimento. ..... 96
Figura 6.23– Propriedades rurais estabelecidas no entorno do rio Tibagi (seta branca indicando o rio Tibagi), com culturas de ciclo anual, em vertentes que apresentam predominio de áreas de menor susceptibilidade à erosão laminar nas áreas mais distantes do rio Tibagi, e ocorrência gradativa de áreas de maior susceptibilidade a partir da aproximação dos cursos d’água devido ao aumento na declividade das vertentes e ocorrência de solos mais susceptíveis a erosão. ..... 97
Figura 6.24 – Entorno do rio Tibagi (seta branca indicando o rio Tibagi), com culturas de ciclo anual no entorno, e ocorrência de solos de maior susceptibilidade à erosão laminar nas

vertentes adjacentes ao rio Tibagi e tributários, em revelo mais movimentado, exceto nos depósitos aluviais (seta laranja) que apresentam muito baixa susceptibilidade à erosão devido ao relevo plano em que estão estabelecidos. ..... 97
Figura 6.25 – A: Depósito aluvial que apresentam muito baixa susceptibilidade à erosão, em relevo plano no entorno do rio Tibagi; B: Afloramento de arenito (primeiro plano) que apresenta alta suceptibilidade à erosão na margem esquerda do Tibagi, remanso do reservatório. ..... 98
Figura 6.26– Pontos Amostrais de Qualidade da Água. ..... 101
Figura 6.27– Localização dos pontos de outorga e dispensa de outorga, na área de abrangência do PACUERA (delimitada em branco). Em azul, pontos de captação superficial. Em vermelho, captações subterrâneas. Fonte: Instituto das Águas do Paraná, 2018. ..... 115
Figura 6.28 - Curva-Chave de Sedimentos – Estação Tibagi (64465000) ..... 121
Figura 6.29 - Diagrama de Brune ..... 125
Figura 6.30- Alturas Relativas de Sedimento no Pé Da Barragem em 30, 50 e 100 Anos . 131
Figura 6.31 - Ecótono entre Estepe Gramíneo-Lenhosa e Savana Gramíneo-Lenhosa ..... 138
Figura 6.32 - Formação pioneira com influência fluvial localizada na área do reservatório da margem esquerda. ..... 138
Figura 6.33– **a.** Estepe Gramíneo-lenhosa (Campos Naturais); **b.** Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária). ..... 139
Figura 6.34– Ecótono entre Estepe Gramíneo-Lenhosa e Savana Gramíneo-Lenhosa. ..... 140
Figura 6.35– Formação Pioneira com Influência Fluvial (Várzea). ..... 141
Figura 6.36 – A: Floresta Ombrófila Mista Aluvial na parcela 19 (UTM 560787 E, 7281446 S); B: Floresta Ombrófila Mista Aluvial na parcela 21 (UTM 558882 E, 7281565 S). ..... 142
Figura 6.37 – A: Copas avermelhadas da Copaíba (UTM 560014 E, 7286514 S); B: Copas avermelhadas da Copaíba (UTM 560014 E, 7286514 S). ..... 142
Figura 6.38 - Maior presença de Araucárias na metade montante da ADA (UTM 559307 E, 7272807 S). ..... 143
Figura 6.39 – A: Floresta Ombrófila Mista na parcela 8 (UTM 560651 E, 7283677 S); B: Floresta Ombrófila Mista na parcela 9 (UTM 560555 E 7283728 S). ..... 143
Figura 6.40 - – Algumas epífitas encontradas na área do reservatório e APP da UHE Tibagi Montante: **a.** *Tillandsia stricta* (Bromeliaceae); **b.** *Vriesea* sp. (Bromeliaceae); **c.** *Aechmea distichantha* (Bromeliaceae); **d.** *Dickia* sp. (Bromeliaceae); **e.** *Riphsalis* sp. (Cactaceae); **f.** *Oncidium pumilum* (Orchidacae). ..... 144
Figura 6.41 – Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante. ..... 148
Figura 6.42 – Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Área de Abrangência ..... 151
Figura 6.43– Unidades de Conservação na Área de Estudo e Área de Abrangência ..... 153
Figura 6.44 -- Localização da APA da Escarpa Devoniana e da Zona de Amortecimento do PE do Guartelá em relação à área do reservatório e APP da UHE Tibagi Montante... 154
Figura 6.45 – Áreas de Reserva Legal na Área de Abrangência ..... 159
Figura 6.46 – Sítios amostrais inventariados na área de influência da UHE Tibagi Montante ..... 161
Figura 6.47 – A perereca-das-folhagens (*Phyllomedusa tetraploidea*) foi encontrada nos sítios amostrais 2 e 3 durante a terceira campanha. Foto: Fabrício Locatelli Trein, 2018. ..... 164
Figura 6.48 - Camaleãozinho (*Enyalius perditus*) após a soltura efetuada no local da captura. Foto: Fabrício Locatelli Trein, 2018. ..... 165
Figura 6.49 – Papo-branco (*Biatas nigropectus*) fotografado na ADA da UHE Tibagi Montante durante a terceira campanha do monitoramento de fauna. Foto: Raphael E. F. Santos, 2018. ..... 168

Figura 6.50– Akodon sp. registrado no sítio amostral 1 durante a terceira campanha do monitoramento da mastofauna na UHE Tibagi Montante. Foto: Raphael E. F. Santos, 2018. ..... 171
Figura 6.51 – *Molossus rufus* capturado no sítio amostral 3 durante a execução da terceira campanha do monitoramento de quirópteros na UHE Tibagi Montante. Foto: Raphael E. F. Santos, 2018. ..... 171
Figura 6.52 – *Leopardus guttulus* registrado no sítio amostral 2 durante a execução da primeira campanha do monitoramento da mastofauna na UHE Tibagi Montante. Foto: Claudivã M. Maia, 2017. ..... 172
Figura 6.53 – Triagem dos insetos coletados em campo para correto armazenamento em envelopes identificados e posterior análise microscópica em laboratório. Fotos: Júlia Henke, 2018. ..... 177
Figura 6.54 – Localização dos pontos amostrais de ictiofauna ..... 181
Figura 6.55 – Estratégias reprodutivas das espécies (MIG = migrador de longa distância; SSP = não migrador ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = não migrador ou migrador de curta distância com cuidado parental; SI = sem informação) no período de julho de 2017 (outono) a outubro de 2017 (primavera) na área de influência da futura UHE Tibagi Montante, rio Tibagi. ..... 184
Figura 6.56 – Captura por unidade de esforço em número de indivíduos (A) e biomassa (B) em 1000m² de rede*16h para os locais de amostragem durante os meses de abril de 2017 (outono) e outubro de 2017 (primavera), na área de influência da UHE Tibagi Montante..... 185
Figura 6.57- Frequência geral da ocorrência de organismos coletados (A), através de procedimento estacionário, na área de influência da futura UHE Tibagi Montante, rio Tibagi, na primavera de 2017. ..... 186
Figura 6.58 - Frequência geral da ocorrência de organismos coletados por ponto através de procedimento estacionário, na área de influência da futura UHE Tibagi Montante, rio Tibagi, na primavera de 2017. ..... 187
Figura 6.59 - Densidade média de organismos por ponto de coleta (C) através de procedimento estacionário, na área de influência da futura UHE Tibagi Montante, rio Tibagi, na primavera de 2017. ..... 187
Figura 6.60 - Histórico de Coeficientes de Mortalidade Infantil..... 196
Figura 6.61- A: Hospital Luiza Borba Carneiro – HLBC, em Tibagi; B: Clínica Especializada da Mulher e Criança, em Tibagi. Fonte: http://www.controlemunicipal.com.br/imagens/gd_e7389958e4a5.jpg ..... 198
Figura 6.62 - Escola Municipal Professor Aroldo..... 203
Figura 6.63 - Área em Tibagi onde está localizada a ETE. ..... 206
Figura 6.64 – Atividade nas escolas com a participação do mascote Super-Recicla..... 209
Figura 6.65 – Fundo de Participação dos Municípios - Tibagi ..... 210
Figura 6.66 – A: Biblioteca Pública Municipal; B: Prefeitura – Palácio dos Diamantes ..... 214
Figura 6.67 – A: Igreja da matriz; B: Museu do Garimpo..... 214
Figura 6.68 – A: Parque Estadual do Guartelá (TIBAGI, 2018); B: Salto Santa Rosa (TIBAGI, 2018) ..... 219
Figura 6.69 – A: Itáytyba Ecoturismo (TIBAGI, 2018); Rafting no rio Tibagi (TIBAGITURISMO, 2018). ..... 219
Figura 6.70 - Malha Fundiária Geral ..... 223
Figura 6.71 – Localização dos sítios e ocorrências arqueológicas identificados na Área de Abrangência ..... 224
Figura 6.72– Histórico de Valor Adicionado Bruto em Tibagi ..... 228

# ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 - Relação dos produtos cartográficos ..... 10
Tabela 6-1- Rede Meteorológica de Interesse ..... 66
Tabela 6-2– Unidades de mapeamento na Área de Estudo ..... 76
Tabela 6-3 – Ocupação (%) dos subgrupos de aptidão agrícola que ocorrem na AE ..... 84
Tabela 6-4 – Classes de erodibilidade das unidades pedológicas. ..... 88
Tabela 6-5 – Classes de susceptibilidade à erosão laminar por meio da relação erodibilidade x declividade. ..... 89
Tabela 6-6 – Ocupação (%) das classes de susceptibilidade à erosão laminar na Área de Estudo da UHE Tibagi Montante. ..... 90
Tabela 6-7 – Locais de coleta e coordenadas geográficas dos pontos amostrados na área de influência da UHE Tibagi Montante. ..... 100
Tabela 6-8 – Outorgas e dispensas de outorga identificadas na área de abrangência do PACUERA. ..... 112
Tabela 6-9 - Dados Sedimentométricos - Estação Tibagi (64465000) ..... 116
Tabela 6-10 - Dados Sedimentométricos - Estação TIB-365 Tibagi (Montante) - Estudos de Inventário ..... 120
Tabela 6-11 - Série de Descargas Sólidas Médias Diárias Mensais na UHE Tibagi Montante (t/dia) ..... 122
Tabela 6-12 - Classificação de Reservatórios ..... 125
Tabela 6-13 - Constantes W e K para o Cálculo do Peso Específico Aparente ..... 126
Tabela 6-14 - Cálculo do Peso Específico Aparente na UHE Tibagi Montante ..... 126
Tabela 6-15 - Parâmetros Iniciais Utilizados no Cálculo da Vida Útil ..... 126
Tabela 6-16- Cálculo da Vida Útil do Reservatório ..... 127
Tabela 6-17 - Classificação do Reservatório ..... 129
Tabela 6-18 - Altura do Depósito no Pé da Barragem para 30, 50 e 100 Anos ..... 129
Tabela 6-19 - Alturas de Sedimentos ao Pé da Barragem ..... 131
Tabela 6-20– Espécies registradas neste estudo que são citadas como Ameaçadas de Extinção no Paraná, segundo listas da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado do Paraná e do Ministério do Meio Ambiente, e lista da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN). Legenda: Críticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN), Vulnerável (VU). ..... 145
Tabela 6-21 – Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área de Estudo do PACUERA. ..... 146
Tabela 6-22 – Uso do solo e cobertura vegetal da Área de Abrangência. ..... 149
Tabela 6-23 – Coordenadas centrais ou dos pontos de acesso com veículo das áreas amostrais inventariadas durante o Monitoramento da Fauna Terrestre da UHE Tibagi Montante ..... 160
Tabela 6-24– Esforço amostral por método e grupos faunísticos ..... 162
Tabela 6-25 – Locais de coleta e coordenadas geográficas dos pontos amostrados na área de influência da UHE Tibagi Montante. ..... 180
Tabela 6-26 - População e distribuição em Zona – 2010. ..... 193
Tabela 6-27 - Imigrantes, emigrantes, trocas líquidas migratórias intermunicipais de data fixa, intraestaduais, e taxas líquidas de migração - 1995/2000 ..... 195
Tabela 6-28 – Boletim Epidemiológico de Tibagi, 2017 ..... 197
Tabela 6-29 – Evolução do IDH Municipal para Educação em Tibagi, PR. ..... 199
Tabela 6-30 - Taxa de alfabetização (%) das pessoas de 15 anos de idade ou mais – 1991/2000/2010. ..... 200

Tabela 6-31 - Taxa bruta de frequência à escola e aos ensinos fundamental e médio - 1991 e 2000. ..... 200
Tabela 6-32 - Matrículas na rede municipal – Início de 2017 ..... 201
Tabela 6-33 - Matrículas na rede municipal – Início de 2018 ..... 202
Tabela 6-34 - Matrículas na rede municipal – Meados de 2018 ..... 202
Tabela 6-35 - Existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário nos domicílios particulares permanentes – 2010. ..... 207
Tabela 6-36 - Destinação do lixo nos domicílios particulares permanentes – 2010. ..... 207
Tabela 6-37 – Relação das propriedades localizadas na Área de Abrangência ..... 220

# 1. INTRODUÇÃO

O “Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA) da Usina Hidrelétrica Tibagi Montante”, apresentado no presente documento, vem ao encontro do estabelecido pela política brasileira de recursos hídricos, Lei Federal n°. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, a qual busca através do estabelecimento de diretrizes para o zoneamento ambiental dos usos das águas e ocupações do entorno do seu reservatório, assegurar a otimização dos benefícios sociais e a proteção ambiental, tendo em vista as condições normais de geração de energia elétrica.

O Zoneamento Ambiental objetiva, portanto, estabelecer mecanismos para viabilizar o uso ambientalmente equilibrado do reservatório e de seu entorno, harmonizando atividades antrópicas e de proteção ambiental. Além disto, busca atender aos preceitos da legislação, às necessidades do empreendimento e à interação com a sociedade.

Desse modo, o PACUERA aqui apresentado inclui a proposta de Zoneamento Ambiental do Reservatório e seu Entorno e foi desenvolvido em conformidade com o estabelecido na Proposta de Termo de Referência para elaboração do PACUERA protocolada no dia 22/08/2018 junto ao então Instituto Ambiental do Paraná (IAP) atual Instituto Água e Terra (IAT), em atendimento à Condicionante n.º 37 da Licença de Instalação n.º 23.038, que recebeu sua aprovação formal manifestada pelo ofício n.º 576/2018/IAP/DIALE em 17/09/2018.

Posteriormente, no dia 21/09/2018, foi protocolado junto ao então IAP (atual IAT) a carta SPE-TBG-MAM-CTE-034/2018, que apresentou o Plano de Trabalho Detalhado (PTD) relacionado à desenvolvimento do PACUERA.

Em síntese, o PACUERA aqui apresentado está dividido nos seguintes tópicos, que são descritos ao longo do presente documento:

- **Objetivo**

Nesse capítulo são descritos os objetivos gerais e específicos do PACUERA.

- **Metodologia**

Nesse item é descrita a metodologia utilizada na elaboração do PACUERA, contemplando a descrição das diferentes etapas, a definição da área de estudo e da área de abrangência (esta última sendo o território que efetivamente é objeto do presente documento) e o processo de interlocução que se dá através de uma construçao participativa com as diferentes partes interessadas.

- **Descrição do empreendimento**

Uma breve descrição da UHE Tibagi Montante para contextualizar e apresentar a natureza do empreendimento.

- **Aspecto Legais**

Trata-se de um tema relevanente que apresenta todos os aspecto legais que norteiam ou regulamentam os usos possíveis das águas do reservatório da UHE Tibagi Montante e do zoneamento de seu entorno, tendo como foco dispositivos legais diretamente relacionados ao zoneamento como as resoluções CONAMA, Código Florestal, Plano Diretor Municipal e ZEE do Paraná.

- **Diagnóstico Ambiental**

O Diagnóstico ambiental tem como base os estudos ambientais do empreendimento, resultados provenientes da execução dos programas ambientais que vem sendo desenvolvidos pela UHE Tibagi Montante, bem como de informações provenientes de fontes oficiais.

Foram considerados para a análise socioambiental integrada visando o zonemanto do PACUERA, os seguintes temas: : (i) características da bacia, (ii) clima, (iii) geologia, (iv) geomorfologia/topografia, (v) pedologia, (vi) aptidão agrícola, (vi) processos erosivos, (vii) hidrografia, (viii) recursos hídricos, (ix) qualidade das águas, (x) uso das águas, (xi) cobertura vegetal, (xii) unidades de conservação, (xiii) fauna terrestre, (xiv) ictiofauna, (xv) histórico de Tibagi, (xvi) demografia, (xvii) saúde pública, (xviii) educação, (xix) abastecimento de serviços públicos, (xx) base econômica, (xxi) lazer e turismo, (xxii) propriedades da área de abrangência e (xxiii) patrimônio arqueológico.

- **Proposição do Zoneamento Ambiental**

O Zoneamento Socioambiental é desenvolvido com foco na área de abrangência do PACUERA, definida previamente, minimamente incluindo a APP do do reservatório da UHE Tibagi Montante e seu entorno imediato em raio aproximado de 1km.

- **Proposição de medidas de conservação**

Baseada na análise integrada das restrições de uso impostas pela legislação ambiental, das fragilidades e potencialidades ambientais da área e das demandas sociais para a sua utilização, após a consolidação do Zoneamento Socioambiental, foi feita a proposição do Código de Usos, que é o instrumento que regulamentará o uso das diversas zonas propostas para a área de abrangência do PACUERA.

- **Finalização da versão a ser protocolada**

Após as reuniões devolutivas do PACUERA, apontamentos provenientes das partes interessadas são analisados e incorporados ao documento final, o qual é protocolado no órgão ambiental que realiza a análise técnica e agenda a reunião pública.

- **Aspectos gerais**

Por fim, importante ressaltar que o PACUERA foi submetido à aprovação preliminar por parte do órgão ambiental (IAT) para que, posteriormente, tenha sido apresentado à população local por meio de uma consulta pública. Para que esse processo ocorra de forma mais transparente, houve a preocupação de transformar a construção participativa em algo efetivo.

Como se trata de um documento que não é do empreendedor/empreendimento, mas sim um Plano para o Município de Tibagi, o proposto Zoneamento foi revisado e consolidado, com a inclusão dos eventuais adendos, correções e/ ou sugestões advindas do IAT, da Prefeitura Municipal de Tibagi ou ainda da população local. Além disto, conforme Resolução Conjunta Sedest/IAP n° 023/2019 o PACUERA, seja revisto no máximo a cada dez anos, devido as alterações da dinâmica socioambiental da área de abrangência.

## 2. OBJETIVO

O “Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial da Usina Hidrelétrica Tibagi Montante” tem como objetivo geral compatibilizar as vocações dos usos e ocupação da água, e do entorno do reservatório, levando em consideração as atividades que nele estejam em desenvolvimento ou que nele venham a ser realizadas, estabelecendo os limites e sua intensidade e das suas conseqüências. Desta forma, busca-se a adoção de diretrizes voltadas à gestão sócio-ambiental do reservatório e seu entorno, pelas partes interessadas, de maneira a permitir a implementação de ações preventivas e mitigadoras como forma de coibir usos inadequados da água, bem como monitorar o uso múltiplo desse conjunto.

Como objetivos específicos, o PACUERA visa

a) levantar os principais atributos ambientais que subsidiem o zoneamento socioambiental;
b) elaborar o zoneamento socioambiental;
c) definir os códigos de uso;
d) recomendar medidas de controle ambiental na área de abrangência e atribuir suas respectivas responsabilidades.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada na elaboração do presente PACUERA parte da identificação das características marcantes das áreas de estudo e de abrangência, para compor o diagnóstico e análise integrada dos componentes físicos, bióticos e socioeconômicos que poderão influenciar nas áreas do reservatório e seu entorno, com destaque para a forma de uso e ocupação das propriedades lindeiras ao rio Tibagi.

A partir do diagnóstico, foi estabelecido um zoneamento prévio da área de abrangência que foi submetido à análise e aprovação pelo Instituto Água e Terra em uma reunião pública, realizada nos dias 27, 28 e 29 de maio de 2021, convocada por meio do Edital de Convocação SEDEST/IAT n° 01/2021 de 05 de abril de 2021.

Visando aprimorar o processo de participação das partes interessadas, o presente PACUERA procurou desenvolver uma efetiva construção participativa que

não ficasse restrita apenas à consulta pública para referendar o PACUERA, mas que envolve coleta de informações desde a etapa inicial de elaboração do PACUERA junto a atores da sociedade civil importantes em Tibagi, até a validação do zoneamento prévio definido, antes mesmo de ser encaminhado ao IAT. Desse modo, acredita-se que o presente PACUERA não servirá apenas para cumprir um rito do processo de licenciamento ambiental, mas trará algo efetivamente positivo para a cidade.

Desse modo, para a elaboração do PACUERA da UHE Tibagi Montante foram desenvolvidas as seguintes etapas de modo esquemático e as atividades que as subsidiam (Figura 3.1).

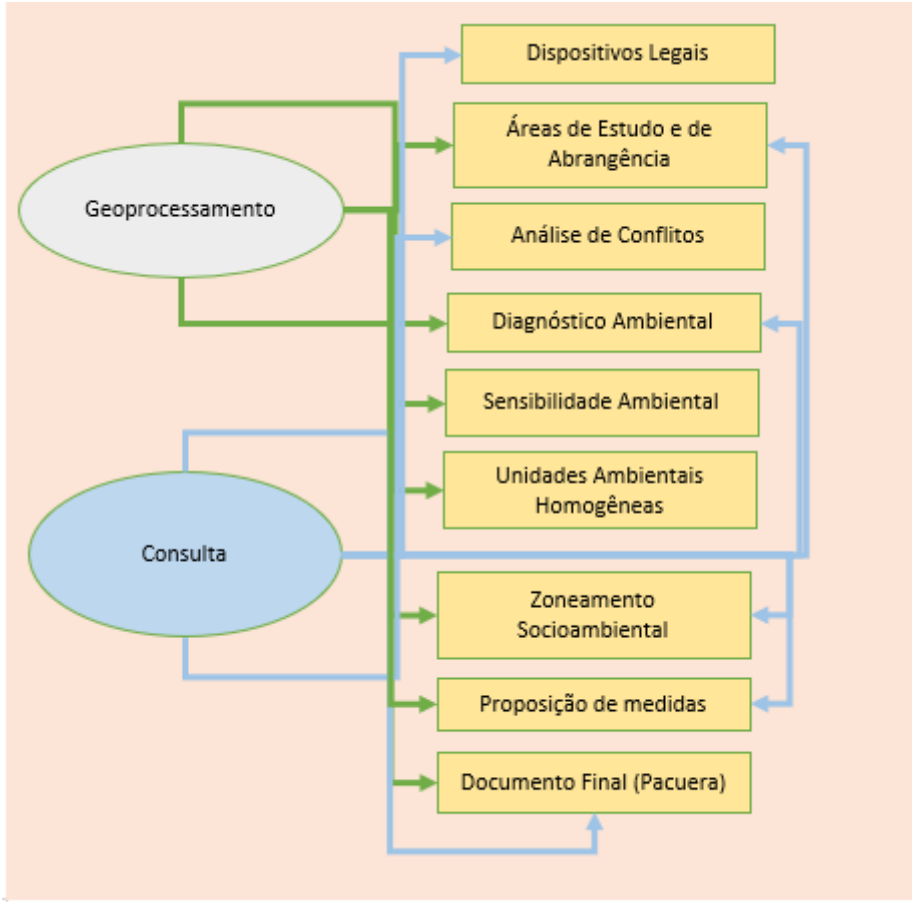



Figura 3.1 - Etapas e atividades do PACUERA

Dentre as atividades previstas para a elaboração do PACUERA, duas servem de subsídio a diversas etapas ao longo do seu desenvolvimento: a cartografia e a consulta popular.

## 3.1 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

### 3.1.1 Dispositivos Legais

Neste item são apresentados os principais dispositivos legais que interferem ou regulamentam os usos possíveis das águas do reservatório da UHE Tibagi Montante e do zoneamento de seu entorno.

Os dispositivos legais referem-se a todo arcabouço jurídico que permeia o PACUERA, inclusive norteando os usos permissíveis, permitidos e proibidos em relação ao zoneamento proposto.

### 3.1.2 Definição de Área de Estudo e Área de Abrangência

Para a elaboração do PACUERA são adotadas duas unidades de análise: Área de Estudo (AE) e Área de Abrangência (AA).

A AE possui uma extensão maior quando comparada com a área de abrangência, devendo considerar aquelas parcelas do território que exercem influência sobre o empreendimento, incluindo o seu reservatório e respecitva APP. A AE é a referência espacial de abrangência dos estudos de diagnóstico socioambiental, devendo, minimamente, abarcar as subacias de drenagem que afluem diretamente ao corpo lêntico formado.

Para alguns temas, esta área de estudo poderá se estender além do entorno acima citado, de forma a possibilitar a avaliação das propostas de uso e ocupação definidas pelos Planos Diretores do município, buscando compatibilizar as tipologias de uso e ocupação do solo até então definidas nesse instrumento definidor do uso do território com as diretrizes do PACUERA.

Já a AA do PACUERA é o entorno imediato do reservatório (incluindo o mesmo), sendo a área que será efetivamente objeto do zoenamento socioambiental. A princípio, conforme Termo de Referência aprovado pelo órgão ambiental vigente na época, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), a mesma é definida como a Área de

Preservação Permanente (APP) do reservatório a ser constituído e seu entorno imediato de raio de 1km.

Entretanto, para se evitar conflitos territoriais, adequações foram realizadas, uma vez que a adoção de um *buffer* pode ocasionar recortes espaciais que não condizem com a realidade encontrada. Desse modo, o entorno imediato de 1km definido no TR fornecido pelo IAP (atual IAT), é o ponto de partida balizador da definição do Entorno do Reservatório ou Área de Abrangência do PACUERA, o qual foi refinado, entre outros critérios, por: (i) áreas de segurança de operação; (ii) arranjo de outros empreendimentos; (iii) microbacias hidrográficas e (iv) sistema viário pré-existente.

O tamanho total da área de abrangência, portanto, foi ampliado de 7.238,00 hectares para 10.705,20 hectares, considerando os seguintes aspectos: inclusão das propriedades afetadas, inclusão de todas microbacias que drenam direto para o reservatório da UHE Tibagi Montante e redefinição dos limites a jusante e a montante[1].

### 3.1.3 Diagnostico Ambiental da Área de Estudo

O objetivo do diagnóstico aqui apresentado é verificar aspectos que exercem influência direta sobre o zoneamento no entorno do reservatório.

Foram considerados para a análise socioambiental integrada visando o zonemanto do PACUERA, os seguintes temas: (i) características da bacia, (ii) clima, (iii) geologia, (iv) geomorfologia/topografia, (v) pedologia, (vi) aptidão agrícola, (vi) processos erosivos, (vii) hidrografia, (viii) recursos hídricos, (ix) qualidade das águas, (x) uso das águas, (xi) cobertura vegetal, (xii) unidades de conservação, (xiii) fauna terrestre, (xiv) ictiofauna, (xv) histórico de Tibagi, (xvi) demografia, (xvii) saúde pública, (xviii) educação, (xix) abastecimento de serviços públicos, (xx) base econômica, (xxi) lazer e turismo, (xxii) propriedades da área de abrangência e (xxiii) patrimônio arqueológico.

Diferentemente de um Estudo de Impacto Ambiental, o diagnóstico ambiental do PACUERA teve como base a execução dos programas ambientais do

[1] O termo jusante vem do latim “jusum” que significa vazante, para o lado da foz, ou seja, toda água que desce para a foz do rio é a jusante e montante é a parte acima, de onde vêm as águas.

PBA que foram desenvolvidos na etapa de implantação da UHE Tibagi Montante, bem como de informações provenientes de fontes secundárias oficiais.

Os dados primários que subsidiaram a elaboração de aspectos do diagnóstico como a flora e a fauna nas áreas diretamente afetadas são parte resultante da implementação de programas ambientais do empreendimento, realizados pela Tibagi Energia – TBG, tais como: monitoramento da fauna terrestre, monitoramento de limnologia e qualidade da água, salvamento da flora, controle de processos erosivos e monitoramento de ictiofauna.

Para subisidiar o diagnóstico socioeconôimico, foram utilizados dados que são partes dos resultados obtidos pela Tibagi Energia, seja em consultas com órgãos oficiais, seja com cadastro fundiário atualizado. Além desses dados, são considerados também os resultados dos levantamentos de patrimônio histórico e arqueológico que vem sendo desenvolvidos no escopo deste programa, em conformidade com os requisitos estabelecidos pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan).

Os dados primários da avaliação de qualidade da água referem-se aos resultados do monitoramento desenvolvido pela Tibagi Energia. no período de abril de 2017 a julho de 2018, incluindo duas campanhas antes do início das obras e três posteriores.

### 3.1.4 Análise de Conflitos

Trata-se de um aspecto que, ainda que não conste do Termo de Referência apresentado ao IAT, antigo IAP, para elaboração do PACUERA, optou-se por incluir para que fossem considerados tanto os conflitos existentes (independente do PACUERA mas que influenciaria o mesmo) como aqueles potenciais (que possam vir à tona com o PACUERA).

Os conflitos existentes que independem da implementação da UHE Tibagi Montante foram identificados durante a elaboração de estudos anteriores, no processo de licenciamento do aproveitamento hidrelétrico.

Já os conflitos potenciais, que de alguma forma se agravariam e/ou surgiriam com a introdução do reservatório da UHE Tibagi Montante.

A avaliação baseia-se em alguns temas específicos, tais como: perspectivas de desenvolvimento econômico e urbano; restrições ambientais, legais e de acesso à APP e ao reservatório; usos múltiplos dos recursos hídricos; áreas de relevância cultural para a população; áreas de desenvolvimento turístico; etc.

### 3.1.5 Elaboração dos Produtos Cartográficos

A elaboração das bases cartográficas do PACUERA consiste em desenvolver um banco de dados geoespaciais utilizando Sistemas de Informação Geográfica – SIG. Esses produtos são de fundamental importância para o desenvolvimento deste estudo, uma vez que o planejamento e gestão do território se dá pela espacialização dos elementos socioambientais contidos na área delimitada. Assim, as técnicas de geoprocessamento possibilitam extrair informações obtidas através do cruzamento dessas informações geoespaciais permitindo a análise do espaço e a obtenção de mapas das variáveis ambientais, síntese de sensibilidade ambiental, unidades ambientais homogêneas e por fim o zoneamento do entorno do reservatório artificial da UHE Tibagi Montante.

Para o desenvolvimento dos produtos cartográficos e do SIG, utilizou-se a plataforma da ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), com o *software* ArcGIS versão 10.5, que possibilita a elaboração e manipulação de informações georreferenciadas nos formatos vetoriais e matriciais.

As imagens de satélite de alta resolução espacial foram obtidas do sistema Google Earth Pro 7.3.2.5491, e extraídas georreferenciadas a partir do aplicativo Terra Incognita 2.45 a um nível de visualização de 50 metros de altitude de resolução gráfica. As imagens são compostas por capturas em datas de 02 de fevereiro de 2018 na parte sul da área do PACUERA, e 12 de abril de 2018 na parte norte. A escolha dessa base se deu devido a alta resolução espacial e qualidade de precisão cartográfica, sendo que este produto vem sendo utilizado largamente em projetos ambientais.

Os dados relativos ao Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizados são provenientes da Base SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*, disponível no Programa Topodata com 30 metros de resolução espacial. A partir deste, foram gerados arquivos *raster* de altimetria e sombreamento do relevo, possibilitando a

geração de curvas de nível, interpoladas então, com 1 metro de intervalo vertical. Estes produtos subsidiaram a elaboração do mapa de declividade e com base neste (em conjunto com os aspectos pedológicos), foi possível desenvolver o mapa de susceptibilidade a erosão representando uma das variáveis ambientais do meio físico.

Os arquivos digitais geográficos são compostos de vetores e separados por topologia de pontos, linhas e polígonos. Contém dados tabulares vinculados e estão georreferenciados no sistema de projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator – UTM, datum planimétrico SIRGAS 2000, Meridiano Central 51º e Fuso 22s. Armazenados em formato *Shapefile (*shp).*

A base de dados cartográficos constitui-se de dados primários que são coletados em campo através de levantamento com aparelho GPS e digitalização em imagem de satélite realizada em escritório. As bases secundárias obtidas de órgãos específicos como IBGE, DNIT e Embrapa. A relação dos produtos cartográficos principais utilizados no projeto está apresentada na Tabela 3-1.

Tabela 3-1 - Relação dos produtos cartográficos

| PRODUTO | ESCALA / RESOLUÇÃO | FONTE DE CONSULTA | FORMATO |
|---|---|---|---|
| **Acessos viários** | 1:7.000 | Imagem de satélite e levantamento local | Vetorial / shapefile |
| **Adensamentos Humanos** | 1:7.000 | Imagem de satélite e levantamento local | Vetorial / shapefile |
| **Aptidão Agrícola** | 1:250.000 | EMBRAPA SOLOS | Vetorial / shapefile |
| **Áreas Prioritárias para a Conservação** | Sem escala | Ministério do Meio Ambiente - MMA Secretaria de Biodiversidade e Florestas | Vetorial / shapefile |
| **Cadastro Ambiental Rural - CAR** | Sem escala | Sistema de Cadastro Ambiental Rural - SICAR | Vetorial / shapefile |
| **Clima** | 1:2.000.000 | SIMEPAR, 2008 e Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná ITCG, 2008 | Vetorial / shapefile |
| **Declividade** | Resolução espacial 30 m | SRTM - TOPODATA | Vetorial / shapefile |
| **Geologia** | 1:250.000 | Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná ITCG | Vetorial / shapefile |
| **Geomorfologia** | 1:250.000 | Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná ITCG | Vetorial / shapefile |
| **Imagem de Satélite** | Resolução espacial 1 m | Google Earth Pro | Raster / GeoTIFF |

| PRODUTO | ESCALA / RESOLUÇÃO | FONTE DE CONSULTA | FORMATO |
|---|---|---|---|
| **Modelo Digital de Elevação** | Resolução espacial 30 m | SRTM - TOPODATA | Raster / GeoTIFF |
| **Pedologia** | 1:250.000 | EMBRAPA SOLOS | Vetorial / shapefile |
| **Susceptibilidade a Erosão** | 1:250.000 | EMBRAPA SOLOS / SRTM - TOPODATA | Vetorial / shapefile |
| **Unidades de Conservação** | Sem escala | Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC | Vetorial / shapefile |
| **Uso do solo e cobertura vegetal** | 1:7.000 | Imagem de Satélite de Alta resolução e expedito a campo | Vetorial / shapefile |

### 3.1.6 Determinação das Classes de Sensibilidade Ambiental

Considerando a área de abrangência como espaço a ser trabalhado e objeto efetivo do presente PACUERA, serão definidas áreas de diferentes classes de sensibilidade ambiental em relação a proteção do reservatório e seu entorno.

Para determinar a classe de sensibilidade ambiental em relação à proteção do reservatório e seu entorno foram selecionados critérios relevantes que pudessem atuar como indicadores socioambientais que melhor representam a dinâmica da paisagem local e que foram identificados a partir do diagnóstico dos meios físico, biótico e socioeconômico.

Após a definição de diferentes classe de sensibilidade ambiental, são atribuídos pesos aos indicadores visando desenvolver uma análise de conjunto e multicritério. Trata-se de um método destinado a auxiliar processo de tomada de decisão que consegue a integrar variáveis de medidas heterogêneas, refletindo sobre os possíveis efeitos de diferentes agentes envolvidos em um quadro prospectivo ou retrospectivo. Para isso, é utilizada ferramenta do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para sobrepor mapas de cada variável na área de abrangência, identificando áreas mais ou menos sensíveis para inserção de um empreendimento desta natureza.

As classes de sensibilidade foram distribuídas de acordo com a estabilidade, sendo os ambientes com maior grau de antropização denominados como “Frágeis” e aqueles mais bem conservados, serão chamados de “Estáveis”, considerando o grau de proteção do reservatório e seu entorno.

Desse modo, a análise multicritério foi revista com base em PEREIRA (2002) e, como resultado, os níveis de sensibilidade ambiental definidos em relação à proteção do reservatório e seu entorno ficaram da seguinte forma:

1. Estável: Áreas que possuem muito baixo risco ambiental para o reservatório e seu entorno;
2. Moderadamente Estável: Áreas que possuem baixo risco ambiental;
3. Moderadamente Frágil: Áreas que possuem médio risco ambiental; e
4. Frágil; Áreas que possuem alto risco ambiental.

O conceito de classes sensibilidadeambiental pode ser traduzido da seguinte forma: quanto mais degradado o ambiente, maior será sua sensibilidade ambiental; da mesma forma, quanto mais preservado o ambiente, menor será sua sensibilidade ambiental.

Cabe frisar que além da metodologia ter respaldo teórico em diversos autores, entre os quais podemos citar ROSS (1994) e PEREIRA (2002), também tem sido adotada em outros PACUERAs, inclusive de grandes aproveitamentos hidrelétricos, como o caso da UHE Funil (fevereiro de 2016) e UHE Foz do Chapecó (agosto de 2019).

Uma vez definidas variáveis de cada meio (físico, biótico e socioeconômico), é realizado o cruzamento geoespacial de acordo com pesos pré-definidos para definição de classes de sensibilidades de cada meio e total. Após isso, é obtido, com base no Sistema de Informações Geográficas (SIG), a definição de UAHs que, por sua vez, constituem o zoneamento

Depois de se obter o valor de cada critério, são construídas escalas de variação com expressão numérica. Salienta-se que as escalas de variação do valor dos parâmetros para fins de enquadramento nas categorias construídas são definidas em função de valores de referência específicos para cada tema, tomando-se parâmetros consagrados pela bibliografia especializada, como o Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas (ELETROBRÁS, 2007) que igualmente utiliza indicadores e variáveis. Os procedimentos para construção e mensuração dos critérios de avaliação foram adaptados a este estudo, que apresenta um caráter

distinto daquele. No entanto, ambos pretendem avaliar as vulnerabilidades, classes de sensibilidade e potencialidades de uma área.

Após avaliação de disponibilidade, homogeneidade e relevância dos dados para o objetivo aqui proposto, foram selecionados 9 critérios de classes de sensibilidade distribuídos entre os meios físico, biótico e socioeconômico. Para cada critério foi definido um valor de ponderação para cada um dos meios estudados. Estes aspectos são melhor aprofundados no capitulo 8 do presente PACUERA.

A análise multicritério foi realizada, tendo como referência as variáveis selecionadas durante a etapa de diagnóstico (meios físico, biótico e socioeconômico). O resultado desta etapa é a definiação da sensibilidade socioambiental da área de abrangência do PACUERA.

Os temas por meio biótico, meio físico e meio socioeconômico deram suporte para a geração de mapas de vulnerabilidade para cada critério estabelecido e o cruzamento destes critérios formou um mapa síntese de sensibilidade para cada um dos meios. Estes três mapas síntese foram cruzados originando o mapa de Sensibilidade Ambiental da Área de Abrangência do PACUERA.

### 3.1.7 Delimitação das Unidades Ambientais Homogêneas

A área de estudo foi dividida em Unidades Ambientais Homogêneas – UAHs, que são os “compartimentos paisagísticos” no entorno do reservatório que possuem características similares. Assim, as UAHs em questão são locais onde a combinação dos atributos físicos, bióticos e socioeconômicos constituem um padrão ambiental identificável e distinto de outros, permitindo uma melhor análise desses espaços.

Ao término dessa etapa, ocorre outra etapa do processo de participação da sociedade, com a realização de nova consulta às partes interessadas.

Para a definição das Unidades Ambientais Homogêneas (UAHs) são utilizados os seguintes dados:

- Mapa de Sensibilidade Ambiental: consiste no mapa resultante do cruzamento geoespacial dos critérios para os meios físico, biótico e socioeconômico;

- Mapa de Uso e Ocupação do Solo: consiste no mapa atualizado do uso e ocupação do solo elaborado a partir da digitalização manual de polígonos em ambiente SIG - (Sistema de Informações Geográficas), representados por diferentes feições gráficas, analisadas através das imagens de satélite de alta resolução, adquiridas do aplicativo Google Earth Pro com imageamento nas datas de, 2 de fevereiro de 2018 e 12 de abril de 2018. A digitalização dos polígonos foi realizada na escala 1:7.000 e engloba toda a área de abrangência do PACUERA. Para a definição das UAHs as classes de uso e ocupação do solo são agrupadas em: área vegetada (ambientes naturais) e área não vegetada (ambientes antrópicos).
- Mapa de Restrições Legais e Ambientais: consiste nas Áreas de Preservação Permanente – APPs (reservatório, curso d'água e nascentes), bem como restrições legais tais como faixas de domínio de rodovias, linhas de transmissão, etc. Para este mapa, foram consideradas também, as áreas de segurança de operação do empreendimento e as áreas licenciadas e que servem de apoio à implementação do empreendimento (escritórios, área de operações e alojamentos).

### 3.1.8 Critérios para o Zoneamento Socioambiental

A partir das características das UAH foi determinado o Zoneamento Socioambiental da área de estudo. O Zoneamento Socioambiental é a atribuição dos códigos de uso nas UAHs obtidas a partir do cruzamento geoespacial. As UAHs podem ser agrupadas ou não, sendo que em etapa posterior, são atribuídos os códigos de usos com as permissões e restrições pertinentes.

O Zoneamento Socioambiental pode ser caracterizado como um instrumento de auxílio no planejamento e no ordenamento territorial e, através de proposição de permissões, restrições e incentivos, busca organizar o uso e a ocupação do reservatório e do solo no entorno do empreendimento, respeitando a legislação, o meio ambiente e as normas de operação da UHE Tibagi Montante.

As diferentes zonas estabelecidas são descritas no capítulo específico.

### 3.1.9 Proposição de medidas de gestão ambiental

A gestão ambiental dos usos múltiplos do reservatório e seu entorno depende de ações que deverão se efetivar, especialmente, a médio e longo prazos, as quais deverão estar apoiadas por programas de monitoramento ambiental.

Os programas, sejam aqueles já previstos no processo de licenciamento, sejam aqueles a serem sugeridos no PACUERA, poderão auxiliar na otimização dos diversos usos e ocupações no reservatório e no seu entorno, evitando a degradação ambiental e protegendo os remanescentes florestais. Procurou-se identificar parcerias e a compatibilização com programas já instaurados em nível estadual e nacional.

### 3.1.10 Consulta Pública

Em cumprimento à legislação ambiental, mais especificamente à Resolução CONAMA n.º 302 de 2002, a sua aprovação deverá ser precedida da realização de consulta pública, sob pena de nulidade do ato administrativo, na forma da Resolução CONAMA nº 09, de 3 de dezembro de 1987, naquilo que for aplicável, informando-se ao Ministério Público com antecedência de trinta dias da respectiva data.

Embora o atendimento a esse artigo da Resolução CONAMA especifique que esta consulta deverá ser prévia à aprovação, para a elaboração do presente PACUERA optou-se por torna-la, de fato, efetiva, ampliando as etapas de consulta pública. Nesse sentido, o processo de consulta pública ocorreu nas seguintes etapas: a) no início das atividades, logo após a aprovação pelo então IAP, atual IAT, do Termo de Referência, quando são feitas reuniões setoriais com atores sociais relevantes (Anexos 2 e 3); e b) durante a fase de definição do zoneamento, para dar retorno prévio aos atores sociais e coletar eventuais indicações que são consideradas na versão a ser protocolada no órgão ambiental (Anexo 4 e 5).

Após essas etapas, o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Entorno do Reservatório Artificial da UHE Tibagi Montante foi apresentado ao orgão ambiental licenciador, na época o IAP (atual IAT), o qual fica responsável por promover o processo de consulta pública previsto na legislação.

Desse modo, a Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo – SEDEST e o IAT, por meio do Edital n° 01/2021 de 05 de abril de 2021, convocaram toda a população em geral e demais interessados para participarem da Consulta Púlibca de apresentação do presente PACUERA, que foi realizado de forma remota e presencial nos dias 27, 28 e 29 de maio de 2021, conforme demosntrado no Anexo 1 desse documento.

Isso demonstra que o processo de participação pública é efetivo e não apenas incorporado meramente para cumprir requisito legal.

### 3.1.11 Documento Final do PACUERA

O IAT, órgão ambiental responsável pela aprovação do PACUERA, após análise das considerações que forem postas nas reuniões públicas, solicita complementações ao documento. Desse modo, as propostas e demandas adicionais são incorporadas para a emissão do documento final do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial da UHE Tibagi Montante.

## 3.2 ÁREA DE ESTUDO E ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Conforme definido no item anterior, neste PACUERA são adotadas duas unidades de análise para a elaboração do zoneamento socioambiental, sendo elas: Área de Estudo (AE) e Área de Abrangência (AA).

A AE possui uma extensão maior, quando comparada com a área de abrangência, devendo considerar aquelas parcelas do território que exercem influência sobre o empreendimento, incluindo o seu reservatório e respecitva APP, enquanto a AA do PACUERA é o entorno imediato do reservatório (incluindo o mesmo), sendo a área que será efetivametne objeto do zoenamento socioambiental. A princípio, conforme Termo de Referência aprovado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), atual IAT, a mesma é definida como a Área de Preservação Permanente (APP) do reservatório a ser constituído e seu entorno imediato de raio de 1km.

Entretanto, para se evitar conflitos territoriais, adequações foram realizadas, uma vez que a adoção de um *buffer* pode ocasionar recortes espaciais que não condizem com a realidade encontrada. Desse modo, o entorno imediato de 1km definido no TR fornecido pelo IAT, antigo IAP, é o ponto de partida balizador da

definição do Entorno do Reservatório ou Área de Abrangência do PACUERA, o qual foi refinado, entre outros critérios, por: (i) áreas de segurança de operação; (ii) arranjo de outros empreendimentos; (iii) microbacias hidrográficas e (iv) sistema viário pré-existente.

O tamanho total da área de abrangência, portanto, foi ampliado de 7.238,00 hectares para 10.705,20 hectares, considerando os seguintes aspectos:

- **Inclusão de todas as propriedades afetadas**

Visando não realizar recortes de forma totalmente arbitrária nas propriedades do entorno, caso fosse considerada apenas o *buffer* de 1km, em vários trechos a área de abrangência foi ampliada considerando aspectos como limite das propriedades, trechos de estradas rurais, cercas ou ainda outros aspectos relevantes, como nascentes de microbacias ou ainda a rodovia BR-153 na margem esquerda.

- **Inclusão de todas microbacias que drenam direto para o reservatório da UHE Tibagi Montante**

Esta inclusão visa estabelecer os limites em conformidade com aspectos relevantes, evitando que microbacias sejam cortadas pelo buffer.

As bacias de ordem inferior são aquelas que possuem classificação Strahler até 1[2]. Para as bacias ordens superiores, adotou-se como limite a primeira confluência de montante após o buffer de 1km ou da propriedade afetada;

- **Redefinição dos limites a jusante e a montante**[3]

No trecho a jusante, o limite estabelecido para a área de abrangência foi ajustado para ter, como limite, o que está estabelecido no Plano Diretor do município de Tibagi (que se encontra em fase de revisão) como área urbana ou sedes junto à

[2]A hierarquia fluvial proposta por Strahler (1954) denomina os menores canais, sem tributários como os de primeira ordem, desde sua nascente até a confluência. Os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem (Laszlo Manoel, J.; Rocha, P.C “Composição Hierárquica dos CanaIS Fluviais das Bacias Hidrográficas dos Rio Aguapeí e Peixes in REVISTA GEONORTE, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.228-232, 2014.) .

[3] O termo jusante vem do latim “jusum” que significa vazante, para o lado da foz, ou seja, toda água que desce para a foz do rio é a jusante e montante é a parte acima, de onde vêm as águas.

área urbana. Ou seja, considerando a área de preservação permanente do rio Tibagi nesse trecho.

Para o trecho a montante, o limite foi de 1 km, readequado para incluir as áreas das propriedades limítrofes com a Área de Preservação Permanente da UHE Tibagi Montante.

A Figura 3.2 apresenta a delimitação das áreas de estudo e de abrangência, com as respectivas áreas.

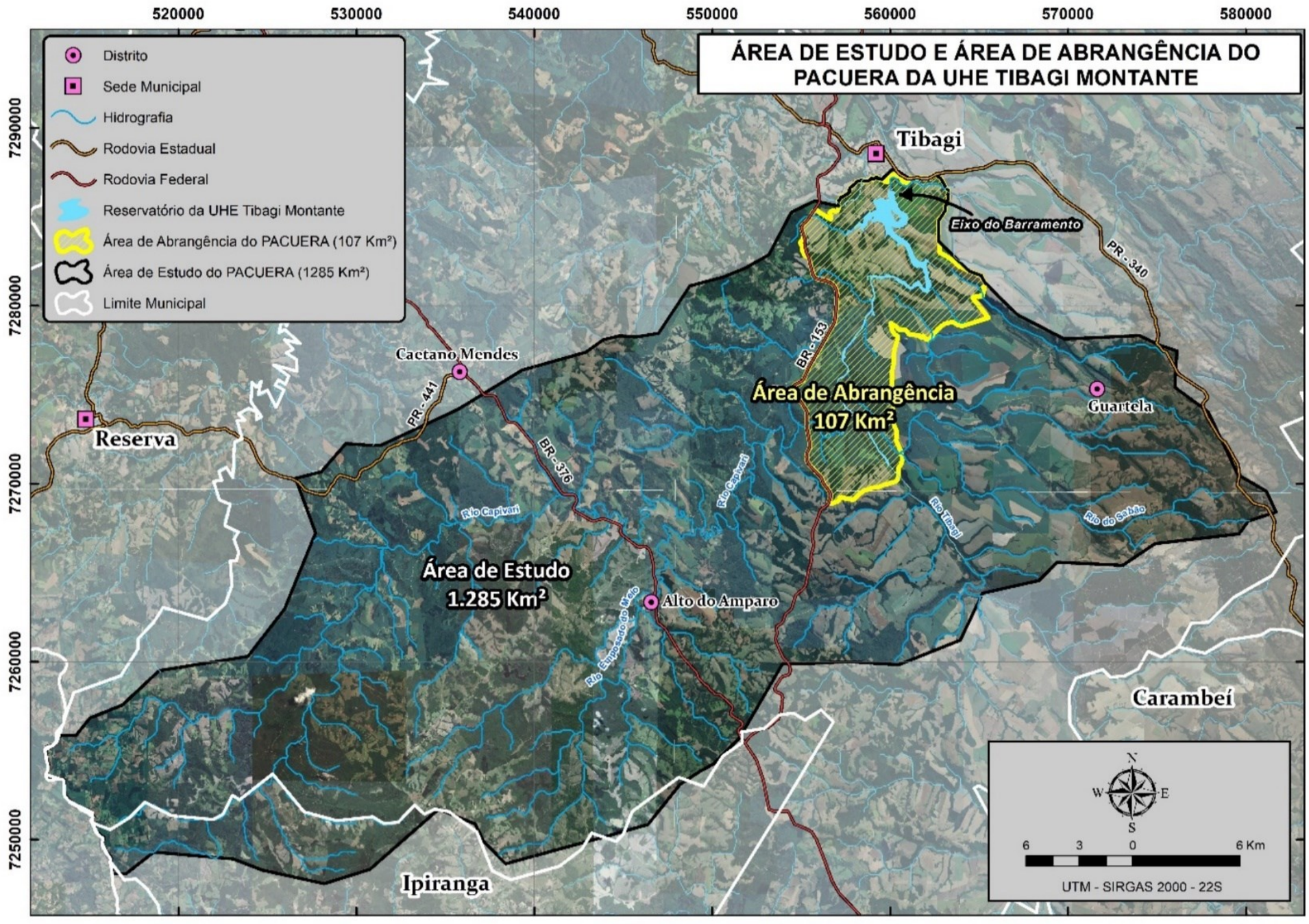



Figura 3.2 - Delimitação da Área de Estudo e da Área de Abrangência

# 4. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

## 4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A UHE Tibagi Montante localiza-se no Município de Tibagi, na mesorregião Centro-Oriental estado do Paraná, a aproximadamente 210 km da capital Curitiba. O eixo do barramento encontra-se nas coordenadas geográficas 24º 32’4,64” S e 50º e 24’24,75” W, no rio Tibagi, distando a 363km de sua foz.

O acesso à cidade de Tibagi partindo de Curitiba dá-se no sentido noroeste pela BR-376 que passa pela sede municipal de Ponta Grossa, seguindo por cerca de 45 km após a sede dessa cidade pela BR-376, para entrar à direita na BR-153, em direção à sede de Tibagi, seguindo por cerca de 40 km.

O acesso específico ao barramento e casa de força do empreendimento ocorre pela rodovia BR-153, PR-340 e Avenida Manoel das Dores. A partir destas faz-se necessário acessar estradas não pavimentadas vicinais. Tais estradas vicinais encontram-se em boas condições.

Para o acesso às áreas do reservatório é necessário utilizar as vias de serviço das propriedades rurais, que atualmente tornam possível o acesso às margens do rio Tibagi.

A Figura 4.1 abaixo apresenta o mapa rodoviário para a localização e acessos da UHE Tibagi Montante.

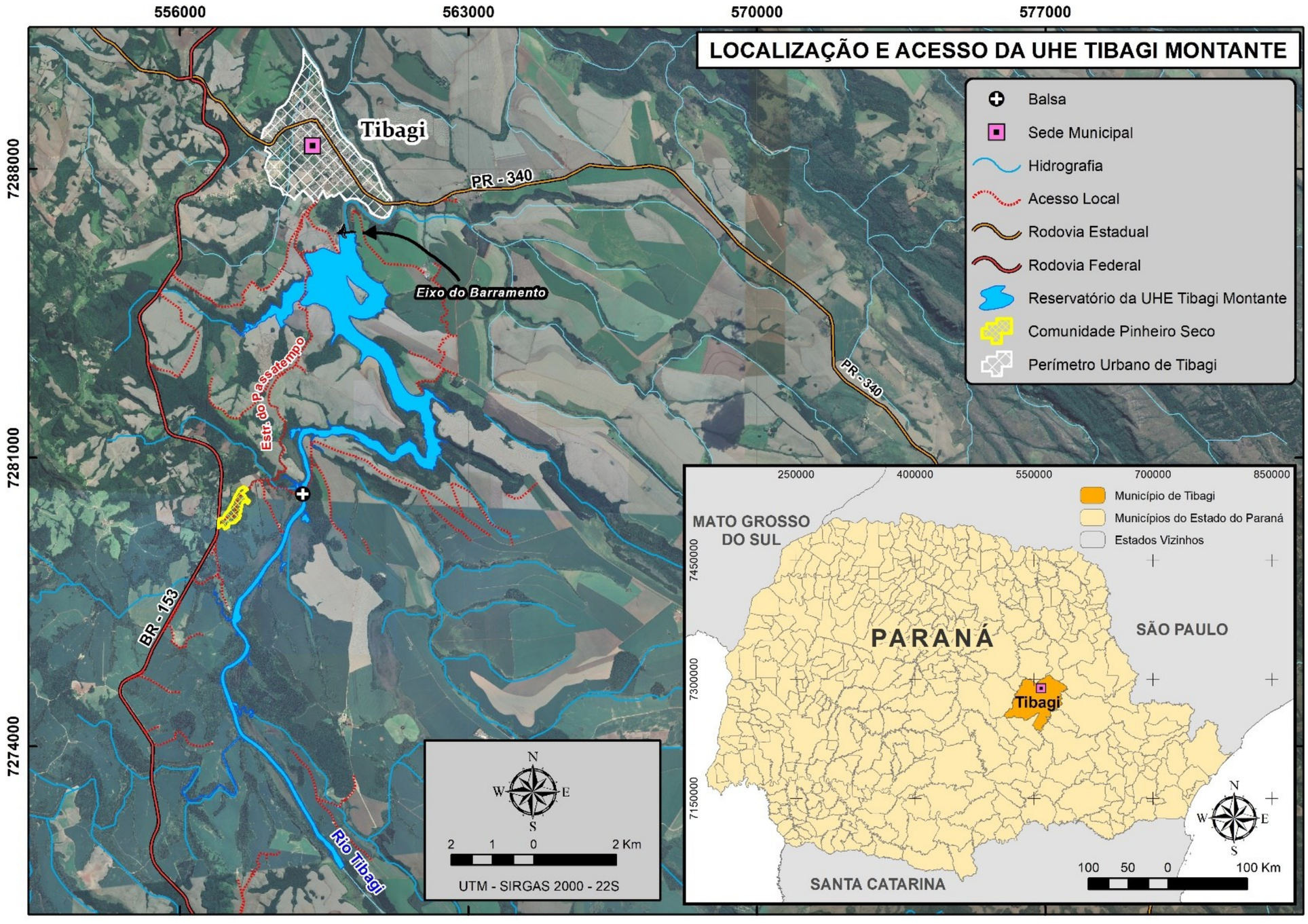



Figura 4.1- Mapa Rodoviário para Localização e Acesso. Fonte: Mapa Rodoviário do Paraná – DNIT.

## 4.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O presente item apresenta a descrição geral do empreendimento UHE Tibagi Montante.

### 4.2.1 Arranjo Geral

As estruturas de geração estão locadas na margem esquerda, bem como o vertedouro controlado. O empreendimento apresenta, ainda, duas barragens de terra nas extremidades esquerda e direita do barramento, com o intuito de realizar o fechamento das ombreiras com o restante das estruturas de concreto que integram o arranjo. Tais barragens foram executadas em solo e enrocamento compactados.

O vertedouro de fundo, controlado por três comportas de segmento de fundo, apresenta dimensões de 8 x 10 metros e esta localizado na margem esquerda do rio Tibagi, ao lado da tomada d'água acoplada à casa de força. Esta estrutura apresenta uma elevação de fundo na cota 701,00 metros

O circuito adutor da UHE Tibagi Montante é constituído pela tomada d'água, pela casa de força e pela tomada de fuga, sendo formado por 3 grupos geradores, conforme demonstra a Figura 4.2.

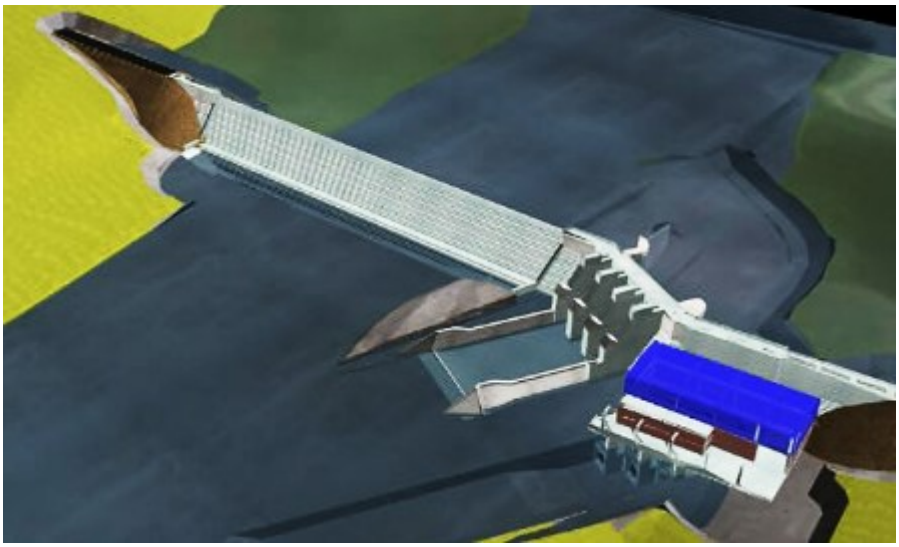


Figura 4.2 - Arranjo da Usina Hidrelétrica Tibagi Montante

### 4.2.2 Reservatório

O reservatório, em seu nível d'água máximo normal (El. 721 m) tem uma área de 6,83 km², sendo que 3,54 km$^2$ correspondem à área efetivamente alagada, pois o restante é a calha natural do rio Tibagi.

A extensão total cerca é de aproximados 24,4 km, o volume acumulado equivalente a 51,48 milhões de metros cúbicos, profundidade média de 6,99 m e máxima de 21,0 m. O tempo para formação do reservatório foi de 18 dias , e o tempo de residência da água no reservatório é, média de 3,6 dias.

O Reservatório e Área de Preservação Permanente, ilustrado na Figura 4.3 apresenta a planta do reservatório e a delimitação da APP considerando a faixa de 80 m, calculada de acordo com metodologia estabelecida na Portaria IAP n.º 69 de 28 de abril de 2015 e estabelecida na Licença de Instalação.

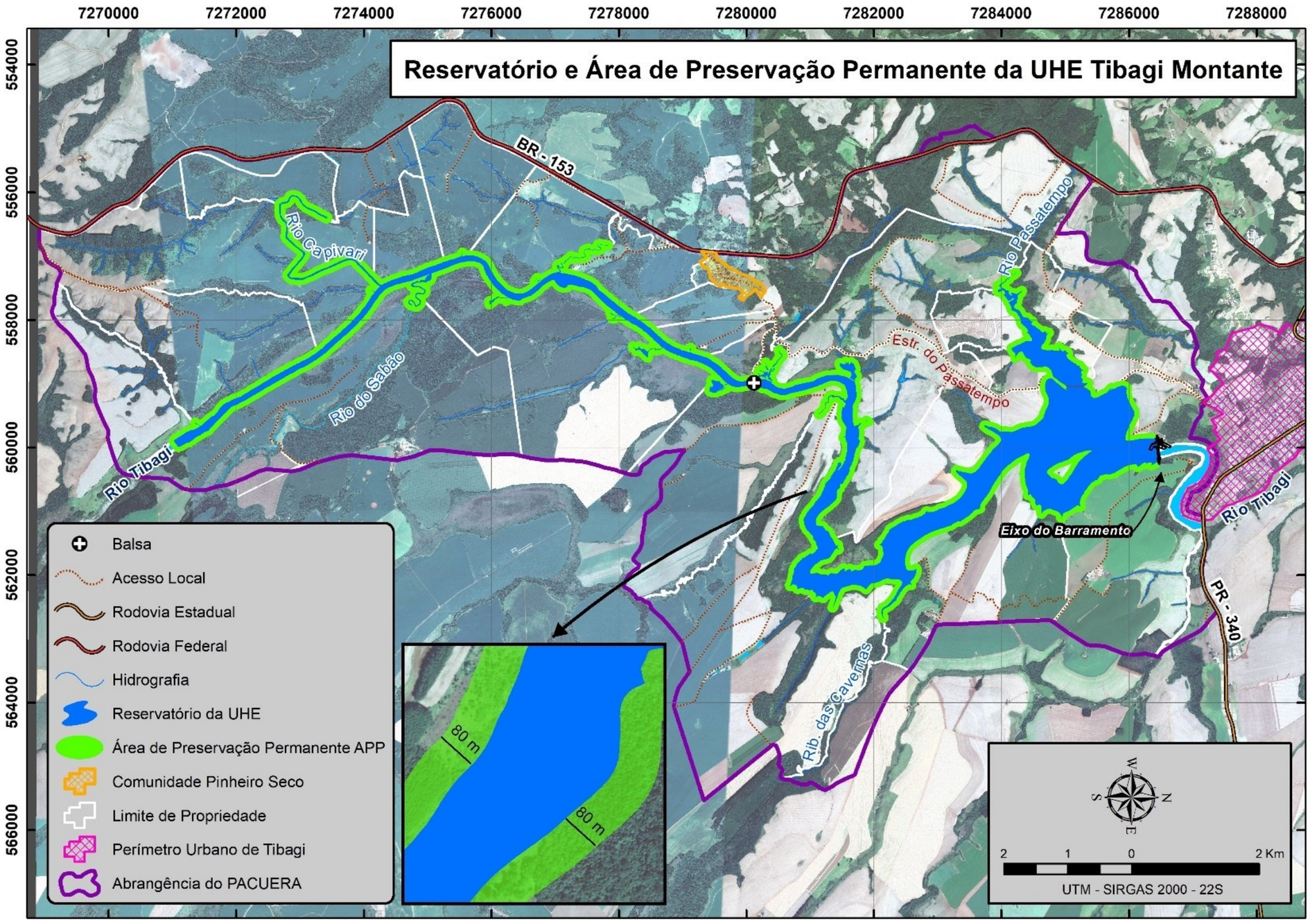



Figura 4.3 - Reservatório e Área de Preservação Permanente da UHE Tibagi Montante

### 4.2.3 Desvio do rio e ensecadeira

O desvio do rio Tibagi para a implantação do UHE Tibagi Montante, compreendeu três etapas distintas a seguir explicitadas.

Registra-se que a ensecadeira de 1° etapa “A” foi dimensionada para uma vazão de 1917 m³/s, equivalente a vazão com tempo de recorrência de 50 anos período completo, já as ensecadeiras de montante e jusante “B” e “C” respectivamente foram dimensionadas para a vazão de período completo, com recorrência de 10 anos, equivalente a 1375 m3/s.

- **1ª Etapa – Rio passando pela calha natural**

Esta etapa é principalmente caracterizada pela escavação e concretagem das estruturas da margem esquerda, tendo como principais atividades:

- Construção do canteiro, inclusive acessos externos e internos da obra;
- Construção da ensecadeira "A" (principal);
- Escavação na região das estruturas da margem esquerda: vertedouro de fundo, tomada d'água, casa de força, inclusive respectivos canais de aproximação e restituição, e também dos muros de encosto;
- Concreto do vertedouro de fundo até a elevação da ponte;
- Concreto da tomada d'água até elevação da crista;
- Concreto da casa de força e área de montagem até elevação El. 708,10 m referente à plataforma das comportas ensecadeira do tubo de sucção;
- Concretagem secundária das guias de *stoplogs* e comportas da tomada d'água;
- Concretagem secundária das guias das comportas ensecadeira do tubo de sucção;
- Construção do muro de encosto de montante, para as ensecadeiras de 2º etapa;
- Posicionamento dos *stoplogs* da tomada d'água e casa de força;
- Montagem da comporta segmento e comporta vagão;
- Montagem do guindaste-pórtico;

- Montagem da tomada d'água;
- Escavação dos canais de aproximação e de fuga;
- Construção da barragem de fechamento da margem esquerda;
- Remoção da ensecadeira "A".

- **2ª Etapa – Rio passando pelo vão do vertedouro de fundo**

Esta etapa é principalmente caracterizada pela construção do vertedouro soleira livre no leito do rio e da barragem de fechamento da margem direita, bem como a finalização da concretagem da casa de força.

Principais Atividades:

- Construção das ensecadeiras "B" de montante e "C" de jusante;
- Escavação e tratamento da fundação do vertedouro soleira livre no leito do rio;
- Escavação e tratamento da fundação do muro de abraço da margem direita;
- Concretagem do vertedouro soleira livre em CCR;
- Concretagem do muro de abraço da margem direita;
- Conclusão da concretagem da casa de força;
- Montagem da ponte rolante e início da montagem dos grupos geradores;
- Conclusão da subestação;
- Conclusão da linha de transmissão;
- Construção da barragem de fechamento da margem direita;
- Início de enchimento do reservatório.

- **3ª Etapa – Enchimento do reservatório**

Esta etapa foi caracterizada principalmente pela montagem dos grupos turbina-geradores, enchimento do reservatório, pela construção e montagem da subestação da usina e testes de comissionamento das unidades.

Principais Atividades:

- Remoção das ensecadeiras de montante e jusante;

- Enchimento do reservatório;
- Construção e montagem da subestação;
- Conclusão da montagem dos grupos turbina-geradores;
- Testes de comissionamento das unidades geradoras;
- Acabamentos finais da usina.

### 4.2.4 Caracterização da Mão-de-obra

A UHE Tibagi Montante teve, em agosto de 2018, o pico da obra com 574 empregos diretos, incluindo terceirizados. A partir daquele momento, houve uma pequena redução de mão de obra.

Do total da mão de obra empregada, cerca de 60% tem sido de residentes de Tibagi e região. Ressalta-se que dos 40% restante, aproximadamente 30% é formada por trabalhadores mais especializados (engenheiros e coordenadores de projeto), que precisavam vir de fora junto com a empreiteira contratada.

Desse modo, verificou-se que para a contratação dos empregos que não necessitavam especialização, foi dada prioridade à mão-de-obra local, evitando assim que houvesse sobrecarga nos serviços públicos. Além disso, em parceria com a Agência do Trabalhador e o SENAI, foram oferecidos cursos de capacitação para a população de Tibagi.

### 4.2.5 Barragem

A obra da UHE Tibagi Montante compreende uma barragem do tipo mista (concreto compactado a rolo/enrocamento) no leito do rio Tibagi com comprimento total de crista de 490 m e altura máxima de 26m.

O empreendimento apresenta duas barragens de terra nas extremidades esquerda e direita do barramento, com a finalidade de fazer o fechamento das ombreiras com o restante das estruturas de concreto integrantes do arranjo.

Estas barragens tem sua crista na elevação 724,00 m, largura de crista de 7,00 m e altura variável. Seus taludes são: montante (2,50H):(1,00V) e jusante (2,00H):(1,00V).

### 4.2.6 Vertedouro de fundo

A UHE Tibagi Montante apresenta três vãos de vertedouro de fundo de dimensões 8,00 m x 10,00 m. A estrutura apresenta elevação de fundo na cota 701,00 m, incluindo os canais de aproximação e restituição.

A seguir as características principais desta estrutura:

- N.A. Máximo Maximorum a Montante ..... El. 722,00 m
- Elevação do Fundo ..... El. 701,00 m
- Vãos ..... 3 unidades
- Altura ..... 10,00 m
- Largura ..... 8,00 m
- Capacidade de Descarga ..... 3.264 m³/s

### 4.2.7 Circuito adutor

O circuito adutor da UHE Tibagi Montante é constituído de tomada d'água, casa de força e canal de fuga, composto de três turbinas do tipo Kaplan de eixo horizontal, com potência total instalada de 36 MW.

A estrutura da tomada d'água é dotada de três vãos, um para cada turbina, sendo cada vão dotado de grade, comporta do tipo ensecadeira e comportas do tipo vagão.

A adução entre a tomada d'água e as turbinas se da por meio de condutos forçados, um por unidade geradora

### 4.2.8 Casa de força

As instalações da casa de força compreendem:

- Três blocos de concreto destinados a instalação das três unidades geradoras com todos os equipamentos associados, bem como os respectivos equipamentos dos sistemas elétricos e mecânicos auxiliares.
- Área para descarga e montagem de equipamentos da usina, situada ao lado dos blocos das unidades geradoras.
- As salas de controle e escritório de administração.

A casa de força é uma edificação de tipo abrigada ao pé da barragem, com cerca de 52 metros de comprimento e composta por quatro blocos, sendo três para as unidades geradoras e um para a área de montagem. As escavações da fundação foram realizadas em rocha sã, atingindo o seu ponto mais baixo sob o tubo de sucção em uma elevação da ordem de 689,80 metros.

A partir da saída do tubo de sucção, o canal de fuga inicia-se na El. 691,50m, apresenta-se inclinado até El. 698,00m, a partir deste ponto apresentando uma elevação 697,00 m até a restituição da água ao leito do rio. O canal de fuga foi escavado em rocha e solo, com cerca de 170m de comprimento.

A operação é a fio d'água com queda bruta de 19,1 m.

### 4.2.9 Subestação

A subestação da UHE Tibagi Montante se localiza próxima da casa da força, a cerca de 100 m desta, na mesma margem do rio. Foi implantada ao tempo, em um platô terraplanado em elevação definida durante o projeto executivo e o acesso rodoviário é feito pelo mesmo acesso à casa de força.

A subestação conta com uma saída de linha longa. O arranjo é do tipo barra simples. As entradas possuem transformadores de tensão, corrente e para-raios, além do disjuntor. Um sistema adequado de chaves seccionadoras permite que este disjuntor seja substituído prontamente através de um "*by pass*".

Os equipamentos de proteção e controle da subestação são instalados na casa de controle localizada na própria SE, assim como os painéis destinados ao faturamento.

Toda a área da subestação e ainda uma faixa de 2,50 m de largura ao longo de todo o perímetro da cerca, é recoberta com uma camada de brita de cerca de 0,30 m, lançada sobre o solo. O objetivo desta cobertura é assegurar uma camada isolante adequada de modo a garantir a manutenção das tensões de passo e toque dentro dos parâmetros seguros aos operadores.

Os cabos de controle e medição são instalados em canaletas de alvenaria adequadamente distribuídas pelo pátio da subestação, originando-se na casa de controle.

A iluminação do pátio da subestação é feita por meio de lâmpadas a vapor de sódio ou metálico, 220 Vca, instaladas em postes metálicos tubulares ou aproveitando as próprias estruturas quando possível.

### 4.2.10 Linha de Transmissão e Conexões

A interligação da UHE Tibagi Montante ao Sistema Interligado Nacional se da através da nova SE Tibagi, por meio de uma linha de transmissão em 138 kV, com cerca de 5,0 km de extensão, circuito simples, com cabos de fase na bitola #397,50MCM, suportados por estruturas metálicas autoportante.

Os cabos guarda (ou para-raios) são do tipo OPGW (*Optical Ground Wire*), ou seja, formados por uma camada externa de aço galvanizado e o núcleo preenchido com um feixe composto por 12 fibras óticas, que são utilizadas no sistema de comunicação da usina.

A linha de transmissão de conexão com a Subestação Tibagi foi locada de modo favorável ao relevo e a vegetação, além de, sempre que possível, estar acessível por acessos já existentes, minimizando custos em impactos ao meio ambiente.

A largura da faixa de passagem da LT 138 kV foi determinada de acordo com as recomendações da norma NBR-5422, levando-se em conta o balanço dos cabos condutores devido à ação do vento e efeitos elétricos. Inicialmente a largura da faixa de passagem da LT foi estimada em 30 metros, sendo 15 metros para cada lado de seu eixo central.

A sinalização da linha obedece às normas NBR 6535 (Sinalização de Linhas de Transmissão com Vistas à Segurança da Inspeção Aérea) e NBR 7276 (Sinalização de Advertência em Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica). A proteção dos cabos contra os danos causados por vibrações eólicas foi feita através da utilização de dispositivos amortecedores destas vibrações. Existem no mercado opções com eficiência comprovada pela prática, de espaçadores-amortecedores com sistema de garras aparafusadas aos cabos e de garras pré-formadas sem a utilização de parafusos.

O licenciamento ambiental desta linha de transmissão foi realizado separado do licenciamento da UHE Tibagi Montante, em conformidade ao indicado na condicionante nº 36 da LI nº 23.038/2017.

### 4.2.11 Canteiros administrativos, de obras e bota-fora

Durante a obra, foram instalados, sob a responsabilidade da empreiteira em áreas que não impliquem supressão de vegetação, dois canteiros: um administrativo e outro industrial.

No canteiro administrativo foram previstos:

- Escritórios (empreiteira e empreendedor);
- Refeitórios;
- Ambulatórios;
- Área de lazer;
- Banheiros; e
- Dormitórios.

No canteiro industrial foram previstos:

- Central de concreto;
- Central de britagem;
- Depósitos e solos para cimento, aditivos para concreto e ou pozolan (eventual);
- Laboratórios de ensaios;
- Grupo diesel;
- Sistema de água industrial e potável;
- Oficinas e garagens para equipamentos leves e pesados;
- Estradas de acesso;

Em áreas que foram alagadas pela formação do reservatório, foram previstos:

- Pedreira;
- Bota-fora.
- Pátios e depósitos para formas e armações;

## 5. ASPECTOS LEGAIS E COMPATIBILIZAÇÃO DO PLANO

No presente item serão apresentados os principais dispositivos legais que interferem ou regulamentam os usos possíveis das águas do reservatório da UHE Tibagi Montante e do zoneamento de seu entorno.

Em relação à política brasileira de recursos hídricos, o cerne da legislação é o Código de Águas, instituído pelo Decreto n° 24.643, em 10 de julho de 1934, que foi durante muitos anos o único instrumento jurídico sobre o tema no país. O Código das Águas dispõe sobre a classificação e utilização das águas, dando ênfase ao aproveitamento dos potenciais hidráulicos que, na época, representavam um fator condicionante para o progresso industrial e crescimento econômico do Brasil.

O Código de Águas é considerado avançado para a época em que foi formulado. Com efeito, embora elaborado na década de 1930, nele estão explicitados alguns dos conceitos mais atuais para o gerenciamento dos recursos hídricos. Os princípios de “usuário pagador” e “poluidor pagador”, o estabelecimento de hierarquia dos usos, o controle da poluição, a internalização dos custos externos e a necessidade de garantir usos múltiplos, são, entre outros, algumas disposições estabelecidas no Código. Muitas delas não foram objetos da necessária regulamentação posterior, prejudicando, assim, a sua aplicabilidade. A legislação atual visa corrigir esta deficiência.

Em 1981 foi estabelecida a Política Nacional do Meio Ambiente mediante a edição da Lei nº 6.938/81, criando o SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente). Seu objetivo é o estabelecimento de padrões que tornem possível o desenvolvimento sustentável, através de mecanismos e instrumentos capazes de conferir ao meio ambiente uma maior proteção. As diretrizes desta política são elaboradas através de normas e planos destinados a orientar os entes públicos da federação.

O Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA congrega os órgãos e instituições ambientais da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal, cuja finalidade primordial é dar cumprimento aos princípios constitucionalmente previstos e nas normas instituídas.

Em 1988 a Constituição Federal, pela primeira vez na história, abordou o tema meio ambiente, dedicando a este um capítulo, que contempla não somente seu conceito normativo, ligado ao meio ambiente natural, como também reconhece suas outras faces: o meio ambiente artificial, o meio ambiente do trabalho, o meio ambiente cultural e o patrimônio genético, também tratados em diversos outros artigos da Constituição.

O Art. 225 exerce na Constituição o papel de principal norteador do meio ambiente, devido a seu complexo teor de direitos, mensurado pela obrigação do Estado e da Sociedade na garantia de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, já que se trata de um bem de uso comum do povo que deve ser preservado e mantido para as presentes e futuras gerações.

A Constituição Federal de outubro de 1988, em vigência, modificou muito pouco o texto do Código de Águas. Uma das alterações foi a extinção do domínio privado das águas. Todos os corpos de água passaram a ser de domínio público, seja da União, seja dos Estados.

Os rios ou lagos que banham mais de um Estado, os que servem de limite com outros países, os que se estendem ao território estrangeiro ou dele provêm, são de domínio da União (Art. 20, parágrafo 3)

As águas não enquadradas na categoria anterior, superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito são de domínio estadual (Art. 26, parágrafo 1).

A Constituição Federal estabelece, também, no seu Art. 21, inciso XIX, que compete à União "instituir o sistema nacional de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso". Este mandado constitucional foi atendido mediante a promulgação, em 8 de janeiro de 1997, da Lei Federal n° 9.433, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

A seguir são apresentadas diretrizes da Lei nº 12.651/2012 que especificam o que se compreende como área rural consolidada.

*Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:*

*IV - área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio;*

*Seção II Das Áreas Consolidadas em Áreas de Preservação Permanente*

*Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008*

## 5.1 RECURSOS HÍDRICOS

A legislação referente aos recursos hídricos é apresentada em dois âmbitos: federal e estadual.

### 5.1.1 Política Nacional de Recursos Hídricos

A legislação vigente institui, entre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (com o consequente rebatimento nas Políticas Estaduais), a figura dos “planos de recursos hídricos”, a serem estabelecidos em nível de bacias, estados e país. Institui, também, a “outorga de direitos de uso” e a “cobrança pelo uso” dos recursos hídricos. Define, ainda, um sistema de gerenciamento, no qual os comitês de bacia são peças fundamentais.

A Lei Federal n° 9.433/97, conhecida também como “lei das águas”, constitui-se num marco importante para a construção de um estilo de desenvolvimento sustentável no Brasil. No seu Art. 1º, registra os fundamentos sobre a qual se baseia a política e o respectivo sistema de gerenciamento. São, portanto, os fundamentos que permeiam a legislação derivada. Estabelece os princípios que deve nortear as atividades dos diferentes usuários dos recursos hídricos, como é o caso da UHE Tibagi Montante. Esses fundamentos são os seguintes:

- A água é um bem de domínio público;

- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

- Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

- A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

- A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

- A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Conforme estabelecido no Art. 3º da Lei, a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental e com a do uso do solo, constituem diretrizes gerais de ação para implementar a política.

Os fundamentos e as diretrizes gerais dão sustentação à aplicação dos instrumentos da política e à atuação do sistema de gerenciamento definidos na própria lei. Os instrumentos de gestão estabelecidos na lei (Art. 5º) são:

- Os Planos de Recursos Hídricos;

- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

- A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

- A cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

- A compensação a Municípios;

- O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Por sua vez, o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, conforme estabelecido nas Leis n° 9.433/97 e 9.984/00, é integrado por:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH;

- Agência Nacional de Águas - ANA;

- Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;

- Comitês de Bacias Hidrográficas;

- Órgãos Federais, Estaduais e Municipais com competências relacionadas à gestão de recursos hídricos;

- Agências de Água.

Em julho de 2000, através da Lei Federal nº 9.984, foi criada a Agência Nacional de Águas - ANA que, conforme o disposto no seu Art. 4º, tem, entre outras, as seguintes atribuições:

- Supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos;

- Outorgar o direito de uso em corpos de água de domínio da União;

- Fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União;

- Arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União;

- Definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos, das respectivas bacias hidrográficas.

A Lei Federal n° 9.433/97, que dispõe sobre a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, têm sido - e continua sendo - motivo de intensas discussões e trabalhos, visando sua regulamentação e, portanto, sua implementação prática. Além de ter originado a Lei Federal n° 9.984/00, de criação da ANA e diversas resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH estão em discussão diversos outros dispositivos legais.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, através da Lei Federal N° 9.433/97, estabelece que a gestão deve visar o uso múltiplo dos recursos hídricos. No caso da UHE Tibagi Montante, isto significa, por um lado, que devem ser tomadas medidas para que o reservatório, além de servir para a geração de energia, permita também outros usos compatíveis com o objetivo básico do empreendimento, compreendendo a adoção de normas operacionais da UHE à garantia de outros usos da água e à segurança dos usuários a jusante e a montante do empreendimento.

Em síntese, a potencialização de usos múltiplos dos reservatórios de usinas hidrelétricas é requisito de disposição legal e não somente o resultado de uma ação isolada do empreendedor.

O gerenciamento dos recursos hídricos de domínio dos estados é regido por leis estaduais, desde que respeitadas as disposições da Lei Nacional. No caso do Paraná, o instrumento legal é a Lei Estadual n° 12.726 - 26.11.1999, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos.

A fim de garantir a operação da UHE Tibagi Montante e compatibilizar o aproveitamento com outros usos possíveis dos recursos hídricos existentes no reservatório, assim como atender requisitos legais expressas fundamentalmente nas Resoluções do CONAMA n° 302 e 303 de 2002, é exigido pelo órgão ambiental do Paraná a elaboração e execução do presente Plano Ambiental de Controle e Uso do Entorno do Reservatório Artificial da Usina Hidrelétrica Tibagi Montante, após a aprovação pelo IAT.

### 5.1.2 Sistema Estadual de Recursos Hídricos

A Lei Estadual nº 12.726 de 26 de novembro de 1999 institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, incluindo novos atores sociais no processo de enquadramento e exigindo sua readequação à nova realidade.

O Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos é composto por:

- Conselho Estadual de Recursos Hídricos
- Comitês de Bacia Hidrográfica
- Agências de Bacia Hidrográfica
- SEMA
- SUDERHSA

Os principais objetivos do Sistema são:

- Coordenar a gestão integrada das águas;
- Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;

- Implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos;
- Planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos e dos ecossistemas aquáticos do Estado;
- Promover a cobrança pelos direitos de uso de recursos hídricos.

No seu artigo 33, inciso III, estabelece que os Comitês de Bacias Hidrográficas passam a ser os órgãos regionais e setoriais deliberativos e normativos de bacia hidrográfica do Estado, compondo o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH/PR.

Posteriormente, o Decreto nº 2314 de 17 de julho de 2000, estabelece que o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH/PR é o órgão colegiado com funções de caráter deliberativo e normativo central integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH/PR, com jurisdição sobre recursos hídricos de domínio do Estado ou de domínio da União cuja gestão a ele tenha sido delegada.

Além disso, seu artigo 2º estabelece que o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH/PR será presidido pelo titular da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA, tendo composição total de vinte e nove membros, estabelecendo a sua composição.

Por sua vez, o Decreto nº 2317 de 17 de julho de 2000 estabelece as atribuições da SUDERHSA e demais Órgãos e Unidades Integrantes do Sistema. Entre as competências da SUDERHSA determinadas no artigo 4º do Decreto nº 2317 em articulação com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA.

Para finalizar o presente item relacionado à Política Estadual de Recursos Hídricos, é importante citar a Lei nº 15.446 de 15 de janeiro de 2007 que tornou obrigatória a construção de canais apropriados para facilitar a piracema nos reservatórios das usinas geradoras de eletricidade, a inclusão da navegação fluvial nos estudos e projetos de divisão de quedas para fins de aproveitamento hidrelétrico dos rios estaduais e instalação de eclusas ou outros dispositivos de transposição para

fins de transporte hidroviário, em obras de represamentos de rios navegáveis ou potencialmente navegáveis.

## 5.2 OUTORGA DO USO DA ÁGUA

A outorga visa assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e a garantia ao usuário para exercer efetivamente os direitos decorrentes.

A Lei Federal n° 9.984/00 atribuiu à Agência Nacional de Águas - ANA a competência de outorgar o direito de uso de recursos hídricos em corpos de domínio da União e define alguns procedimentos básicos de articulação a serem adotados pela ANA e pela ANEEL, para o caso de aproveitamentos hidrelétricos. Para rios estaduais a outorga depende dos órgãos estaduais.

A Lei Federal n° 9.433/97, da Política e do Sistema Nacional de Recursos Hídricos estabelece que a outorga e a utilização de recursos hídricos, para fins de geração de energia elétrica, estará subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos. Estabelece, também, que todas as outorgas devem estar condicionadas às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e respeitar a classe de uso em que o corpo de água estiver enquadrado. Os planos aqui referenciados são os correspondentes às bacias, aprovados pelos respectivos comitês e referendados pelo Conselho Estadual ou Nacional de Recursos Hídricos. As classes de usos da água são as definidas pela Resolução CONAMA n° 357/2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.

O Decreto Estadual nº 4.646, de 31 de agosto de 2001, regulamenta a outorga de direitos de uso dos recursos hídricos no estado do Paraná. Em seu Art. 4º, o decreto determina que compete ao Poder Público Estadual, por intermédio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA, a análise e emissão da outorga de direito de uso dos recursos hídricos em corpos de água de seu domínio por meio de autorizações.

De acordo com o Art. 6º, estão sujeitos à outorga, independentemente da natureza pública ou privada dos usuários:

*I - derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;*

*II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;*

*III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;*

*IV – usos de recursos hídricos para aproveitamento de potenciais hidrelétricos;*

*V - intervenções de macrodrenagem urbana para retificação, canalização, barramento e obras similares que visem ao controle de cheias;*

*VI - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.*

Em relação ao uso das águas para aproveitamentos hidrelétricos, o artigo 22 do decreto cita:

*I – vazão correspondente à energia assegurada;*

*II - vazão correspondente ao engolimento máximo das máquinas;*

*III – vazões de projeto das estruturas extravasadoras;*

*IV – vazões mínimas a serem garantidas a jusante;*

*V – evolução das vazões mencionadas nos incisos I a IV anteriores, considerando-se as etapas de implantação de aproveitamento.*

Merece destaque também, o Manual Técnico de Outorgas de Novembro de 2006 da SUDERHSA, – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - elaborado a partir da Lei Estadual nº 12.726/1999 e no

Decreto Estadual nº. 4.646/2001, que define os roteiros para os principais procedimentos administrativos e técnicos que envolvem os processos e análises de pedidos de outorga, organizados pelos principais tipos de uso de recursos hídricos.

## 5.3 OS COMITÊS DE BACIA

A legislação vigente estabelece, tanto em nível nacional como estadual, um arranjo institucional estruturado por bacias hidrográficas, de forma a permitir a gestão compartilhada - descentralizada e participativa - do uso da água, reconhecida como bem público, finito, vulnerável e de valor econômico.

A administração dos recursos hídricos por bacias hidrográficas, de forma descentralizada e participativa é coerente com as recomendações da Conferência RIO 92 e é uma sistemática já implantada ou em implantação em diversos países, inclusive no Brasil e, em especial, naqueles onde existem conflitos de uso.

A gestão descentralizada tem como filosofia o princípio da subsidiariedade, ou seja, tudo quanto pode ser decidido em níveis hierárquicos mais baixos de governo, não será resolvido pelos níveis mais altos dessa hierarquia. Assim, o que pode ser decidido no âmbito de governos regionais, e mesmo locais, deve ser tratado nesses níveis e não em Brasília-DF ou nas capitais dos estados. Quanto à gestão participativa, trata-se de um processo que permite que os usuários, a sociedade civil organizada, as ONGs e outros organismos, possam influenciar no processo de tomada de decisão.

É neste contexto que foi instituída a figura dos Comitês de Bacias Hidrográficas, um novo tipo de organização na administração dos bens públicos do país e que, conforme a legislação deve contar com a participação dos usuários, das prefeituras, da sociedade civil organizada e dos diversos níveis de governo. A estes comitês a Lei atribui o caráter de fóruns de decisão, atuando como uma espécie de “parlamento das águas” da correspondente bacia hidrográfica. Trata-se de "órgãos colegiados com atribuições normativas, deliberativas e consultivas a serem exercidas na bacia hidrográfica de sua jurisdição" (Resolução CNRH n º 05, Art. 1º, parágrafo 1º).

É importante salientar que a Lei atribui aos Comitês de Bacias Hidrográficas, dentre outras, as competências de:

- promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes na bacia;

- arbitrar, em primeira instância, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

- aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia;

- compatibilizar os planos de bacias hidrográficas de cursos de água tributários, com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica de sua jurisdição *(Resolução CNRH 05/00, Art. 7˚, inciso IV)*;

- selecionar a alternativa de enquadramento dos corpos de água da bacia, dentre as diversas propostas que lhe sejam submetidas *(Resolução CNRH nº 012/00, Art. 8˚, Parágrafo 2˚);*

- estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

- estabelecer critérios e promover o rateio do custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Os Comitês de Bacias podem ter como área de atuação a totalidade de uma bacia hidrográfica, sub-bacias de tributários do curso principal ou, ainda, um grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

No estado do Paraná, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/PR) de forma a estabelecer uma base organizacional que contemple bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gerenciamento do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, instituiu uma divisão hidrográfica do estado, conforme apresentado na Figura 5.1.

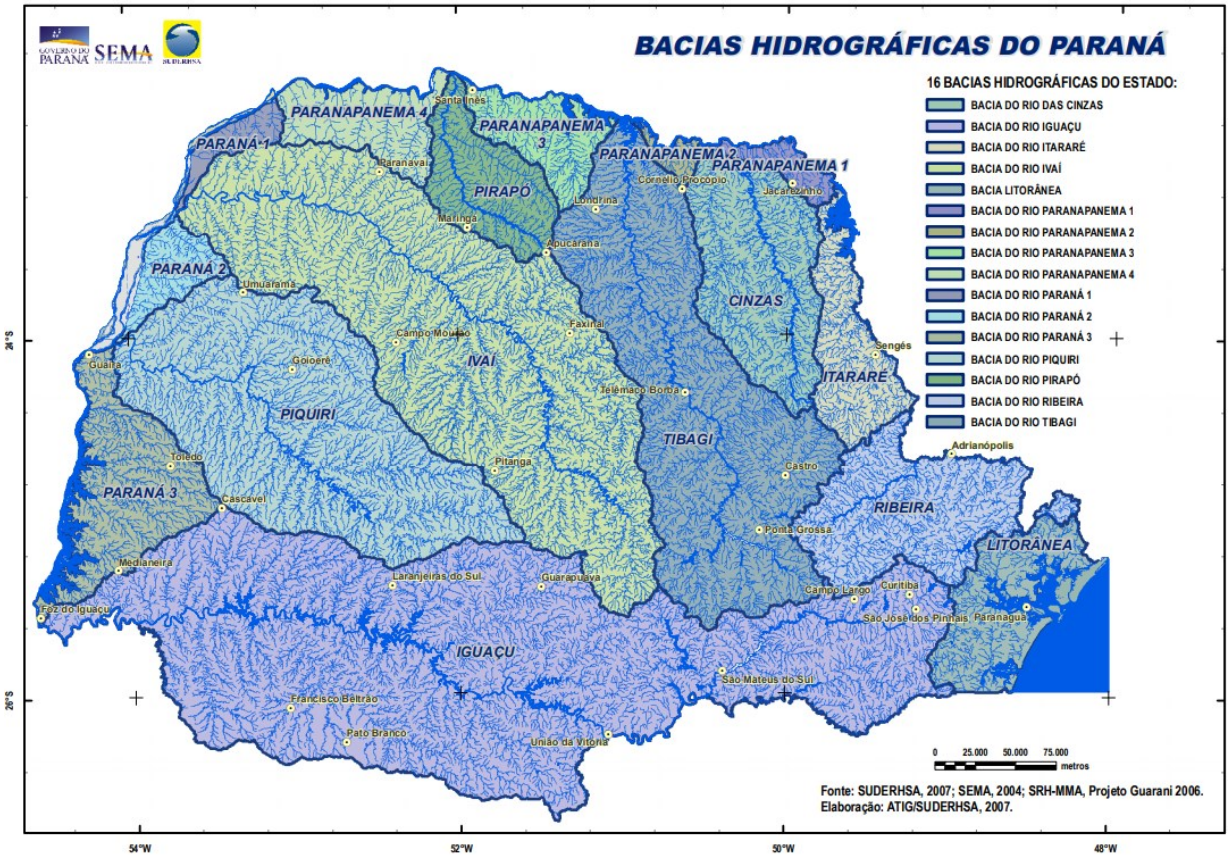



Figura 5.1 - Bacias hidrográficas do Estado do Paraná com a sua divisão em unidades hidrográficas. (Fonte: SUDERHSA, 2007)

No Paraná, o Decreto nº 2315 de 17 de julho de 2000 regulamenta o processo de constituição de Comitês de Bacias, estabelecendo normas, critérios, competências e demais aspectos relevantes referentes ao tema. No parágrafo primeiro do Artigo 1º, estabelece que:

> *"§ 1º - Os Comitês de Bacia Hidrográfica são órgãos colegiados, vinculados ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH/PR, com atribuições normativas, deliberativas e consultivas, a serem exercidas em sua área de atuação e jurisdição, podendo ser instituídos em bacias ou sub-bacias hidrográficas de rios de domínio do Estado do Paraná, ou em sub-bacias de rios de domínio da União, cuja gestão a ele tenha sido delegada, nos termos do Parágrafo único do art. 50 da Lei Estadual n.º 12.726, de 26 de novembro de 1999."*

### 5.3.1 Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi

O Comitê da Bacia do Rio Tibagi foi instituído pelo Decreto Estadual nº 5.790, de 13 de junho de 2002 e é um órgão colegiado, vinculado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, com atribuições normativas, deliberativas e consultivas, a serem exercidas em sua área de atuação e jurisdição, compreendidas pela bacia hidrográfica do rio Tibagi, abrangendo uma área total de 24.711 km².

O Comitê tem como objetivo contribuir para a aplicação da Política Estadual de Recursos Hídricos na sua área de atuação, a fim de garantir o controle social da Gestão dos Recursos Hídricos, conforme estabelecido na Lei Estadual nº 12.726 de 26 de novembro de 1999 e Decreto nº 2.315 de 17 de julho de 2000.

Em 09 de novembro de 2010 foi publicada a Resolução Conjunta nº 613, para a criação do comitê da bacia hidrográfica do rio Paranapanema, com a anuência dos seis comitês de bacia hidrográfica existentes na UGRH Paranapanema: Comitê de Bacia Hidrográfica Alto Paranapanema, Comitê de Bacia Hidrográfica Médio Paranapanema, Comitê de Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema e Comitê de Bacia Hidrográfica Piraponema, Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi e Comitê de Bacia Hidrográfica Norte Pioneiro. O objetivo dessa resolução é a proposta de definição do arranjo institucional, das atribuições compartilhadas entre os Comitês e da garantia do funcionamento do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema. Entre as ações previstas está firmar um Pacto para a Gestão Integrada das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema.

No caso da UHE Tibagi Montante, merece atenção o Comitê da Bacia do Rio Tibagi, composto por 40 (quarenta) membros titulares e respectivos 40 (quarenta) suplentes, sendo 14 (quatorze) representantes do Poder Público, 16 (dezesseis) representantes dos setores usuários de recursos hídricos e 10 (dez) representantes da sociedade civil. Atualmente encontra-se no seu 3º mandato (2017-2021) e possui, como presidente, Andreia Aparecida de Oliveira (prefeitura de Ponta Grossa) e, na vice-presidência, Alberto Baccarim (SAMAE).

## 5.4 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

No decorrer da década de 1980 foram incorporados à legislação ambiental do Brasil os principais instrumentos e normas que contribuem para fortalecer a diretriz adotada pelo país, no sentido de garantir o desenvolvimento em consonância com a melhoria da qualidade ambiental e a proteção dos recursos naturais. Este processo teve como marco o estabelecimento da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA em 1981.

Da PNMA emanam as principais diretrizes, leis e resoluções relacionadas ao meio ambiente. Embora essa Política tenha sido promulgada em 1981, muitas das determinações contidas nela foram disciplinadas posteriormente através de normas de competência do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, consoante Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986.

Esta Resolução estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, conceituando o Impacto Ambiental, estabelecendo critérios para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA, do Relatório de Impacto Ambiental – RIMA e do Projeto Básico Ambiental - PBA, sendo estes documentos necessários para a obtenção da Licença Prévia – LP - e Licença de Instalação – LI – respectivamente, conforme determina a Resolução CONAMA nº 006 de 06 de setembro de 1987.

Em 1988, a nova Constituição Federal apresentou um capítulo específico com relação ao Meio Ambiente, o qual em seu artigo 225 preceitua que para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, deverá ser realizado estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade.

Assim, após elaboração do Estudo de Impacto Ambiental, este documento é analisado pelo órgão ambiental e posteriormente a sociedade civil é convocada para participar de audiências públicas, a fim de tomar conhecimento, discutir e emitir parecer sobre a viabilidade ambiental da instalação do empreendimento. A realização de audiência pública foi regulamentada pela Resolução CONAMA nº 09 de 1987, a qual em seu Artigo 5º, diz que: “A ata da(s) audiência(s) pública(s) e seus anexos,

servirão de base, juntamente com o RIMA, para a análise e emissão do parecer final do órgão licenciador quanto à aprovação ou não do projeto", proporcionando desta forma a efetiva contribuição, do órgão licenciador, no processo de licenciamento ambiental.

Posteriormente, a Resolução CONAMA nº 237 de 1997 regulamentou alguns aspectos dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental; sobretudo estabelecendo critérios para exercício da competência para o licenciamento a que se refere o artigo 10 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, através da integração na atuação dos órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA - na execução da PNMA, em conformidade com as respectivas competências, nas três esferas de governo, Federal, Estadual e Municipal.

O Art. 5º daquela Resolução estabelece-se que compete ao órgão ambiental estadual o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais municípios. Além disso, esta mesma Resolução, em seu Artigo 7º, determina que os empreendimentos serão licenciados em um único nível de competência.

Outro aspecto relevante desta Resolução é que o Artigo 12º estabelece que o órgão ambiental competente poderá definir procedimentos específicos para as licenças ambientais, observadas a natureza, características e peculiaridades do empreendimento.

Na esfera estadual, a Resolução nº 65 de 2008 do Conselho Estadual do Meio Ambiente estabelece requisitos, conceitos, critérios, diretrizes e procedimentos administrativos referentes ao licenciamento ambiental, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná.

Como o presente documento refere-se ao PACUERA, não será mais aprofundada a legislação referente ao licenciamento ambiental.

## 5.5 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E RESERVA LEGAL

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, órgão ligado ao Ministério do Meio Ambiente, tem normatizado uma série de atividades e empreendimentos que implicam em impactos ambientais. Dentre as diversas

resoluções do CONAMA que versam sobre a relação entre empreendimentos e preservação ambiental, ou então sobre a adoção de medidas compensatórias em função da implementação dos empreendimentos, merecem destaque para efeito deste Plano Ambiental as Resoluções CONAMA n° 302 e 303 de 2002.

Em síntese, a potencialização de usos múltiplos dos reservatórios de usinas hidrelétricas é requisito legal e não somente o resultado de ações isoladas de empreendedores e, nesse sentido, o Instituto Água e Terra - IAT, como órgão estadual responsável pelo licenciamento ambiental, passou a adotar como norma exigir a elaboração de o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório para cada aproveitamento, além de atender às exigências legais expressas nas Resoluções CONAMA n° 302 e 303 de 2002.

As duas Resoluções versam sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente - APP, sendo que a Resolução CONAMA n° 302/2002 trata-se de forma específica de APP de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno, como definido no seu Art. 4°: “o CONAMA estabelecerá, em Resolução específica, parâmetros das Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso de seu entorno”.

No presente “Plano de Controle Ambiental e Uso das Águas e do Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica Tibagi Montante”, por se tratar de reservatório artificial destinado à geração de energia elétrica, a Resolução CONAMA n° 302/2002 deves necessariamente ser observada.

A Resolução CONAMA n° 302/2002, em seu Art. 2°, define o plano ambiental de conservação e uso do entorno dos reservatórios artificiais como:

> *“conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e a ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.*

A aprovação do Plano Ambiental cabe ao órgão ambiental responsável pelo licenciamento do aproveitamento hidrelétrico, no caso da UHE Tibagi Montante o Instituto Água e Terra – IAT do Paraná.

De acordo com o Art. 3° da Resolução CONAMA n° 302/2002: “constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:

> *I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;”*
>
> *(...)*
>
> *§ 1º Os limites da Área de Preservação Permanente, previstos no inciso I, poderão ser ampliados ou reduzidos, observando-se o patamar mínimo de trinta metros, conforme estabelecido no licenciamento ambiental e no plano de recursos hídricos da bacia onde o reservatório se insere, se houver.*

Recentemente, o novo Código Florestal, definido pela Lei nº 12.651 de 25 de Maio de 2012 voltou a abordar estas definições, estabelecendo caráter legal permanente, conforme segue:

> *“Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: (...)*
>
> *III - as áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012) (...)*
>
> *“Art. 5º - Na implantação de reservatório d’água artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana.*

> *§ 1º - Na implantação de reservatórios d'água artificiais de que trata o caput, o empreendedor, no âmbito do licenciamento ambiental, elaborará Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, em conformidade com termo de referência expedido pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama, não podendo o uso exceder a 10% (dez por cento) do total da Área de Preservação Permanente."*

Com relação à Reserva Legal, o Código Florestal considera a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada conforme demonstrado abaixo, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

Além disso, a Área de Reserva Legal deve ser conservada com cobertura de vegetação nativa pelo proprietário do imóvel rural, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, bem como ser ser registrada no órgão ambiental competente por meio de inscrição no CAR, sendo vedada quaisquer alterações referentes à sua destinação. Caso contrário, o infrator será punido por lei.

Com relação ao percentual a ser mantido como Reserva Legal, vale citar o Artigo 12º:

> *Art. 12. Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel:*
>
> *(...)*
>
> *II - localizado nas demais regiões do País: 20% (vinte por cento).*

Por fim, para definir com exatidão, no Estado do Paraná, a Portaria nº.069 do Instituto Ambiental do Paraná (atual IAT)teve como objetivo, definido em seu Artigo 1º, o de

> *Adotar e exigir a metodologia desenvolvida por Dias (2001) apresentada no anexo desta Portaria para definição da metragem da área de preservação permanente para os empreendimentos de geração de energia elétrica.*

## 5.6 USO DE REPRESAS PÚBLICAS E PRIVADAS

No âmbito da legislação estadual, importante citar a Lei nº 17.048, de 04 de janeiro de 2012 que dispõe sobre o uso de lagos, lagoas e represas públicas e privadas para a prática de esportes aquáticos. Em seu artigo 1º (redação alterada pela Lei n° 17227/2012):

> *"Fica permitido o uso de lagos, lagoas e represas públicas e privadas do Estado do Paraná, destinadas exclusivamente à captação de água para abastecimento, para a prática de esportes aquáticos que não utilizem motor de combustão por hidrocarboneto."*

Sem prejuízo do constante nas Leis Estaduais n° 17.048/2012 e 17.277/2012, o IAT – Instituto Água e Terra, por meio de análise de sua equipe multidisciplinar (Informação IAT n° 029/2021), define que fica vetado o uso de embarcações que utilizem motor de combustão por hidrocarbonetos no reservatório da UHE Tibagi Montante, em função da existência da captação de água para consumo humano.

## 5.7 CONSERVAÇÃO E USO DO SOLO E DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Com relação à conservação e uso do solo, no âmbito federal merece destaque o Decreto Federal nº 4.074 (de 04 de janeiro de 2002) que regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a

inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

No âmbito estadual, uma série de dispositivos legais tratam tanto da preservação, quanto de uso de agrotóxicos e embalagens.

A Lei Estadual nº 8.014 de 14/12/1984 que dispõe sobre a preservação do solo agrícola do Estado do Paraná.

Em 5 de julho de 1985, a Resolução nº 22/85, da Secretaria de Estado do Interior (SEIN) passou a regular a poluição do meio ambiente por agrotóxicos e biocidas, além de dar outras providências. Esta Resolução, em seu artigo 18, estabelece que

> *No caso de lançamento culposo ou doloso de agrotóxicos e/ou biocidas de qualquer espécie nos rios, córregos ou reservatórios d'água, configurando crime contra a saúde pública, tal como previsto nos Artigos 270 e 271 do Código Penal, caberá à SUREHMA, sem prejuízo da aplicação de penalidades administrativas, comunicar o fato à autoridade policial competente para instauração de inquérito, apuração da infração e sua autoria.*

Importante ressaltar que, em 1992, houve a fusão da Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente - SUREHMA e do Instituto de Terras, Cartografia e Florestas – ITCF, dando origem ao antigo Instituto Ambiental do Paraná – IAP, atual Instituto Água e Terra – IAT, vinculado atualmente à Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e do Turismo - SEDEST. Desta forma, a responsabilidade citada à SUREHMA na Resolução nº 22/85 da SEIN passou para o IAT.

O Decreto Estadual nº 6.120/85 de 13/08/1985, incluindo seu Anexo, regulamenta a Lei nº 8.014/1984, que dispõe sobre a preservação do solo agrícola do Estado do Paraná,

O Decreto Estadual nº 4.861, de 05/10/1998 que Altera o art. 21, do Anexo do Decreto Estadual nº 6.120/85, e dispõe sobre a preservação do solo agrícola do Estado do Paraná;

Mais recentemente, a Resolução nº 172/10 de 03/09/2010, da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB) passa a dispor sobre práticas conservacionistas de controle da erosão do solo agrícola.

## 5.8 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

No âmbito do Estado do Paraná, merece destaque o Decreto Estadual n.° 387 de 1999 que aprova os critérios, normas, procedimentos e conceitos aplicáveis ao SISLEG – Sistema de manutenção, recuperação e proteção da reserva florestal legal e áreas de preservação permanente e dá outras providências.

## 5.9 FAIXA DE DOMÍNIO DE ESTRADAS PÚBLICAS

Faixa de domínio é a área onde está instalada a pista ou faixa de rolamento e espaços laterais, que pertencem ao patrimônio público. Pode ser definido, também, como um conjunto de áreas, declarada de utilidade pública, destinadas a construção e operação da rodovia, dispositivo de acessos, postos de serviços complementares, pistas de rolamento, acostamento, canteiro central e faixa lateral de segurança, destinadas a acomodar os taludes de corte, aterro e elementos de drenagem, como também área de escape.

De acordo com o Código Trânsito Brasileiro, Lei nº. 9.503/97, de 23/09/1997, Anexo I, as faixas de domínio são superfícies lindeiras às vias rurais, delimitadas por lei específica e sob responsabilidade do Órgão ou entidade de trânsito competente com circunscrição sobre a via. Conforme o Art. 50 da referida Lei, o uso de faixas laterais de domínio e das áreas adjacentes às estradas e rodovias obedecerá às condições de segurança do trânsito estabelecidas pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre a via.

Os limites da faixa de domínio das estradas federais e estaduais têm sua largura variada conforme cada rodovia e são normatizados por Decreto. Além disso, é obrigatória uma reserva de mais 15 metros para cada lado da faixa de domínio (faixa "*non-aedificandi*") na qual não se pode construir (Lei Federal nº 6.766/79).

A faixa de domínio das estradas municipais de Tibagi estão enquadradas de acordo com o Código de Postura do município (Lei n°388/1964), que em seu Artigo 182 do Capítulo XIII Das Estradas e Caminhos Públicos classifica os limites de largura.

## 5.10 PARCELAMENTO DO SOLO

Atenção especial deverá ser dada aos requisitos da Lei Federal nº 6.766/79, que disciplina o parcelamento do solo urbano para todas as pessoas jurídicas de Direito Público Interno – União, Estados, Distrito Federal e Municípios.

Merece destaque o artigo 3º que dispõe que

> *"Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo Plano Diretor ou aprovadas por Lei Municipal."*

Além disso, o artigo 53 desta Lei prevê que

> *"Todas as alterações de uso de solo rural para fins urbanos dependerão de prévia audiência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, do Órgão Metropolitano, se houver, onde se localiza o município, e da aprovação da prefeitura municipal ou do Distrito Federal quando for o caso, segundo as exigências da legislação pertinente."*

Também deverá ser considerada a Lei nº 10.257/2001, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana.

Importante citar ainda a Lei nº 4.504/1964 (Estatuto da Terra), que, em seu artigo 65, estabelece que

> *"O imóvel rural não é divisível em áreas de dimensão inferior à constitutiva do módulo de propriedade rural."*

Esta mesma Lei define, em seu artigo 4º, I:

> *"Imóvel Rural", o prédio rústico, de área contínua qualquer que seja a sua localização que se destina à exploração extrativa agrícola, pecuária ou agroindustrial, quer através de planos públicos de valorização, quer através de iniciativa privada;"*

Em seu artigo 65, a Lei n.º 4.504/1964 define que

> *"O imóvel rural não é divisível em áreas de dimensão inferior à constitutiva do módulo de propriedade rural."*

A Fração Mínima de Parcelamento (FMP), decorrente do art. 65 do Estatuto da Terra e de seu Decreto Regulamentador 59.428/66, veio a ser de fato criada pela Lei nº 5.868/72 para definir o limite de desmembramento de um imóvel rural, de maneira a evitar que as áreas remanescentes do desmembramento, de tão diminutas, venham a se tornar inviáveis para a exploração de atividades rurais:

> *Art. 8º - Para fins de transmissão, a qualquer título, na forma do Art. 65 da Lei número 4.504, de 30 de novembro de 1964, nenhum imóvel rural poderá ser desmembrado ou dividido em área de tamanho inferior à do módulo calculado para o imóvel ou da fração mínima de parcelamento fixado no § 1º deste artigo, prevalecendo a de menor área.*
>
> *§ 1º - A fração mínima de parcelamento será:*
>
> *(...)*
>
> *b) o módulo correspondente às culturas permanentes para os demais Municípios situados nas zonas típicas A, B e C;"*

De acordo com tabela do INCRA, o módulo fiscal de Tibagi está estabelecido em 20 ha e a fração mínima de parcelamento é de 2 ha.

A questão referente ao parcelamento do solo também encontra diretrizes na legislação municipal, mais especificamente na Lei nº 2.198/2008 que dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos da sede municipal e dos distritos constantes do Plano Diretor Municipal de Tibagi. Nessa Lei, importante citar três artigos.

> *"Art. 4º Somente será admitido parcelamento do solo para fins urbanos em Zona Urbana devidamente definida em Lei Municipal de Perímetro Urbano.*

*Parágrafo Único: só serão admitidos loteamentos contíguos à malha urbana ocupada, com acesso direto ao sistema viário já implantado e sem que se criem vazios urbanos.*

*Art. 5º Não será permitido o parcelamento do solo:*

*(...)*

*Em faixa de 100 m (cem metros) ao longo de cada margem de cursos d'água, perenes ou intermitentes, que tenham largura acima de 50 m (cinquenta metros)".*

## 5.11 PROTEÇÃO À FAUNA

Importante citar a Lei nº 5.197 de 3 de janeiro de 1967 que, em seu artigo 1º, estabelece que

*Os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase do seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais são propriedades do Estado, sendo proibida a sua utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha.*

Ainda na mesma Lei, está estipulado, entre outras proibições, o que se segue.

*Art. 10. A utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha de espécimes da fauna silvestre são proibidas.*

*(...)*

*h) nas áreas destinadas à proteção da fauna, da flora e das belezas naturais;*

Posteriormente, a Lei Federal nº 9.605, conhecida como Lei dos Crimes Ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, estabeleceu, em seu artigo 29,

*Art. 29. Matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente, ou em desacordo com a obtida:*

*Pena - detenção de seis meses a um ano, e multa.*

## 5.12 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

O Plano Diretor Municipal apresenta, a partir de um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região, um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infraestrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, para a cidade e para o município, propostas estas definidas para curto, médio e longo prazo, e aprovadas por lei municipal. Por lei, é obrigatório, a princípio, para municípios com mais de 20.000 habitantes.

O Plano Diretor do Município de Tibagi foi aprovado pela Lei Municipal nº. 2.195 em agosto de 2008 encontra-se em fase de revisão prevista na própria Lei, com previsão para conclusão até meados de 2019.

Juntamente com o Plano Diretor, a Lei Orgânica Municipal é um dos principais instrumentos de planejamento urbano. Ela versa sobre as particularidades da administração municipal e varia de município para município. Ambos os instrumentos contêm um grande potencial de desenvolvimento para o Município.

A Lei Orgânica é uma lei genérica, de caráter constitucional, elaborada no âmbito do município e consoante às determinações e limites impostos pelas constituições federal e do respectivo estado, aprovada em dois turnos pela Câmara dos Vereadores, e pela maioria de dois terços de seus membros.

As Leis Orgânicas contêm capítulo específico sobre meio ambiente no qual o Poder Público Municipal assegura a todos cidadãos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. Em Tibagi, a Lei Orgânica foi aprovada em 14 de dezembro de 2000.

## 5.13 ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA CONSERVAÇÃO E A RECUPERAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO ESTADO DO PARANÁ

Em relação às Áreas Estratégicas para a Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado do Paraná – AECR (Figura 5-2), importante citar a Resolução Conjunta SEMA/IAP 005/2009, que estabelece um mapeamento das Áreas Estratégicas para a conservação da biodiversidade no Estado do Paraná, sob as modalidades de Áreas Estratégicas para a Conservação da Biodiversidade e Áreas Estratégicas para a Recuperação da Biodiversidade.

Atráves do mapa da Figura 5-3, percebe-se que parte da Área de Abrangência do PACUERA está inserida nas áreas estratégicas para conservação (verde) e o restante como de restauração (alaranjado).

Sendo assim, vale ressaltar que o licenciamento de atividades situadas nas Áreas Estratégicas terá seu trâmite no IAT analisado considerando também o previsto na citada Resolução.

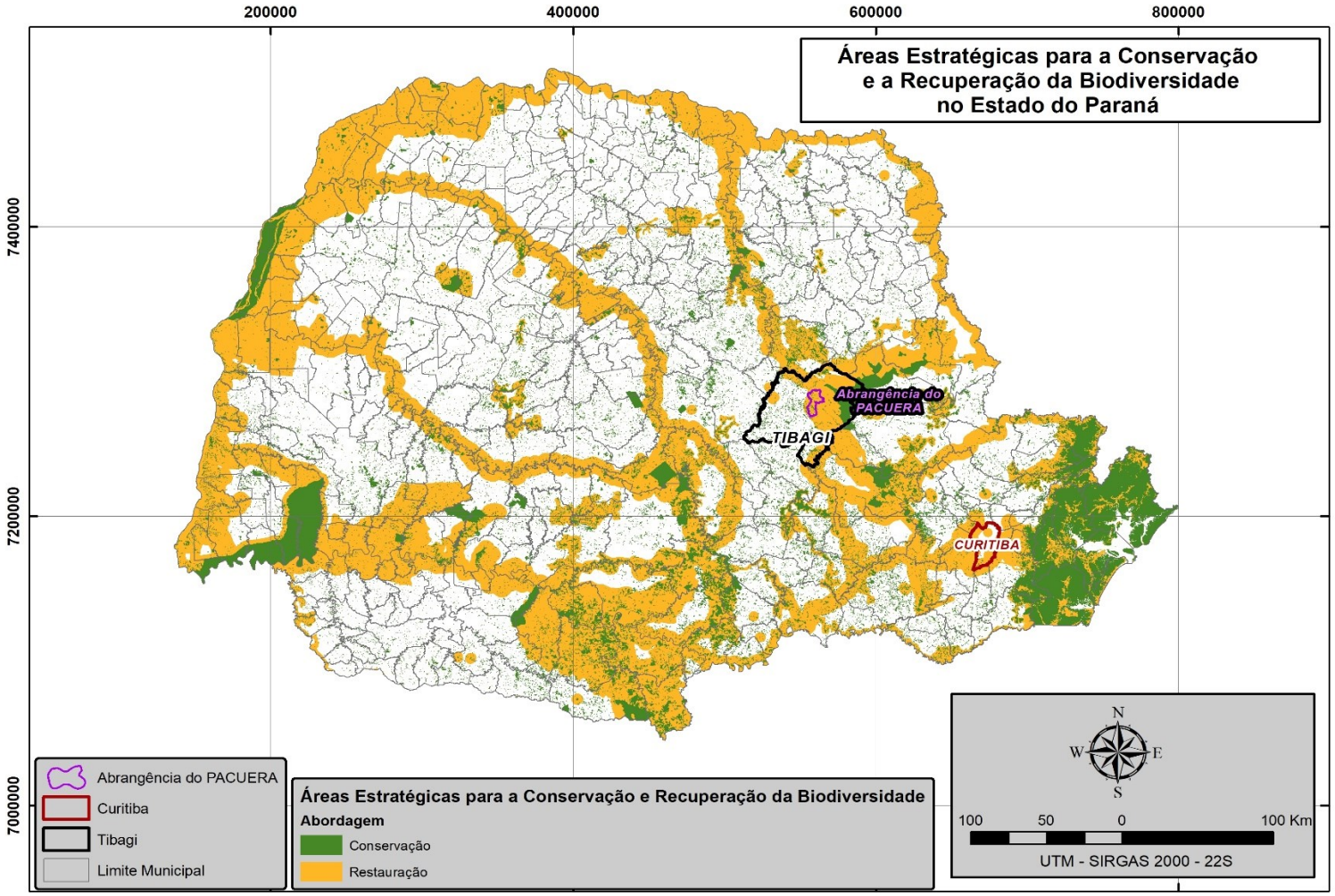



Figura 5.2: Localização da área de abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante sobre as Áreas Estratégicas para a Conservação e a Recuperação da Biodiversidade no estado do Paraná.

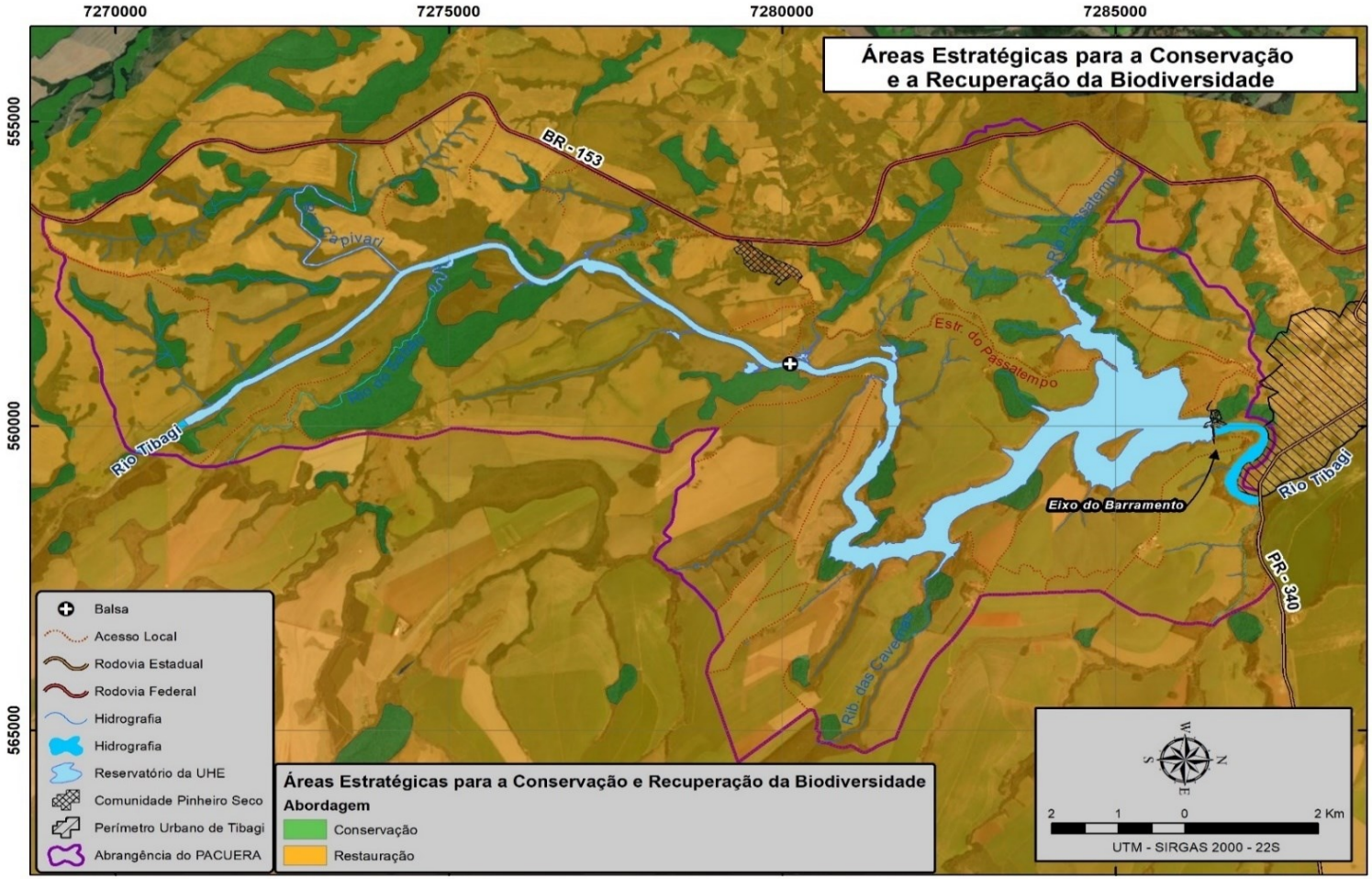



Figura 5.3 - Áreas Estratégicas para Conservação e a Recuperação da Biodiversidade (http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dados-e-Informacoes-Geoespaciais-Tematicos)

# 6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O objetivo do presente diagnóstico ambiental é apresentar os principais aspectos do meio físico, biótico e socioeconômico que tenham relação com o objeto do presente documento. Neste sentido, de forma diferente ao que acontece em estudos de impactos ambientais, a descrição apresentada na sequência focará em condicionantes socioambientais de suma importância para o processo de elaboração do zoneamento socioambiental do PACUERA.

## 6.1 ASPECTOS DO MEIO FISICO

### 6.1.1 Características Gerais da Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica do rio Tibagi localiza-se na parte nordeste do estado do Paraná, entre os paralelos 22º 30’ e 25º 30’ de latitude Sul e meridianos 49º 30’ e 51º 30’ de longitude Oeste. Esta faz limite ao sul com a bacia do rio Iguaçu, a leste com as bacias dos rios Cinzas e Itararé, a sudeste com a bacia do rio Ribeira, a oeste com a bacia do rio Ivaí, a noroeste com a bacia do rio Pirapó e ao norte com as bacias denominadas Paranapanema II e Paranapanema III (Figura 6.1).

O rio Tibagi nasce na Serra das Almas, em altitudes próximas de 1.060 m, entre os municípios de Palmeira e Ponta Grossa e, ao longo de seus 603 km de extensão caracterizados em grande parte por extensos trechos de corredeira, recebe a contribuição de aproximadamente 65 tributários. Sua foz ocorre no reservatório da UHE Capivara, como um dos tributários do rio Paranapanema afluindo pela sua margem esquerda, tendo seu fluxo de vazão influenciado pela linha de remanso que se estende pela foz do rio Tibagi até uma distância de 77,5 km.

Na extensão total do rio Tibagi, o álveo apresenta um desnível total de aproximadamente 785 m entre as altitudes 1.060 m nas cabeceiras e 275 m no reservatório da UHE Capivara.

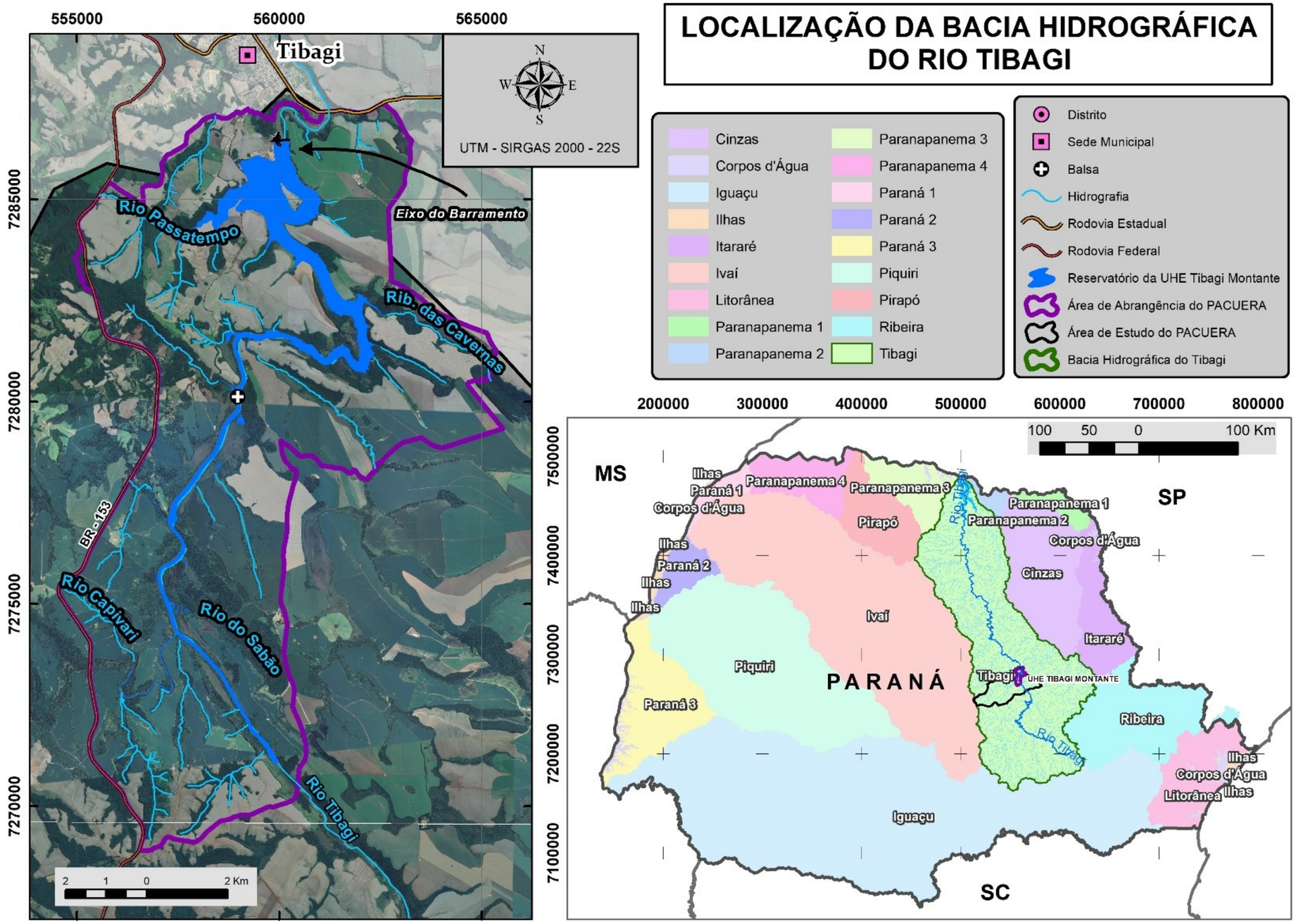



Figura 6.1 - Localização da Bacia Hidrográfica do rio Tibagi

A bacia do rio Tibagi tem um comprimento médio de 320 km e uma largura média de 78 km e situa-se em rochas sedimentares e basálticas. O trecho sobre rochas sedimentares representa cerca de 80% do total do curso do rio e tem características particulares, determinadas pela ocorrência de uma grande quantidade de intrusões de diabásio, principalmente sob forma de diques. Essas intrusões são as principais responsáveis pela topografia acidentada do rio, apresentando voltas, corredeiras e saltos. O trecho situado a jusante da UHE São Jerônimo é constituído de rochas basálticas, com vale mais aberto e de topografia bem menos acidentada.

O curso do rio Tibagi atravessa regiões muito variadas, percorrendo em seu trecho inicial um cânion moldado por rochas areníticas. Ao chegar à região do folhelho de Ponta Grossa, o rio se apresenta com muitos meandros e com uma baixa declividade média, da ordem de 0,1 m/km, o que favorece a formação de várzeas com extensas áreas cultivadas. A partir da foz do rio Pitangui observa-se o predomínio do arenito e a declividade aumenta para uma média de 1,3 m/km, conformada por uma sucessão de saltos e corredeiras.

Até a cidade de Tibagi a topografia das margens é suave, sem ombreiras altas, e as áreas cultivadas dominam a paisagem. Neste ponto, ocorre uma mudança brusca e o terreno se torna bastante acidentado, com vales fechados, e as áreas cultivadas dão lugar as matas e pastagens esparsas, paisagem que se estende até a foz do rio Taquara.

Pouco mais de dois terços do percurso do rio Tibagi é assentado sobre rochas sedimentares do Paleozóico paranaense. O restante do vale, a partir do boqueirão da escarpa Mesozóica até a foz, num trajeto inferior a um terço da extensão total, acha-se entalhado em rochas basálticas.

A tipologia vegetal da bacia segue, aparentemente, a distribuição das distintas zonas climáticas: os campos, com as florestas ciliares e capões, juntamente com as Florestas de Araucária que se distribuem na zona de clima temperado, enquanto a Floresta Estacional Semidecidual ocorre predominantemente em clima subtropical.

### 6.1.1.1 Índices Fisiográficos da Bacia no AHE Tibagi Montante

Considerando que os aspectos físicos de uma bacia constituem elementos de relevante importância na avaliação do comportamento hidrológico e sedimentológico, foram determinadas as principais características físicas da bacia do rio Tibagi, desde sua nascente até o local do UHE Tibagi Montante.

- Área de drenagem ..... 8.835 km²;
- Perímetro da bacia ..... 524 km;
- Comprimento do curso de água principal ..... 230 km;
- Desnível desde a nascente ..... 360 m;
- Declividade média do curso de água principal ..... 1,6 m/km;
- Coeficiente de compacidade ($K_c$) ..... 1,6;
- Fator de forma ($K_f$) ..... 0,17;
- Tempo de concentração ..... 53 h.

O coeficiente de compacidade é um fator indicativo da tendência a enchentes. Quanto mais semelhante a um círculo for uma bacia ($K_c$ = 1), maior será a sua capacidade de proporcionar grandes cheias. A bacia em estudo não apresenta grande tendência a enchentes, uma vez que o coeficiente de compacidade é razoavelmente maior que a unidade, indicando bacia alongada.

O fator de forma, além de indicar o formato aproximado da bacia, é outro dado indicativo da tendência a enchentes. Um fator de forma inferior à unidade ($K_f$ < 1), tal como o da bacia em questão, corresponde a uma bacia alongada e indica pequena propensão a enchentes.

O tempo de concentração, que mede o tempo necessário para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial no exutório, calculado pela fórmula de Kirpich (indicada pelo *Soil Conservation Service*) é de 62 horas.

É importante, ainda, ressaltar que os coeficientes obtidos para o local fornecem apenas um indicativo do comportamento hidrológico do curso de água em estudo, pois são vários os fatores que interferem na origem e comportamento das cheias em uma dada bacia hidrográfica.

### 6.1.2 Caracterização Climática

O clima da região apresenta acentuada variação devido a sua topografia que acentua as características das massas de ar envolvidas na dinâmica de sua circulação atmosférica.

Segundo a classificação climática adotada por Köeppen a bacia do rio Tibagi está sob a influência de dois tipos climáticos: Cfa subtropical (ao norte, no trecho mais a jusante) e Cfb temperado (ao sul, no trecho mais a montante). No trecho intermediário, há uma zona mista. A Figura 6.2 apresenta o mapa climático da bacia e destaque da área de estudo e área de abrangência.

O primeiro tipo climático, Cfa, que abrange toda a bacia na sua parte setentrional, estreitando-se gradualmente até a altura do município de Tibagi, é mesotérmico, com temperaturas médias no mês mais frio abaixo dos 18º C e acima de 3º C, não apresentando estação seca distinta. O verão apresenta temperaturas médias, nos meses mais quentes, da ordem de 28º C.

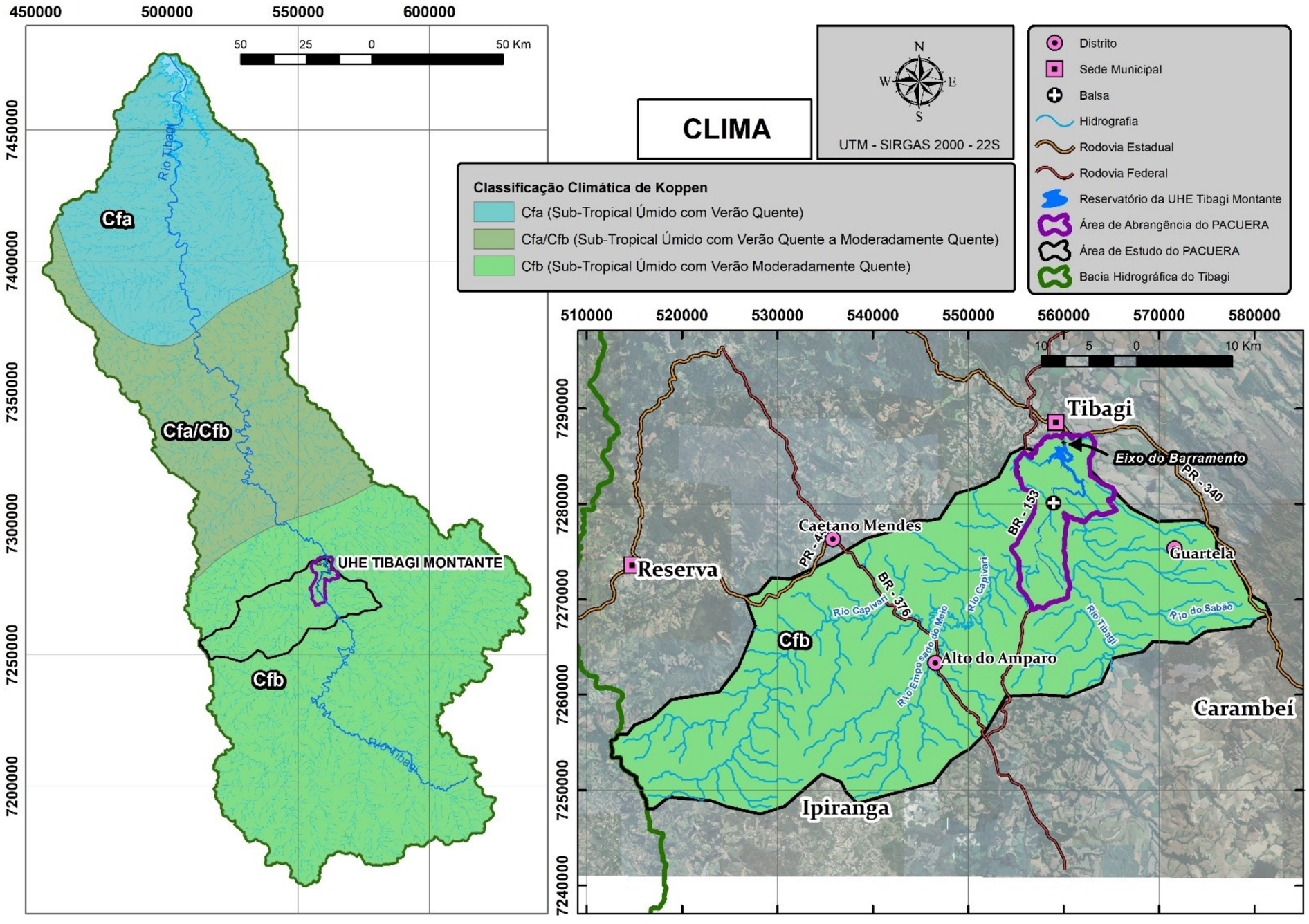



Figura 6.2 - Clima na Bacia do rio Tibagi

O segundo tipo climático, Cfb, que coincide com as áreas mais elevadas, nos divisores de água entre as bacias de rio Tibagi com o rio Laranjinha, a leste, e com o rio Ivaí a Oeste, é subtropical úmido, mesotérmico, com verões amenos, geadas severas e frequentes e sem estação seca definida. Este tipo climático se caracteriza por apresentar temperaturas médias inferiores a 22º C nos meses mais quentes e inferiores a 18º C nos meses mais frios.

Na bacia hidrográfica do rio Tibagi encontram-se em operação quatro estações meteorológicas, duas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e duas operadas pelo IAPAR / SIMEPAR, conforme indicado na Tabela 6-1. O Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR operou as estações até maio de 1997. Após esta data, os dados são das estações operadas pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR.

Tabela 6-1- Rede Meteorológica de Interesse

| Código ANA | Posto | Entidade Responsável | Coordenadas | | Altitude (m) | Período |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Latitude | Longitude | | |
| 02351006 | *Londrina | INMET - 83766 | 23º23'00" | 51º11'00" | 566 | 61/90 |
| 02450010 | Castro | INMET - 83813 | 24º47'00" | 50º00'00" | 1.009 | 61/89 |
| 02450011 | *Telêmaco Borba | IAPAR | 24º20'00" | 50º40'00" | 768 | 77/97 |
| 02450064 | Telêmaco Borba | SIMEPAR | 24º20'00" | 50º40'00" | 768 | 97/04 |
| 02550024 | *Ponta Grossa | IAPAR | 25º13'28" | 50º01'40" | 880 | 54/97 |
| 02550071 | Ponta Grossa | SIMEPAR | 25º14'28" | 50º01'40" | 886 | 97/04 |
| 02450064 | *Telêmaco Borba | SIMEPAR | 24º20'00" | 50º40'00" | 768 | 97/04 |
| 02550024 | *Ponta Grossa | IAPAR | 25º13'28" | 50º01'40" | 880 | 54/97 |
| 02550071 | Ponta Grossa | SIMEPAR | 25º14'28" | 50º01'40" | 886 | 97/04 |

*Estações meteorológicas presentes na bacia do rio Tibagi.

A seguir é apresentada a caracterização climática da bacia, tendo como referência os dados disponíveis das estações meteorológicas, refletidas no comportamento temporal e espacial deprecipitação e temperatura do ar.

Precipitação

Analisando-se a distribuição espacial das chuvas na bacia, verifica-se a ocorrência de totais anuais precipitados de 1.515 mm na região das cabeceiras, com uma tendência de crescimento dos índices, à medida que se caminha para jusante, onde são encontrados totais precipitados de 1.622 mm.

Quanto ao comportamento sazonal de precipitações na bacia, são assinalados dois períodos distintos:

- Período chuvoso, abrangendo o verão e principalmente o outono, com início normalmente em outubro e prolongando-se até abril e máximas registradas geralmente no mês de janeiro, onde são observados valores precipitados médios variando de 150 mm na região de cabeceiras e 230 mm próximo a foz;
- Um período relativamente mais seco, compreendendo o inverno e a primavera e englobando os meses de maio a setembro e mínimas observadas geralmente no mês de agosto, onde são registradas, normalmente, precipitações variando de 60 a 80 mm. O padrão de precipitação observado na bacia não evidencia, portanto, a ocorrência de um mês tipicamente seco.

Temperatura do Ar

O padrão espacial de temperatura média na bacia indica a ocorrência de temperaturas relativamente mais elevadas na estação de Londrina, onde são observados valores da ordem de 20,6ºC. Condicionada em parte pela altitude da bacia, os valores das temperaturas médias do ar apresentam um gradiente decrescente na medida em que se dirige para montante, sendo registradas temperaturas de 18,5ºC em Telêmaco Borba, 16,2ºC em Castro e 17,5ºC na região de Ponta Grossa.

O comportamento sazonal indica um trimestre relativamente mais quente nos meses de dezembro a fevereiro, e máximas geralmente incidindo em fevereiro, onde são registrados valores médios mensais variando de 20,8ºC (Ponta Grossa) a 24,0ºC (Londrina). As temperaturas mínimas geralmente são observadas nos meses de junho ou julho com valores médios variando entre 12,4ºC (Castro) e 16,1ºC (Londrina). Considerando-se os valores apresentados, verifica-se ao longo do ano uma variação média mensal de temperatura da ordem de 8ºC.

### 6.1.3 Geologia

A área de estudo do PACUERA é composta por rochas do Grupo Paraná, Grupo Itararé, Grupo Guatá (Formação Rio Bonito e Formação Palermo), Grupo Passa Dois (Formação Irati, Formação Serra Alta e Formação Teresina), Grupo São

Bento (Formação Serra Geral), e sedimentos aluvionares recentes.

Na área de abrangência do PACUERA ocorrem basicamente rochas do Grupo Paraná (Formação Furnas e Formação Ponta Grossa), e sedimentos recentes, descritos a seguir e ilustrados na Figura 6.3.

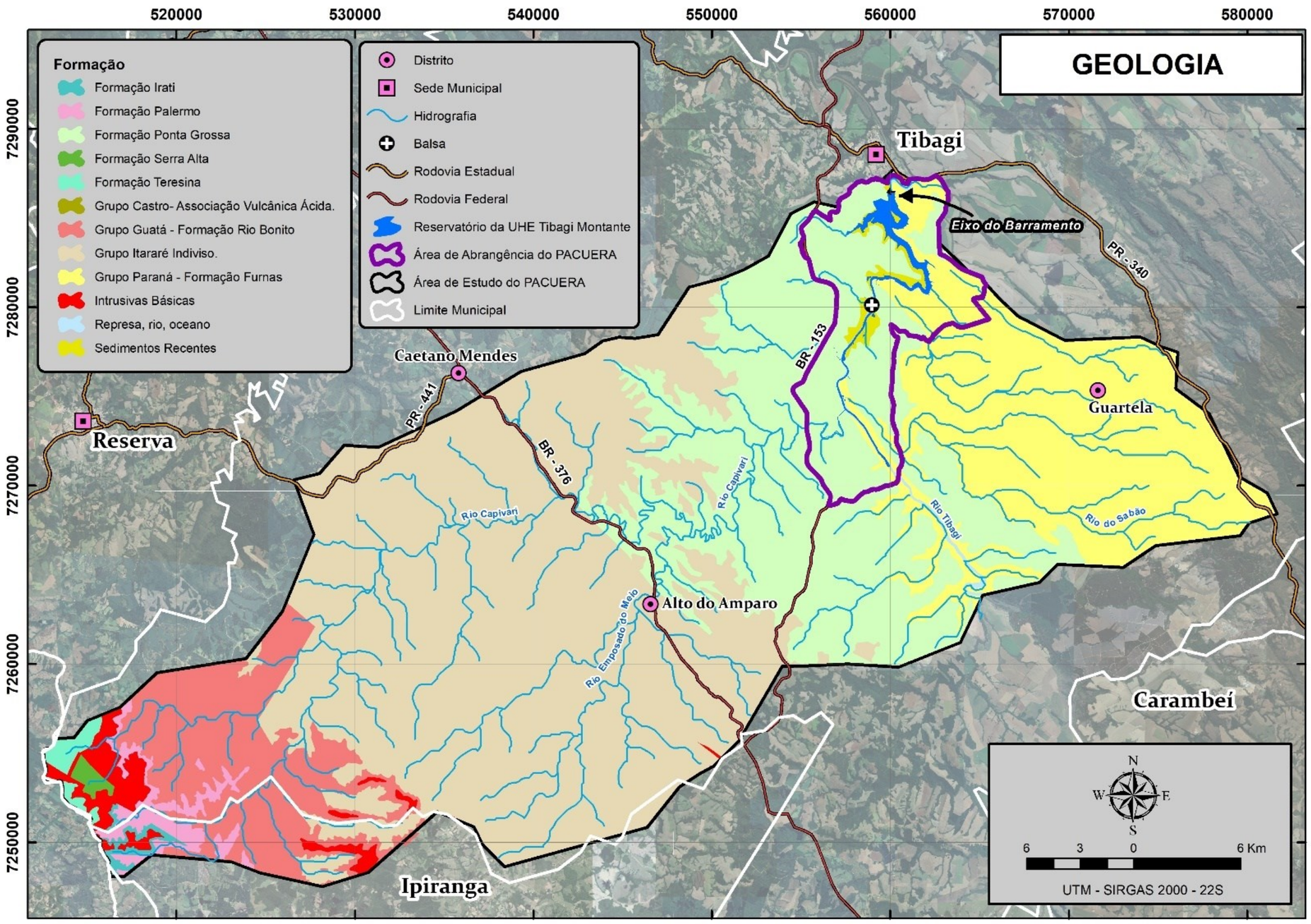



Figura 6.3 - Geologia da área de estudo e de abrangência do PACUERA

- **Grupo Paraná**

O Grupo Paraná, representa sedimentos da Bacia do Paraná, do Devoniano, tendo na parte inferior a Formação Furnas, e na, parte superior, a Formação Ponta Grossa.

Formação Furnas – É caracterizada por arenitos quartzosos brancos (Figura 6.4), de granulação média a grossa, feldspáticos e/ou caulínicos, mal selecionados, portadores de estratificação cruzada, aos quais se intercalam níveis finos de conglomerados, sobretudo na porção basal. Apresenta geometria tabular e pequena variabilidade de espessura, entre 250 e 300 m.

O conjunto de juntas e fraturas medidas em campo nos arenitos da Formação Furnas (Figura 6.5) denota um arcabouço estrutural comandado, basicamente, por duas direções preferenciais de fraturamentos, N 35º- 50ºE e N 30º-60ºW, marcadas por fraturas verticais.

Figura 6.4 – Fraturamentos sub-verticais e sub-horizontais em arenitos da Formação Furnas na área afetada pela UHE Tibagi Montante.

Figura 6.5 – Afloramento de arenito da Formação Furnas.

Formação Ponta Grossa – É representada por folhelhos e siltitos alaranjados, acinzentados, localmente carbonosos, com intercalações de arenitos muito finos, esbranquiçados, com laminação paralela, marca ondulada e “flaser”. Também é marcado pela ocorrência de fósseis (Braquiópodes e trilobitas).

Em termos de estruturas geológicas, na Área de Abrangência foram encontradas estruturas rúpteis (fraturas), existentes nos litotipos da Formação Ponta Grossa (Grupo Paraná).

As feições estruturais mais evidentes, observáveis em fotografias aéreas, são feições lineares, alinhadas segundo a direção preferencial NE e NW, muitas vezes condicionantes da rede de drenagem. Os grandes alinhamentos estruturais encontram-se orientados na direção SW-NE, que controlam a direção dos rios. Estas feições estruturais relacionam-se aos esforços tectônicos originados na implantação do Arco de Ponta Grossa, que representam linhas de extensos fraturamentos dispostos segundo as direções preferenciais NE e NW, que fortemente condicionam o sistema regional de drenagem. O sistema com direção NE mostra-se, frequentemente, aberto e propício a circulação e armazenamento hidrogeológico,

encontrando-se com direções paralelas aos dobramentos do escudo pré-cambriano. O sistema NW, apresenta-se, via de regra, preenchido por intrusões de diabásio, em forma de diques.

### 6.1.4 Geomorfologia

A área em estudo, em especial na área de abrangência, está situada no Segundo Planalto Paranaense, englobando as sub-unidadesmorfoesculturais Planalto de Jaguariaíva e Planalto de Tibagi, conforme pode ser visualizado na Figura 6.6.

O Segundo Planalto Paranaense encontra-se esculpido em rochas paleozoicas da Bacia Sedimentar do Paraná e se apresenta como um planalto modelado em estruturas monoclinais, sub-horizontais, mergulhando para o oeste. Os limites deste planalto, a oeste e norte, são a Escarpa da Serra Geral; e a leste, a Escarpa Devoniana. O Rio Tibagi é um dos principais rios do Segundo Planalto, e é um exemplo de rio consequente, isto é, acompanha o declive do relevo regional até próximo da Escarpa da Serra Geral, onde passa a comportar-se também como um rio antecedente.

O Planalto de Tibagi, que ocorre na ADA da UHE Tibagi Montante, apresenta dissecação média. A classe de declividade predominante é menor que 6%. Em relação ao relevo, apresenta altitudes variando entre 620 (mínima) e 1080 (máxima) m.s.n.m (metros sobre o nível do mar). As formas predominantes são topos aplainados (Figura 6.7), vertentes retilíneas e convexas e vales em “V”. A direção geral da morfologia é NW/SE modelada em rochas da Formação Ponta Grossa.

O Planalto de Jaguariaíva, também com ocorrência na área de estudo, apresenta dissecação alta. A classe de declividade predominante está entre 6-30%. Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 640 metros com altitudes variando entre 640 (mínima) e 1.280 (máxima) m.s.n.m. As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da Formação Ponta Grossa.

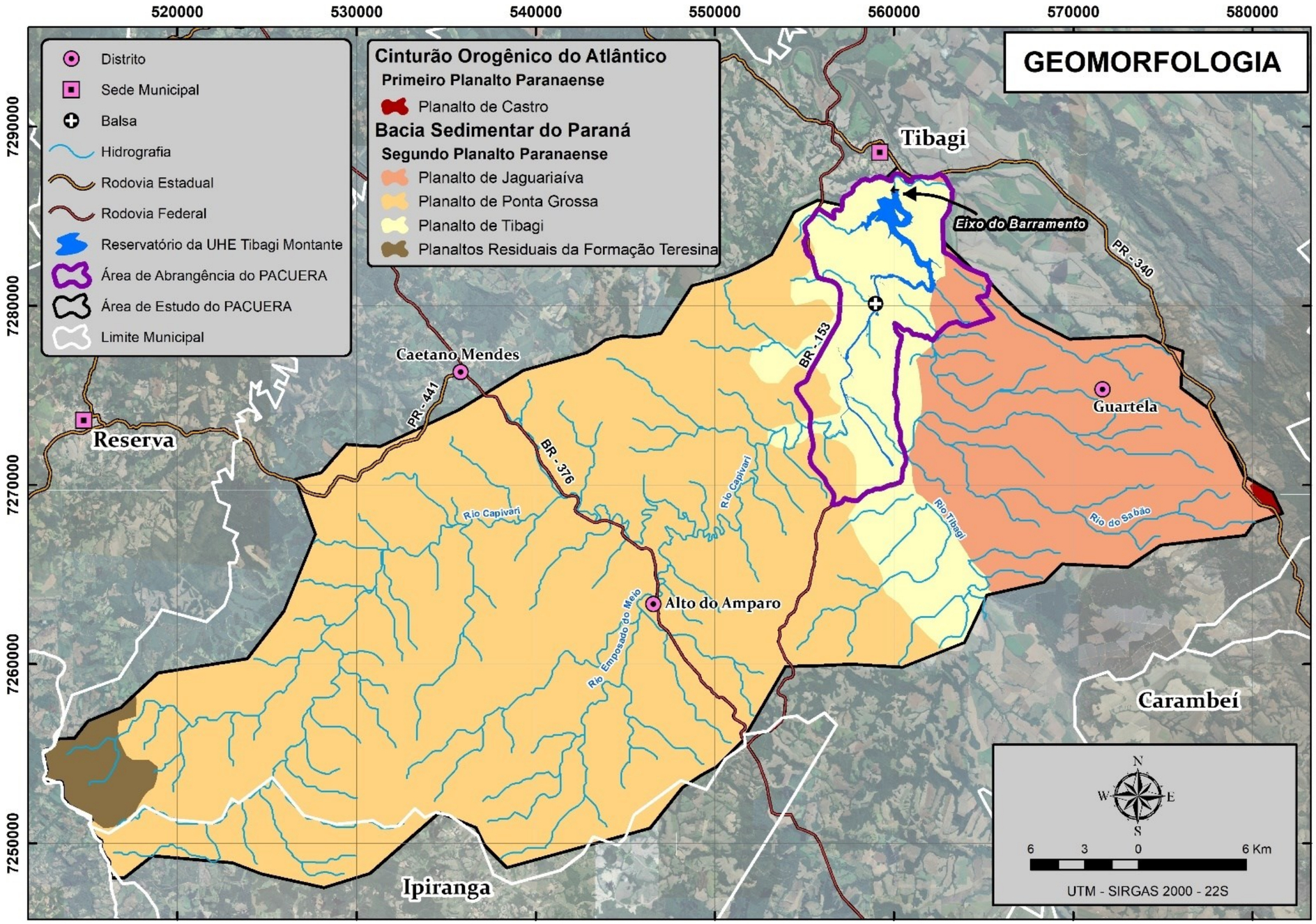



Figura 6.6 – Geomorfologia da Área de Estudo e Área de Abrangência

Como observado em campo, predominam formas de relevo caracterizadas como colinas suaves (Figura 6.8), de topos planos, vertentes convexas e retilíneas e declividade baixa, variando entre 2° e 15°. Capeando às colinas ocorrem solos coluvionares e residuais provenientes das formações sedimentares que caracterizam a região, ou seja, as formações Furnas e Ponta Grossa.

Figura 6.7– Forma de relevo com topos aplainados na Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante.

Figura 6.8 – Relevo com colinas suaves e vertentes retilíneas na Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante.

### 6.1.5 Pedologia

Na área da bacia hidrográfica do rio Tibagi observa-se uma grande variedade de tipos de solos e de associações, que, de acordo com as três regiões fisiográficas que ali predominam (MAACK, 1981), assim se distribui: neossolos litólicos, cambissolos e latossolos vermelho-amarelos álicos na área do primeiro planalto; cambissolos predominam e aparecem em associações com os neossolos litólicos, argissolos e latossolos na área do segundo planalto; latossolos e nitossolos na área do terceiro planalto (STIPP, 2002).

Numa análise geral sobre a distribuição dos tipos de solos dentro da bacia hidrográfica do rio Tibagi, observa-se que os mesmos podem ser agrupados em três grandes subdivisões, que coincidem, genericamente, com as três compartimentações fisiográficas mencionadas, e, consequentemente, tiveram origem no tipo de embasamento geológico que predominou na região (STIPP, 2002).

As unidades de mapeamento que caracterizam a área de estudo do empreendimento estão relacionadas na Tabela 3-1. Verifica-se que, além das

unidades pedológicas simples (apenas uma classe de solo), são evidenciadas unidades compostas (associação de solos) em grande número.

Tabela 6-2– Unidades de mapeamento na Área de Estudo

| LEGENDA | COMPOSIÇÃO DA UNIDADE |
|---|---|
| CHa8 | Associação de: CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico típico + NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico, ambos textura média fase campo subtropical relevo suave ondulado de vertentes curtas substrato arenitos + ORGANOSSOLO HÁPLICO Indiscriminado fase campo subtropical de várzea relevo plano. |
| CXbd10 | CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média A proeminente álico fase campo subtropical relevo suave ondulado substrato arenitos e folhelhos sílticos. |
| CXbd12 | Associação de: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico fase relevo ondulado substrato arenitos + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico fase relevo suave ondulado, ambos textura média A proeminente, fase campo subtropical. |
| CXbd27 | CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico textura argilosa A proeminente álico fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado de vertentes curtas substrato siltitos e folhelhos. |
| CXbd28 | Associação de: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico textura argilosa substrato folhelhos sílticos + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico textura média substrato arenitos e siltitos, ambos A proeminente álicos fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado. |
| CXbd7 | Associação de: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico substrato folhelhos sílticos + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico cambissólico textura argilosa, ambos A proeminente, fase campo subtropical relevo suave ondulado de vertentes curtas. |
| CXbd8 | Associação de: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, ambos textura argilosa A proeminente álicos fase campo subtropical relevo ondulado substrato folhelhos sílticos. |
| LVd10 | Associação de: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico fase relevo suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico fase relevo ondulado substrato siltitos argilitos e folhelhos, ambos textura argilosa A moderado álicos fase floresta subtropical perenifólia. |
| LVd4 | LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico textura argilosa A proeminente álico fase campo subtropical relevo suave ondulado. |
| LVd6 | Associação de: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico fase relevo suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico fase relevo ondulado substrato folhelhos, ambos textura argilosa A proeminente álicos fase campo subtropical. |
| LVd7 | Associação de: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico fase relevo suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico cambissólico fase relevo ondulado, ambos textura média A proeminente álicos fase floresta subtropical perenifólia. |
| LVd8 | LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico textura média A proeminente álico fase campo subtropical relevo suave ondulado. |
| LVd9 | LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico textura argilosa A moderado álico fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado. |
| NXa2 | Associação de: NITOSSOLO HÁPLICO Alumínico típico fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico fase floresta subtropical subperenifólia relevo ondulado substrato siltitos argilitos e folhelhos, ambos textura argilosa A proeminente. |
| PVAd17 | Associação de: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico textura média/argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico textura |

| LEGENDA | COMPOSIÇÃO DA UNIDADE |
|---|---|
| | argilosa fase floresta subtropical subperenifólia relevo forte ondulado substrato siltitos argilitos e folhelhos, ambos A moderado. |
| PVAd32 | ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico cambissólico textura argilosa A proeminente álico fase campo subtropical relevo suave ondulado de vertentes curtas. |
| PVAd8 | Associação de: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico fase relevo ondulado + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico fase relevo suave ondulado, ambos textura média A proeminente, fase campo subtropical. |
| RLd10 | Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico substrato siltitos + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico substrato folhelhos, ambos textura argilosa A moderado, fase floresta subtropical subperenifólia relevo forte ondulado. |
| RLd15 | NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico textura siltosa A moderado, fase floresta subtropical subperenifólia relevo forte ondulado substrato siltitos e arenitos finos. |
| RLd3 | Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, ambos textura argilosa A proeminente álicos fase pedregosa floresta subtropical subperenifólia relevo forte ondulado e montanhoso substrato rochas do derrame do Trapp. |
| RLe1 | NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico textura argilosa A moderado, fase floresta subtropical subperenifólia relevo forte ondulado e montanhoso substrato siltitos arenitos e argilitos. |
| RLe3 | Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A moderado substrato folhelhos + NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico típico substrato diabásios + NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico A moderado, todos textura argilosa fase pedregosa floresta subtropical subperenifólia relevo montanhoso e forte ondulado. |
| RLh1 | NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura argilosa álico fase floresta subtropical subperenifólia relevo ondulado e forte ondulado substrato siltitos argilitos e folhelhos. |
| RLh6 | Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico fase relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico latossólico fase relevo ondulado, ambos textura média fase floresta subtropical subperenifólia substrato arenitos. |
| RLh7 | Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média álico fase floresta subtropical subperenifólia relevo forte ondulado substrato arenitos + AFLORAMENTOS DE ROCHA (arenitos). |
| RLh9 | Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Húmico típico textura média fase campo subtropical relevo suave ondulado substrato arenitos + AFLORAMENTO DE ROCHA (arenitos). |
| RQo | NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico húmico álico fase campo subtropical relevo ondulado e suave ondulado. |
| AR1 | AFLORAMENTOS DE ROCHA |

Considerando apenas as unidades na quais cada classe de solo apresenta-se como primeiro componente (no caso das associações), verifica-se que na Área de Estudo há predominância de Neossolos. Esta ordem é representada principalmente pelos Neossolos Litólicos.

Entretanto, na Área de Abrangência, o cenário muda e há três outras classes de solos que possuem ocorrência mais relevante: Cambissolos, Neossolos e Latossolos, além de afloramentos de rocha.

Os Cambissolos predominam na área de abrangência do PACUERA, principalmente na área mais próxima ao eixo da barragem. São representados somente pela subordem dos Cambissolos Háplicos, os quais fazem parte da composição de três das cinco unidades de mapeamento evidenciadas na ADA. Com isso, possuem alta significância por ocorrerem amplamente ao longo do rio Tibagi e áreas adjacentes, em ambas as margens, desde a região em que está previsto o barramento até aproximadamente o inicio do terço médio do reservatório (unidade CXbd8). Também estão distribuídos em partes dos terços médio e final do reservatório (unidades RLd10 e LVd6).

Os Latossolos Vermelhos também estão distribuídos de forma significativa na área. Na unidade pedológica LVd4, ocorrem amplamente na região das cotas de alague referentes ao rio Pedra Branca, tributário do rio Tibagi pela margem esquerda nas proximidades do eixo previsto, além de também ocorrer ao longo do rio Tibagi, em ambas as margens, aproximadamente no terço médio, e em duas porções do terço final do reservatório. Já na unidade LVd6 (associação entre Latossolos Vermelhos e Cambissolos Háplicos), distribuem-se ao longo das margens do rio Tibagi num trecho de menor extensão, em parte dos terços médio e final do reservatório da UHE Tibagi Montante.

Os demais solos tem pouca representatividade dentro da área de abrangência, como se pode observar no mapa apresentado na Figura 6.9.

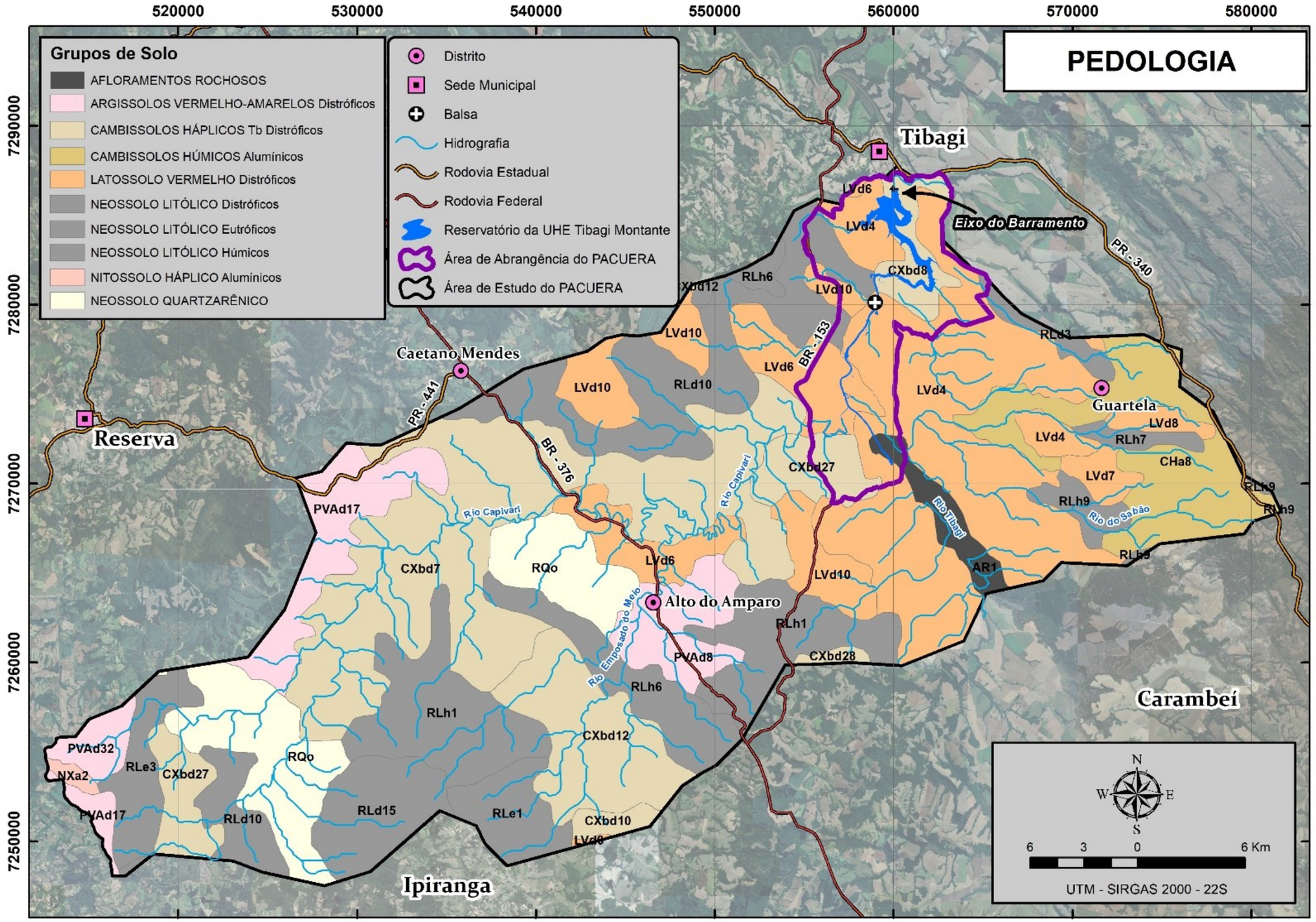



Figura 6.9– Pedologia da Área de Estudo e Área de Abrangência

Figura 6.10– Aspecto de relevo e uso com agricultura e presença de cobertura vegetal nativa, em área de ocorrência dos Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos (unidade CXbd8).

Figura 6.11– Aspecto de relevo e uso com agricultura e presença de cobertura vegetal nativa, em área de ocorrência dos Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos (unidade CXbd8).

Figura 6.12– Aspecto de relevo suave ondulado e uso com agricultura, em área de ocorrência dos Latossolos Vermelhos (unidade LVd4).

Figura 6.13– Aspecto de relevo suave ondulado e uso com agricultura (predominante), em área de ocorrência dos Latossolos Vermelhos (unidade LVd4).

### 6.1.6 Aptidão Agrícola

A classificação e o mapeamento da aptidão agrícola das terras que integram a área de estudo e de abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante são apresentados no mapa da Figura 6.14 e estão de acordo com a base de dados disponível (SUDERHSA, 2009a), a qual considera os critérios do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, de Ramalho Filho & Beek (1995).

Desta forma, cada uma das unidades pedológicas que estão relacionadas à área de estudo está associada a determinado subgrupo de aptidão agrícola, considerando-se os três níveis tecnológicos de manejo dos solos (A, B e C) e os fatores limitantes ao uso agrícola dos mesmos (deficiência de fertilidade – f; deficiência de água – w; excesso de água ou deficiência de oxigênio – o; susceptibilidade à erosão – e, e; impedimentos à mecanização - m).

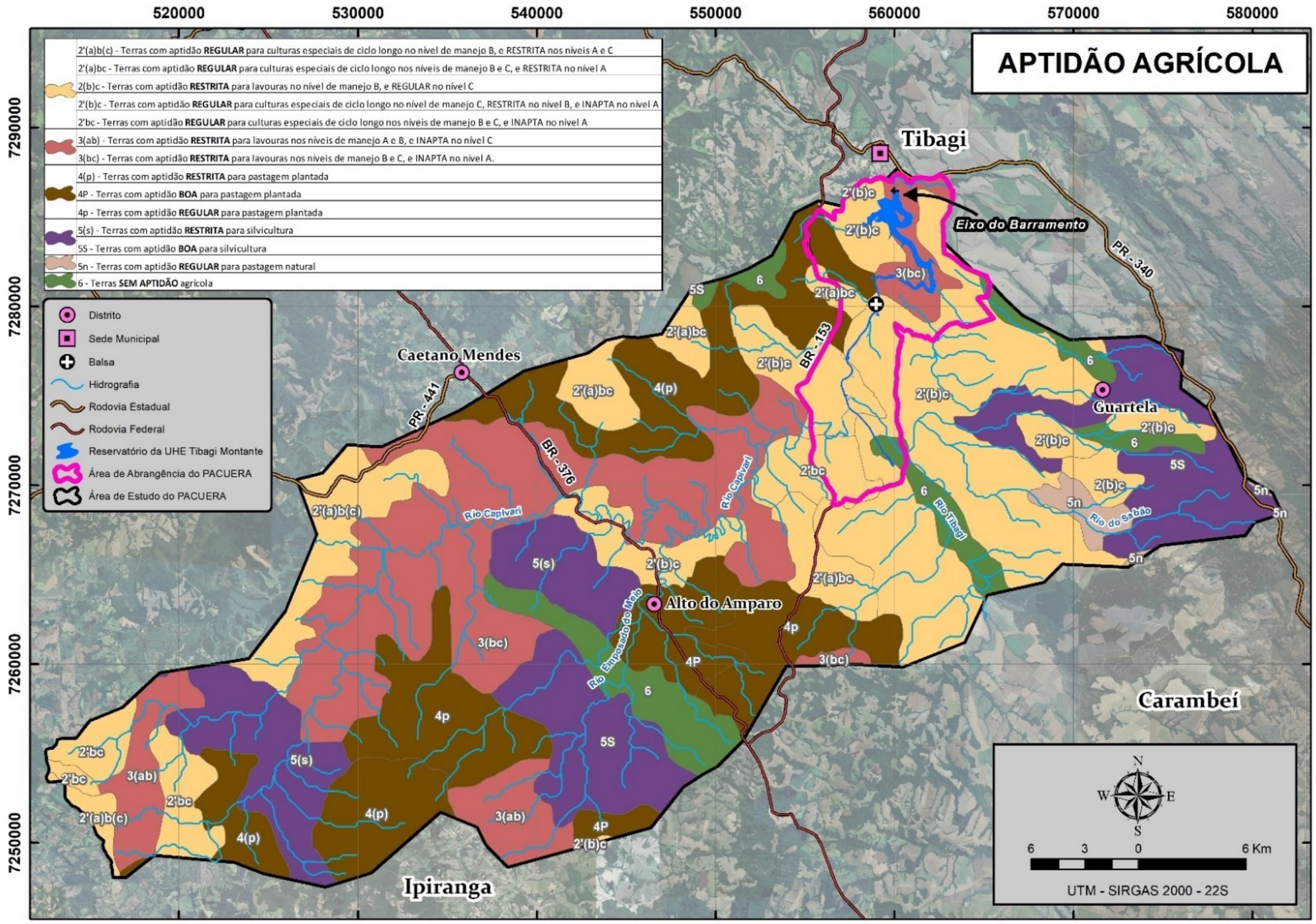



Figura 6.14 – Aptidão Agrícola da Área de Estudo e Área de Abrangência

- **Classificação da Aptidão Agrícola das Terras nas áreas de influência**

A Tabela 6-3 apresenta a relação simplificada dos subgrupos de aptidão agrícola que ocorrem na Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante, associados às suas respectivas unidades de mapeamento e aos seus percentuais de ocupação.

Tabela 6-3 – Ocupação (%) dos subgrupos de aptidão agrícola que ocorrem na AE.

| APTIDÃO AGRÍCOLA | UNIDADES DE MAPEAMENTO | OCUPAÇÃO (%) |
|---|---|---|
| 2'(a)bc | LVd9, LVd10 | 3,65 |
| 2'(a)b(c) | PVAd17 | 3,74 |
| 2'bc | CXbd27, NXa2, PVAd32 | 4,34 |
| 2(b)c | LVd7 | 0,66 |
| 2'(b)c | LVd4, LVd6, LVd8 | 20,24 |
| 3(ab) | RLe1, RLe3 | 3,89 |
| 3(bc) | CXbd7, CXbd8, CXbd28 | 17,87 |
| 4P | CXbd10, PVAd8 | 3,11 |
| 4p | RLh1 | 7,72 |
| 4(p) | RLd10, RLd15 | 11,12 |
| 5S | CHa8, CXbd12 | 10,41 |
| 5(s) | RQo | 6,78 |
| 5n | RLh9 | 0,88 |
| 6 | RLd3, RLh6, RLh7, AR1 | 5,56 |

As áreas em cinza são aquelas mais relevantes na área de abrangência, (2'(b)c e 3(bc)), são essas que serão descritas a seguir.

| Grupo | Subgrupo |
|---|---|
| **2** – Terras com aptidão **REGULAR** para lavouras de ciclo curto e/ou longo, em pelo menos um dos níveis de manejo. | **2'(b)c** - Terras com aptidão **REGULAR** para culturas especiais de ciclo longo no nível de manejo C, **RESTRITA** no nível B, e **INAPTA** no nível A. |
| Unidades pedológicas: LVd4, LVd6, LVd8 | |

Trata-se do subgrupo mais expressivo de ocorrência nesta área. As unidades pedológicas pertencentes a este subgrupo são: LVd4 e LVd8, compostas por Latossolos Vermelhos; e LVd6, composta por uma associação

entre Latossolos Vermelhos e Cambissolos Háplicos. É possível verificar que todas estas unidades apresentam diversas características em comum, as quais são determinantes para a classificação de sua aptidão. Todos os solos em questão possuem baixa saturação de bases, teores médios a altos de matéria orgânica, alta saturação com alumínio, diferindo apenas com relação à textura, que na maioria dos casos é argilosa, sendo classificada como média apenas em LVd8. Desta forma, a *deficiência de fertilidade* consiste na principal limitação destes solos, em todos os níveis de manejo, sendo que, em função destas necessidades de correção e adubação, são *inaptos* ao uso agrícola no nível A.

Figura 6.15– Local de ocorrência de terras pertencentes ao subgrupo 2'(b)c, com o uso atual representado por lavouras anuais.

Figura 6.16 – Local de ocorrência de terras pertencentes ao subgrupo 2’(b)c, com o uso atual representado por pastagens.

| Grupo | Subgrupo |
|---|---|
| 3 – Terras com aptidão **RESTRITA** para lavouras de ciclo curto e/ou longo, em pelo menos um dos níveis de manejo. | **3(bc)** - Terras com aptidão **RESTRITA** para lavouras nos níveis de manejo B e C, e **INAPTA** no nível A. |
| Unidades pedológicas: CXbd7, CXbd8, CXbd28 | |

O referido subgrupo está associado ao segundo maior percentual de ocupação na Área de Estudo, com aproximadamente 17,87% de ocorrência. As seguintes unidades estão aqui contempladas: CXbd7, composta por uma associação entre Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos; CXbd8 e CXbd28, compostas por associações entre Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos. Em CXbd7, além das características das respectivas classes, possuem baixa saturação de bases, médios e altos teores de matéria orgânica e textura argilosa. Os Argissolos possuem ainda características intermediárias para a classe dos Cambissolos. Quanto às limitações, a deficiência de fertilidade é o principal fator nos níveis de manejo A e B, ao passo que os *impedimentos à mecanização* caracterizam o fator mais limitante no nível C. No caso de CXbd8, em que ambos os componentes apresentam baixa

saturação com bases, alta saturação com alumínio, médios e altos teores de matéria orgânica e textura argilosa, os três níveis de manejo apresentam como principal limitação a *deficiência de fertilidade*. Em CXbd28, as características do primeiro componente são: baixa atividade das argilas, baixa saturação de bases, médios e altos teores de matéria orgânica, alta saturação com alumínio e textura argilosa. Apresentam ainda características intermediárias para a classe dos Argissolos. Já o segundo componente, além das tipificações inerentes aos Neossolos Litólicos, apresenta ainda baixa saturação de bases, alta saturação com alumínio, médios teores de matéria orgânica e textura média (15% a 35% de argila no horizonte A). Assim como em CXbd8, os três níveis de manejo (A, B e C) têm como principal fator limitante a *deficiência de fertilidade*.

Figura 6.17 – Local de ocorrência de terras pertencentes ao subgrupo 3(bc), com o uso atual representado por lavouras anuais.

### 6.1.7 Processos Erosivos

Optou-se por determinar a susceptibilidade à erosão laminar dos solos seguindo alguns critérios do roteiro metodológico adaptado do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, apresentado por Salomão (1999, *apud* SANTOS, 2007). De acordo com essa metodologia, pode-se determinar e mapear a susceptibilidade à erosão laminar das áreas ocupadas com fins agrícolas, por

meio da integração e análise de fatores determinantes (erodibilidade e declividade).

Com isso, para erosão laminar, as classes de susceptibilidade foram definidas com base na interação entre a erodibilidade dos solos e as declividades das vertentes. A confecção da carta de erodibilidade, usada como produto neste trabalho, foi efetuada por meio de reclassificação do mapa pedológico, conforme a relação das classes de erodibilidade relativa definidas por Bertoni & Lombardi Neto (1985, *apud* GUERRA *et al.*, 1999). A Tabela 6-4 apresenta os dados relativos à erodibilidade.

Tabela 6-4 – Classes de erodibilidade das unidades pedológicas.

| CLASSES DE ERODIBILIDADE | UNIDADES PEDOLÓGICAS |
|---|---|
| 1 (Muito Alta) | Cambissolos<br>Argissolos não abruptos de textura arenosa/média<br>Argissolos abruptos de textura média/argilosa<br>Neossolos Litólicos<br>Neossolos Quartzarênicos |
| 2 (Alta) | Argissolos não abruptos de textura média<br>Argissolos não abruptos de textura média/argilosa |
| 3 (Média) | Argissolos não abruptos de textura argilosa |
| 4 (Baixa) | Nitossolos<br>Latossolos de textura média<br>Latossolos de textura argilosa |
| 5 (Nula) | Organossolos (OX2)<br>Gleissolos (GM1, GM3, GX1) |

Na Área de Estudo da UHE Tibagi Montante foram identificados solos pertencentes as classes de erodibilidade 1 (muito alta), 2 (alta) e 4 (baixa). Quanto à declividade, os intervalos de declive adotados foram de 0 a 6%, 6 a 12%, 12 a 20% e acima de 20%, sendo que para critérios de análise foi estabelecido um comparativo entre os referidos intervalos. Das diferentes possibilidades de relacionamentos entre as quatro classes de declive e as três classes de erodibilidade, conforme demonstrado pela Tabela 6-5, obtêm-se as quatro classes de susceptibilidade à erosão para a Área de Estudo (I a IV).

Tabela 6-5 – Classes de susceptibilidade à erosão laminar por meio da relação erodibilidade x declividade.

| CLASSES | | DECLIVIDADE (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I (>20) | II (12 a 20) | III (6 a 12) | IV (<6) |
| ERODIBILIDADE | 1 (Muito Alta) | IV | IV | III | III |
| | 2 (Alta) | IV | III | III | II |
| | 4 (Baixa) | II | II | I | I |

Fonte: adaptado de IPT (1990, *apud* GUERRA *et al.*, 1999).

As classes definidas estão organizadas em ordem crescente do potencial de susceptibilidade, sendo assim definidas quanto a susceptibilidade à erosão laminar dos solos:

a) CLASSE I – Muito baixa: são terrenos sem problemas especiais de conservação, admitindo diversos usos agrícolas; terrenos com problemas simples de conservação, podendo também ser utilizados com qualquer tipo de cultura, porém exigindo práticas mecanizadas simples de controle de erosão (adaptado de GUERRA *et al.*, 1999);

b) CLASSE II - Baixa: são terrenos com problemas simples de conservação; essas áreas são indicadas para todos os usos, pastagens e culturas perenes, sendo que no caso das culturas anuais, exigem-se algumas práticas conjuntas de controle da erosão;

c) CLASSE III - Média: os terrenos apresentam problemas associados à conservação, sendo indicados para utilização com pastagens plantadas e culturas perenes; podem ser utilizados com culturas anuais, no entanto exigem-se práticas efetivas mais complexas de controle a erosão;

b) CLASSE IV - Alta: os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, são inadequadas para cultivos anuais, e parcialmente favoráveis à ocupação por pastagens, sendo mais apropriados para reflorestamento e preservação dos recursos naturais;

A Tabela 6-6 e a Figura 6.18 apresentam as classes de susceptibilidade à erosão que ocorrem na Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante, com os seus respectivos percentuais de ocorrência.

Tabela 6-6 – Ocupação (%) das classes de susceptibilidade à erosão laminar na Área de Estudo da UHE Tibagi Montante.

| CLASSES SUSCEPTIBILIDADE EROSÃO | OCUPAÇÃO (%) |
|---|---|
| I - Muito Baixa | 49,7 |
| II – Baixa | 21,0 |
| III – Média | 25,6 |
| IV – Alta | 3,7 |
| **Total** | **100,00** |

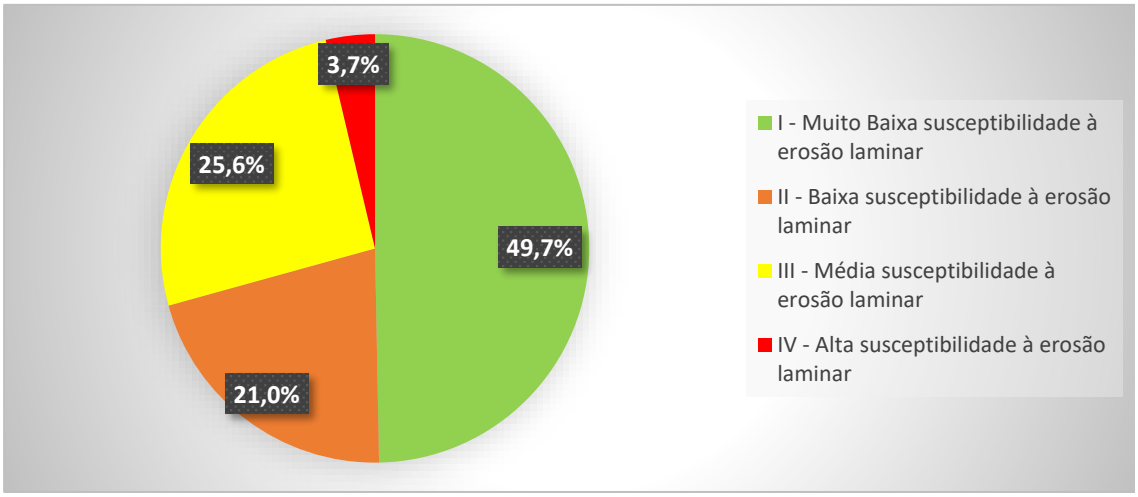



Figura 6.18 – Ocupação (%) das classes de susceptibilidade à erosão laminar na Área de Estudo.

De acordo com os dados apresentados, observa-se que a Área de Estudo está relacionada a quatro classes de susceptibilidade à erosão laminar. A maior parte da área é representada pela classe muito baixa, que juntamente com a classe baixa de susceptibilidade, respondem por 49,7% e 21,0% de ocupação, respectivamente, totalizando 70,7% de áreas que apresentam questões de menor relevância quanto a susceptibilidade à ocorrência de erosão laminar dos solos na Área de Estudo.

Os estabelecimentos de processos erosivos nas vertentes estão associados à diversos fatores ambientais, com destaque na presente abordagem para classe de solo e sua respectiva erodibilidade, e também ao relevo e declividade na qual estão estabelecidos. Há predominância de Latossolos na área, os quais estão associados a terrenos predominantemente pouco movimentados, em relevo plano, suave ondulado e eventualmente ondulado,

tanto nas encostas imediatas do rio Tibagi, quanto em locais mais distantes do curso d'água, formando extensas áreas. São solos bem intemperizados, predominantemente argilosos e profundos, características que lhe conferem muito baixa e baixa susceptibilidade à erosão laminar.

Nos locais de susceptibilidade muito baixa predominam os Latossolos estabelecidos em vertentes pouco movimentadas (predomínio de relevo plano a suave ondulado), com declividade variando entre 0% até no máximo 12%. É justamente nestes solos, que apresentam excelentes características físicas, que predominam atividades agrícolas características da região de estudo, o cultivo anual de grãos. Na utilização para este fim, são recomendadas práticas mecanizadas simples de controle de erosão.

Ocorrem ainda, no entanto de forma pontual, solos hidromórficos, que estão estabelecidos em relevo plano, com declividade muito baixa, geralmente acompanhando pequenas áreas em paralelo ao rio Tibagi, estabelecidos entre os depósitos aluviais deste curso d'água e o sopé das vertentes adjacentes a este, que também apresentam susceptibilidade muito baixa à erosão, sendo que estes solos dificilmente são utilizados para atividades agrícolas pois estão estabelecidos em áreas alagadas ou parcialmente alagadas, de difícil mecanização.

Ainda em relação aos Latossolos, quando estabelecidos em vertentes mais movimentadas, com predomínio de relevo ondulado, e declividades acima de 12%, se enquadram na classe de baixa susceptibilidade à erosão laminar, e devido ao fato de apresentar problemas simples de conservação, quando utilizadas com culturas anuais exigem-se algumas práticas conjuntas de controle a erosão.

Também ocorre com relevância na Área de Estudo a classe de susceptibilidade erosiva média, que responde por aproximadamente 25,6% das áreas, que apresentam portanto, questões de maior relevância quanto a susceptibilidade dos solos à ocorrência de processos erosivos que as classes anteriormente descritas (muito baixa e baixa).

Esta maior relevância está associada a uma maior susceptibilidade à ocorrência de processos erosivos dos solos que compoem estas áreas, que geralmente estão estabelecidos em locais que apresentam vertentes mais declivosas e solos menos profundos, como é o caso dos Cambissolos, que são solos mais jovens quando comparados aos Latossolos, e ocorrem sobretudo nas imediações do terço inicial do reservatório.

Outros solos, que apresentam elevada susceptibilidade à incidência de processos erosivos, são os Neossolos, que estão estabelecidos predominantemente em relevo movimentado e se caracterizam por serem solos rasos, ainda em processo de formação, ou seja, solos mais recentes e pouco intemperizados. Ocorrem formando manchas esporádicas na Área do Estudo, predominando nas encostas próximas do rio Tibagi e tributários.

A classe de média susceptibilidade é composta, predominantemente por Cambissolos, ocorrendo ainda Neossolos estabelecidos em vertentes pouco movimentadas, com declividades menores. Quando submetidos ao uso agrícola intensivo, como por exemplo cultivos anuais, requerem cuidados especiais quanto à utilização de práticas conservacionistas integradas efetivas para controle de erosão, sendo que em relação ao uso, é mais recomendado através de pastagens permanentes e reflorestamento.

Quando Cambissolos e Neossolos ocupam vertentes ainda mais movimentadas (predomínio de relevo forte ondulado), com declividades acima de 20%, se enquadram na classe de susceptibilidade erosiva alta, que responde por apenas 3,7% das áreas. Apesar de apresentar elevada susceptibilidade à ocorrência de erosão laminar, estão estabelecidos em pequenas áreas pontuias na Área de Estudo. Também se enquadra nesta classe as áreas de afloramentos de rocha arenito, que formam pequenas manchas esporádicas junto as encostas próximas do rio Tibagi, e requerem, portanto, cuidados especiais quando submetidas ao uso agrícola. A Figura abaixo ilustra a localização das classes de susceptibilidade à erosão que ocorrem na Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante.

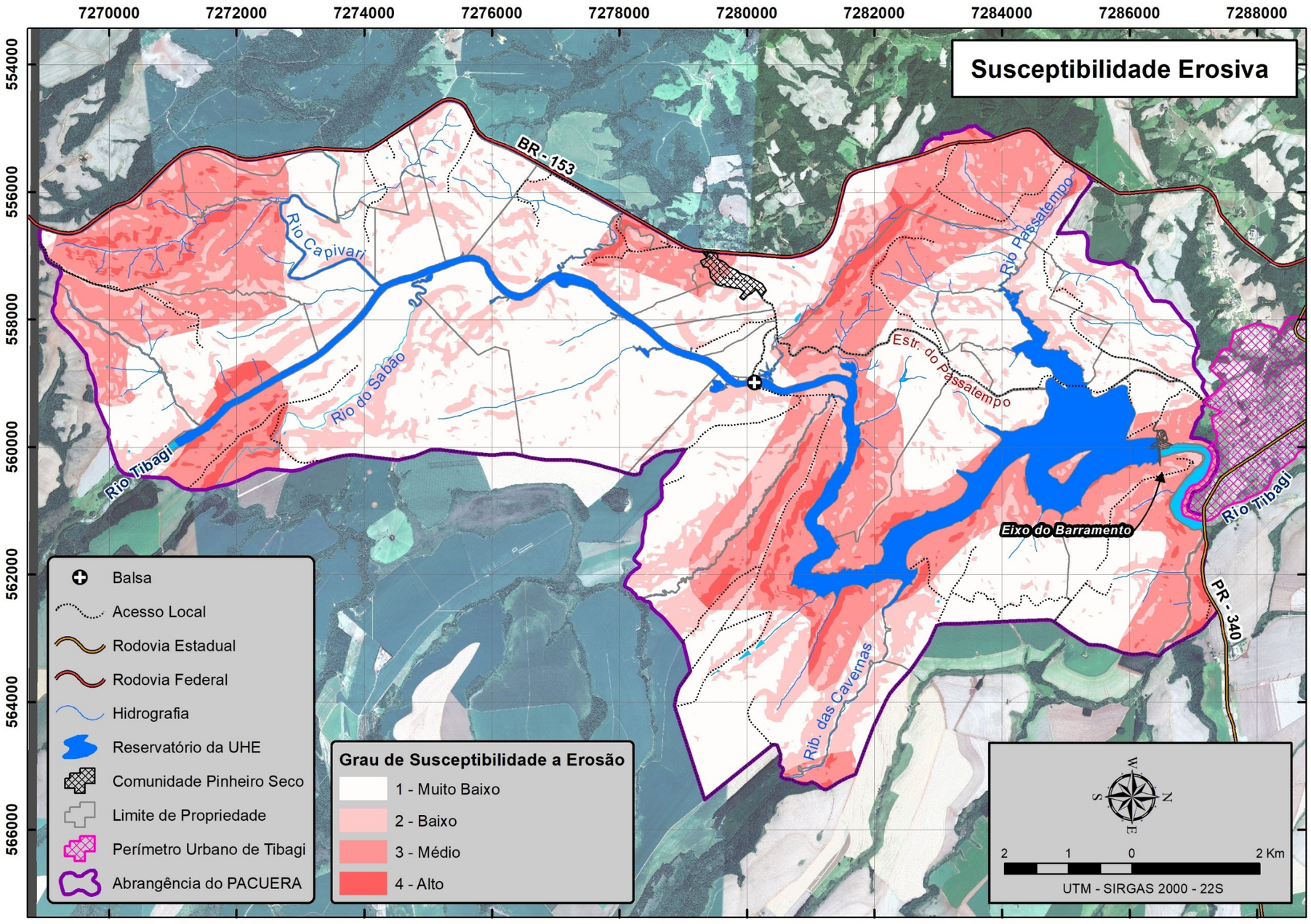



Figura 6.19– Classes de Susceptibilidade Erosiva na Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante.

Desta forma, verifica-se que a Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante é caracterizada, na maior parte, por áreas que apresentam muito baixa (49,7%) e baixa (21,0%) susceptibilidade à erosão laminar, que juntas respondem por 70,7% de toda área, e há possibilidade de existirem problemas simples de conservação, passíveis de atenuação através da adoção técnicas conservacionistas de solos que comumente são utilizadas pelos agricultores da região.

O percentual restante das áreas (29,3%), é caracterizado pela ocorrência de problemas mais complexos de conservação, que requerem práticas conservacionistas mais complexas quando manejados, e são áreas que apresentam média (25,6%) e alta (3,7%) susceptibilidade à erosão laminar.

Se dividirmos a áreas em dois trechos, notadamente no primeiro trecho entre as imediações do barramento e a balsa existente no rio Tibagi, é que se concentram as áreas que apresentam maior susceptibilidade à erosão, coincidindo com o trecho mais encaixado do rio, com relevo mais movimentado. Na metade final do reservatório, entre o ponto da balsa e o remanso do reservatório, o rio Tibagi assume um padrão mais retilíneo, com as encostas apresentando menor susceptibilidade à erosão devido ao relevo menos movimentado.

As informações descritas acima são corroboradas com os resultados obtidos através das vistorias do Programa de Monitoramento dos Processos Erosivos, que vem sendo realizado desde dezembro de 2017 nas áreas do entorno da UHE Tibagi Montante, com percorrimento detalhado das propriedades lindeiras do reservatório e investigação dos processos erosivos existentes e processos erosivos potenciais.

Nas vistorias técnicas são priorizados deslocamentos nas áreas definidas previamente como de maior potencial erosivo, sendo identificados alguns pontos existentes e potenciais de causarem danos associados aos processos erosivos, sendo que a maioria dos pontos identificados apresentam situação controlada e baixa tendência de evoluírem, ocorrendo ainda alguns pontos que requerem observação e monitoramento e apresentam tendência de agravamento.

Os dados apresentados até o momento referente a este programa nos permitem concluir que durante as vistorias na região de abrangência do reservatório

da UHE Tibagi Montante, não foram encontrados problemas relevantes associados à processos erosivos mais severos como escorregamento e movimentos de massa, por exemplo. Os processos erosivos mais frequentes foram erosão laminar, ravinas e sulcos, ou seja, processos erosivos superficiais, a maioria deles associados diretamente ao uso intensivo através de culturas anuais para produção de grãos nas propriedades lindeiras ao rio Tibagi.

Entre os pontos verificados nas imediações da APP do reservatório da UHE Tibagi Montante, o denominado "*ponto 3*" foi o que apresentou maior tendência de evoluir para processos erosivos mais severos, resultante do uso intensivo dos solos através de lavoura de grãos estabelecida em área que apresenta vertente com declividade elevada e solos pouco profundos, resultando em área de elevada susceptibilidade à ocorrência de erosão. A Figura 6.20 e Figura 6.21 ilustram a situação da ravina existente neste ponto em janeiro de 2018 e fevereiro de 2019.

Figura 6.20– Ponto 3 em janeiro de 2018, APP UHE Tibagi Montante, apresentando ravina com exposição parcial do material saprolítico e escoamento superficial concentrado ao longo da vertente em épocas de intensa precipitação.

Figura 6.21– Ponto 3, APP UHE Tibagi Montante, mesmo ponto da figura anterior demonstrando pouca evolução do processo erosivo decorrido um ano de monitoramento, em fevereiro de 2019.

A Figura 6.22 até Figura 6.25 a seguir ilustram o uso e ocupação do solos da Área de Estudo, bem como a susceptibilidade à erosão dos solos das propriedades lindeiras ao reservatório implantado no rio Tibagi, na qual predomina à erosão laminar dos solos, sendo esta forma de erosão muitas vezes imperceptível .

Figura 6.22 – Aspecto geral das propriedades rurais estabelecidas no entorno do rio Tibagi (seta branca indicando o rio Tibagi), ilustrando o principal uso agrícola que se dá através do plantio de culturas de ciclo anual, em vertentes que apresentam predominio de áreas de muito baixa e baixa susceptibilidade à ocorrência de erosão laminar dos solos no entorno do rio Tibagi, com colinas suaves, topos alongados e vertentes retilíneas na Área de Estudo do empreendimento.

Figura 6.23– Propriedades rurais estabelecidas no entorno do rio Tibagi (seta branca indicando o rio Tibagi), com culturas de ciclo anual, em vertentes que apresentam predominio de áreas de menor susceptibilidade à erosão laminar nas áreas mais distantes do rio Tibagi, e ocorrência gradativa de áreas de maior susceptibilidade a partir da aproximação dos cursos d'água devido ao aumento na declividade das vertentes e ocorrência de solos mais susceptíveis a erosão.

Figura 6.24 – Entorno do rio Tibagi (seta branca indicando o rio Tibagi), com culturas de ciclo anual no entorno, e ocorrência de solos de maior susceptibilidade à erosão laminar nas vertentes adjacentes ao rio Tibagi e tributários, em revelo mais movimentado, exceto nos depósitos aluviais (seta laranja) que apresentam muito baixa susceptibilidade à erosão devido ao relevo plano em que estão estabelecidos.

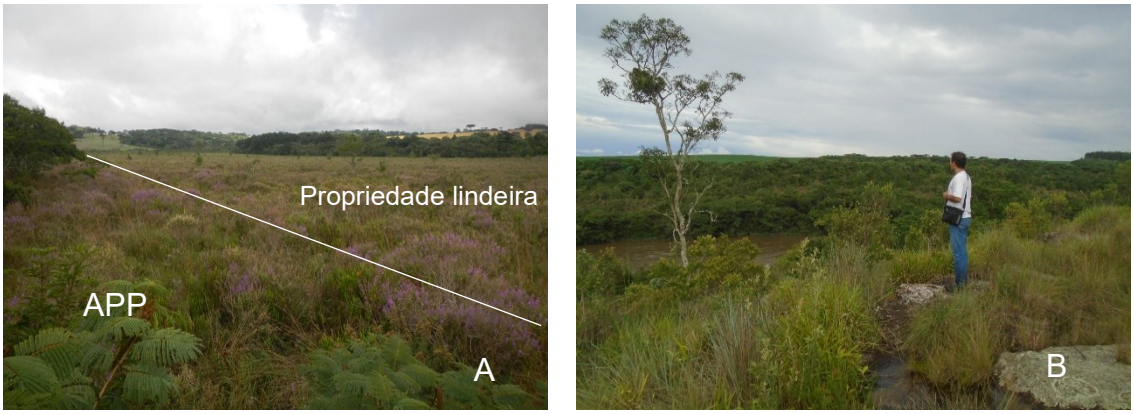



Figura 6.25 – A: Depósito aluvial que apresentam muito baixa susceptibilidade à erosão, em relevo plano no entorno do rio Tibagi; B: Afloramento de arenito (primeiro plano) que apresenta alta suceptibilidade à erosão na margem esquerda do Tibagi, remanso do reservatório.

Desta forma, com base nos dados apresentados, foi possível realizar um prognóstico a respeito das consequências da formação do reservatório da UHE Tibagi Montante sobre os terrenos lindeiros. Tendo em vista que grande parte das terras da Área de Estudo apresenta muito baixa, baixa e média susceptibilidade à erosão laminar, o equivalente a 96,3% de toda área, e que as vistorias realizadas no Programa de Controle de Processos Erosivos da UHE Tibagi Montante identificaram processos erosivos pontuais passíveis de serem controlados, é de se esperar que a faixa de proteção permanente em processo de implantação no entorno do reservatório contribua de forma efetiva para a retenção dos sedimentos erodidos das vertentes adjacentes, sendo que a contribuição dos proprietários lindeiros através da manutenção e adoção de novas práticas conservacionistas de solos e de controle da erosão em terras cultivadas, também são ferramentas fundamentais neste processo de manutenção da qualidade da água e dos recursos naturais no entorno do reservatório da UHE Tibagi Montante.

A exploração agropecuária e da silvicultura, que vem sendo realizada há décadas na região, está atualmente sendo feito dentro dos conceitos básicos de uso e conservação dos solos, respeitando, na maioria das vezes, a aptidão agrícola das terras. Predomina neste trecho a utilização de culturas anuais, com pastagens e reflorestamentos ocorrendo em menor escala, sendo que geralmente a implantação de técnicas de controle de erosão por parte dos agricultores da região tem se

mostrado efetivas para controle dos processos erosivos, com a aptidão agrícola na maioria das vezes de acordo com a utilização atual.

### 6.1.8. Recursos Hídricos

O rio Tibagi nasce na Serra das Almas, entre os municípios de Palmeira e Ponta Grossa, no sul do estado do Paraná (Região Sul do Brasil), a 1.060 m de altitude, e corre 550 km, tendo sua foz no rio Paranapanema, na UHE Capivara (UHE Escola de Engenharia Mackenzie). Na maior parte do seu trajeto ele está fortemente encaixado em seu leito, e um total de 65 tributários diretos e centenas de subafluentes compõem sua bacia hidrográfica (DE FRANÇA, 2002 e MEDRI et al., 2002).

A bacia do rio Tibagi se estende por 41 municípios, cobrindo 24.713 km$^2$ no território paranaense, sendo o segundo em extensão. Segundo De França (2002) e Mendonça & Danni-Oliveira (2002) esse rio forma a terceira maior bacia hidrográfica do estado do Paraná, e pode ser dividido em três regiões conforme o relevo, a hidrologia e a climatologia. Na região alta encontram-se algumas das suas áreas mais preservadas, como o Parque Estadual do Guartelá, no rio Iapó, região dos Campos Gerais.

Seu curso principal desenvolve-se na direção noroeste, desde a nascente, até a confluência com o rio Guarda Velho, pela margem esquerda; em seguida, toma a direção nordeste até a confluência com o rio Pitangui, pela margem direita; a partir daí, volta a seguir predominantemente a direção noroeste até sua foz (Maack, 1981). Este rio é conhecido pelo grande número de cachoeiras que apresenta, como Salto Paludo (5,0 m), Paulinho Batista (2,5 m), Grande da Conceição (20,0 m), Aparados (6,0 m), Alemão (6,0 m) e Mauá (28,0 m) (DE FRANÇA, 2002). Atualmente, acima do Salto Mauá encontra-se implantada a Usina Hidrelétrica Mauá.

Em função destas características de leito (encaixado) e número de saltos, há muito tempo, mas de forma mais intensa recentemente, o rio Tibagi é objeto de discussões para a implantação de usinas hidrelétricas (SHIBATTA et al., 2007).

### 6.1.9 Qualidade da água superficial e limnologia

O presente diagnóstico foi realizado com base nos resultados obtidos para o Programa de Monitoramento da Qualidade da Água, Limnologia e Ictiofauna da UHE Tibagi Montante (Licença de captura e transporte de animais nº 44698 do Instituto Ambiental do Paraná). As campanhas de amostragem ocorreram no outono e primavera de 2017 (período antes da instalação), entre os meses de abril e outubro.

O estudo compreendeu sete pontos de amostragem (Tabela 6-7) localizados acima do município de Tibagi, na área de influência da UHE Tibagi Montante (Figura 6.26) e um ponto de amostragem acima da captação de água da Sanepar do município de Londrina. Os pontos de amostragem abrangem a montante, reservatório, jusante e tributários.

Tabela 6-7 – Locais de coleta e coordenadas geográficas dos pontos amostrados na área de influência da UHE Tibagi Montante.

| Pontos de Amostragem | Siglas | Rio | Coordenadas | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Latitude | Longitude |
| Captação Londrina | TM-SAN | Tibagi | 23°22'26.29"S | 50°59'55.59"O |
| Jusante | TM-JUS | Tibagi | 24°31'41.17"S | 50°24'25.50"O |
| Barragem | TM-BAR | Tibagi | 24°32'49.70"S | 50°24'2.27"O |
| Tributário | TM-PAS | Passatempo | 24°32'38.26"S | 50°24'50.14"O |
| Intermediário | TM-INT | Tibagi | 24°36'26.82"S | 50°25'31.85"O |
| Tributário | TM-TRI | Capivari | 24°38'46.18"S | 50°26'0.32"O |
| Remanso | TM-REM | Tibagi | 24°38'57.01"S | 50°25'32.81"O |
| Montante | TM-MON | Tibagi | 24°41'25.50"S | 50°23'35.83"O |

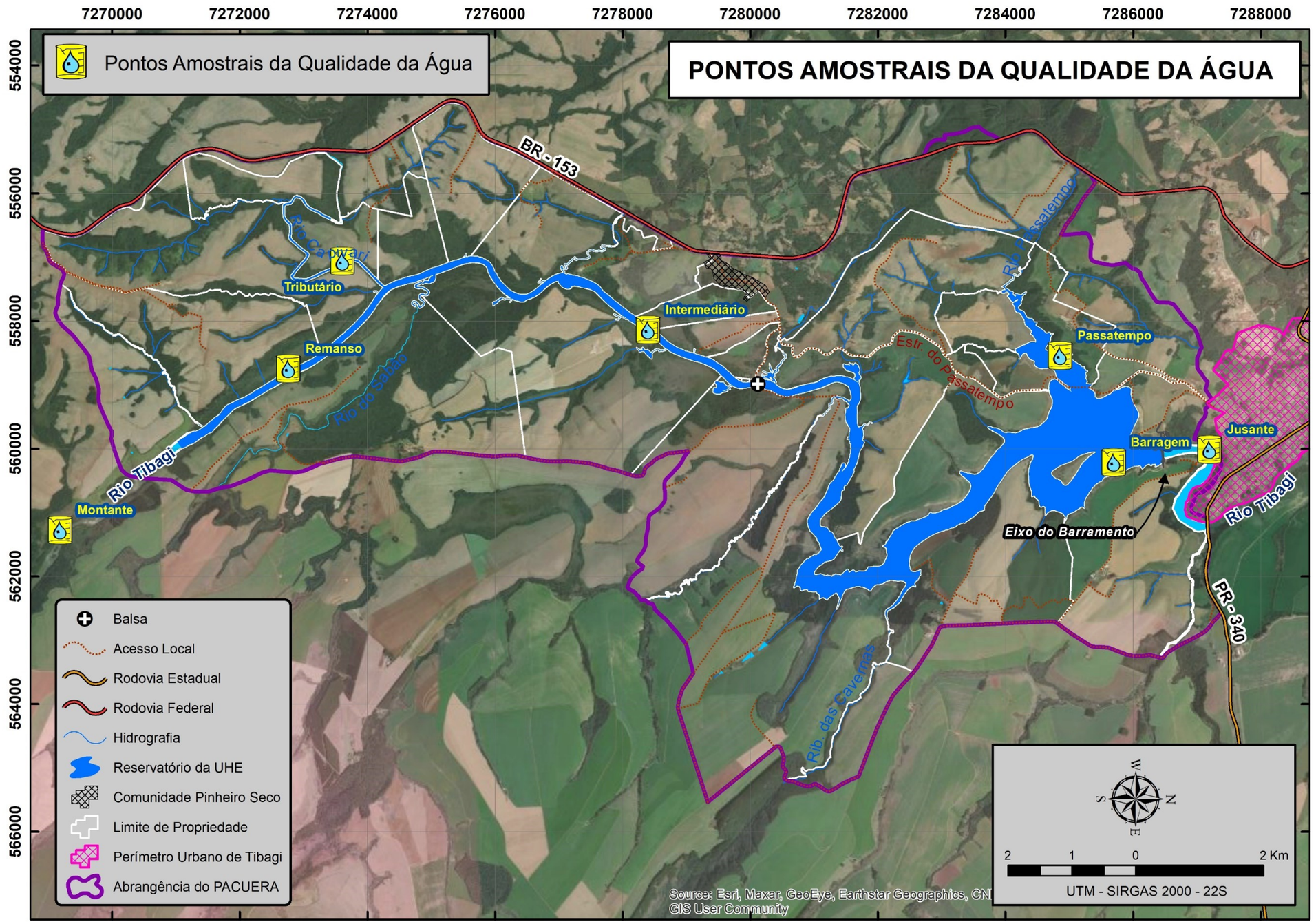



Figura 6.26– Pontos Amostrais de Qualidade da Água.

- **Resultados da avaliação da qualidade das águas**

Os parâmetros analisados nos locais e meses abrangidos pelo Programa de Monitoramento indicado apontaram que os ambientes amostrados na área de influência da futura UHE Tibagi Montante encontram-se pouco degradados, sem ocorrência de processos que conduzam a prejuízos nos usos da água.

As concentrações de oxigênio dissolvido obtidas foram satisfatórias em todos os locais e períodos analisados, sendo maiores na primavera do que no outono. No que se refere à matéria orgânica, representada pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), foram registrados valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 em quatro pontos de amostragem: no remanso, no ponto intermediário, a jusante e no tributário Capivari.

Em relação à presença de compostos importantes nos processos de eutrofização, as concentrações de nutrientes registradas situaram-se abaixo dos limites preconizados pela legislação para corpos de água Classe 2, com exceção de apenas um dos registros obtidos nos locais e meses analisados, para o parâmetro fósforo total. Cabe ressaltar que essa elevação dos níveis de fósforo foi acompanhada por aumento da turbidez e queda da transparência da água, evidenciando processos de lixiviação das margens pelas chuvas. Ainda em se tratando de eutrofização, um dos pigmentos responsáveis pelo processo fotossintético e importante indicador da biomassa algal, a clorofila, apresentou concentrações adequadas para águas de classe 2 nos ambientes analisados, evidenciando-se também baixa produtividade primária nos mesmos.

Todos os valores obtidos para sólidos total, suspensos e dissolvidos encontram-se de acordo com o que preconiza a resolução Conama 357/2005.

Foram registradas concentrações elevadas de manganês muito acima do limite estabelecido pela legislação, para águas de classe 2. O manganês e seus compostos são usados na indústria do aço, ligas metálicas, baterias, vidros, oxidantes para limpeza, fertilizantes, vernizes, suplementos veterinários, entre outros (Funasa, 2013). Este composto ocorre naturalmente nas águas superficiais naturais, geralmente em concentrações de 0,2 mg/L ou menos, e em águas subterrâneas, no

entanto, as atividades antropogênicas são também responsáveis pela contaminação da água (FUNASA, 2013).

Com relação a *Escherichia coli*, pertencente ao grupo das bactérias denominadas coliformes e tradicionalmente aceito como indicador de contaminação fecal (FUNASA, 2013), apenas uma amostra, registrada no mês de abril, esteve abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA 274/2000, que define concentrações máximas permitidas nas águas superficiais de contato primário. Assim sendo, a qualidade da água nos demais locais, nesse mês, foi inadequada quanto a esse parâmetro. Todos os valores obtidos no mês de outubro estiveram abaixo do limite legal.

Com base nos parâmetros avaliados, o cálculo do Índice de Qualidade das Águas para a área de estudo determinou que a qualidade da água se classificou entre as categorias boa e regular. Já o Índice de Estado Trófico indicou que os locais amostrados caracterizaram-se como hipereutróficos em outubro e variaram entre oligotróficos e supereutróficos em abril, indicando aportes de substâncias contaminantes variando espacial e temporalmente.

Considerando-se a qualidade da água, com pequeno aporte de nutrientes, baixa produtividade primária, assim como o fato de que o empreendimento é operado a fio d´água, a área do reservatório (6,84 $km^2$) e com pequeno tempo de residência da água (3,6 dias), a probabilidade de ocorrer eutrofização do reservatório é baixa. Assim, as águas do reservatório poderão ter os seguintes usos: i) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; ii) proteção das comunidades aquáticas; iii) recreação de contato primário, como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a resolução CONAMA nº 274/2000; iv) irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir ater contato direto; e v) aquicultura e atividades de pesca.

Os resultados aqui apresentados corroboram aqueles apresentados no Estudo de Impacto Ambiental para a implantação do empreendimento, bem como aqueles do monitoramento realizado após a emissão da licença prévia, evidenciando que a qualidade da água do rio Tibagi, na área de influência da futura UHE Tibagi Montante, tem permanecido relativamente preservada.

- **Modelagem matemática da qualidade das águas**

A modelagem matemática para a qualidade das águas da UHE Tibagi Montante foi desenvolvida pela empresa Envex Engenharia e Consultoria, em maio de 2017, utilizando dados do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água, Limnologia e Ictiofauna da UHE Tibagi Montante, parte integrante da gestão ambiental do empreendimento. Tais dados compreendem resultados das amostragens realizadas trimestralmente, entre os meses de outubro de 2014 a julho de 2015, abrangendo as quatro estações do ano, em seis pontos de amostragem analisados no referido Programa de Monitoramento da Qualidade da Água, Limnologia e Ictiofauna, tais quais:

- Ponto JUS: a jusante do reservatório

- Ponto BAR: barragem

- Ponto INT: intermediário

- Ponto REM: remanso

- Ponto MON: rio Tibagi, a montante do reservatório

- Ponto TRI: rio Capivari, tributário da margem esquerda do reservatório

A localização desses pontos de amostragem foi apresentada na Tabela 6-7 e Figura 6.26.

Para as simulações, considerou-se um período de um ano – 6 dias de enchimento, com início em 15 de abril, mais 360 dias de pós-enchimento. Esta data foi escolhida por representar o período de menor vazão média histórica, ou seja, foi adotada uma abordagem conservadora. Para tanto, levou-se em consideração a série de vazões médias históricas mensais e a vazão remanescente mínima recomendada de 12,3 m³/s.

Em termos de supressão vegetal, foram definidos 3 cenários: supressão de 88% (Cenário A), de 70% (Cenário B) e de 49% (Cenário C). Essas porcentagens foram definidas em função da área total das tipologias passíveis de supressão (que representam 37% da área total do reservatório).

Os parâmetros de qualidade das águas avaliados foram OD, DBO, OD, Nitrato, Amônia, Fósforo Total, Clorofila-a e temperatura. Também foi analisado o tempo de residência do reservatório.

É fundamental destacar que os resultados obtidos na simulação da qualidade das águas foram muito semelhantes, independentemente do percentual de vegetação a ser suprimido. Dessa forma, a análise que segue abaixo representa os resultados obtidos para os três cenários simulados.

Os tempos de residência estimados para o reservatório mostraram-se coerentes com o tipo de corpo hídrico formado – baixos no eixo principal (até 2 dias), e maiores em braços e reentrâncias, variando de acordo com as velocidades de corrente e profundidades. As simulações de qualidade da água mostraram que os parâmetros mais impactados pela formação do reservatório são o OD e a DBO. Todos os demais parâmetros simulados apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos de classe 2 para todo o período simulado. É importante destacar que as simulações mostraram possibilidade de extrapolação de OD (em relação ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos de classe 2) – o parâmetro mais importante em termos de vida aquática – apenas na área do Arroio Passatempo; para o restante do reservatório, independente do cenário, as concentrações ficaram acima do limite legal estabelecido.

Na área do Arroio Passatempo, conforme observado nas evoluções temporais, a menor concentração de OD, ocorre no 27° dia de simulação. Concentrações menores do que 3,0 mg/L, valor em geral considerado aceitável para manutenção da ictiofauna, persistem por cerca de duas semanas, enquanto concentrações menores do que 5,0 mg/L (limite legal), persistem por cerca de 60 dias. Nessa área, nos três cenários considerados, foi prevista a retirada de toda a vegetação passível de supressão de forma a minimizar a quantidade de biomassa afogada.

Por sua vez, o limite de DBO pode ser extrapolado em outras áreas do reservatório. Com exceção de alguns locais onde se recomenda manter a vegetação em função da manutenção da vida aquática e onde a DBO pode chegar a 12,0 mg/L,

os valores máximos (na barragem) são da ordem de 7,0 mg/L, e podem ocorrer, de acordo com as simulações, por no máximo 25 dias.

A jusante do barramento, segundo as simulações realizadas, os impactos sobre a qualidade da água do rio Tibagi em função do enchimento do reservatório serão pequenos – nessa região a água deverá ter as mesmas características da água que sai do reservatório. As concentrações máximas de DBO resultantes das simulações, são da ordem de 7,3 mg/L (para um limite de 5,0 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos de classe 2). Por outro lado, as concentrações mínimas de OD durante o enchimento são da ordem de 7,0 mg/L, enquanto o limite mínimo estabelecido é de 5,0 mg/L.

Concentrações de outras substâncias, tais como os nutrientes Fósforo e Nitrogênio (cujas altas concentrações podem causar eutrofização), se mantém dentro dos limites estabelecidos durante todo o período de simulação e, com exceção do Arroio Passatempo, respondem às variações das condições de contorno impostas. Após o período de enchimento, com exceção da área do Arroio Passatempo, as simulações mostraram que o reservatório tende a responder às condições de contorno impostas ao modelo, ou seja, a qualidade da água do reservatório deverá variar de acordo com a qualidade da água que entra através dos seus afluentes (principalmente do rio Tibagi).

Com base nos resultados das simulações de qualidade da água, não foram observadas concentrações que possam impedir a captação de água para abastecimento humano que é realizada na região da barragem.

- **Resultados da comunidade fitoplanctônica**

A comunidade fitoplanctônica foi distribuída em 8 classes e 101 táxons, com predomínio de Bacillariophyceae (48 táxons) e Chlorophyceae (35 táxons), grupos que compreendem grande parte da biomassa fitoplanctônica, visto que apresentam rápido crescimento e desenvolvimento (REYNOLDS, 1994).

Em relação a densidade da comunidade fitoplanctônica, baixos valores médios foram encontrados, indicando a influência de vários fatores no controle do desenvolvimento e sobrevivência do fitoplâncton, tais como disponibilidade de luz, profundidade, turbidez e disponibilidade de nutrientes (Reynolds, 2006).

Embora tenham sido registrados altos valores de diversidade e equitabilidade fitoplanctônica nos pontos e meses amostrados, não foi verificado um claro padrão espacial e temporal. Isso reflete a baixa abundância dos táxons na maioria dos pontos e meses, e em alguns períodos uma maior contribuição de determinados táxons.

As concentrações de cianobactérias registradas estão dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, não causando prejuízos à qualidade da água. A maior densidade de cianobactérias ocorreu no outono, mas com uma densidade muito abaixo do limite (697 céls/L). Entretanto, embora tenha sido verificada baixa contribuição de cianobactérias, este grupo merece atenção devido ao seu poder toxigênico.

O fitoplâncton compreende um grupo extremamente diversificado, abrangendo organismos com estratégias adaptativas diversas, relacionadas à sua performance para suportar as perturbações ambientais (HU et al., 2013). Possuem indivíduos de pequeno tamanho e curto tempo de geração, assim, tornam os padrões sucessionais altamente dinâmicos, uma vez que a estrutura das comunidades varia espacial e temporalmente, podendo ter muitas causas e consequências, devido à combinação de fatores que podem atuar em diferentes escalas, se tornando então, um excelente modelo da dinâmica ambiental (HEINO et al., 2015).

Neste contexto da área de abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante, o mais preocupante é o florescimento de cianobactérias, uma vez que este grupo de algas pode produzir toxinas altamente potentes, além de metabólitos que podem causar gosto e odor na água. Entretanto, a preocupação no caso deste empreendimento é menor, haja vista a baixa densidade registrada para estas algas, a reduzida disponibilidade de nutrientes, o tamanho do reservatório (6,84 $km^2$), o tipo de operação (fio de água) e o tempo de residência (3,6 dias).

Deste modo, como praticamente não haverá acumulo de nutrientes na área do reservatório da UHE Tibagi Montante, não deverá ocorrer formação de florações de algas, já que Castro & Fabrizy (1995) e Ramirez (1999) afirmam que para haver o crescimento significativo do fitoplâncton em reservatório, é necessário um tempo de residência de 2 a 3 semanas, o que é 5,8 vezes maior do que o previsto para a UHE Tibagi Montante.

- **Resultados da comunidade zooplanctônica**

O inventário da comunidade zooplanctônica na área de influencia da Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante registrou 80 espécies enquadradas em quatro grupos, distribuídas em 24 famílias. Os rotíferos e as amebas testáceas foram os organismos predominantes em riqueza e abundância de espécies. A dominância de rotíferos e amebas testáceas é um padrão para rios brasileiros. Os rotíferos são dominantes nas amostras de zooplâncton, representando mais de 60% da comunidade. Enquanto as amebas testáceas são facilmente encontradas em abundância em ambientes lóticos, que apresentam maior velocidade de corrente, visto que esse grupo é preferencialmente associado à vegetação marginal e ao sedimento, e o fluxo da água desses ambientes promove a suspensão e o arraste dos mesmos da vegetação marginal para coluna de água, facilitando sua captura.

A baixa riqueza e abundância dos cladóceros é um fato comum registrado em ambientes lóticos, sendo a velocidade da água um fator que influencia nas populações destes organismos, que por apresentarem pequena movimentação não conseguem se desenvolver neste tipo de ambiente (rio), sendo carregados pela correnteza.

Entre os copépodes a maioria dos indivíduos registrados foi de formas jovens (náuplios e copepoditos), as formas adultas possuem poucos registros em rios, sendo as formas jovens mais numerosas.

Quanto aos atributos avaliados por local de amostragem, foi observada maior riqueza de espécies no Intermediário e Montante, e menor na captação da Sanepar de Londrina, enquanto a maior abundância das espécies foi registrada no córrego Passatempo, e menor na captação da Sanepar de Londrina. No que se refere aos índices de equitabilidade e diversidade das espécies, foi apontado que no córrego Passatempo as espécies não estão uniformemente distribuídas, apresentando predomínio de algumas espécies, principalmente da *Euchlanis dilatata*.

Para os atributos avaliados pelas estações do ano, foi registrada maior riqueza de espécies na primavera e menor abundância no outono. Quanto aos índices de equitabilidade e diversidade das espécies, no outono as espécies apresentaram melhor distribuição entre os locais de amostragem, em relação à primavera.

De forma geral, com a implantação da UHE Tibagi Montante o panorama registrado na presente análise deverá mudar, pois com a transformação do ambiente lótico (rio), para lêntico (reservatório), poderá haver o favorecimento do desenvolvimento da comunidade zooplanctônica, preferencialmente dos cladóceros e copépodes, aumentando a riqueza e abundância desses organismos, principalmente nos locais alagados, pois o zooplâncton é uma das comunidades aquáticas beneficiadas com a formação do reservatório, devido à redução do fluxo de corrente e também pela maior disponibilidade de alimento (fitoplâncton e bacterioplâncton), onde encontram um ambiente adequado para sua reprodução e desenvolvimento, conseguindo se estabelecer no reservatório em um curto período de tempo logo após a sua formação, e como consequência contribuindo para a alimentação de organismos maiores (invertebrados e peixes), participando significativamente para a cadeia alimentar.

- **Resultados para macroinvertebrados bentônicos**

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos, amostrada no outono e na primavera, mostrou-se bem diversificada, visto que foram registrados 5.339 indivíduos, pertencentes a três filos, oito classes, 16 ordens e 38 famílias, totalizando 63 táxons, no entanto, oscilou sazonalmente, principalmente no número de indivíduos capturados, visto que nas amostragens realizadas durante o outono foram registrados 1.032 indivíduos, enquanto que, na primavera foram registrados 4.307 indivíduos, porém, houve pequena diferença no número de famílias e de táxons registrados entre as duas estações do ano, mantendo o predomínio de Diptera, seguido de Ephemeroptera e Trichoptera.

Em relação ao predomínio da ordem Diptera, Giuliatti & Carvalho (2009) e Zerlin & Henry (2014), afirma que esta ordem é a mais representativa em termos de número de indivíduos e mais abundante nas comunidades de macroinvertebrados bentônicos, estando distribuídos em larga escala nos ambientes aquáticos de água doce, principalmente por serem organismos muito tolerantes a ambientes poluídos. Segundo Ferreira et al. (2011), as ordens Ephemeroptera e Trichoptera, vivem em águas correntes, limpas e oxigenadas e, portanto, são sensíveis à poluição.

Vale ressaltar a grande diversidade de Chironomidae registrada em todos os pontos amostrados durante as duas estações do ano, corroborando com estudos realizados em riachos e rios do alto rio Uruguai (BUCKUP et. al., 2007; BIASI et. al., 2010; BOURSCHEID, 2012), que indicam que esses são os mais representativos insetos aquáticos, que em decorrência da amplitude de ocupação de habitats, utilizam diversos recursos alimentares, o que confere estratégias adaptativas para colonizar diferentes tipos de micro-habitats (TRIVINHO-STRIXINO & SONADA, 2006). Deste modo, os indivíduos desta família podem atuar como predadores, coletores de matéria orgânica particulada fina, e até eventualmente como fragmentadores (TUPINAMBÁ et al., 2007). Os baixos valores de equitabilidade em alguns locais, demonstram a dominância de alguns grupos, como por exemplo, o amplo predomínio de Chironomidae e Simuliidae registrados nos locais Barragem, Tributário Capivara e Passatempo , principalmente na primavera.

De acordo com o índice BMWP, a baixa captura de indivíduos indica que as águas do trecho analisado não estão poluídas, mas que estas não apresentem um habitat adequado para a maioria das comunidades bentônicas (WINTERBOTTON et al. 1997).

Dessa forma a baixa ocorrência de famílias registradas nos locais Remanso, Intermediário, Montante e Passatempo, que indicam águas muito poluídas e poluídas, pode estar relacionada ao habitat inadequado para a maioria das comunidades bentônicas, e não necessariamente que o ambiente esteja degradado.

- **Resultados para macroinvertebrados bentônicos**

As macrófitas aquáticas geralmente colonizam a região litorânea dos reservatórios, e sua distribuição e abundância são influenciadas pela composição dos sedimentos, transparência da água, disponibilidade de nutrientes e ação dos herbívoros. Nos ambientes aquáticos tropicais, normalmente, as condições climáticas tendem a favorecer o crescimento das plantas aquáticas, principalmente as temperaturas elevadas e a radiação solar. Além desses fatores, ocorrem, ainda, ações antrópicas que podem induzir o aparecimento de condições favoráveis para o desenvolvimento destes vegetais, por exemplo, o lançamento de esgotos não tratados e a consequente eutrofização do meio.

Na formação de reservatórios a transformação de ambiente lótico em lêntico atenua significativamente a velocidade de corrente, aumentando o tempo médio de residência das águas, e nas regiões de remanso as condições limnológicas geralmente diferem das do corpo principal, principalmente no que se refere à velocidade de circulação, profundidade média e variáveis físicas, químicas e biológicas. É comum observar, nesses ambientes, a propagação da comunidade de macrófitas, principalmente daquelas enraizadas que se limitam a ocupar as regiões litorâneas, onde encontram condições adequadas para fixação e nutrição, enquanto que as espécies livres e flutuantes podem ocupar áreas mais amplas.

No caso da UHE Tibagi Montante, as macrófitas enraizadas com folhas que crescem para fora da água (emersas), podem vir a ter uma grande proliferação com a formação do reservatório devido ao aumento de regiões litorâneas, uma vez que duas espécies com estas características foram registradas na área de estudo, já a possibilidade de infestação por macrófitas flutuantes é maior, sendo que das três espécies identificadas, *E. crassipes* e *E. azurea* são espécies com alto índice de proliferação e infestação em reservatórios de regiões tropicais.

### 6.1.10 Uso das Águas

A identificação dos usos consuntivos na área de abrangência foi realizada através de consulta ao banco de dados do Instituto Água e Terra, órgão responsável pela concessão das outorgas de uso no estado do Paraná.

É importante salientar que, de acordo com a Portaria nº 006/2011 e com a Resolução SEMA nº 39 de 2004, estão dispensadas de outorga:

- Acumulações com volume de até 15.000 m³, ou com área de espelho d'água inferior ou igual 10.000 m², ou com altura de barramento inferior a 1,5 m;

- Derivações e captações individuais até 1,8 m³/h;

- Lançamentos de efluentes em corpos d'água com vazão até 1,8 m³/h.

- Poços destinados ao consumo familiar de proprietários e de núcleos populacionais inferiores ou iguais a 400 (quatrocentos) habitantes dispersos no meio rural.

No presente estudo foram considerados tanto os usos outorgados quanto aqueles dispensados de outorga. Nesse contexto, a Tabela 6-8 apresenta as captações vigentes identificadas (atualizada em setembro de 2021).

Tabela 6-8 – Outorgas e dispensas de outorga identificadas na área de abrangência do PACUERA.

| TIPO | MANANCIAL | FINALIDADE | RAZÃO SOCIAL | VAZÃO OUTORGADA ($m^3/h$) |
|---|---|---|---|---|
| Outorga | Rio Tibagi | Abastecimento público | Companhia de Saneamento do Paraná | 108,0 |
| | | Obras Hidráulicas | Arizon Braz Ribas - EIRELI | 0.0 |
| | | Obras Hidráulicas | Rosane Margareth Lopes Gomes | 0,0 |
| | | Limpeza | Concretizar Engenharia de Obras Ltda | 20,0 |
| | Poço | Abastecimento público | Companhia de Saneamento do Paraná | 85,0 |
| | | Hendrik Barkema | Limpeza | 3,0 |
| | | Hilda margriet Rabbers de Geus | Dessedentação de animais | 2,0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Tibagi Energia SPE S.A. | Consumo humano | 5,1 |
| | | Tibagi Energia SPE S.A. | Consumo humano | 6,4 |
| | | Dessedentação de animais | Ricardo Alberto Bouwman | 5,0 |
| | | Dessedentação de animais | Taco Roorda | 13,2 |
| Dispensa de outorga | Poço | Consumo humano | Andrea de Melo e Silva Assumpção | 0,0 |
| | | Dessedentação de animais | Adauto José Carneiro Prestes | 0,13 |
| | | Irrigação | José Augusto Brudnosk | 0,0 |
| | | Dessedentação de animais | Taco Roorda | 1,8 |

Fonte: Instituto Água e Terra (IAT), 2021.

Conforme apresentado, verifica-se a presença de 11 pontos de outorga na área de abrangência do presente estudo. Dessas, 4 são provenientes do rio Tibagi, sendo uma delas pertencente à Sanepar, para fins de abastecimento público, e a outra pertencente à Concretizar Engenharia de Obras Ltda., a empreiteira responsável pelas obras da UHE Tibagi Montante. As outras 7 outorgas são destinadas à captação de águas subterrâneas, provenientes de poços, sendo 1 para abastecimento público, 2 para consumo humano, 1 para limpeza e 3 para dessedentação de animais.

No que se refere às dispensas de outorga, foram identificadas 4 vigentes na área de estudo, todas provenientes de poços, sendo 1 destinada à consumo humano, 1 à irrigação e 2 à dessedentação de animais.

A Figura 6.27 apresenta a localização das outorgas e dispensas de outorga identificadas na área de abrangência do PACUERA. É importante salientar que os dois pontos de captação superficial encontram-se muito próximos um do outro, assim sendo, não se distinguem na referida figura.

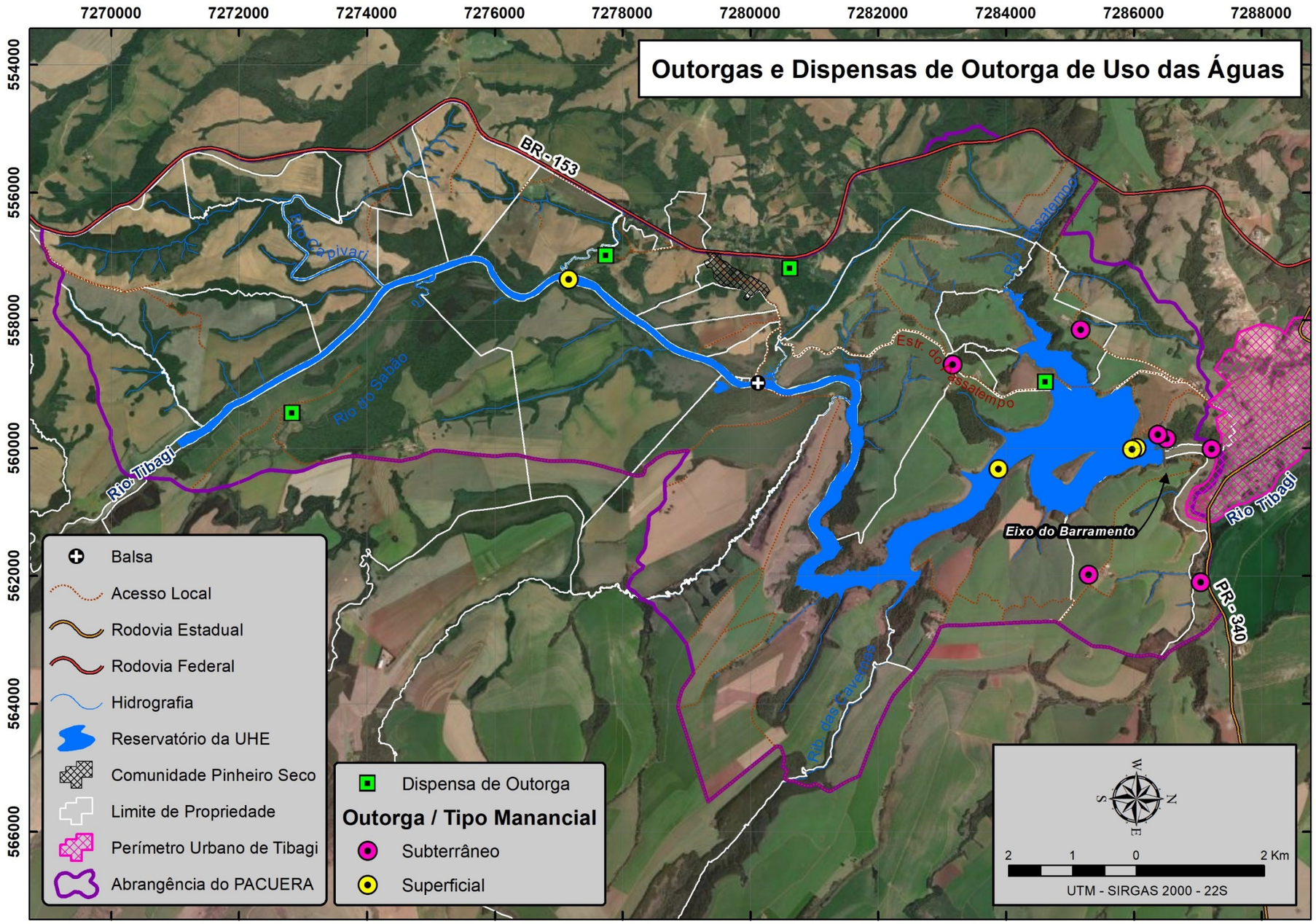



Figura 6.27– Localização dos pontos de outorga e dispensa de outorga, na área de abrangência do PACUERA (delimitada em branco). Em azul, pontos de captação superficial. Em vermelho, captações subterrâneas. Fonte: Instituto Água e Terra, 2021.

### 6.1.11 Hidrossedimentologia

O objetivo dos estudos de hidrossedimentologia é determinar a variação da produção anual de sedimentos no Rio Tibagi, no local da UHE Tibagi Montante, bem como a avaliação da vida útil do seu reservatório.

#### 6.1.11.1 Dados Sedimentométricos

Para a avaliação da produção de sedimentos no eixo do aproveitamento foi adotada a estação Tibagi (64465000), a qual dispõe de medições regulares de descarga sólida, desde o ano de 1977 até o ano de 2013. A estação está localizada logo a jusante do eixo, portanto, considerada representativa para os estudos sedimentológicos. A Tabela 6-9 apresenta as medições obtidas do banco de dados da ANA (Hidroweb) para o período e estação base citada.

Tabela 6-9 - Dados Sedimentométricos - Estação Tibagi (64465000)

| Data | Cota (m) | Vazão ($m^3/s$) | Área Molhada ($m^2$) | Largura (m) | Velocidade Média (m/s) | Concentração (mg/l) | Descarga Sólida (ton/dia) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26/04/1977 | 105 | 157 | 278 | 104 | 0,565 | 35,66 | 483,72 |
| 10/07/1977 | 60 | 59,5 | 219 | 103 | 0,272 | 29,76 | 152,99 |
| 23/08/1977 | 61 | 65,2 | 224 | 103,3 | 0,291 | 15,35 | 86,47 |
| 19/10/1977 | 120 | 172 | 279 | 104 | 0,616 | 344,23 | 5115,53 |
| 27/07/1978 | 275 | 439 | 457 | 108 | 0,961 | 129,86 | 4925,54 |
| 25/09/1978 | 124 | 178 | 281 | 104 | 0,633 | 20,83 | 320,35 |
| 27/11/1978 | 121 | 173 | 278 | 104 | 0,622 | 221,49 | 3310,66 |
| 15/02/1979 | 50 | 51,7 | 220,3 | 103 | 0,235 | 8,28 | 36,99 |
| 07/01/1980 | 71 | 90,7 | 252 | 102 | 0,36 | 48,23 | 377,95 |
| 12/07/1980 | 195 | 303 | 372,6 | 106,5 | 0,814 | 148,3 | 3882,38 |
| 17/10/1980 | 150 | 248 | 343,6 | 105 | 0,721 | 44,23 | 947,73 |
| 17/02/1981 | 150 | 164 | 310,2 | 104,4 | 0,527 | 29,43 | 417,01 |
| 25/05/1981 | 54 | 54,1 | 254,5 | 102,8 | 0,212 | 24,09 | 112,6 |
| 20/08/1981 | 42 | 31,2 | 239,8 | 101 | 0,13 | 11,34 | 30,57 |
| 04/11/1981 | 70 | 78,7 | 274,4 | 103 | 0,287 | 68,13 | 463,26 |
| 16/02/1982 | 68 | 79,1 | 269 | 104,6 | 0,294 | 48,5 | 331,46 |
| 18/06/1982 | 102 | 139 | 293,9 | 104 | 0,474 | 92,84 | 1114,97 |
| 13/10/1982 | 222 | 329 | 434 | 107 | 0,757 | 132,92 | 3778,33 |
| 24/10/1982 | 200 | 304 | 419,1 | 106 | 0,726 | 34,83 | 914,83 |
| 26/11/1982 | 414 | 790 | 616 | 114 | 1,283 | 125,79 | 8585,92 |
| 26/04/1984 | 83 | 104 | 221,1 | 104,8 | 0,468 | 92,37 | 830 |
| 24/07/1984 | 83 | 107 | 223,2 | 104,5 | 0,477 | 25,96 | 240 |
| 28/09/1984 | 232 | 340 | 445 | 116 | 0,764 | 108,89 | 3198,75 |

| Data | Cota (m) | Vazão (m³/s) | Área Molhada (m²) | Largura (m) | Velocidade Média (m/s) | Concentração (mg/l) | Descarga Sólida (ton/dia) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 07/12/1984 | 168 | 283 | 357,6 | 106,3 | 0,79 | 42,53 | 1039,91 |
| 30/05/1985 | 74 | 84,5 | 247,9 | 105 | 0,341 | 17,02 | 124,26 |
| 25/07/1985 | 53 | 44,8 | 226,9 | 104 | 0,198 | 11,7 | 45,29 |
| 30/08/1985 | 42 | 28,2 | 207,6 | 104 | 0,136 | 38,31 | 93,34 |
| 09/10/1985 | 42 | 29,2 | 211,7 | 104 | 0,138 | 29,98 | 75,64 |
| 19/10/1985 | 42 | 29,2 | 211,7 | 104 | 0,138 | 29,99 | 75,65 |
| 09/12/1985 | 38 | 23,7 | 216,1 | 103,4 | 0,11 | 24,79 | 50,76 |
| 02/04/1986 | 59 | 57,5 | 223,4 | 104,8 | 0,258 | 32,91 | 163,5 |
| 22/05/1986 | 193 | 299 | 372 | 108 | 0,803 | 60,84 | 1571,72 |
| 30/07/1986 | 54 | 46,1 | 213,7 | 104,3 | 0,216 | 14,62 | 58,23 |
| 08/10/1986 | 62 | 65 | 215,5 | 104,6 | 0,302 | 52,42 | 294,39 |
| 25/11/1986 | 71 | 83 | 209,2 | 104 | 0,397 | 49,49 | 354,9 |
| 25/03/1987 | 60 | 60,2 | 233 | 103,8 | 0,258 | 31,06 | 161,54 |
| 24/07/1987 | 100 | 141 | 294,9 | 105 | 0,478 | 14,74 | 179,57 |
| 30/09/1987 | 76 | 88,8 | 257,5 | 104 | 0,345 | 19,76 | 151,61 |
| 19/02/1989 | 153 | 237 | 329 | 110 | 0,72 | 10,22 | 209,27 |
| 14/05/1989 | 197 | 319 | 370 | 108 | 0,862 | 30,7 | 846,14 |
| 04/07/1989 | 58 | 53,4 | 223 | 104 | 0,24 | 15,7 | 72,44 |
| 24/07/1989 | 58 | 53,4 | 223 | 104 | 0,24 | 15,7 | 72,44 |
| 10/10/1989 | 93 | 121 | 276 | 104 | 0,438 | 35,78 | 374,06 |
| 02/09/1990 | 283 | 513 | 464 | 109,1 | 1,105 | 61,2 | 2712,58 |
| 02/09/1990 | 283 | 453 | 517,2 | 125 | 0,875 | 61,2 | 2395,32 |
| 04/10/1990 | 192 | 309 | 372 | 108 | 0,83 | 46,8 | 1249,45 |
| 07/11/1990 | 189 | 303 | 367 | 108 | 0,825 | 49,2 | 1288,02 |
| 06/12/1990 | 117 | 169 | 276 | 106 | 0,613 | 43,9 | 641,01 |
| 04/03/1991 | 70 | 80,4 | 264,9 | 105 | 0,303 | 50,8 | 352,89 |
| 25/04/1991 | 73 | 81,3 | 267,1 | 105 | 0,304 | 32,89 | 231,03 |
| 28/05/1991 | 58 | 58,6 | 256 | 105,1 | 0,229 | 8,4 | 42,53 |
| 17/07/1991 | 86 | 120 | 271,8 | 105,5 | 0,442 | 21,4 | 221,88 |
| 21/08/1991 | 71 | 81,5 | 267,1 | 105 | 0,305 | 22,9 | 161,25 |
| 18/09/1991 | 51 | 40,4 | 227,1 | 105 | 0,178 | 28,2 | 98,43 |
| 22/10/1991 | 93 | 136 | 282 | 107,4 | 0,484 | 52,2 | 613,37 |
| 01/12/1991 | 62 | 60,1 | 261,8 | 105 | 0,23 | 13,9 | 72,18 |
| 19/03/1992 | 154 | 227 | 341,6 | 107 | 0,664 | 13,37 | 262,22 |
| 14/04/1992 | 134 | 199 | 280,9 | 106,7 | 0,71 | 22,4 | 385,14 |
| 19/05/1992 | 221 | 321 | 363 | 109 | 0,886 | 98,5 | 2731,84 |
| 26/09/1992 | 129 | 191 | 340,4 | 106,8 | 0,563 | 38 | 627,09 |
| 30/10/1992 | 105 | 144 | 308 | 107,2 | 0,468 | 12,3 | 153,03 |
| 30/06/1993 | 130 | 190 | 283,9 | 106,9 | 0,668 | 16,1 | 264,3 |
| 11/08/1993 | 112 | 162 | 276,4 | 106,6 | 0,586 | 19,98 | 279,67 |

| Data | Cota (m) | Vazão (m³/s) | Área Molhada (m²) | Largura (m) | Velocidade Média (m/s) | Concentração (mg/l) | Descarga Sólida (ton/dia) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11/09/1993 | 114 | 168 | 283,3 | 106,6 | 0,593 | 146,3 | 2123,57 |
| 23/11/1993 | 78 | 92,8 | 280,8 | 106,1 | 0,33 | 26,5 | 212,47 |
| 08/12/1993 | 143 | 239 | 350,6 | 107 | 0,683 | 151,41 | 3126,56 |
| 10/05/1994 | 62 | 63 | 207,9 | 105 | 0,303 | 22,46 | 122,24 |
| 20/07/1994 | 148 | 237 | 322,2 | 106,2 | 0,734 | 100,87 | 2065,49 |
| 24/08/1994 | 80 | 105 | 250,3 | 104,3 | 0,421 | 24,95 | 226,34 |
| 22/09/1994 | 64 | 59,9 | 228,6 | 104,4 | 0,262 | 35,72 | 184,88 |
| 22/10/1994 | 65 | 63,6 | 226,9 | 103,9 | 0,28 | 40,1 | 220,35 |
| 01/12/1994 | 88 | 115 | 247,7 | 106,7 | 0,465 | 46,8 | 465 |
| 27/04/1995 | 79 | 94,6 | 280,6 | 106,8 | 0,337 | 44,69 | 365,23 |
| 27/05/1995 | 59 | 56,2 | 257 | 105,8 | 219 | 29,26 | 142,07 |
| 11/07/1995 | 229 | 375 | 443,6 | 108,6 | 0,845 | 132,98 | 4308,55 |
| 10/08/1995 | 84 | 114 | 280,8 | 107,4 | 0,407 | 28,88 | 284,48 |
| 19/09/1995 | 52 | 38,4 | 245,3 | 105,2 | 0,157 | 11,13 | 36,92 |
| 20/11/1995 | 99 | 147 | 262,7 | 106,9 | 0,561 | 42,22 | 536,23 |
| 09/12/1995 | 72 | 80 | 229,8 | 106,6 | 0,348 | 25,53 | 176,44 |
| 02/04/1996 | 350 | 710 | 578,7 | 113 | 1,228 | 98,3 | 6029,91 |
| 24/04/1996 | 130 | 203 | 341,3 | 106,5 | 0,594 | 16,83 | 295,25 |
| 28/05/1996 | 76 | 78,1 | 272,9 | 106 | 0,286 | 18,77 | 126,65 |
| 23/07/1996 | 94 | 139 | 304,5 | 107 | 0,458 | 39,28 | 471,68 |
| 22/08/1996 | 89 | 119 | 301,8 | 107 | 0,394 | 36,99 | 380,29 |
| 24/09/1996 | 97 | 137 | 315,6 | 106,5 | 0,435 | 53,66 | 635,15 |
| 14/10/1996 | 224 | 361 | 455,1 | 109,4 | 0,792 | 232,41 | 7249,05 |
| 13/11/1996 | 200 | 275 | 385,8 | 109 | 0,714 | 101,59 | 2413,73 |
| 05/12/1996 | 102 | 139 | 291,1 | 107,4 | 0,476 | 34,81 | 418,05 |
| 07/03/1997 | 147 | 217 | 346,6 | 107,7 | 0,627 | 60,95 | 1142,71 |
| 22/05/1997 | 55 | 40,9 | 227,8 | 107 | 0,18 | 22,7 | 80,21 |
| 27/07/1997 | 122 | 190 | 303,6 | 107,6 | 0,627 | 88,94 | 1460,05 |
| 29/09/1997 | 176 | 248 | 367,3 | 109,5 | 0,674 | 72,24 | 1547,79 |
| 14/11/1997 | 262 | 496 | 485,6 | 112 | 1,022 | 25,18 | 1078,93 |
| 19/02/1998 | 154 | 246 | 363,2 | 108,5 | 0,676 | 105,5 | 2242,25 |
| 27/04/1998 | 346 | 644 | 601,1 | 112,5 | 1,071 | 111,24 | 6189,52 |
| 02/07/1998 | 120 | 189 | 352,9 | 107,8 | 0,534 | 57,44 | 937,97 |
| 26/11/1998 | 90 | 125 | 303,2 | 107,5 | 0,411 | 25 | 269,98 |
| 05/05/1999 | 76 | 87,5 | 190,5 | 104,7 | 0,459 | 29,94 | 226,37 |
| 02/07/1999 | 151 | 272 | 280,9 | 108,5 | 0,967 | 214,47 | 5040,1 |
| 01/09/1999 | 62 | 67,7 | 175,1 | 104,6 | 0,388 | 32,78 | 191,76 |
| 28/10/1999 | 62 | 63,9 | 212,8 | 104,5 | 0,3 | 86,46 | 477,36 |
| 01/03/2000 | 186 | 304 | 338,5 | 107,6 | 0,898 | 93,18 | 2447,4 |
| 27/04/2000 | 56 | 60,5 | 254,1 | 130 | 0,238 | 11,35 | 59,32 |

| Data | Cota (m) | Vazão (m³/s) | Área Molhada (m²) | Largura (m) | Velocidade Média (m/s) | Concentração (mg/l) | Descarga Sólida (ton/dia) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29/06/2000 | 84 | 102 | 231,3 | 104 | 0,442 | 56,61 | 498,88 |
| 09/08/2000 | 79 | 91,4 | 238,4 | 104,1 | 0,383 | 28,47 | 224,85 |
| 25/10/2000 | 169 | 297 | 375,9 | 108 | 0,789 | 35,43 | 909,08 |
| 05/03/2001 | 176 | 305 | 370,1 | 108 | 0,823 | 45,27 | 1193,01 |
| 03/09/2001 | 131 | 200 | 324,4 | 107,8 | 0,615 | 67,93 | 1173,8 |
| 06/12/2001 | 103 | 162 | 297,2 | 109,5 | 0,544 | 49,91 | 698,51 |
| 06/06/2002 | 82 | 96,9 | 255,6 | 103 | 0,379 | 23,77 | 198,97 |
| 15/08/2002 | 76 | 84,7 | 250,9 | 103 | 0,338 | 37,97 | 277,89 |
| 18/12/2002 | 201 | 321 | 358,1 | 107 | 0,897 | 105,01 | 2912,42 |
| 11/08/2003 | 74 | 83 | | | | 23,77 | 170,39 |
| 24/11/2003 | 104 | 153 | | | | 205,4 | 2715,69 |
| 23/03/2005 | 63 | 62,8 | | | | 17,8 | 96,6 |
| 19/07/2005 | 82 | 92,1 | | | | 19,2 | 152,83 |
| 20/09/2005 | 324 | 562,8 | | | | 55 | 2674,55 |
| 01/11/2005 | 328 | 553,1 | | | | 83,6 | 3995,21 |
| 10/02/2006 | 87 | 105,9 | | | | 14,6 | 133,65 |
| 26/04/2006 | 47 | 29,9 | | | | 16,6 | 42,82 |
| 20/07/2006 | 44 | 33 | | | | 22 | 62,73 |
| 27/08/2006 | 43 | 31,1 | | | | 20,6 | 55,26 |
| 20/10/2006 | 92 | 133,6 | | | | 34,7 | 400,58 |
| 20/03/2007 | 130 | 186,8 | | | | 44,8 | 723,14 |
| 22/05/2007 | 206 | 325,5 | | | | 81 | 2277,66 |
| 26/11/2007 | 71 | 85,3 | | | | 27,6 | 203,47 |
| 13/06/2008 | 108 | 159,4 | | | | 19,9 | 274,1 |
| 22/06/2009 | 58 | 50,6 | | | | 15,7 | 68,69 |
| 03/09/2009 | 109 | 161,8 | | | | 17,9 | 250,29 |
| 11/11/2009 | 159 | 247,6 | | | | 40,1 | 857,77 |
| 26/05/2010 | 158 | 275,2 | | | | 29,8 | 708,67 |
| 27/07/2010 | 142 | 251,8 | | | | 53,8 | 1170,34 |
| 30/05/2011 | 62 | 45 | | | | 14,6 | 56,74 |
| 30/05/2011 | 62 | 57,2 | | | | 14,6 | 72,14 |
| 12/07/2011 | 159 | 269,2 | | | | 48 | 1116,46 |
| 12/07/2011 | 159 | 308,6 | | | | 48 | 1279,74 |
| 31/08/2011 | 320 | 613 | | | | 40,9 | 2166,19 |
| 07/10/2011 | 94 | 118,1 | | | | 18,6 | 189,72 |
| 07/10/2011 | 94 | 151,1 | | | | 18,6 | 242,78 |
| 06/12/2011 | 83 | 90,2 | | | | 31 | 241,72 |
| 06/12/2011 | 83 | 118,9 | | | | 31 | 318,51 |
| 11/02/2012 | 68 | 63,7 | | | | 23,9 | 131,54 |
| 11/02/2012 | 68 | 85 | | | | 23,9 | 175,52 |

| Data | Cota (m) | Vazão (m³/s) | Área Molhada (m²) | Largura (m) | Velocidade Média (m/s) | Concentração (mg/l) | Descarga Sólida (ton/dia) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02/05/2012 | 217 | 312,5 | | | | 145,2 | 3920,11 |
| 02/05/2012 | 217 | 361,9 | | | | 145,2 | 4540,41 |
| 03/07/2012 | 175 | 272,3 | | | | 48,8 | 1148 |
| 03/07/2012 | 175 | 315,7 | | | | 48,8 | 1330,89 |
| 27/08/2012 | 69 | 45,2 | | | | 19,2 | 75,05 |
| 27/08/2012 | 69 | 61 | | | | 19,2 | 101,16 |
| 26/10/2012 | 106 | 142,5 | | | | 86,5 | 1064,63 |
| 26/10/2012 | 106 | 176,2 | | | | 86,5 | 1317,12 |
| 05/12/2012 | 70 | 60,4 | | | | 26,2 | 136,79 |
| 05/12/2012 | 70 | 82,2 | | | | 26,2 | 186,01 |
| 22/02/2013 | 161 | 285,6 | | | | 381,4 | 9412,12 |

Durante os estudos de inventário foram realizadas campanhas de medição de descarga líquida e sólida junto ao eixo do aproveitamento, como apresentado na Tabela 6-10. Os resultados das medições foram plotados junto à curva-chave de sedimentos, apresentada na Figura 6.28 no item a seguir, onde se pode ver a boa aderência dos dados.

Tabela 6-10 - Dados Sedimentométricos - Estação TIB-365 Tibagi (Montante) - Estudos de Inventário

| Data | Cota (m) | Vazão (m³/s) | Área Molhada (m²) | Velocidade Média (m/s) | Concentração (mg/l) | Descarga Sólida (ton/dia) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 09/07/2009 | 2,09 | 105,66 | 273,04 | 0,387 | 27,46 | 250,64 |
| 12/05/2009 | 1,77 | 46,65 | 236,32 | 0,197 | 38,78 | 156,29 |
| 15/04/2009 | 1,73 | 37,92 | 228,30 | 0,166 | 34,05 | 111,54 |

### 6.1.11.2 Obtenção da carga de sedimentos

As medições de descarga sólida utilizadas referem-se apenas a descargas em suspensão e são disponibilizadas em termos de concentração de sedimentos em mg/l no site Hidroweb da ANA (Tabela 6-10). Para a estação Tibagi foi traçada a curva-chave de sedimentos, apresentada na Figura 6.28, na qual a descarga sólida é função da descarga líquida.

Os pontos de descarga sólida, em t/dia, foram obtidos através do produto entre descarga líquida, em m³/s, concentração de sedimentos, em mg/l e o fator de conversão de unidades 0,0864. Aos pontos foi ajustada uma equação do tipo potência apresentada na Figura 6.28.

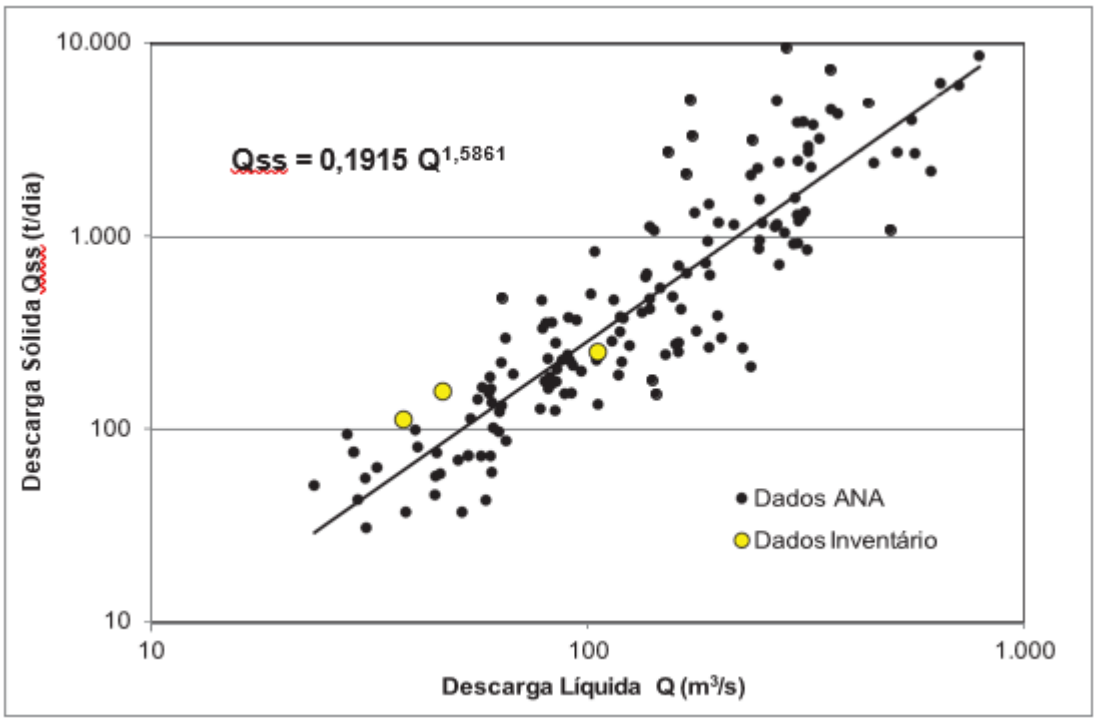



Figura 6.28 - Curva-Chave de Sedimentos – Estação Tibagi (64465000)

Por meio da equação ajustada e com base na série de vazões médias diárias da estação, foi obtida a série de descargas sólidas em suspensão em t/dia. A Tabela 6-11 apresenta as descargas sólidas médias diárias a nível mensal e anuais, resultando em uma descarga média diária de longo termo de 835,4 t/dia, média anual de 304.914 t/ano e específica de 34,5 t/ano.km².

Para o local do aproveitamento, considerou-se que a produção por arrasto corresponde a 30% da carga de sedimentos em suspensão, sendo que a descarga sólida total consiste na soma das parcelas de sedimentos em suspensão e arrasto.

Com relação à consideração de mudanças futuras devido às ações antrópicas na região, foi adotado um coeficiente de majoração igual a 2,0. Com base nestas considerações, foi determinada a carga anual majoradas de sedimentos para o aproveitamento, resultando em 793.000 t/ano ou 89,7 t/ano.km².

Tabela 6-11 - Série de Descargas Sólidas Médias Diárias Mensais na UHE Tibagi Montante (t/dia)

| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | Méd |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1931** | 947 | 908 | 675 | 460 | 682 | 952 | 982 | 725 | 874 | 1.280 | 859 | 1.126 | **873** |
| **1932** | 1.150 | 883 | 782 | 1.375 | 1.126 | 966 | 559 | 1.307 | 835 | 1.292 | 1.673 | 2.876 | **1.235** |
| **1933** | 333 | 639 | 246 | 127 | 85 | 91 | 50 | 39 | 107 | 67 | 46 | 25 | **155** |
| **1934** | 344 | 683 | 357 | 97 | 61 | 85 | 21 | 78 | 162 | 223 | 82 | 441 | **220** |
| **1935** | 166 | 116 | 175 | 65 | 30 | 133 | 246 | 1.232 | 2.489 | 8.700 | 1.688 | 587 | **1.302** |
| **1936** | 1.986 | 469 | 175 | 83 | 76 | 74 | 40 | 287 | 990 | 805 | 385 | 498 | **489** |
| **1937** | 2.446 | 520 | 605 | 564 | 293 | 249 | 147 | 231 | 161 | 1.347 | 5.051 | 737 | **1.029** |
| **1938** | 309 | 808 | 210 | 136 | 870 | 1.366 | 2.495 | 995 | 627 | 602 | 350 | 183 | **746** |
| **1939** | 268 | 508 | 541 | 164 | 519 | 367 | 325 | 124 | 181 | 125 | 1.169 | 2.128 | **535** |
| **1940** | 517 | 329 | 136 | 191 | 313 | 99 | 64 | 78 | 96 | 55 | 62 | 105 | **170** |
| **1941** | 362 | 2.007 | 410 | 247 | 294 | 250 | 232 | 1.602 | 1.085 | 1.435 | 1.012 | 1.241 | **848** |
| **1942** | 375 | 2.010 | 541 | 634 | 555 | 777 | 1.298 | 417 | 410 | 432 | 120 | 89 | **638** |
| **1943** | 135 | 299 | 247 | 82 | 75 | 216 | 125 | 124 | 415 | 884 | 329 | 313 | **270** |
| **1944** | 632 | 378 | 1.735 | 455 | 149 | 79 | 55 | 33 | 53 | 30 | 168 | 136 | **325** |
| **1945** | 44 | 405 | 727 | 191 | 88 | 337 | 1.525 | 282 | 149 | 242 | 148 | 87 | **352** |
| **1946** | 549 | 3.712 | 3.210 | 377 | 321 | 426 | 1.045 | 721 | 228 | 1.372 | 526 | 261 | **1.062** |
| **1947** | 469 | 483 | 394 | 160 | 105 | 207 | 179 | 464 | 1.456 | 2.359 | 507 | 617 | **617** |
| **1948** | 620 | 1.050 | 501 | 193 | 117 | 96 | 130 | 1.890 | 288 | 314 | 1.250 | 266 | **560** |
| **1949** | 113 | 51 | 138 | 126 | 71 | 290 | 60 | 54 | 59 | 73 | 77 | 68 | **98** |
| **1950** | 294 | 596 | 1.440 | 371 | 235 | 144 | 196 | 54 | 141 | 1.685 | 488 | 525 | **514** |
| **1951** | 636 | 1.363 | 781 | 188 | 104 | 126 | 164 | 70 | 47 | 411 | 813 | 614 | **443** |
| **1952** | 144 | 98 | 71 | 21 | 6 | 360 | 108 | 65 | 558 | 837 | 968 | 299 | **294** |
| **1953** | 630 | 344 | 199 | 193 | 331 | 368 | 173 | 102 | 263 | 443 | 932 | 398 | **365** |
| **1954** | 886 | 564 | 837 | 206 | 3.059 | 2.136 | 1.198 | 469 | 308 | 775 | 331 | 120 | **907** |
| **1955** | 152 | 103 | 356 | 224 | 499 | 3.199 | 3.884 | 883 | 1.053 | 256 | 299 | 286 | **933** |
| **1956** | 181 | 200 | 101 | 149 | 752 | 811 | 567 | 1.122 | 334 | 171 | 91 | 61 | **378** |
| **1957** | 311 | 670 | 224 | 158 | 112 | 256 | 3.391 | 5.407 | 9.240 | 3.097 | 2.627 | 773 | **2.189** |
| **1958** | 389 | 244 | 519 | 147 | 140 | 213 | 154 | 171 | 1.075 | 450 | 695 | 600 | **400** |
| **1959** | 492 | 664 | 305 | 170 | 204 | 166 | 104 | 105 | 139 | 172 | 108 | 52 | **223** |
| **1960** | 268 | 208 | 146 | 221 | 1.038 | 641 | 453 | 1.121 | 511 | 598 | 857 | 279 | **528** |
| **1961** | 178 | 244 | 742 | 1.586 | 1.008 | 758 | 280 | 109 | 433 | 430 | 1.693 | 658 | **677** |
| **1962** | 174 | 186 | 745 | 298 | 121 | 122 | 83 | 86 | 366 | 1.576 | 746 | 333 | **403** |
| **1963** | 1.344 | 770 | 858 | 667 | 129 | 77 | 44 | 37 | 32 | 488 | 1.715 | 939 | **592** |
| **1964** | 173 | 230 | 180 | 277 | 185 | 1.089 | 904 | 567 | 571 | 381 | 229 | 511 | **442** |
| **1965** | 631 | 1.895 | 675 | 460 | 682 | 952 | 982 | 725 | 874 | 1.280 | 859 | 678 | **891** |
| **1966** | 1.015 | 2.788 | 1.077 | 460 | 682 | 952 | 982 | 127 | 514 | 1.034 | 1.258 | 819 | **976** |
| **1967** | 898 | 806 | 1.884 | 368 | 132 | 644 | 476 | 538 | 874 | 1.280 | 159 | 233 | **691** |
| **1968** | 1.057 | 428 | 254 | 226 | 93 | 53 | 30 | 21 | 16 | 44 | 58 | 51 | **194** |
| **1969** | 83 | 111 | 92 | 219 | 146 | 1.162 | 875 | 252 | 158 | 1.276 | 2.639 | 1.589 | **717** |
| **1970** | 391 | 323 | 780 | 228 | 1.075 | 2.278 | 2.887 | 502 | 720 | 841 | 386 | 1.887 | **1.025** |
| **1971** | 8.244 | 1.129 | 729 | 676 | 1.542 | 1.956 | 1.941 | 415 | 404 | 385 | 114 | 138 | **1.473** |

| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | Méd |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1972** | 1.182 | 4.368 | 2.005 | 588 | 159 | 152 | 483 | 787 | 1.903 | 4.854 | 859 | 785 | **1.510** |
| **1973** | 869 | 973 | 456 | 390 | 551 | 1.156 | 2.169 | 1.286 | 2.300 | 1.438 | 640 | 257 | **1.040** |
| **1974** | 1.520 | 801 | 877 | 310 | 161 | 650 | 432 | 369 | 808 | 589 | 515 | 233 | **605** |
| **1975** | 231 | 311 | 537 | 179 | 114 | 200 | 350 | 647 | 360 | 2.426 | 1.176 | 2.310 | **737** |
| **1976** | 1.188 | 1.390 | 699 | 419 | 706 | 2.877 | 659 | 1.761 | 1.323 | 610 | 981 | 794 | **1.117** |
| **1977** | 874 | 2.138 | 639 | 992 | 221 | 185 | 201 | 140 | 103 | 337 | 317 | 629 | **565** |
| **1978** | 140 | 81 | 134 | 62 | 100 | 121 | 1.224 | 769 | 1.386 | 215 | 310 | 219 | **397** |
| **1979** | 154 | 54 | 73 | 29 | 1.168 | 224 | 129 | 160 | 1.478 | 1.666 | 1.911 | 804 | **654** |
| **1980** | 558 | 507 | 602 | 449 | 202 | 216 | 1.021 | 797 | 1.860 | 1.164 | 482 | 1.433 | **774** |
| **1981** | 1.676 | 605 | 192 | 109 | 159 | 81 | 52 | 33 | 23 | 179 | 277 | 642 | **336** |
| **1982** | 168 | 344 | 172 | 66 | 44 | 2.184 | 5.693 | 801 | 228 | 1.574 | 4.476 | 3.934 | **1.640** |
| **1983** | 1.171 | 689 | 2.152 | 1.113 | 5.914 | 10.258 | 8.779 | 1.192 | 2.944 | 2.447 | 889 | 380 | **3.161** |
| **1984** | 288 | 297 | 246 | 390 | 952 | 1.104 | 595 | 903 | 901 | 2.045 | 1.428 | 1.215 | **864** |
| **1985** | 570 | 396 | 227 | 915 | 471 | 484 | 164 | 53 | 195 | 54 | 100 | 27 | **305** |
| **1986** | 77 | 316 | 297 | 160 | 897 | 436 | 123 | 340 | 321 | 458 | 574 | 1.848 | **487** |
| **1987** | 1.190 | 1.272 | 252 | 189 | 5.247 | 2.612 | 1.057 | 497 | 369 | 492 | 403 | 153 | **1.144** |
| **1988** | 101 | 202 | 249 | 127 | 2.231 | 1.745 | 399 | 137 | 100 | 106 | 62 | 44 | **459** |
| **1989** | 936 | 1.362 | 604 | 422 | 1.265 | 257 | 706 | 1.273 | 1.762 | 626 | 214 | 285 | **809** |
| **1990** | 7.795 | 1.365 | 367 | 281 | 476 | 924 | 2.872 | 2.664 | 3.314 | 2.174 | 2.035 | 503 | **2.064** |
| **1991** | 156 | 294 | 266 | 141 | 137 | 592 | 701 | 247 | 88 | 529 | 471 | 441 | **339** |
| **1992** | 224 | 149 | 882 | 964 | 2.283 | 5.087 | 1.154 | 1.506 | 874 | 782 | 423 | 263 | **1.216** |
| **1993** | 293 | 1.289 | 1.331 | 443 | 983 | 1.574 | 1.041 | 554 | 1.683 | 6.334 | 531 | 1.332 | **1.449** |
| **1994** | 660 | 1.161 | 482 | 265 | 303 | 1.115 | 1.756 | 603 | 154 | 157 | 385 | 353 | **616** |
| **1995** | 7.761 | 1.897 | 596 | 326 | 144 | 216 | 1.173 | 227 | 472 | 1.856 | 746 | 251 | **1.305** |
| **1996** | 1.096 | 1.925 | 3.679 | 2.490 | 331 | 250 | 436 | 355 | 766 | 2.083 | 1.846 | 1.341 | **1.383** |
| **1997** | 3.498 | 3.971 | 701 | 183 | 109 | 494 | 1.033 | 378 | 650 | 2.801 | 3.472 | 1.884 | **1.598** |
| **1998** | 1.631 | 1.072 | 3.292 | 5.754 | 3.078 | 1.018 | 1.459 | 1.957 | 3.492 | 8.981 | 926 | 412 | **2.756** |
| **1999** | 510 | 923 | 771 | 469 | 354 | 544 | 1.858 | 242 | 229 | 148 | 114 | 88 | **521** |
| **2000** | 158 | 1.351 | 639 | 145 | 74 | 143 | 334 | 380 | 3.414 | 1.650 | 725 | 714 | **811** |
| **2001** | 1.231 | 2.586 | 1.160 | 321 | 628 | 822 | 1.069 | 800 | 568 | 4.394 | 800 | 654 | **1.253** |
| **2002** | 880 | 740 | 260 | 122 | 663 | 248 | 139 | 293 | 936 | 751 | 772 | 1.766 | **631** |
| **2003** | 1.028 | 1.419 | 1.043 | 442 | 183 | 244 | 620 | 204 | 177 | 552 | 544 | 1.298 | **646** |
| **2004** | 987 | 504 | 406 | 267 | 1.471 | 2.420 | 1.567 | 451 | 249 | 1.285 | 1.355 | 727 | **974** |
| **2005** | 1.271 | 371 | 114 | 175 | 497 | 598 | 445 | 271 | 3.398 | 4.359 | 1.989 | 319 | **1.151** |
| **2006** | 266 | 254 | 149 | 81 | 38 | 31 | 50 | 35 | 427 | 461 | 354 | 461 | **217** |
| **2007** | 562 | 1.132 | 756 | 286 | 1.026 | 591 | 546 | 264 | 95 | 64 | 389 | 680 | **533** |
| **2008** | 671 | 221 | 253 | 592 | 1.392 | 956 | 420 | 2.342 | 380 | 1.341 | 917 | 168 | **805** |
| **2009** | 455 | 826 | 361 | 88 | 72 | 100 | 1.985 | 2.535 | 874 | 1.280 | 859 | 678 | **843** |
| **2010** | 2.014 | 1.877 | 1.297 | 2.376 | 2.301 | 619 | 631 | 441 | 153 | 383 | 298 | 1.113 | **1.125** |
| **2011** | 1.229 | 2.604 | 625 | 432 | 185 | 229 | 948 | 6.823 | 1.468 | 1.541 | 840 | 316 | **1.437** |
| **2012** | 473 | 254 | 216 | 550 | 856 | 4.450 | 927 | 289 | 183 | 245 | 442 | 203 | **757** |
| **2013** | 551 | 868 | 1.200 | 865 | 379 | 5.299 | 4.676 | 762 | 874 | 1.280 | 859 | 678 | **1.524** |

| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | Méd |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Méd | 947 | 908 | 675 | 460 | 682 | 952 | 982 | 725 | 874 | 1.280 | 859 | 678 | 835,4 |

6.1.11.3 Assoreamento e avaliação da vida útil do reservatório

Após a determinação da produção de sedimentos para o local do aproveitamento, é estimada a eficiência de retenção do reservatório a fim de determinar a parcela de sedimentos que ficará efetivamente retida no mesmo.

Segundo Carvalho et al. (2000c), um pequeno reservatório é aquele cujo seu volume total no nível d'água máximo normal é inferior a 10 hm³. Considera-se um reservatório grande quando seu volume total é superior a 100 hm³. Entre os referidos limites, configura-se um reservatório de médio porte.

Para a UHE Tibagi Montante, com volume de 51,48 hm³ no seu N.A. Máximo Normal na El. 721,00 m foi utilizada a curva de Brune para o cálculo da eficiência de retenção.

Assim, a eficiência de retenção de sedimentos no reservatório é definida pela expressão:

$Er = Vr / VQ$

Onde:

Vr = volume total do reservatório, em m³;

VQ = deflúvio médio anual, em m³.

A Figura 6.29 mostra a curva de eficiência de retenção de sedimentos, determinada pelos estudos de Brune. A variável de entrada, posicionada no eixo das abscissas do gráfico, é dada pela relação entre o volume total do reservatório e o deflúvio médio anual na seção estudada.

Para a UHE Tibagi Montante, com vazão média anual de 164,7 m³/s e volume do reservatório de 51,48 hm³, a eficiência inicial do reservatório resulta em 45,2%.

Para converter o peso de sedimentos em volume, é necessário conhecer o peso específico dos sedimentos. Segundo pesquisas do *U. S. Bureau of Reclamation*, o peso específico pode ser obtido a partir da curva granulométrica do material e do tipo de operação do reservatório. A operação dos reservatórios é classificada segundo a USBR. Esta classificação é apresentada na Tabela 6-12.

Devido à ausência de informações acerca da composição dos sedimentos no local de interesse, foram adotadas as seguintes proporções: 0% de argila, 2% de silte e 98% de areia. Estas informações foram retiradas da publicação da Eletrobrás “Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros” para a estação Tibagi (64465000).

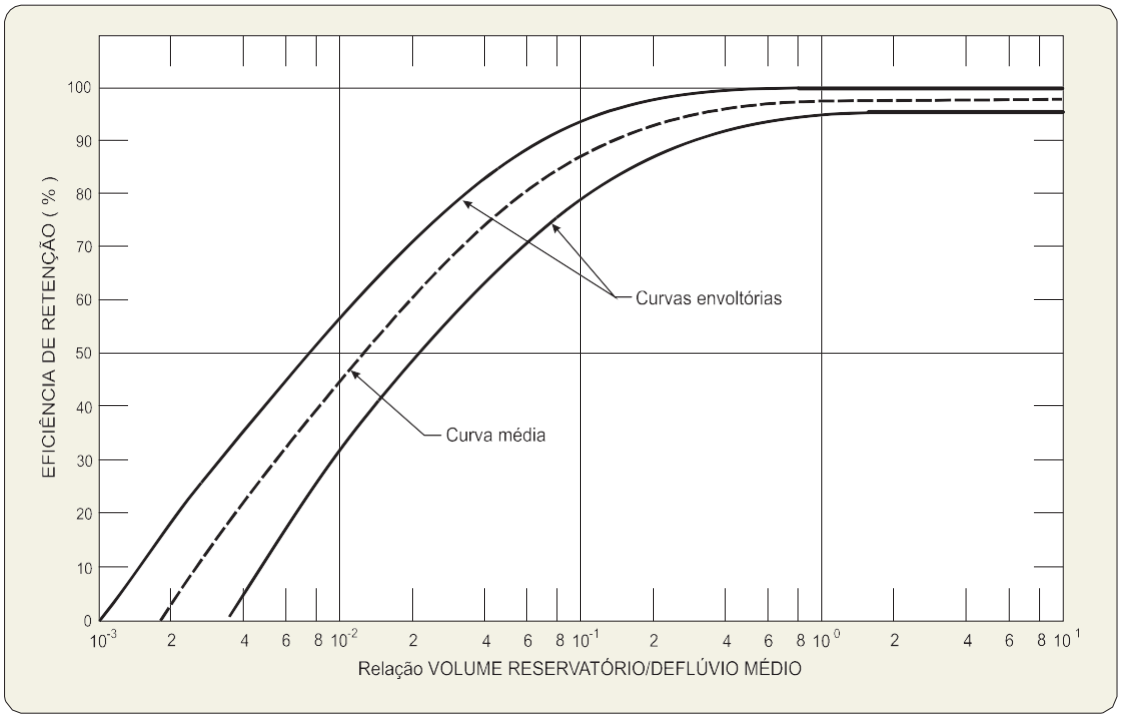



Figura 6.29 - Diagrama de Brune

Tabela 6-12 - Classificação de Reservatórios

| Tipo de Reservatório | Descrição |
|---|---|
| **1** | Sedimentos sempre ou quase sempre submersos |
| **2** | Depleção do reservatório de pequena a média |
| **3** | Reservatório normalmente vazio |
| **4** | Reservatório vazio |

Uma vez selecionado o tipo de reservatório, o peso específico aparente inicial ( $\psi_i$ ) do sedimento pode ser estimado utilizando a seguinte expressão:

$$\psi_i = Wc.pc + Wm.pm + Ws.ps$$

Onde:

Wc, Wm, Ws = Coeficientes de compactação de argila, silte e areia, respectivamente, obtidos segundo o tipo de operação do reservatório (Tabela 6-13);

pc, pm, ps = Frações (%) de quantidade de argila, silte e areia, respectivamente, contidas no sedimento afluente.

Tabela 6-13 - Constantes W e K para o Cálculo do Peso Específico Aparente

| Tipo de operação do Reservatório | Argila | | Silte | | Areia | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_c$ | $K_c$ | $W_m$ | $K_m$ | $W_s$ | $K_s$ |
| 1 | 0,416 | 0,2563 | 1,121 | 0,0913 | 1,554 | 0,00 |
| 2 | 0,561 | 0,1346 | 1,137 | 0,0288 | 1,554 | 0,00 |
| 3 | 0,641 | 0,00 | 1,153 | 0,00 | 1,554 | 0,00 |
| 4 | 0,961 | 0,00 | 1,169 | 0,00 | 1,554 | 0,00 |

Considerando-se o reservatório da UHE Tibagi Montante do Tipo 1 (sedimentos sempre ou quase sempre submersos), o peso específico aparente inicial resulta em 1,544 ton/m³, conforme apresentado na Tabela 6-14.

Tabela 6-14 - Cálculo do Peso Específico Aparente na UHE Tibagi Montante

| Tipo de Operação do Reservatório | Coeficientes de Compactação | | Constante K | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo 1 | Wc = | 0,416 | Kc = | 0,256 |
| | Wm = | 1,121 | Km = | 0,091 |
| | Ws = | 1,554 | Ks = | 0,000 |
| | $\psi_i$ (t/m³) = | 1,544 | K = | 0,002 |

A Tabela 6-15 apresenta os parâmetros iniciais utilizados na obtenção do volume de assoreamento do reservatório.

Tabela 6-15 - Parâmetros Iniciais Utilizados no Cálculo da Vida Útil

| N.A. Máximo Normal (m) | Volume no N.A. máximo (hm³) | Deflúvio Médio Anual (hm³) | Eficiência de Retenção Inicial (%) | Produção específica (t/ano.km²) | Produção Anual Majorada (ton/ano) |
|---|---|---|---|---|---|
| 721,00 | 51,48 | 5.194 | 45% | 34,5 | 793.000 |

Considerou-se que o peso específico e a eficiência de retenção variam com o tempo. Enquanto o peso específico aumenta com o tempo, devido à compactação dos

sedimentos, a eficiência de retenção, que é função do volume do reservatório, segue uma tendência de diminuir com o passar dos anos.

Assim, para cada ano de operação foi calculado o novo peso específico aparente, com base na seguinte fórmula:

$$\psi_T = \psi_i + 0{,}4343 \cdot K \left[ \ln (T) \cdot T / (T-1) - 1 \right]$$

Onde:

T = número de anos de consolidação;

K = Km.pm + Kc.pc + Ks.ps;

Km, Kc, Ks = constantes para cada tipo de material em função do tipo de operação do reservatório (Tabela 6-14).

Na sequência, foram obtidos os volumes de sedimentos para diversos tempos de operação do reservatório. O volume de assoreamento em cada ano foi calculado pela seguinte expressão:

$$S = \frac{C \cdot E_r}{\gamma_{ap}}$$

Onde:

S= volume de sedimentos, em m³/ano;

C= carga anual de sedimentos, em t/ano;

Er= eficiência de retenção, adimensional;

ψap= peso específico aparente, em t/m³.

A simulação do volume assoreado estendeu-se por um período de até 100 anos como apresentado na Tabela 6-16 e pode-se constatar que ao fim de deste período o processo sedimentológico ainda não se estabilizou, com o reservatório apresentando capacidade de retenção de 33,6% do deflúvio sólido afluente.

Tabela 6-16- Cálculo da Vida Útil do Reservatório

| Tempo (anos) | Peso Específico (t/m³) | Volume NA Normal ($10^6$m³) | Capacidade Afluência | Eficiência de Retenção (%) | Peso Sedimento ($10^6$t) | Volume Assoreado ($10^6$m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1,544 | 51,83 | 1,00E-02 | 45,2 | 0 | 0 |
| 5 | 1,549 | 51,83 | 1,00E-02 | 45,2 | 1,792 | 1,157 |
| 10 | 1,548 | 50,68 | 9,80E-03 | 44,7 | 3,562 | 2,301 |

| Tempo (anos) | Peso Específico (t/m³) | Volume NA Normal ($10^6$m³) | Capacidade Afluência | Eficiência de Retenção (%) | Peso Sedimento ($10^6$t) | Volume Assoreado ($10^6$m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 1,548 | 49,53 | 9,50E-03 | 44,1 | 5,311 | 3,431 |
| 20 | 1,548 | 48,4 | 9,30E-03 | 43,5 | 7,038 | 4,547 |
| 25 | 1,548 | 47,29 | 9,10E-03 | 43 | 8,742 | 5,648 |
| 30 | 1,548 | 46,18 | 8,90E-03 | 42,4 | 10,423 | 6,734 |
| 35 | 1,548 | 45,1 | 8,70E-03 | 41,8 | 12,082 | 7,806 |
| 40 | 1,548 | 44,03 | 8,50E-03 | 41,2 | 13,717 | 8,863 |
| 45 | 1,548 | 42,97 | 8,30E-03 | 40,6 | 15,329 | 9,904 |
| 50 | 1,548 | 41,93 | 8,10E-03 | 40 | 16,916 | 10,93 |
| 55 | 1,548 | 40,9 | 7,90E-03 | 39,4 | 18,479 | 11,94 |
| 60 | 1,548 | 39,89 | 7,70E-03 | 38,8 | 20,018 | 12,934 |
| 65 | 1,548 | 38,9 | 7,50E-03 | 38,2 | 21,532 | 13,913 |
| 70 | 1,548 | 37,92 | 7,30E-03 | 37,5 | 23,021 | 14,874 |
| 75 | 1,548 | 36,96 | 7,10E-03 | 36,9 | 24,484 | 15,82 |
| 80 | 1,548 | 36,01 | 6,90E-03 | 36,3 | 25,922 | 16,749 |
| 85 | 1,548 | 35,08 | 6,80E-03 | 35,6 | 27,333 | 17,661 |
| 90 | 1,548 | 34,17 | 6,60E-03 | 34,9 | 28,718 | 18,556 |
| 95 | 1,548 | 33,28 | 6,40E-03 | 34,3 | 30,076 | 19,433 |
| 100 | 1,548 | 32,4 | 6,20E-03 | 33,6 | 31,408 | 20,294 |

O volume assoreado ou volume morto ao fim de 100 anos de operação é de 20,294 x $10^6$ m³, representando 39 % do volume total do reservatório.

6.1.11.4 Sedimentos ao pé da barragem

A distribuição dos sedimentos depositados em um reservatório depende de diversos fatores, tais como o peso das partículas e a velocidade do escoamento. As partículas maiores tendem a se depositar na entrada do reservatório, e as menores mais adiante, em função de seu peso.

O Método Empírico de Redução de Área de Borland e Miller, desenvolvido pelo *US Bureau of Reclamation* e recomendado pela Eletrobrás, na publicação "Hidrossedimentologia Prática", de Newton de Oliveira Carvalho, permite calcular a altura de depósito de sedimentos no pé da Barragem e a distribuição dos depósitos ao longo do leito do reservatório.

A partir da curva cota x volume do reservatório, obtém-se sua classificação através do cálculo das declividades (coeficiente m) para os diversos pares de valores de profundidade e volume.

De acordo com os cálculos apresentados na Tabela 6-17, para o reservatório da UHE Tibagi Montante, obteve-se o valor médio de 2,96 para a declividade, que corresponde ao reservatório do Tipo II, de zonas de inundação e colinas.

Tabela 6-17 - Classificação do Reservatório

| Cota (m) | Área (m²) | Volume (m³) | Prof. (m) | Log Prof. | Log Vel. | m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 700 | 0 | 0 | | | | |
| 705 | 402.457 | 670.762 | 5 | 0,7 | 5,83 | |
| 710 | 2.094.612 | 6.362.788 | 10 | 1 | 6,8 | 3,25 |
| 715 | 3.551.041 | 20.317.676 | 15 | 1,18 | 7,31 | 2,86 |
| 721 | 7.258.500 | 51.484.467 | 21 | 1,32 | 7,71 | 2,76 |
| | | | | | **Média** | **2,96** |

A equação que representa a profundidade relativa x área relativa para a avaliação da distribuição de sedimentos no reservatório do tipo II é:

$$Ap = 2{,}487\ p^{0{,}57}\ (1-p)^{0{,}41}$$

Onde:

Ap = área relativa (adim.);

p = profundidade relativa (adim.).

Para o cálculo da altura dos sedimentos depositados ao pé da Barragem considerou-se a situação do reservatório após 30, 50 e 100 anos de utilização. A Tabela 6-18 apresenta o cálculo da altura dos depósitos no pé da Barragem para estas condições.

Tabela 6-18 - Altura do Depósito no Pé da Barragem para 30, 50 e 100 Anos

| Cota (m) | Prof. (m) | Prof. Relativa | Volume (m³) | Área (m²) | H x Área (m²) | T= 100 anos | | T = 50 anos | | T = 30 anos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | S-Volume (m³) | h'p | S-Volume (m³) | h'p | S-Volume (m³) | h'p |
| 700 | 0 | 0 | - | - | - | 20.293.797 | | 10.929.831 | | 6.734.438 | |
| 701 | 1 | 0,05 | 134.152 | 80.491 | 1.690.321 | 20.159.645 | 11,93 | 10.795.679 | 6,39 | 6.600.286 | 3,9 |
| 702 | 2 | 0,1 | 268.305 | 160.983 | 3.380.642 | 20.025.492 | 5,92 | 10.661.526 | 3,15 | 6.466.133 | 1,91 |
| 703 | 3 | 0,14 | 402.457 | 241.474 | 5.070.963 | 19.891.340 | 3,92 | 10.527.374 | 2,08 | 6.331.981 | 1,25 |
| 704 | 4 | 0,19 | 536.610 | 321.966 | 6.761.285 | 19.757.187 | 2,92 | 10.393.221 | 1,54 | 6.197.828 | 0,92 |

| Cota (m) | Prof. (m) | Prof. Relativa | Volume (m³) | Área (m²) | H x Área (m²) | T= 100 anos | | T = 50 anos | | T = 30 anos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | S-Volume (m³) | h'p | S-Volume (m³) | h'p | S-Volume (m³) | h'p |
| 705 | 5 | 0,24 | 670.762 | 402.457 | 8.451.606 | 19.623.035 | 2,32 | 10.259.069 | 1,21 | 6.063.676 | 0,72 |
| 706 | 6 | 0,29 | 1.025.286 | 740.888 | 15.558.655 | 19.268.511 | 1,24 | 9.904.545 | 0,64 | 5.709.152 | 0,37 |
| 707 | 7 | 0,33 | 1.813.795 | 1.079.319 | 22.665.704 | 18.480.002 | 0,82 | 9.116.036 | 0,4 | 4.920.643 | 0,22 |
| 708 | 8 | 0,38 | 2.988.852 | 1.417.750 | 29.772.753 | 17.304.945 | 0,58 | 7.940.980 | 0,27 | 3.745.587 | 0,13 |
| 709 | 9 | 0,43 | 4.513.803 | 1.756.181 | 36.879.802 | 15.779.994 | 0,43 | 6.416.028 | 0,17 | 2.220.635 | 0,06 |
| 710 | 10 | 0,48 | 6.362.788 | 2.094.612 | 43.986.851 | 13.931.009 | 0,32 | 4.567.043 | 0,1 | 371.650 | 0,01 |
| 711 | 11 | 0,52 | 8.520.711 | 2.385.898 | 50.103.855 | 11.773.086 | 0,23 | 2.409.120 | 0,05 | | |
| 712 | 12 | 0,57 | 10.983.286 | 2.677.184 | 56.220.859 | 9.310.511 | 0,17 | | | | |
| 713 | 13 | 0,62 | 13.756.994 | 2.968.470 | 62.337.862 | 6.536.803 | 0,1 | | | | |
| 714 | 14 | 0,67 | 16.859.105 | 3.259.756 | 68.454.866 | 3.434.692 | 0,05 | | | | |
| 715 | 15 | 0,71 | 20.317.676 | 3.551.041 | 74.571.869 | | | | | | |
| 716 | 16 | 0,76 | 24.171.534 | 4.107.375 | 86.254.866 | | | | | | |
| 717 | 17 | 0,81 | 28.470.311 | 4.663.708 | 97.937.863 | | | | | | |
| 718 | 18 | 0,86 | 33.274.411 | 5.220.041 | 109.620.860 | | | | | | |
| 719 | 19 | 0,9 | 38.655.023 | 5.776.374 | 121.303.857 | | | | | | |
| 720 | 20 | 0,95 | 44.694.125 | 6.332.707 | 132.986.855 | | | | | | |
| 721 | 21 | 1 | 51.484.467 | 7.258.500 | 152.428.500 | | | | | | |

A Figura 6.30 apresenta os pares de valores da profundidade relativa e h'p para tempos de 30, 50 e 100 anos de operação, juntamente com a curva genérica estabelecida para o reservatório do tipo II. A interseção das curvas resulta nos valores de profundidades relativas p iguais a 0,15, 0,27 e 0,37, para 30, 50 e 100 anos, respectivamente.

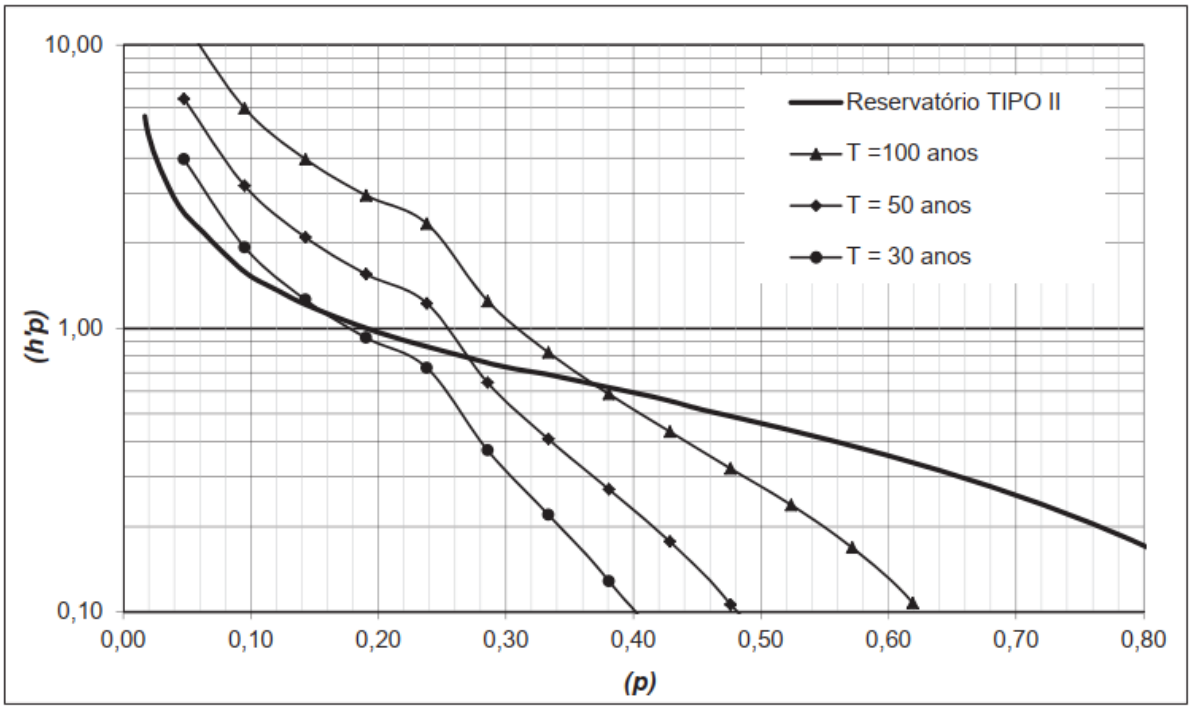



Figura 6.30- Alturas Relativas de Sedimento no Pé Da Barragem em 30, 50 e 100 Anos

A Tabela 6-19 apresenta o resumo das alturas de sedimentos ao pé da Barragem para tempos de 30, 50 e 100 anos de operação do reservatório.

Tabela 6-19 - Alturas de Sedimentos ao Pé da Barragem

| Tempo de Operação (anos) | Profundidade Relativa (p) | Profundidade do Sedimento (m) | Cota do Sedimento (m) |
|---|---|---|---|
| 30 | 0,15 | 3,15 | 703,15 |
| 50 | 0,27 | 5,67 | 705,67 |
| 100 | 0,37 | 7,77 | 707,77 |

Conclui-se que a cota da soleira da Tomada de Água na El. 703,50 m deverá ser alcançada em aproximadamente 40 anos.

### 6.1.11.5 Conclusões e recomendações

O volume de sedimentos retido no reservatório ao fim de 100 anos de operação representa 40% do volume útil do reservatório, indicando uma vida útil do reservatório superior a 100 anos.

Durante a operação do empreendimento, enquanto a altura do material depositado ao pé da Barragem não atingir a El. 703,50 m, correspondente à soleira

da Tomada de Água, a existência do reservatório protegerá esta estrutura dos possíveis danos provocados pelos sedimentos. Isto porque, a desaceleração do escoamento do Rio Tibagi e a consequente deposição do material no reservatório, antes da entrada da Tomada de Água, resultarão em volumes de sedimentos afluentes a essa estrutura inferiores aos aportados naturalmente pelo curso d'água. O tempo mínimo estimado para o assoreamento alcançar a soleira da Tomada de Água foi estimado em aproximadamente 40 anos após o início da operação.

Os estudos foram realizados através de metodologia usual e adequada para a atual fase de projeto, com a utilização de modelos matemáticos já consagrados no âmbito da engenharia de barragens.

Devido à imprecisão natural dos dados básicos, inerente aos cálculos realizados, a adoção de coeficientes e demais hipóteses de cálculo, bem como da tentativa de simulação das condições reais do reservatório por meio de modelação matemática, os resultados devem ser considerados indicativos, com relação aos níveis e tempos de assoreamento obtidos para o reservatório.

Mesmo adotando-se o critério recomendado pela Eletrobrás de dobrar o valor do deflúvio sólido médio anual com o intuito de prever o aumento da produção de sedimentos devido a ações antrópicas, recomenda-se a realização de campanhas sistemáticas de medição de descarga sólida no local de implantação do aproveitamento para aferição dos valores adotados.

Esta recomendação também é válida para a aferição da composição granulométrica da carga sólida e do material do leito do rio.

### 6.1.12 Considerações Finais para o Meio Físico

A UHE Tibagi Montante está situada na bacia hidrográfica do rio Tibagi. Esta bacia é integralmente localizada no Estado do Paraná, sendo limitada ao norte pelo rio Paranapanema, onde deságua; a oeste pelas bacias do Pirapó e Ivaí; ao sul pela bacia do Iguaçu e a oeste pelas bacias do Cinzas, Itararé e Ribeira. O rio Tibagi é o afluente mais importante da margem esquerda do rio Paranapanema, cortando o estado do Paraná por 550 km no sentido Sul – Norte, com uma área de 24.711 km2 e 49 municípios. Os seus principais afluentes são Salto, Imbituva, Capivari, Imbaú, Mocóca e Apucaraninha na margem direita; e Guabiroba, Botuquara, Iapó, Pitangui,

das Antas, do Tigre, e São Jerônimo na margem esquerda. Nenhum desses afluentes fica na ADA da UHE Tibagi Montante.

Segundo a classificação climática adotada por Köeppen a bacia do rio Tibagi está sob a influência de dois tipos climáticos: Cfa subtropical (ao norte, no trecho mais a jusante) e Cfb temperado (ao sul, no trecho mais a montante). No trecho intermediário, há uma zona mista. A UHE Tibagi Montante está localizada no tipo climático CFb temperado, com verões amenos, geadas severas e frequentes e sem estação seca definida, temperaturas médias inferiores a 22º C nos meses mais quentes e inferiores a 18º C nos meses mais frios.

A UHE Tibagi Montante está situada no trecho alto, que compreende basicamente a região de Ponta Grossa até a área entre os municípios de Tibagi e Telêmaco Borba. Nessa região, a ocupação do solo é muito diversificada com a presença de matas naturais (incluindo araucárias), matas de galerias e reflorestamentos nos municípios de Imbituva, Ipiranga, Palmeira, entre outras. Já nas áreas próximas a Ponta Grossa, Tibagi, Piraí do Sul e algumas regiões de Palmeiras, há predomínio de culturas temporárias, ainda que na região da Serra de Furnas as pastagens passam a ter forte presença.

Na área de abrangência do PACUERA ocorrem basicamente rochas do Grupo Paraná (Formação Furnas e Formação Ponta Grossa), e sedimentos recentes. Predominam formas de relevo caracterizadas como colinas suaves (Figura 6.1.4.2), de topos planos, vertentes convexas e retilíneas e declividade baixa, variando entre 2° e 15°. Capeando às colinas ocorrem solos coluvionares e residuais provenientes das formações sedimentares que caracterizam a região, ou seja, as formações Furnas e Ponta Grossa.

Na Área de Estudo há predominância de Neossolos, representada principalmente pelos Neossolos Litólicos. Entretanto, na Área de Abrangência, o cenário muda e há três outras classes de solos que possuem ocorrência mais relevante: Cambissolos, Neossolos e Latossolos, além de afloramentos de rocha.

Com relação à susceptibilidade dos solos à erosão, sabe-se que as classes de susceptibilidade estão diretamente relacionadas com a declividade e a erodibilidade dos solos presentes na região. A Área de Estudo está relacionada a quatro classes de susceptibilidade à erosão. Ao contrário do que foi verificada na Área

de Estudo, a maior parte desta área de influência é representada pelas classes I (Extremamente Susceptível - ES) e II (Muito Susceptível - MS), as quais respondem por 40,23% e 32,84% de ocupação, respectivamente. Com isso, a classe V (Pouco a Não Susceptível - PNS), está associada a 24,78% de áreas ocupadas. O percentual restante da Área de Estudo está associado à classe IV (Pouco Susceptível – PS) e às áreas sem classificação.

Desta forma, verifica-se que a Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante é caracterizada principalmente por áreas em que há possibilidade de existirem problemas complexos de conservação, ou seja, extremamente susceptíveis e muito susceptíveis à erosão laminar. Essas áreas correspondem a 73,07% da Área de Estudo. O percentual restante das áreas (25,72%) é caracterizado pela ausência de problemas especiais de conservação, ou seja, áreas classificadas como pouco susceptíveis e pouco a não susceptíveis.

Em relação à qualidade da água, os parâmetros analisados nos locais e meses abrangidos pelo Programa de Monitoramento apontaram que os ambientes amostrados na área de influência da futura UHE Tibagi Montante encontram-se pouco degradados, sem ocorrência de processos que conduzam a prejuízos nos usos da água.

Com base nos parâmetros avaliados, o cálculo do Índice de Qualidade das Águas para a área de estudo determinou que a qualidade da água se classificou entre as categorias boa e regular. Já o Índice de Estado Trófico indicou que os locais amostrados caracterizaram-se como hipereutróficos em outubro e variaram entre oligotróficos e supereutróficos em abril, indicando aportes de substâncias contaminantes variando espacial e temporalmente.

## 6.2 ASPECTOS DO MEIO BIÓTICO

### 6.2.1 Cobertura Vegetal

A Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante insere-se nos domínios dos biomas Mata Atlântica e Cerrado (IBGE, 2004). Nos domínios da Mata Atlântica, há duas fitofisionomias principais: a Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e a Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Sub-caducifólia do rio Paraná). Já nas áreas originalmente recobertas por Cerrado, as tipologias vegetais

principais são a Estepe Gramíneo-Lenhosa (Campos Naturais) e a Savana Arborizada, ocupando as porções mais planas e elevadas do terreno. Em certos trechos adjacentes aos cursos d'água ocorrem as várzeas, denominadas, segundo classificação do IBGE (1992), Formações Pioneiras com Influência Fluvial.

A Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante é caracterizada pelo predomínio de remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, prevalecendo o estágio médio de sucessão e também por pequenas manchas de Estepe Gramíneo-lenhosa e Savana Gramíneo-Lenhosa, que corresponde aos Campos Naturais, de acordo com os dados primários obtidos no estudo fitossociológico.

A seguir são descritas com maior detalhamento as tipologias vegetais existentes da Área de Abrangência do PACUERA.

- **Floresta Ombrófila Mista**

A Floresta Ombrófila Mista segundo a classificação de Veloso *et al.* (1991), caracteriza-se por mesclar elementos de duas floras distintas, a tropical afrobrasileira e a temperada austrobrasileira. Essa mistura de floras distintas ocorre principalmente devido às condições ambientais peculiares observadas no Planalto Meridional Brasileiro, onde fatores associados à altitude e latitude criam uma situação especial dentro da região Neotropical. De uma forma abrangente, a Floresta Ombrófila Mista ocupa terrenos localizados numa faixa entre 500 e 1800 metros de altitude. Sua composição florística típica abrange gêneros primitivos e sugere uma ocupação recente, a partir de refúgios altomontanos (VELOSO *et al.*, 1991; IBGE, 1992).

A fisionomia característica dessa tipologia florestal apresenta pinheiros (*Araucaria angustifolia*) emergindo por sobre um dossel contínuo, no qual destacam-se árvores pertencentes às espécies *Ocotea porosa* (imbuia), *Nectandra lanceolata* (canela-amarela), *Nectandra megapotamica* (canela-preta), *Cryptocarya aschersoniana* (canela-fogo), *Ocotea pulchella* (canela-lageana), *Ocotea corymbosa* (canela-fedida), *Cupania vernalis* (cuvatã), *Matayba elaeagnoides* (miguel-pintado), *Drimys winterii* (casca d'anta), *Podocarpus lambertii* (pinheiro-bravo), *Capsicodendron dinisii* (pimenteira), *Sloanea lasiocoma* (sapopema), *Ilex paraguariensis* (erva-mate), *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba) e diversas espécies das famílias Myrtaceae e Aquifoliaceae (LEITE & KLEIN, 1990).

As florestas secundárias referentes à tipologia Floresta Ombrófila Mista, resultantes principalmente de alterações de origem humana, são caracterizadas pelas espécies *Mimosa scabrella* (bracatinga), *Ocotea puberula* (canela-guaicá), *Piptocarpha angustifolia* (vassourão-branco), *Vernonia discolor* (vassourão-preto) e *Casearia sylvestris* (cafezeiro-do-mato), entre outras (Leite & Klein, 1990).

- **Estepe Gramíneo-Lenhosa**

A Estepe Gramíneo-Lenhosa, genericamente denominada Campos Naturais, caracteriza-se fisionomicamente por apresentar uma cobertura de elementos herbáceos entremeada por capões e estreitas florestas de galeria ao longo do curso dos rios. Sua existência está relacionada às condições climáticas pretéritas e às limitações edáficas. O principal mecanismo ligado ao clima que interfere na existência dos campos é a elevada taxa de evapotranspiração. O vento intenso e constante, associado às extensas planuras e elevadas altitudes, determina o ressecamento da superfície do perfil do solo, com prejuízos à vegetação nativa, principalmente quando as chuvas se rarefazem. Áreas com solos mais rasos onde o perfil seca totalmente ocasionam forte seleção, favorecendo espécies resistentes à estiagem e dificultando o desenvolvimento de árvores (MAACK, 1981; LEITE & KLEIN 1990; IBGE, 1992). As florestas de galeria e os capões, importantes elementos das Estepes, desenvolvem-se a partir dos solos úmidos ao redor das nascentes e dos riachos. Essa invasão dos campos é o início de uma série que tende para associações mais evoluídas da Floresta Ombrófila Mista (KLEIN, 1960).

A fisionomia predominante nos campos sulinos é herbácea, onde principalmente gramíneas, ciperáceas, compostas, verbenáceas, leguminosas e euforbiáceas, formam uma cobertura por vezes bastante densa e muitas vezes contínua, com alturas que variam de 30 a 80 cm, podendo chegar a mais de 1 metro (SILVA, 2002). Segundo Ziller (1995), nos campos situados em regiões de solo mais enxuto predominam as gramíneas (Poaceae) em touceiras formando montículos de capim. Também é muito comum a presença da família Cyperaceae, cujos principais gêneros são *Eleocharis*, *Rhynchospora* e *Cyperus*. Entre as touceiras existem espécies rasteiras de Fabaceae, Melastomataceae e Xyridaceae, além de outras. A família Asteraceae também encontra-se bem representada na vegetação campestre

apresentando principalmente indivíduos de porte arbustivo dos gêneros *Achyrocline*, *Baccharis*, *Eupatorium* e *Vernonia*.

Conforme o nível de saturação hídrica no solo é possível distinguir diferentes fisionomias campestres, compostas por vegetação hidrófila (vegetação que apresenta desenvolvimento normal em ambientes saturados por água, sobre solos hidromórficos), higrófilas (vegetação que ocorre em ambientes sobre condições intermediárias de umidade, sobre solos semi-hidromórficos) e mesófilas (vegetação que ocorre em ambientes bem drenados, em solos não-hidromórficos), conforme definição proposta por Curcio (2006) citado por Andrade (2010).

Ainda segundo Andrade (2010), outra problemática são os equívocos quanto à classificação de áreas úmidas, sendo por vezes agrupadas formações fitogeográficas distintas, como os campos hidromórficos (Estepe Gramíneo-Lenhosa úmida) e as várzeas (Formações Pioneiras de Influência Fluvial). Estas últimas se distinguem das Estepes, uma vez que recebem um aporte sedimentar e nutricional constante devido às cheias do rio, além de demais características que lhe conferem a instabilidade ambiental natural que lhe é peculiar.

De tal forma que, para a área do reservatório e APP da UHE Tibagi Montante, a Estepe Gramíneo-Lenhosa sobre solos saturados de água é aqui designada como “Nascente Difusa”, enquanto que a mesma vegetação sobre solos semi-hidromóficos e não hidromórficos é aqui designada simpesmente como “Estepe Gramíneo-Lenhosa”.

- **Savana Gramíneo-lenhosa**

Também denominada como Campo-Limpo-de-Cerrado, nessa fisionomia prevalecem os gramados entremeados por plantas lenhosas raquíticas, que ocupam extensas áreas dominadas por hemicriptófitos e que, aos poucos, quando manejados através do fogo ou pastoreio, vão sendo substituídos por geófitos que se distinguem por apresentar colmos subterrêneos, portanto mais resistentes ao pisoteio do gado e ao fogo (IBGE, 1992). Na área de estudo esse tipo de vegetação encontra-se misturada com a Estepe Gramíneo-Lenhosa (Figura 6.31).

Figura 6.31 - Ecótono entre Estepe Gramíneo-Lenhosa e Savana Gramíneo-Lenhosa

- **Formação Pioneira com Influência Fluvial**

Também denominada como Várzea, esta tipologia vegetal corresponde às formações herbáceas dos abaciados úmidos, sobre Organossolos e Gleissolos influenciados pelo regime hídrico dos rios e de ocorrência generalizada em todo o estado do Paraná. São representadas principalmente por espécies de Cyperaceae, Poaceae e da Typhaceae *Typha domingensis* Pers., cosmopolita das regiões tropicais e subtropicais do sul do Brasil, além de Xyridaceae, Lentibulariaceae e Alismataceae (RODERJAN et al., 2002). A Figura 6.32 apresenta a formação pioneira com influência fluvial localizada na área do reservatório.

Figura 6.32 - Formação pioneira com influência fluvial localizada na área do reservatório da margem esquerda.

- **Estado de conservação dos remanescentes**

Conforme foi visto, com relação à cobertura vegetal, a Área de Abrangência do PACUERA é caracterizada por remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, prevalecendo o estágio médio de sucessão, também por pequenas manchas de Estepe Gramíneo-Lenhosa e Savana Gramíneo-Lenhosa, que corresponde aos Campos Naturais, e ainda pela Formação Pioneira com Influência Fluvial, que são as várzeas.

Os Campos Naturais estão distribuídos na metade jusante da área do reservatório e APP, geralmente sobre terreno declivoso, onde afloram rochas de arenito, como mostra a Figura 6.33, ou então sobre solos rasos, como mostra a Figura 6.34. Por ser uma vegetação aberta e com bastante insolação ao nível do solo, ela é bastante suscetível a invasão de *Pinus* sp., esta que é uma espécie exótica invasora altamente agressiva na região do Campos Naturais. Durante a complementação do Inventário Florestal, realizada em outubro de 2018, foi verificado que essa invasão biológica está ocorrendo de forma bastante acelerada.

Figura 6.33– **a.** Estepe Gramíneo-lenhosa (Campos Naturais); **b.** Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária).

Figura 6.34– Ecótono entre Estepe Gramíneo-Lenhosa e Savana Gramíneo-Lenhosa.

As Várzeas estão distribuídas principalmente na metade montante do entorno e por isso, serão pouco afetadas pela formação do reservatório. Apesar de ser uma vegetação que é não utilizada diretamente nas propriedades rurais, acaba sendo impactada pelo pastoreio ou então pela invasão biológica do *Pinus* sp., este que parte de propágulos oriundos de plantios comerciais localizados diretamente ao lado das várzeas, como mostra a Figura 6.35. Como as várzeas são formações edáficas de primeira ocupação, pois se estabelecem sobre solos recém-formados pelo transbordamento do rio, são consideradas vegetação primária. Entretanto, como estão alteradas pelos impactos mencionados anteriormente são tratadas aqui por “Vegetação Primária Alterada” pois, de fato, não se encontram mais em sua condição original.

Figura 6.35– Formação Pioneira com Influência Fluvial (Várzea).

No tocante às florestas, a geomorfologia é um elemento determinante para o entendimento da sua distribuição ao logo da área em estudo. Especificamente no trecho compreendido pela área do reservatório e APP a rede hídrica se encontra condicionada a falhas geológicas, o que implica em uma drenagem estrutural, ou seja, o Tibagi e seus tributários não têm a capacidade de alterar o seu curso. Rios que têm essa capacidade adquirem um curso meandrante e são capazes de edificar uma planície fluvial com solos específicos. Ao contrário, o rio Tibagi segue encaixado entre margens altas, limitando o seu extravazamento nos picos de vazante, o que também reduz a presença de várzeas e de espécies típicas de solos hidromórficos. Por isso, indivíduos de Araucária são vistos próximos ao rio Tibagi, uma espécie característica de solos não hidromórficos.

Entretanto, em alguns trechos foi observada uma presença maior de espécies típicas de ambiente ciliar, como *Sebastiania commersoniana* (Branquilho), *Endlicheria paniculata* (Canela-de-veado), *Luehea divaricata* (Açoita-cavalo), *Syagrus romanzoffiana* (Jerivá), *Inga striata* (Ingá), *Matayba elaeagnoides* (Miguel-pintado), entre outras. Elas caracterizam a Floresta Ombrófila Mista Aluvial, que corresponde à mata ciliar da Floresta com Araucária. Figura 6.36 mostra o aspecto interno desse tipo de vegetação.

Figura 6.36 – A: Floresta Ombrófila Mista Aluvial na parcela 19 (UTM 560787 E, 7281446 S); B: Floresta Ombrófila Mista Aluvial na parcela 21 (UTM 558882 E, 7281565 S).

A maior parte da vegetação remanescente do entorno é pouco influenciada pelo rio Tibagi. Na metade jusante da área do reservatório e entorno o que chamou à atenção foi grande presença da Copaíba, que na ocasião da amostragem exibia a folhagem em tom avermelhado, como pode ser visto na Figura 6.37. Por sua vez, na metade montante, a presença da Copaíba foi escassa, com uma maior representatividade da Araucária, como pode ser visto na Figura Figura 6.38. Isso pode ser entendido como um sinal da transição entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual, da qual são típicas, além da Copaíba, *Anadenanthera colubrina* (Angico-branco), *Machaerium paraguariense* (Jacarandá-branco) e *Lafoensia pacari* (Dedaleiro). Mas, no geral, predominam as espécies relacionadas à Floresta Ombrófila Mista. A Figura 6.39 mostra o aspecto interno desse tipo de vegetação.

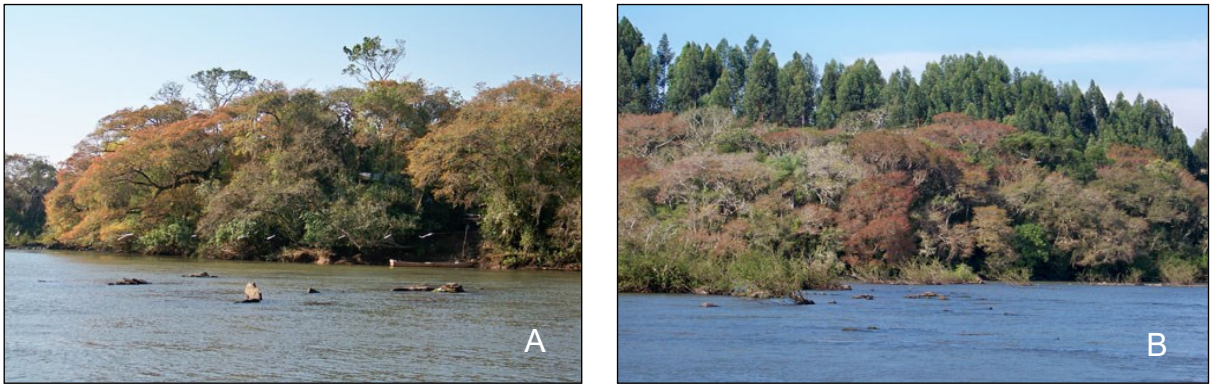



Figura 6.37 – A: Copas avermelhadas da Copaíba (UTM 560014 E, 7286514 S); B: Copas avermelhadas da Copaíba (UTM 560014 E, 7286514 S).

Figura 6.38 - Maior presença de Araucárias na metade montante da ADA (UTM 559307 E, 7272807 S).

Figura 6.39 – A: Floresta Ombrófila Mista na parcela 8 (UTM 560651 E, 7283677 S); B: Floresta Ombrófila Mista na parcela 9 (UTM 560555 E 7283728 S).

Em relação ao estado de conservação dos remanescentes foi constatado que não existe no trecho compreendido pelo reservatório e APP qualquer remanescente de floresta primária, apenas floresta já explorada. Isso é muito claro pela ausência de árvores de grande porte das espécies de interesse comercial. Seria de se esperar árvores com cerca de 1 metro de DAP em floresta primária ou secundária em estágio avançado de sucessão. Grande parte dos remanescentes amostrados encontra-se em estágio médio de sucessão secundária, o que mostra que as formações florestais da área estão em processo de recuperação.

Também foi constatada a presença de epifitismo nas comunidades arbóreas analisadas ao longo de toda a área do reservatório e APP. As epífitas observadas ocorreram principalmente nos remanescentes mais bem desenvolvidos e em melhor estado de conservação. Os grupos de maior destaque correspondem às famílias Bromeliaceae, Cactaceae, Orchidaceae, Piperaceae e Polypodiaceae. Cabe ressaltar que apenas um estudo de longo prazo pode quantificar a riqueza total de epífitas na área em estudo, isso porque alguns grupos, devido à complexidade taxonômica, necessitam de indivíduos em período fértil (com flores) para que a identificação correta seja realizada. A Figura 6.40 mostra algumas epífitas encontradas na área do reservatório e entorno.

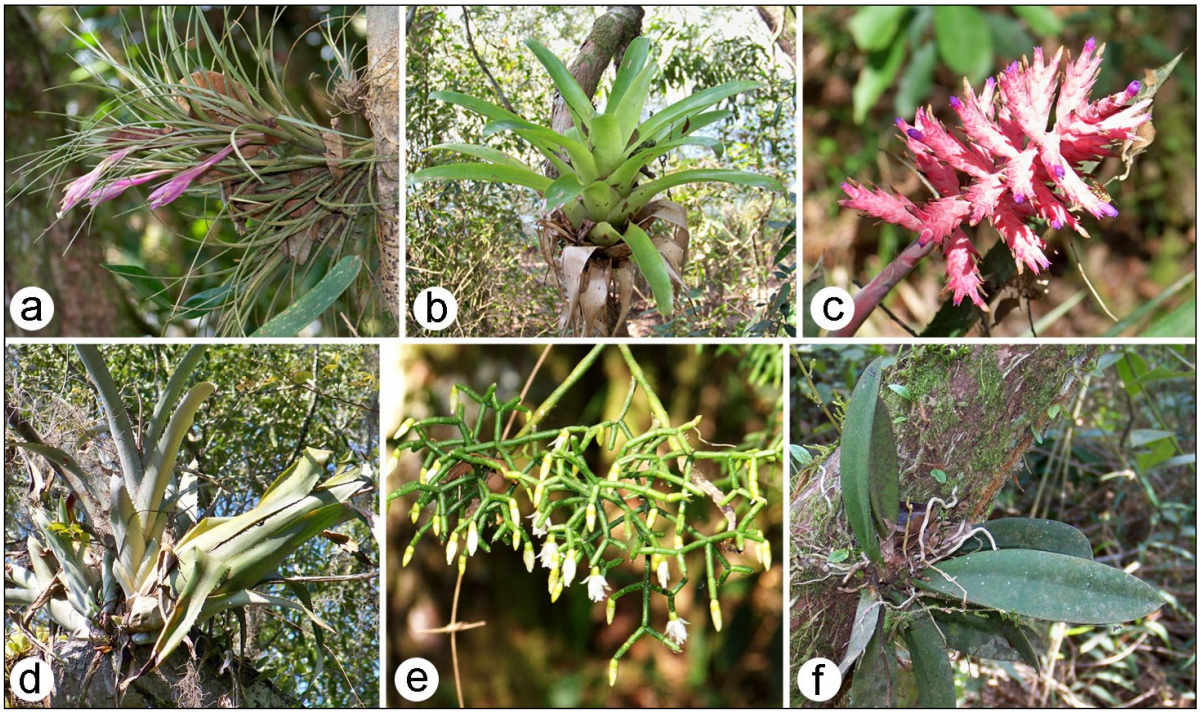



Figura 6.40 - – Algumas epífitas encontradas na área do reservatório e APP da UHE Tibagi Montante: **a.** *Tillandsia stricta* (Bromeliaceae); **b.** *Vriesea* sp. (Bromeliaceae); **c.** *Aechmea distichantha* (Bromeliaceae); **d.** *Dickia* sp. (Bromeliaceae); **e.** *Riphsalis* sp. (Cactaceae); **f.** *Oncidium pumilum* (Orchidacae).

- **Espécies Ameaçadas de Extinção**

Para apresentação das espécies ameaçadas de extinção foi considerada a Portaria nº 443 do Ministério do Meio Ambiental que atualizou e consolidou em dezembro de 2014 a Lista de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014), além de considerar a Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçada de

Extinção no Paraná (SEMA, 2008), bem como a lista da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) e da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES).

Na amostragem realizada para o EIA/RIMA da UHE Tibagi Montante três espécies ameaçadas já haviam sido detectadas. Na atual amostragem, realizada em outubro de 2018, mais duas espécies foram encontradas na área de abrangência do PACUERA, uma na vegetação campestre e outra na florestal. A Tabela 6-20 relaciona as cinco espécies em questão.

Tabela 6-20– Espécies registradas neste estudo que são citadas como Ameaçadas de Extinção no Paraná, segundo listas da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado do Paraná e do Ministério do Meio Ambiente, e lista da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN). Legenda: Críticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN), Vulnerável (VU).

| **Nome científico** | **Nome popular** | **Lista SEMA** | **Lista MMA** | **Lista IUCN** |
|---|---|---|---|---|
| *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze | Araucaria | VU | EN | CR |
| *Byrsonima brachybotrya* Nied. | - | | VU | |
| *Cedrela fissilis* Vell. | Cedro | - | VU | |
| *Machaerium paraguariense* Hassl. | Jacarandá-branco | Rara | - | |
| *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso | Imbuia | VU | EN | VU |

Segundo os critérios da IUCN, as espécies ameaçadas de extinção são aquelas designadas nas categorias “Criticamente em Perigo” (sigla CR), “”Em Perigo” (sigla EN), e “Vulnerável” (sigla VU).

A espécie encontrada na vegetação campestre é *Byrsonima brachybotrya* Nied. da família Malpighiaceae. Segundo a Flora do Brasil 2020 (REFLORA, 2018) ela é registrada apenas nos estados de São Paulo e Paraná, ocorrendo em Cerrado *sensu lato*.

A espécie encontrada na floresta é *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso da família Lauraceae, popularmente conhecida como Imbuia. Segundo a Flora do Brasil 2020 (REFLORA, 2018) ela é registrada nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, ocorrendo em Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista.

Cabe ressaltar que as quatro espécies arbóreas correspondem a árvores que podem alcançar potencial madeireiro. Essa característica foi determinante no processo histórico de exploração das florestas, levando a redução drástica das

populações dessas espécies aos números obtidos por esse inventário. Por outro lado, elas podem ser incluídas em programa de mitigação à implantação do empreendimento através da compensação ambiental por meio de plantio de mudas destas quatro espécies durante o estabelecimento da Área de Preservação Permanente.

Em relação ao banco de dados do CITES, que refere-se ao Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção, apenas uma espécie registrada durante o Inventário Florestal (SOMA, 2018) é citada: a *Dalbergia brasiliensis*. Entretanto, *Dalbergia brasiliensis* não é citada diretamente como elemento "crítico" para o comércio internacional de madeira, mas sim porque pertence ao gênero *Dalbergia*, citada no Anexo II do CITES (2021).

As espécies incluídas no Anexo II da CITES são aquelas que, embora atualmente não se encontrem necessariamente em perigo de extinção, poderão chegar a esta situação, a menos que o comércio de espécimes de tais espécies esteja sujeito a regulamentação rigorosa, podendo ser autorizada a sua comercialização, pela Autoridade Administrativa, mediante a concessão de Licença ou emissão de Certificado.

- **Uso do Solo e Cobertura Vegetal**

O uso do solo é bastante relacionado à declividade, pois esta condiciona a possibilidade de mecanização. Áreas de agricultura se estendem pelos terrenos mais planos, geralmente nos topos das colinas e nas encostas suaves. Terrenos com algum impedimento à mecanização, como pedregosidade, excesso de água e maior declividade, são geralmente utilizados para silvicultura ou para pecuária.

Na Área de Estudo, a maior parte está composta por agricultura, perfezando 38,52% da área total. A vegetação nativa compreende 33,53% da área total e o restante, 27,95% abrange áreas com uso antrópico diversos. A Tabela 6-21 e a Figura 6.41apresenta o Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área de Estudo.

Tabela 6-21 – Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área de Estudo do PACUERA.

| Uso e cobertura do solo | Área (hectares) | Proporcional (%) |
|---|---|---|
| Agricultura | 49.512,84 | 38,52 |
| Uso Antrópico Diverso | 35.931,90 | 27,95 |

| | | |
|---|---|---|
| Vegetação Nativa | 43.097,99 | 33,53 |
| **Total** | **128.542,73** | **100,00** |

É possível observar que  as áreas com vegetação natural encontram-se em concentrados no entorno ripário da rede hidrográfica em toda a Área de Estudo.

Os maiores remanescentes florestais encontram-se concentrados na região das nascentes do rio Tibagi, os quais se conectam pelas APPS dos cursos d'água, formando corredores.

Os corredores são reconhecidos por serem essenciais no controle de fluxos hídricos e biológicos na paisagem, em geral facilitando estes fluxos. Também são importantes para o deslocamento de espécies fauna.

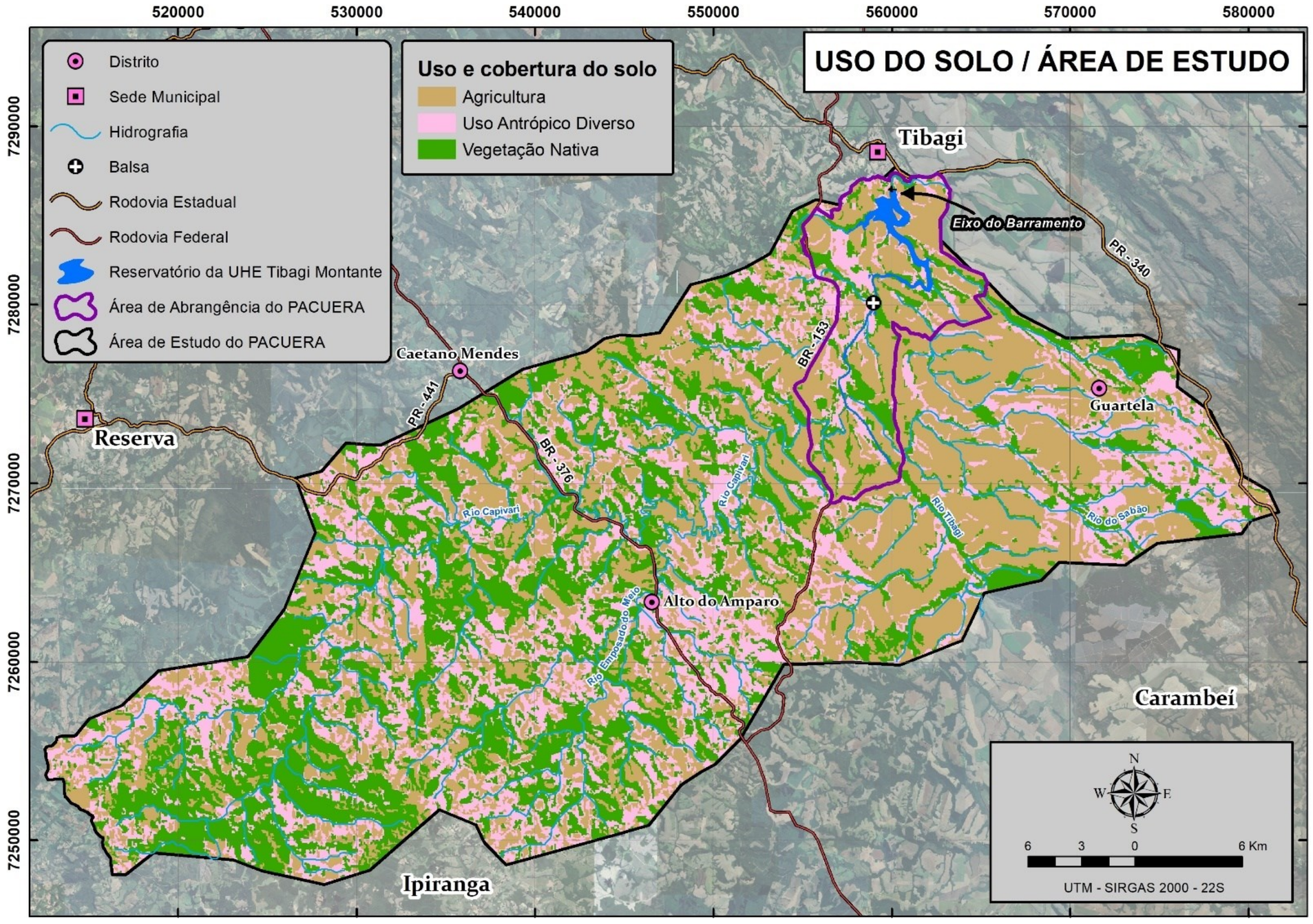



Figura 6.41 – Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área de Estudo do PACUERA da UHE Tibagi Montante.

A Área de Abrangência do PACUERA, onde se insere o empreendimento UHE Tibagi Montante caracteriza-se pela agricultura comercial, predominando o trigo, a soja e o milho. Áreas destinadas à pecuária e silvicultura ocupam uma superfície menor na paisagem. Em meio a essas áreas de aproveitamento econômico ocorrem remanescentes de comunidades florestais nativas, em diferentes estágios sucessionais, mas com predomínio de florestas no estágio médio de sucessão. A área com vegetação nativa inundada pelo reservatório foi constituída, em grande parte, por Áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente das propriedades atingidas. É nas margens do rio Tibagi que se observam os fragmentos mais contínuos de vegetação nativa.

As áreas totais e percentuais do uso do solo na Área de Abrangência estão apresentadas na Tabela 6-22.

Tabela 6-22 – Uso do solo e cobertura vegetal da Área de Abrangência.

| CLASSE | ÁREA (HECTARES) | PROPORÇÃO (%) |
|---|---|---|
| Afloramento Rochoso | 16,73 | 0,16 |
| Agricultura / Pecuária | 6.006,17 | 56,11 |
| Capoeira | 128,10 | 1,20 |
| Corpo D'Água | 4,44 | 0,04 |
| Estruturas da UHE | 22,68 | 0,21 |
| Floresta Ombrófila Mista | 3.046,85 | 28,46 |
| Formação Pioneira / Influência Fluvial | 268,36 | 2,51 |
| Hidrografia | 51,54 | 0,48 |
| Reflorestamento | 346,88 | 3,24 |
| Reservatório | 683,53 | 6,38 |
| Uso Antrópico | 129,93 | 1,21 |
| **Total Geral** | **10.705,21** | **100,00** |

Em relação à Área de Abrangência do PACUERA (Tabela 6-22), de um total de 10.705,21 hectares, 6.482,98 hectares (60,56%) são utilizados de forma intensiva, abrigando agricultura, pecuária, reflorestamento, além das áreas de uso antrópico. As áreas com estruturas da UHE ocupam 22,68 hectares (0,21%); Capoeira ocupa 128,10 hectares (1,20%). Outros 3.315,21 hectares (30,97%) correspondem à Floresta Ombrófila Mista em estágio médio de sucessão e Formações Pioneiras com Influência Fluvial. Os afloramentos rochosos correspondem a 16,73 (0,16%).O restante, 739,51 hectares (6,9%) correspondem aos corpos d'água (tanques e

açudes), hidrografia (rio Tibagi, rio Capivari e rio Sabão) e reservatório.

A Figura 6.42 apresenta o Mapa Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Área de Abrangência do PACUERA.

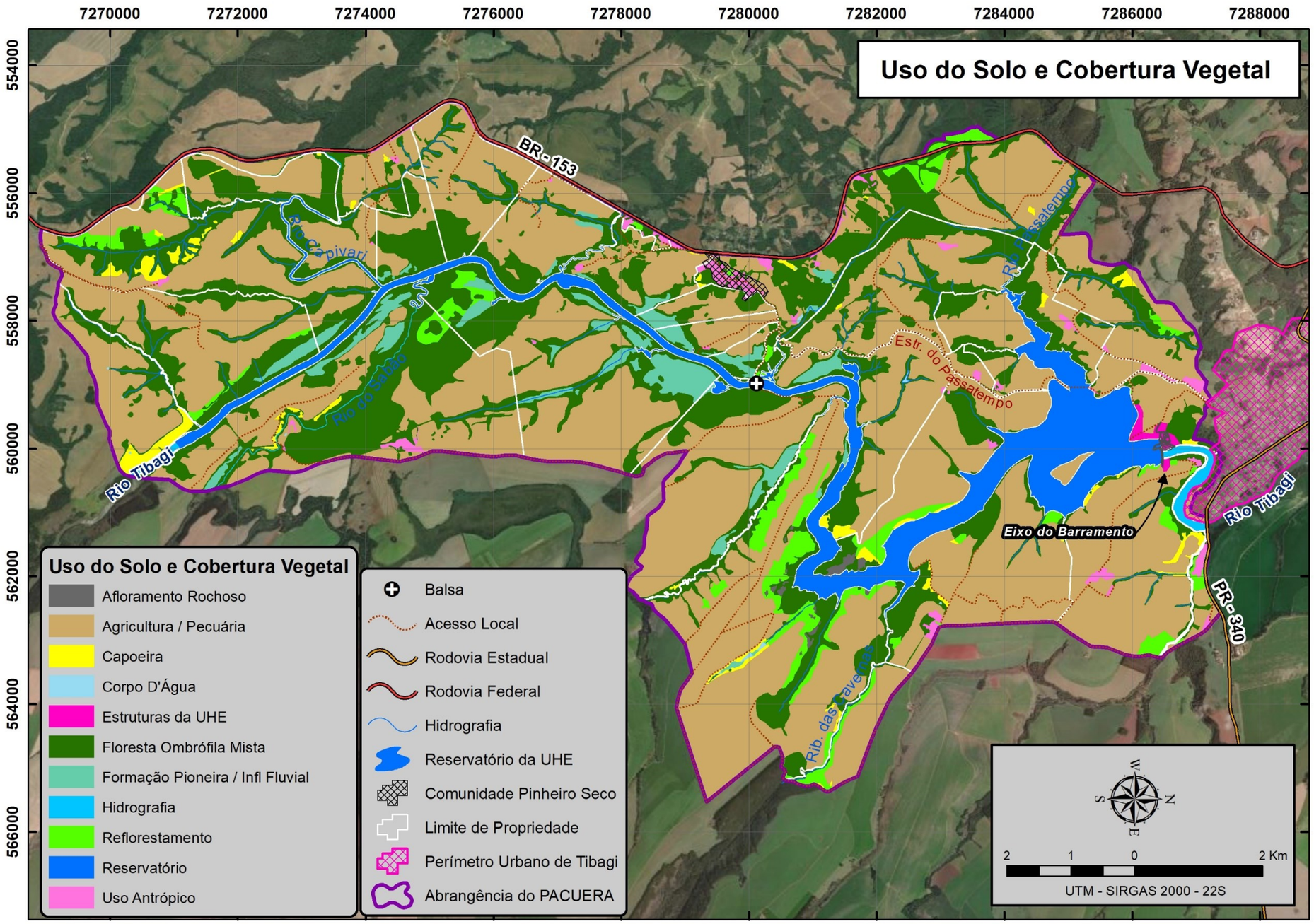



Figura 6.42 – Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Área de Abrangência

### 6.2.2 Unidades de Conservação, Áreas Prioritárias e Reserva Legal

- **Unidades de Conservação**

Em toda a bacia hidrográfica do rio Tibagi, existem 57 áreas protegidas. Dessas, 50 fazem parte do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) em diferentes categorias de uso e gerida por distintas esferas governamentais (Municipal, Estadual e Federal) ou mesmo particular (RPPNs). As outras sete, que não se enquadram no SNUC, são um Horto Florestal, uma Reserva Florestal e cinco Terras Indígenas.

Em relação à Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante, verificou-se a seguinte situação:

a) Unidade de Conservação de Uso Sustentável: a Área de Proteção Ambiental Estadual da Escarpa Denoviana, sobrepõe o reservatório da UHE Tibagi Montante em uma área de 199,78 hectares, que corresponde a 29,2% da área total do reservatório desse empreendimento.
   Em relação à Área de Abrangência, a APA há uma sobreposição de 3.569,06 hectares, o que corresponde à apenas 0,9% do total da APA.

b) Unidade de Conservação de Proteção Integral: 183,43 hectares referentes à Zona de Amortecimento do Parque Estadual do Guartelá encontra-se na área do reservatório e APP, o que corresponde a 26,8% da área total do lago, sendo que seu limite está distante cerca de 11,4 km da área do reservatório.
   Em relação á área de abrangência do PACUERA, há uma sobreposição da zona de amortecimento do PACUERA, há uma sobreposição de 2.544,91, que equivale a 4,9% da zona de amortecimento.

A Figura 6.43 apresenta o Mapa de Unidades de Conservação na Área de Estudo e Área de Abrangência.

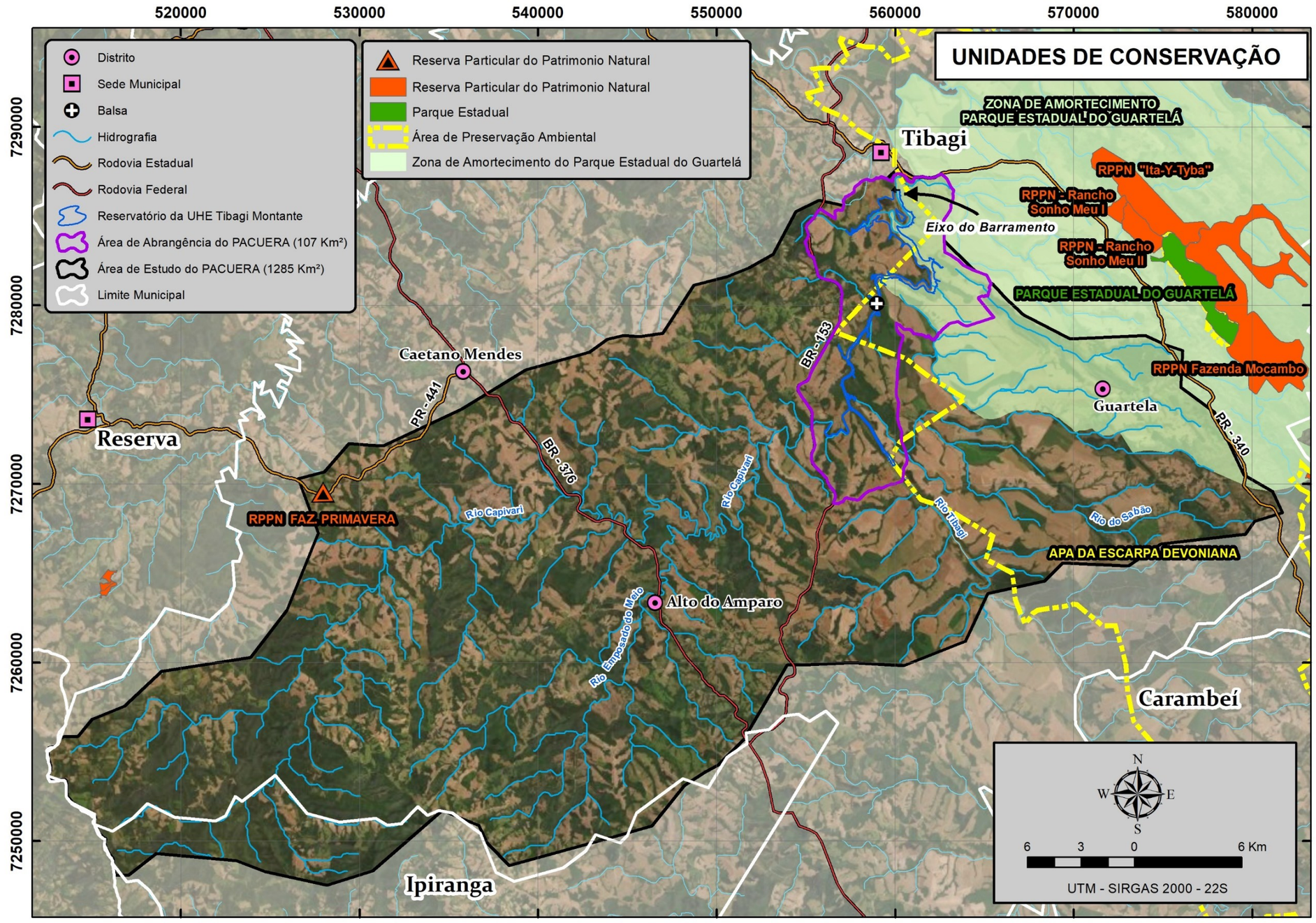



Figura 6.43– Unidades de Conservação na Área de Estudo e Área de Abrangência

Para visualizar melhor as interseções, a seguir é apresenta a Figura 6.44 com um destaque na área.

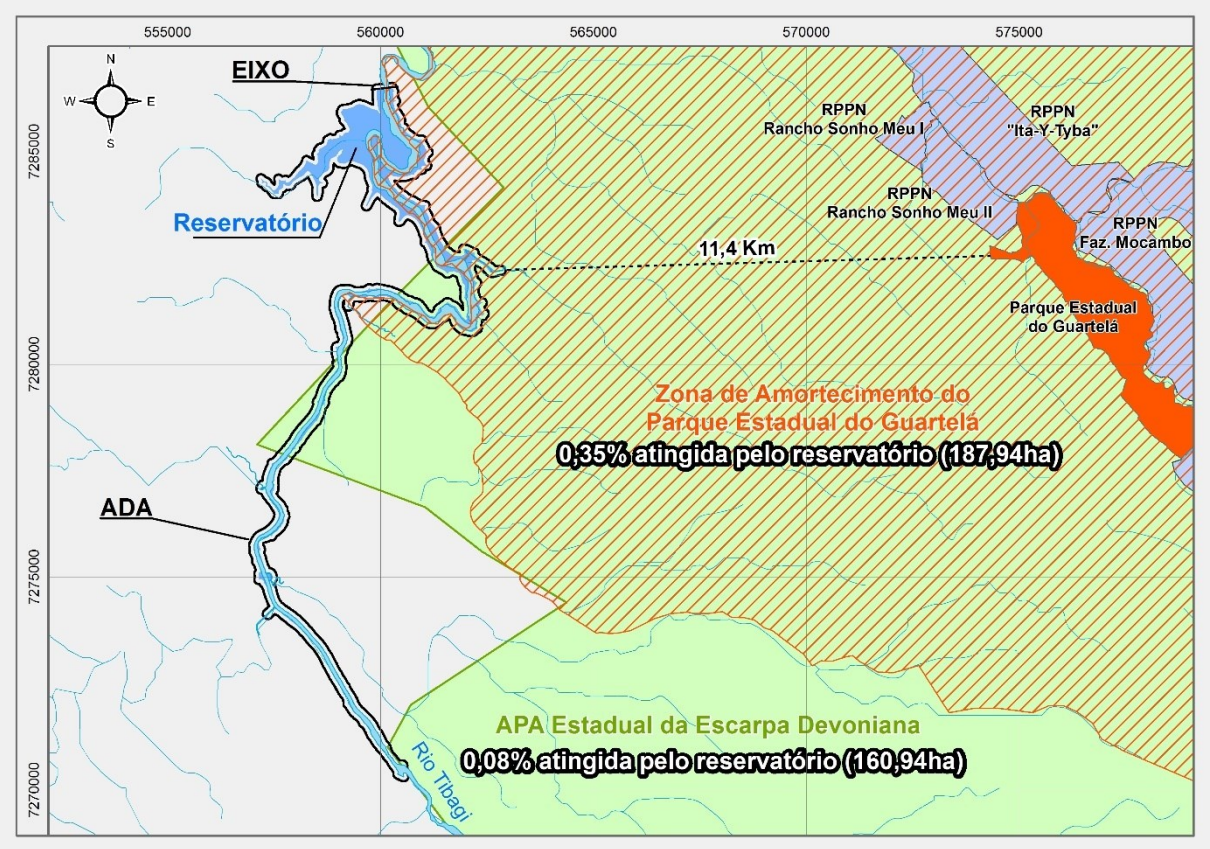



Figura 6.44 -- Localização da APA da Escarpa Devoniana e da Zona de Amortecimento do PE do Guartelá em relação à área do reservatório e APP da UHE Tibagi Montante.

O Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana (MRS Estudos Ambientais, 2004) define 25 Zonas, A Área de Abrangência do PACUERA está localizada na Zona C6. As orientações para essa Zona estão apresentadas a seguir.

- Atividades Proibidas:

- Todas as atividades proibidas pela legislação ambiental, como: caça, eliminação de áreas de preservação permanente - APP (florestas ciliares, banhados e outras áreas úmidas).

- Exploração comercial de afloramentos rochosos.

- Corte de vegetação nativa de qualquer porte.

- Atividades de qualquer natureza na faixa de proteção estabelecida pelo IPHAN para sítios paleontológicos, arqueológicos e espeleológicos.
- Implantação de novas áreas de reflorestamento em áreas de vegetação nativa.
- Utilização agrosilvipastoril em campos úmidos e áreas de solos rasos (< 50 cm).
- Plantio de organismos geneticamente modificados.
- Agrotóxicos, fungicidas e pesticidas com princípios ativos de uso proibido, restrito e monitorado (Portaria 36/Bsb da Secretaria de Saúde).
- Atividades de turismo incompatíveis com normas e legislação pertinentes ao turismo em áreas naturais (Ministério do Turismo, 2004).
- Implantação de aterros controlados (Formação Arenito Furnas)

• Recomendações

- Regulamentar o uso da área de sítios paleontológicos, arqueológicos e espeleológicos cadastrados e pesquisa sistemática com mapeamento dos sítios não identificados.
- Elaborar mapeamento detalhado dos relictos de Cerrado ainda existentes.
- Regulamentar as atividades de coleta de fósseis.
- Implantar UC na margem esquerda do Rio Fortaleza
- Normatizar as atividades de turismo.
- Cadastrar caminhos e construções de valor histórico.
- Fortalecer o sistema de agricultura familiar.
- Estimular a conversão do sistema de plantio tradicional para o de plantio direto em lavouras anuais.
- Incentivar o desenvolvimento de formas sustentáveis de produção agropecuária dentro dos princípios e conceitos agroecológicos.
- Combater o tráfico de animais.
- Priorizar o cumprimento do Sistema de Reserva Legal - SISLEG, considerando aspectos de conectividade de fragmentos.
- Fiscalizar a caça.

– Harmonização do Plano Diretor Municipal com o ZEE.

- Implantar sinalização nas estradas e campanhas educativas para motoristas voltadas ao problema de atropelamento de fauna silvestre.
- Fomentar ações de educação ambiental.
- Incentivar o tratamento e o controle de dejetos da suinocultura e avicultura.
- Incentivar a pecuária extensiva sobre campo nativo.

De acordo com o Plano de Manejo do Parque Estadual do Guartelá (IAP, 2002), a Zona de Amortecimento foi criada considerando os seguintes critérios: existência de remanescentes importantes de vegetação nativa e sua conectividade, a APP do rio Tibagi e seus tributários, a limitação de atividades agrossilvopastoris mais intensas ao redor do parque, a criação de uma zona de transição mais ampla entre os reflorestamentos da empresa Klabin do Paraná e o parque, a proteção de uma faixa de vegetação transicional ocorrente ao longo das escarpas que dividem o Segundo Planalto do Primeiro, a preservação da faixa marginal do baixo curso do rio Iapó e o “Corredor de Biodiversidade” ao longo do rio Tibagi.

O Plano de Manejo do Parque Estadual do Guartelá (IAP, 2002) cita entre os critérios para o estabelecimento da Zona de Amortecimento a limitação de atividades agrossilvopastoris mais intensas ao redor do parque, evitando impactos ambientais que ora vigem nas proximidades da Unidade de Conservação (UC), tais como queimadas, uso de agrotóxicos, movimentação intensiva do solo, uso de espécies exóticas, etc., vetores que afetam severamente a sobrevivência flora autóctone, entretanto não há orientação de como esses aspectos serão desenvolvidos.

- **Áreas Prioritárias para Conservação**

A identificação de ações e áreas prioritárias é um dos instrumentos mais importantes para serem traçadas estratégias para a conservação da biodiversidade no Brasil. A escolha das áreas mais relevantes é baseada em informações disponíveis sobre biodiversidade e pressão antrópica, sendo que o grau de prioridade de cada uma foi definido por sua riqueza biológica, importância para as comunidades tradicionais e povos indígenas e vulnerabilidade.

Na Área de Estudo e Área de Abrangência do PACUERA não existem

Áreas Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e para a Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira, conforme a atualização das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade publicado através da Portaria MMA/ N°463/2018.

- **Reserva Legal**

O Cadastro Ambiental Rural - CAR foi instituído pela Lei Federal 12.651/2012 em seu Art. 29, e regulamentado pela Instrução Normativa 002/2014 do Ministério do Meio Ambiente.

As especificidades para o registro da reserva legal vão depender da legislação de cada Estado. Uma vez realizado o registro fica proibida a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão ou de desmembramento, com exceção das hipóteses previstas na Lei (Art. 18). Em geral, nas áreas de reserva legal é proibida a extração de recursos naturais, o corte raso, a alteração do uso do solo e a exploração comercial exceto nos casos autorizados pelo órgão ambiental via Plano de Manejo ou, em casos de sistemas agroflorestais e ecoturismo.

De acordo com a Lei 12.651/2012, a Reserva Legal está apresentada no Art. 3°, III, como:

*"(...)*

> *III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do Art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;"*

O percentual da propriedade que deve ser registrado como Reserva Legal vai variar de acordo com o bioma e a região em questão, sendo: 80% em propriedades rurais localizadas em área de floresta na Amazônia Legal; 35% em propriedades situadas em áreas de Cerrado na Amazônia Legal, sendo no mínimo 20% na propriedade e 15% na forma de compensação ambiental em outra área, porém na mesma microbacia; 20% na propriedade situada em área de floresta, outras formas

de vegetação nativa nas demais regiões do país; e 20% na propriedade em área de campos gerais em qualquer região do país (Art. 12).

Cabe a todo proprietário rural o registro no órgão ambiental competente (estadual ou municipal) por meio de inscrição no Cadastro Ambiental Rural - CAR.

Na Área de Abrangência do PACUERA ocorrem 07 áreas de Reserva Legal Averbadas e 44 como Reserva Legal Proposta cadastradas no CAR (SICAR, 2019).

A Figura 6.45 apresenta o Mapa de Reserva Legal localizadas na Área de Abrangência do PACUERA.

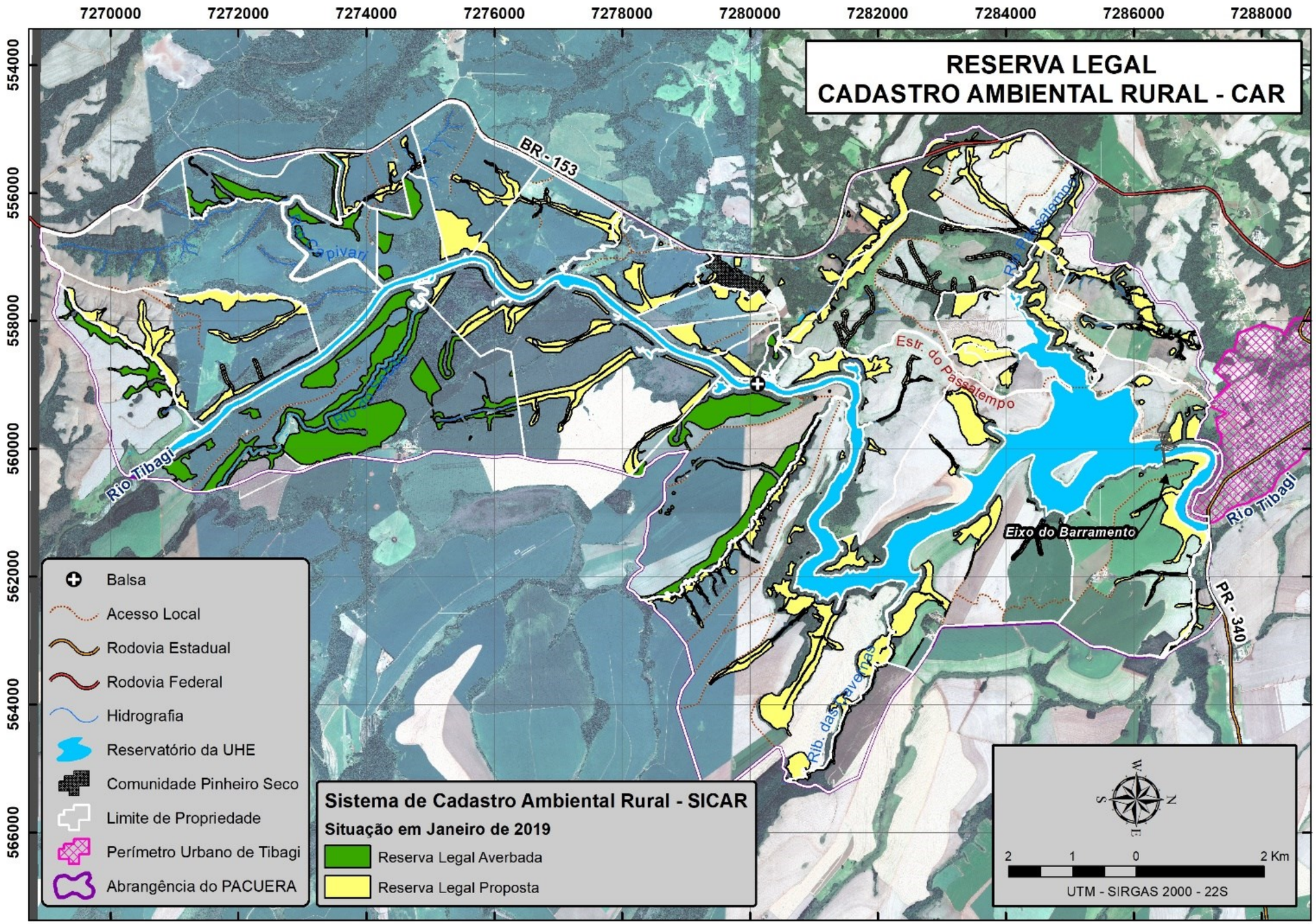



Figura 6.45 – Áreas de Reserva Legal na Área de Abrangência

### 6.2.3 Fauna Terrestre

O presente item refere-se aos resultados obtidos no Programa de Monitoramento da fauna terrestre, com a execução das duas campanhas do monitoramento de fauna terrestre prévias ao início das obras da UHE Tibagi Montante, a primeira realizada entre os dias 24 e 28 do mês de abril de 2017, durante o outono e a segunda campanha entre os dias 24 e 28 de setembro de 2017, início da primavera, bem como a terceira campanha realizada entre os dias 25 e 29 de janeiro, durante o verão.

#### 6.2.3.1 Localização das Áreas Amostrais

A Tabela 6-23 apresenta as coordenadas geográficas dos sítios amostrais localizados na Área de Abrangência do PACUERA, com informações adicionais sobre cada local. A Figura 6.46 apresenta a localização dos sítios amostrados.

Tabela 6-23 – Coordenadas centrais ou dos pontos de acesso com veículo das áreas amostrais inventariadas durante o Monitoramento da Fauna Terrestre da UHE Tibagi Montante

| Sítio Amostral | Localização | Margem do rio Tibagi | Ambiente/Fisionomia | Localização (UTM Fuso 22J) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Área a jusante do barramento | Esquerda | Floresta e campo | 559.955 E |
| | | | | 7.287.237 S |
| 2 | Área a montante do barramento | Esquerda | Floresta de galeria e ciliar | 559.482 E |
| | | | | 7.285.378 S |
| 3 | Área Controle 1 | Esquerda | Fragmento florestal | 559.381 E |
| | | | | 7.283.410 S |
| 4 | Área Controle 2 | Direita | Floresta ciliar | 560.917 E |
| | | | | 7.286.567 S |

**Legenda: AA** – Área de Abrangência do PACUERA

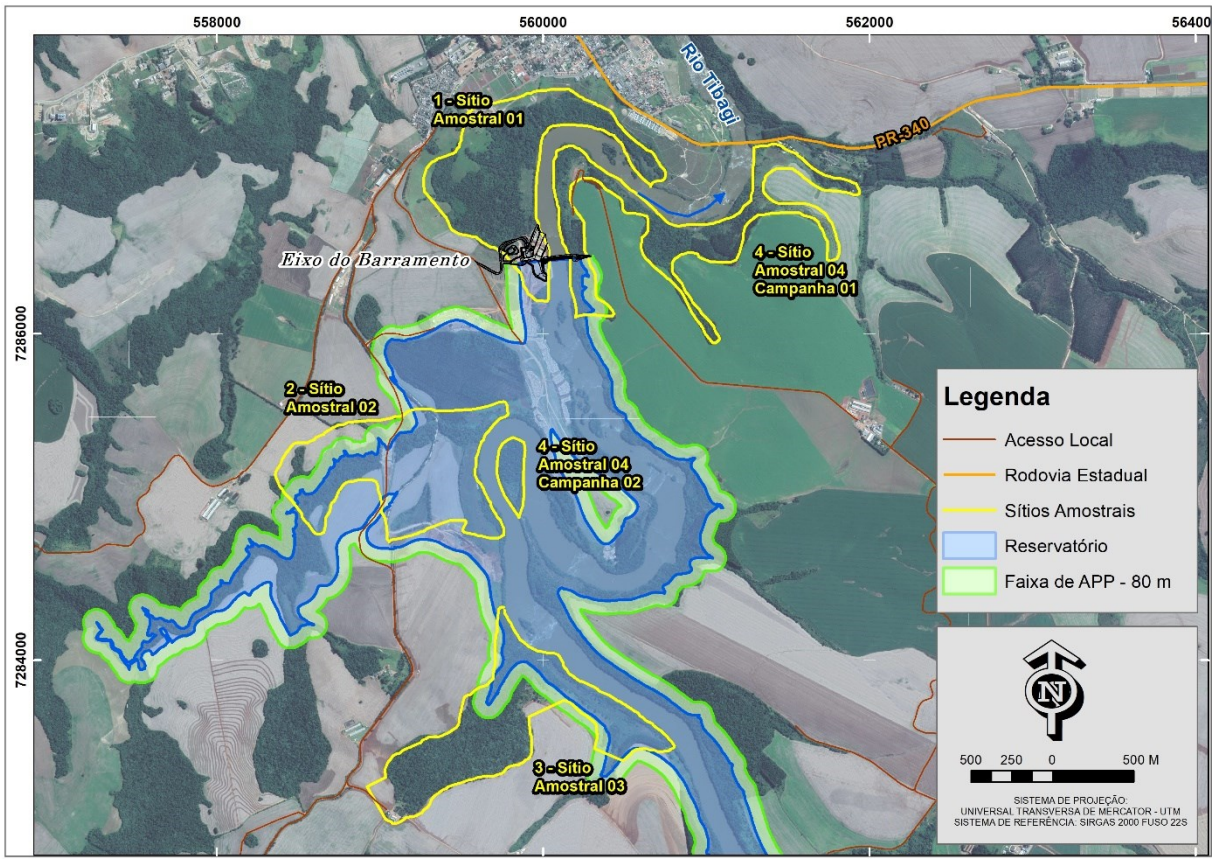



Figura 6.46 – Sítios amostrais inventariados na área de influência da UHE Tibagi Montante

### 6.2.3.2 Métodos

Em todas as campanhas executadas foram aplicados os mesmos métodos sistematizados, com o mesmo esforço, nos mesmos sítios amostrais. Isso se torna necessário para que sejam avaliados os parâmetros comparativos ao longo das etapas de construção da barragem, do alagamento do reservatório e operação do empreendimento. Os métodos não-sistematizados também foram aplicados, no entanto com o objetivo de complementar o levantamento de espécies de todos os grupos.

A Tabela 6-24 apresenta o detalhamento metodológico de amostragem e esforço amostral por cada grupo faunístico.

Tabela 6-24– Esforço amostral por método e grupos faunísticos

| HERPETOFAUNA | | | |
|---|---|---|---|
| **Método** | **Dias** | **Esforço** | **Sítios** |
| Procura limitada por tempo | 4 | 2 horas/dia | 4 |
| Buscas em sítios reprodutivos | 4 | 2 horas/dia | 4 |
| Armadilhas de interceptação e queda | 4 | 96 horas | 4 |
| Armadilhas para quelônios | 4 | 96 horas | 4 |
| Busca ativa | 4 | *Full time* | 4 |
| Busca com veículo | 4 | 8 horas/dia | 9 |
| Entrevistas com moradores | 4 | 1 hora/dia | 4 |
| **AVIFAUNA** | | | |
| **Método** | **Dias** | **Esforço** | **Sítios** |
| Captura e anilhamento | 2 | 16 horas | 2 |
| Registro visual | 4 | 12 horas/dia | 4 |
| Registro auditivo | 4 | 12 horas/dia | 4 |
| Técnica de *playback* | 4 | 12 horas/dia | 4 |
| Contagem em pontos de escuta | 4 | 10min x 5 pontos/sítio | 4 |
| Busca ativa | 4 | *Full time* | 4 |
| **MASTOFAUNA** | | | |
| **Método** | **Dias** | **Esforço** | **Sítios** |
| Armadilhas de interceptação e queda | 4 | 96 horas | 4 |
| Armadilhas *Live trap* (40 unidades) | 3 | 80 horas | 4 |
| Captura de quirópteros (6 redes 6x3m) | 4 | 6 horas/noite | 4 |
| Armadilhas fotográficas | 3 | 80 horas | 4 |
| Busca por registros indiretos | 4 | *Full time* | 4 |
| Buscas por mamíferos aquáticos | 4 | 4 horas/dia | 4 |
| Identificação e análises em laboratório | 7 | 4 horas/dia | - |
| **ENTOMOFAUNA** | | | |
| **Método** | **Dias** | **Esforço** | **Sítios** |
| Coleta manual com rede entomológica | 4 | 12 horas/dia | 4 |
| Busca ativa ou procura livre | 4 | 12 horas/dia | 4 |
| Vistoria de troncos e solo | 4 | 12 horas/dia | 4 |
| Atração com essências odoríferas | 4 | 8 horas/dia | 4 |
| Prato-armadilha | 4 | 24 horas/dia | 4 |
| Identificação dos espécimes | 7 | 8 horas/dia | - |

Para quelônios estão sendo utilizados covos de 70 x 38 cm, com abertura de 16 cm de diâmetro para a entrada do animal. São utilizados simultaneamente quatro unidades, dispostas uma em cada sítio amostral. O tempo de exposição é de quatro dias/noites.

O esforço aplicado para mamíferos para busca ativa de registros indiretos é o período integral em que a equipe permanece em campo, ou seja, a duração de cada campanha. Buscas por registros indiretos ou ocasionais são realizadas, em tempo integral, por todos os membros das equipes de fauna

Após a obtenção dos dados em campo, as informações obtidas e os

animais coletados foram levados aos laboratórios para análise e correta identificação.

As análises estatísticas empregadas sobre os resultados obtidos contemplaram o gradiente de abundância de espécies entre as campanhas, a acumulação de espécies ao longo de todo o levantamento e a similaridade entre os pontos amostrais por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis (KREBS, 1989), usando o modo de agrupamento Group Average, o qual permite maximizar a correlação entre as amostras, utilizando o programa “PAST”.

6.2.3.3 Resultados

- **Herpetofauna**
- Anfíbios

Dentro de um universo de 36 espécies de anfíbios com ocorrência esperada para a área de estudo, sendo 34 anuros e dois gimnofionos, a amostragem da primeira campanha obteve um índice de 11,1% de representação da anfibiofauna regional. A abundância absoluta de anfíbios registrados foi estimada em 137 espécimes.

Já na segunda campanha, foram registradas sete espécies de anuros, com o incremento de quatro espécies e a ausência de uma em relação à campanha anterior, representando 22,2% do total de espécies esperadas para a região. A abundância absoluta foi menor que a da primeira, com apenas 12 indivíduos, sem contabilizar os girinos.

Na terceira campanha obteve-se um acréscimo importante no número de espécies de anfíbios registradas para a área de estudo, consistindo em seis novos táxons, os quais somados aos seis que já constavam na lista de ocorrência, perfazem 12 espécies de anuros para esta fase, correspondendo a 33,33% do total esperado para a região. Enquanto que, no acumulado para as três campanhas, o número total chega 14 espécies, equivalente a 38,88% dos táxons esperados para o grupo faunístico, conforme demonstrado na curva do coletor abaixo. A abundância total de anfíbios foi de 92 indivíduos.

Em relação às espécies com possível ocorrência na região, a família mais representada é a Hylidae com 19 espécies, seguida da família Leptodactylidade com

seis espécies, Bufonidae representada por três espécies, Cyclorhanphidae e Microhylidae com duas espécies cada uma, Centrolenidae, Hylodidae, Phyllomedusidae, Ranidae, Cecilidae e Typhlonectidae com uma espécie cada.

Figura 6.47 – A perereca-das-folhagens (*Phyllomedusa tetraploidea*) foi encontrada nos sítios amostrais 2 e 3 durante a terceira campanha. Foto: Fabrício Locatelli Trein, 2018.

- Répteis

Segundo Morato (1995), a região da sub-bacia do Alto Rio Tibagi apresenta forte similaridade com os cerrados do Brasil Central e Sudeste, podendo ser considerada como área limite de distribuição de diversas espécies daquele bioma em sentido meridional. Este fato, aliado à presença de remanescentes da Floresta com Araucária e dos próprios Campos Limpos, confere à região uma importância singular em termos de diversidade biológica.

A compilação das listas de espécies disponíveis elencou 54 espécies de répteis com possível ocorrência para a área de estudo, sendo três quelônios, 10 lagartos, duas anfisbenas e 39 serpentes, representando aproximadamente 38% da herpetofauna esperada para o Estado do Paraná.

Nenhuma espécie de réptil foi registrada no decorrer da primeira campanha de monitoramento. Esse fato ocorreu, provavelmente, em decorrência das baixas temperaturas e elevado índice pluviométrico observados.

Durante a segunda campanha foram registradas as primeiras espécies de répteis, sendo elas, o teiú (*Salvator merianae*), a lagartixa-de-parede (*Hemidactylus mabouia*) e a jararaca (*Bothrops jararaca*).

Na terceira campanha, foram registrados o lagarto teiú (*S. merianae*) e as espécies registradas pela primeira vez foram o camaleãozinho (*Enyalius perditus*); a serpente urutu-cruzeiro (*Bothrops alternatus*) e a serpente cascavel (*Crotalus durissus*).

Figura 6.48 - Camaleãozinho (*Enyalius perditus*) após a soltura efetuada no local da captura. Foto: Fabrício Locatelli Trein, 2018.

- Espécies raras, ameaçadas de extinção ou protegidas por lei

Nas 3 campanhas realizadas não foram registradas espécies ameaçadas de extinção *in situ*.

- Espécies bioindicadoras

A presença ou ausência de algumas espécies da herpetofauna podem servir como indicativos da qualidade ambiental. Anfíbios que apresentam dependência de recursos naturais peculiares podem servir como indicadoras de ambientes em bom estado de conservação, enquanto algumas espécies podem indicar algum grau de perturbação, como ocorre no caso das espécies generalistas ou oportunistas, as quais

apresentam maior tolerância a essas alterações no ambiente natural e possuem ampla distribuição geográfica (MOURA-LEITE *et al*., 1993).

O registro de *Dendropsophus minutus* em uma lavoura colhida de soja vem corroborar a plasticidade ecológica da espécie e sua capacidade de habitar ambientes alterados. Outras espécies oportunistas são esperadas para a área de estudo: *Rhinella abei*, *Rhinella icterica*, *Leptidactylus fuscus*, *Leptodactylus latrans* e *Salvator merianae*.

Em relação às espécies indicadoras de boa qualidade ambiental, ou seja, aquelas de caráter estenóico, que são dependentes de ambientes naturais bem conservados, houve o registro de indivíduos da perereca-de-vidro (*Vitreorana uranoscopa*) no sítio amostral 1. Esta é uma espécie considerada um bom bioindicador, pois depende da integridade do ambiente florestal para ocorrer.

- Espécies de interesse médico

Foram constatadas a presença de espécies peçonhentas da família Viperidae, havendo, portanto, o risco de acidentes com estes animais na área de estudo. No decorrer da terceira campanha foram registrados dois espécimes de serpertes peçonhentas: a ututu-cruzeiro (*Bothrops alternatus*) e a cascavel *(Crotalus durissus*).

- Similaridade entre as áreas

A análise de similaridade entre as áreas amostrais considera os dados de presença e ausência das espécies, somando os resultados de todos os métodos aplicados nas áreas inventariadas, demonstrando quais áreas possuem espécies da herpetofauna em comum e em qual intensidade, podendo indicar também características comuns de ambiente e estado de conservação, dependendo das características das espécies, se estenóicas ou eurióicas.

É possível observar maior similaridade entre as áreas amostrais 2 e 3. Este fato deve estar relacionado às características ambientais comuns aos dois sítios, mesclando área florestal relativamente conservada, mata ciliar de afluente do Rio Tibagi, além de ambientes antropizados.

Enquanto que a baixa similaridade do sítio 4 com os demais pode estar

relacionada ao ambiente de Cerrado encontrado, ou mesmo o isolamento geográfico, uma vez que grande parte do ponto é formado por uma ilha artificialmente constituída, o que pode ter facilitado a redução das espécies pela ação antrópica e, por outro lado, dificultado o aporte de novos indivíduos da herpetofauna.

- **Avifauna**

As aves silvestres representam um grupo faunístico muito importante no processo de manutenção e conservação de áreas naturais, além de serem alguns dos mais relevantes organismos responsáveis pela recuperação de áreas degradadas.

Através da análise da estrutura e composição de espécies de uma comunidade avifaunística, é possível inferir sobre a qualidade dos ambientes habitados pelas mesmas.

Durante a primeira campanha do monitoramento pré-enchimento da avifauna na área de influência da UHE Tibagi Montante foi registrado um total de 128 espécies de aves silvestres, representando 36,05% de todas as espécies com ocorrência prevista para a região de Tibagi. Durante a segunda campanha foi registrado um total de 154 espécies de aves silvestres, representando 43,3% de todas as espécies com ocorrência prevista para a região de Tibagi. Na terceira fase de campo foram detectadas 138 espécies, o que significa que 38,9% de todas as espécies esperadas para a região foi contemplado pelos métodos aplicados. Destas, 13 representam registros inéditos para o monitoramento.

A lista atual de aves da UHE Tibagi Montante apresenta uma riqueza de 196 espécies de aves. Com os resultados das três campanhas, 55,2% da avifauna esperada para a região foi amostrada.

- Espécies raras, ameaçadas de extinção ou protegidas por lei

O araçari-banana (*Pteroglossus bailloni*) é considerada quase ameaçada em nível mundial (IUCN, 2018) e conta com poucos registros no estado do Paraná.

O papo-branco (*Biatas nigropectus*) é considerado ameaçado de extinção nas listas estadual (MIKICHI e BÉRNILS, 2004) e na lista mundial (IUCN, 2017), sob a categoria “vulnerável” em ambas publicações.

O azulinho (*Cyanoloxia glaucocaerulea*) é enquadrado como quase ameaçada (NT) no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada do Estado (MIKICH & BÉRNILS, 2004) e na lista mundial das espécies ameaçadas da *International Union for the Conservation of Nature* (IUCN, 2018).

Figura 6.49 – Papo-branco (*Biatas nigropectus*) fotografado na ADA da UHE Tibagi Montante durante a terceira campanha do monitoramento de fauna. Foto: Raphael E. F. Santos, 2018.

- Espécies endêmicas

Algumas espécies que ocorrem na região possuem distribuição restrita ao território brasileiro, sendo consideradas endêmicas do Brasil. Como exemplos podemos citar a choquinha-de-dorso-vermelho (*Drymophila ochropyga*), o macuquinho (*Eleoscytalopus indigoticus*), o tapaculo-preto (*Scytalopus speluncae*), o arredio-pálido (*Cranioleuca pallida*), a maria-preta-de-garganta-vermelha (*Knipolegus nigerrimus*), o tico-tico-do-mato (*Arremon semitorquatus*), a saíra-ferrugem (*Hemithraupis ruficapilla*) e o caboclinho-de-barriga-preta (*Sporophila melanogaster*).

- Espécies migratórias/sazonais

A andorinha-de-dorso-acanelado (*Petrochelidon pyrrhonota*) é uma espécie migratória que não conta com muitos registros na área de estudo. Se reproduz no Hemisfério norte e utiliza os campos de Tibagi durante a primavera e o verão do Brasil. São vistas em grupos numerosos e permanecem se deslocando por diversos

ambientes presentes na área avaliada, se alimentando de pequenos insetos. Um grupo de aproximadamente 25 indivíduos foi visto e fotografado no sítio amostral 4, na margem direita do rio Tibagi.

- Comparação entre as áreas amostrais

- Sítio amostral 1

Analisando os dados obtidos no sítio 1 ao longo do monitoramento, nota-se que os resultados estão se mantendo estáveis, com leve aumento de espécies durante os meses mais quentes do ano, o que é esperado devido à presença de espécies sazonais.

- Sítio amostral 2

Comparando os dados da terceira campanha com aqueles obtidos nas etapas anteriores, verifica-se que o valor atual é inferior aos demais. Entretanto, espécies importantes foram detectadas nesta campanha, indicando que a composição da avifauna da comunidade deve ser avaliada em sua totalidade, não sendo os valores de riqueza o parâmetro mais importante na determinação da relevância ecológica de determinado local.

- Sítio amostral 3

Consultando os valores obtidos nas campanhas anteriores, verifica-se que não ocorreram oscilações expressivas no número de espécies detectadas. Os resultados vem se mantendo semelhantes ao longo das três campanhas.

- Sítio amostral 4

Comparando o resultado atual com aqueles parciais das campanhas anteriores, pode-se notar certa divergência, a qual está mais relacionada à diferenças de hábitat entre a primeira área avaliada como sítio 4 e a segunda, selecionada como definitiva. Espera-se que os próximos resultados sejam próximos entre si, havendo oscilações naturais relacionadas principalmente à época do ano em que as campanhas são realizadas.

- Similaridade entre as áreas

Para a análise de similaridade entre os sítios amostrais foram considerados

os dados de presença e ausência das espécies, somando os resultados de todos os métodos aplicados nas áreas inventariadas.

Conforme a análise de *Cluster* efetuada com os dados das três campanhas, existem dois grupos distintos, ambos separados aproximadamente ao nível de 64% de similaridade. Os sítios 1 e 2 se agrupam por apresentarem um elevado número de espécies comuns às duas áreas amostrais, enquanto que os sítios 3 e 4 também se agrupam pelo mesmo motivo.

- **Mastofauna**

A mastofauna da área de influência da UHE Tibagi Montante vem sendo monitorada com utilização de diversos métodos de amostragem, cada um com o objetivo de se amostrar um determinado grupo específico de mamíferos silvestres. A seguir são apresentados os métodos utilizados para amostragem dos três grupos de mamíferos: pequenos mamíferos não voadores (até 1,5kg), morcegos e mamíferos de médio (entre 1,6kg e 15kg) e grande porte (acima de 15kg), nos quatro sítios amostrais selecionados para o desenvolvimento do estudo.

No somatório das três campanhas já realizadas foram amostrados 26 *taxa* de mamíferos, incluindo os três grupos analisados. Dentre esse total, ao menos 21 espécies já possuem ocorrência confirmada na área. O número incerto de espécies com ocorrência na área deve-se ao fato de que, alguns táxons registrados são de difícil identificação, como por exemplo, representantes das ordens Rodentia e Marsupialia, sendo necessárias análises osteológicas detalhadas..

Nenhuma das campanhas comportou a riqueza total registrada, sendo que, a terceira foi aquela com maior número de espécies silvestres (n=14 spp.), seguida pela primeira (n=11 spp.) e segunda campanhas (n=6 spp.). O mesmo padrão foi observado entre os sítios de amostragem, no qual o ponto 3 foi aquele com maior riqueza (n=11 spp.), seguido pelos pontos 1 e 2 (n=8 spp. cada) e finalmente, pelo ponto 4 (n=6 spp.).

A Figura 6.50, Figura 6.51 e Figura 6.52 apresentam alguns exemplares da mastofauna registrados durante as campanhas de monitoramento.

Figura 6.50– Akodon sp. registrado no sítio amostral 1 durante a terceira campanha do monitoramento da mastofauna na UHE Tibagi Montante. Foto: Raphael E. F. Santos, 2018.

Figura 6.51 – *Molossus rufus* capturado no sítio amostral 3 durante a execução da terceira campanha do monitoramento de quirópteros na UHE Tibagi Montante. Foto: Raphael E. F. Santos, 2018.

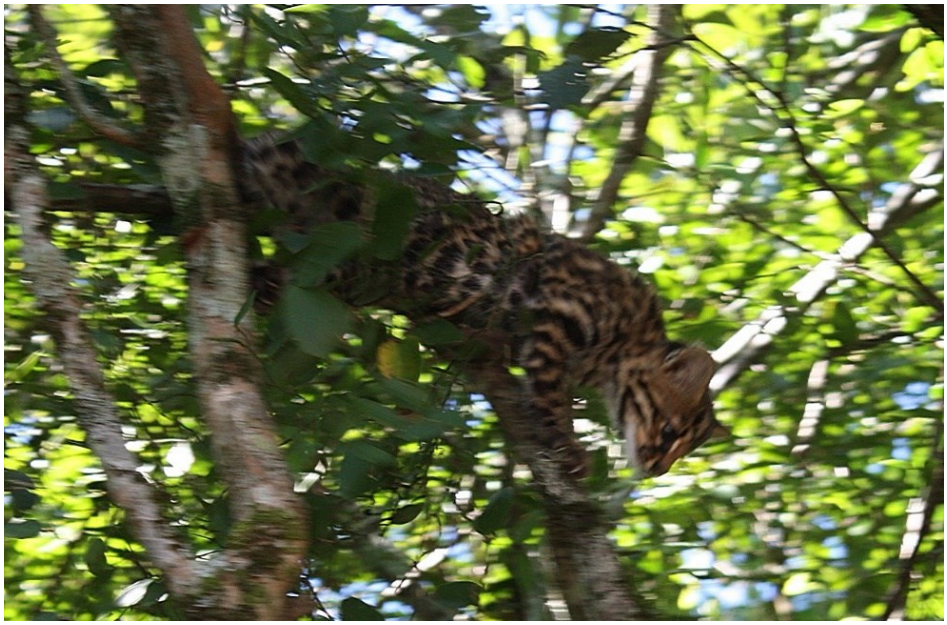


Figura 6.52 – *Leopardus guttulus* registrado no sítio amostral 2 durante a execução da primeira campanha do monitoramento da mastofauna na UHE Tibagi Montante. Foto: Claudivã M. Maia, 2017.

- Comparação entre as áreas amostradas

- Sítio amostral 1

Até a presente campanha foram registrados oito taxa de mamíferos no sítio 1 de amostragem. Houve a captura de um marsupial (*Monodelphis* sp.), dois morcegos (*Artibeus lituratus* e *Myotis* cf. *levis*), registros de pegadas de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e a captura de quatro *taxa* de roedores (*Akodon montensis, Akodon* sp., Rodentia sp1, e Rodentia sp2.

- Sítio amostral 2

No sítio 2, até a presente campanha de amostragem foram registradas também oito *taxa* de mamíferos. Neste ponto houve a captura de três espécies de morcegos (*Anoura caudifer, Micronycteris megalotis* e *Myotis ruber*), foi visualizado um indivíduo de gato-do-mato (*Leopardus guttulus*), pegadas de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), registrados dois *taxa* de roedores (Kannabateomys amblyonyx e Rodentia sp.3) e visualizado um indivíduo de lebre (*Lepus europaeus*).

- Sítio amostral 3

O sitio 3, até a presente campanha de amostragem, é aquele com maior

riqueza de mamíferos, com 11 registrados. Neste ponto de amostragem foram registradas duas espécies de marsupiais (*Didelphis albiventris* e *Monodelphis scalops*), uma espécie de tatu (*Dasypus novemcinctus*), tres espécies de morcegos (*Sturnira lilium, Molossus rufus* e *Myotis* cf. *nigricans*), duas espécies de canídeos, sendo uma doméstica e outra silvestre (*Canis lupus familiaris* e *Crdocyon thous*) e três *taxa* de roedores (*Euryoryzomys russatus,* Rodentia sp1. E Rodentia sp2).

- Sítio amostral 4

Por fim, o sítio 4 é aquele com a menor riqueza de mamíferos até a presente campanha, sendo registrados apenas seis *taxa.* Foi registrado uma espécie de marsupial (*Didelphis albiventris*), uma espécie de tatu (*Dasypus novemcinctus*), um carnívoro (*Nasua nasua*) e duas espécies de roedores (*Dasyprocta azarae* e *Akodon montensis*).

- Comparação de riqueza e diversidade entre sítios

Em termos de riqueza, apesar dos sítios 2 e 3 comportarem maior número de espécies (oito cada), não houve diferença significativa na comparação entre a riqueza observada e esperada. Em termos de diversidade, quando feita a comparação par a par para os sítios, não houve diferença significativa em nenhuma das comparações. Estes dados indicam que a composição geral da assembleia de mamíferos não difere entre os quatro sítios amostrados.

- Similaridade entre as áreas

Em termos gerais, todos os sítios de amostragem apresentam *taxa* exclusivos, sendo que, no sitio 1 foram quatro, no sítio 2 sete *taxa,* no sítio 3 oito exclusivos e no sítio 4, apenas dois *taxa* exclusivos ao ponto de amostragem. Como resultado do grande número de taxa exclusivos, a similaridade entre os sítios foi baixa.

- Espécies ameaçadas

O gato-do-mato (*Leopardus guttulus*) é considerado ameaçado de extinção na categoria “vulnerável” no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Paraná (BÉRNILS & MIKICH, 2004), na lista vermelha nacional em vigência (MMA, 2014) e na lista vermelha mundial (IUCN, 2017).

O Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná cita o morcego *Micronycteris sylvestris* como insuficientemente conhecido para que se determine o real *status* deste táxon em escala estadual. Análises mais precisas deverão confirmar a situação do gênero na área avaliada.

- Espécies raras

O gato-do-mato (*Leopardus guttulus*) e o morcego *Micronycteris* cf. *megalotis* podem ser considerados escassos em toda a região do município de Tibagi. São elementos pouco conhecidos e pouco amostrados em estudos mastofaunísticos por apresentarem baixa densidade populacional e comportamento secretivo. Acrescenta-se como espécie pouco frequente *Myotis ruber,* a qual até pouco tempo era considerada como ameaçada em nível global (IUCN 2014).

- Espécies bioindicadoras

Algumas espécies de mamíferos, sejam eles de pequeno, médio, grande porte, ou até morcegos, podem ser considerados bioindicadores por estarem associados a ambientes muito bem conservados ou ocorrerem em áreas perturbadas. Portanto, a simples presença de táxons como estes pode indicar o estado de conservação dos ambientes os quais habitam. Alguns mamíferos topo de cadeia como a onça-pintada, a anta e alguns primatas ocorrem somente em áreas bem conservadas devido à inexistência em locais degradados dos itens alimentares os quais consomem. Portanto, podem ser considerados ótimos bioindicadores. Mamíferos aquáticos como a lontra (*Lontra longicaudis*) também são exelentes modelos por necessitarem de vegetação ribeirinha com características originais e por consumirem peixes os quais não sobreviveriam em águas muito contaminadas.

A diversidade de morcegos também vem sendo amplamente utilizada como indicador de qualidade ambiental na medida em que mais espécies e suas exigências ecológicas são conhecidas. As espécies de morcegos geralmente utilizadas como bioindicadoras pertencem à família Phyllostomidae, por serem aqueles mais capturados pelos métodos tradicionalmente empregados em estudos de quiropterofauna. Já o morcego-vampiro (*Desmodus rotundus*) é um táxon associado a ambientes abertos, sítios, áreas degradadas, pois consome frequentemente o sangue do gado-bovino, estando em locais onde a pecuária é uma atividade

econômica comum.

- Espécies cinegéticas

Nenhum indício direto de caça foi detectado, no entanto, sabe-se que esta atividade ocorre com frequencia em toda a região sob influência do empreendimento. Todas as áreas amostrais inventariadas que se localizam próximo ao leito do rio Tibagi apresentam picadas na mata que são frequentemente utilizadas por pescadores amadores, dos quais, alguns também caçam elementos da mastofauna durante sua permanência na beira do rio. Este é um problema cultural muito grave que existe em todo o país e deve ser amplamente combatido por meio de fiscalizações, punições e educação ambiental.

Dentre as espécies cinegéticas mais comumente perseguidas na região do rio Tibagi, podem ser citados o tatu-galinha (*Dasupus novemcinctus*), o tatu-peba ou tatu-peludo (*Euphractus sexcinctus*), a paca (*Cuniculus paca*), a cutia (*Dasyprocta azarae*), os preás (*Cavia* spp.), entre outros. Estes animais são geralmente abatidos para serem consumidos e alguns são altamente apreciados devido ao sabor de sua carne.

- **Entomofauna**

A grande riqueza e diversidade de insetos impossibilita uma abordagem ampla com todos os grupos, sendo necessário a recolha de grupos que melhor respondem às alterações ambientais e sejam possíveis de amostragens, identificações e que dispõe de conhecimentos prévios sobre suas biologias (JANZEN, 1987).

Dentre os insetos, as abelhas (Hymenoptera, Apidae) são elementos de destaque na fauna, devido sua grande importância no funcionamento de ecossistemas florestais como polinizadores, sua ampla distribuição e diversidade, associado à facilidade de coleta e sua interdependência com a flora as torna um grupo indicado para estudos de padrões ecológicos e consequentemente em estudos de integridade ambientais (GILES & ASCHER, 2006).

Um total de 296 espécimes, pertencentes a 40 espécies, distribuídas em 27 gêneros foram coletadas nas três campanhas. Apinae é a subfamilia mais rica com

18 espécies em 14 gêneros; seguida por Halictinae (11 espécies em cinco gêneros), Megachilinae (sete espécies em quatro gêneros) e Andreninae (quatro espécies em três gêneros). Colletinae é a subfamília de abelhas existente no Brasil que não foi coletada em nenhuma fase do monitoramento. Apinae foi a subfamilia mais abundante (232 espécimes), seguida por Halictinae (47 espécimes), Megachilinae (17 espécimes) e Andreninae (cinco espécimes). Esse padrão de riqueza e abundancia de espécies coincide com o padrão encontrado em outros estudos no estado do Paraná (MARTINS *et al*., 2013; GONÇALVES & OLIVEIRA, 2013; SYDNEY & GONÇALVES, 2015). Os gêneros mais ricos em espécies foram *Augochloropsis*, *Augochlora* e *Exomalopsis* (três espécies cada) que estão entre os grupos de abelhas mais diversos no mundo (MICHENER, 2007; MOURE *et al*. 2008).

A espécie mais coletada foi *Apis mellifera* (78 espécimes), abelha social comumente encontrada em abundância no Brasil. A variedade européia de *Apis mellifera* foi introduzida no Brasil ainda no século 18, e na década de 50 misturou-se à variedade africana, trazida ao país para experimentação, produzindo assim a variedade africanizada que se espalhou por toda América (WHITFIELD *et al*., 2006). A segunda espécie mais abundante foi *Trigona spinipes*; espécie também social, com distribuição de norte ao sul do Brasil.

A Figura 6.53 apresenta a triagem dos insetos coletados em campo para correto armazenamento em envelopes identificados e posterior análise microscópica em laboratório.

Figura 6.53 – Triagem dos insetos coletados em campo para correto armazenamento em envelopes identificados e posterior análise microscópica em laboratório. Fotos: Júlia Henke, 2018.

Uma grande parcela (50%) das espécies está representada por um ou dois indivíduos (espécies *singletons*) e as oito espécies sociais representam 65% (193 indivíduos) do total de espécimes coletados. Fatos que demonstram a

heterogeneidade nas áreas e uma distribuição das espécies de forma diferenciada em cada um dos ambientes inventariados.

- Espécies raras e ameaçadas de extinção

O conhecimento sobre o status de conservação das espécies de abelhas no Brasil ainda é incipiente, apenas no ano de 2014, o ICMBio relaborou uma lista significativa de abelhas na sua lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção, onde foram analisadas espécies de Meliponina ou abelhas sem-ferrão (MARINI-FILHO, 2014). Das cinco espécies deste grupo coletadas, nenhuma dessas está classificada como ameaçada.

- Comparação entre as áreas amostrais

A similaridade entre os pontos de amostragem passou a ser maior entre o Sítio 01 e Sítio 04 (37%), seguido pela similaridade entre os Sítios 02 e 04, com 35% das espécies em comum. O Sítio 03 foi o que apresentou maior dissimilaridade do conjunto melissofaunístico em relação aos demais.

*- Sítio amostral 1*

O sítio 01 apresentou três novos registros de espécies com os dados da terceira campanha (*Paratetrapedia fervida*, *Augochlora thusnelda* e *Neocorynura codion*). Na segunda campanha foram obtidos oito novos registros para a lista geral. Este aspecto é importante na representatividade da riqueza da região, pois assim como a área 04, o sítio amostral 01 apresenta uma maior complexidade ambiental e diversidade de hábitats.

*- Sítio amostral 2*

Foram acrescidas duas espécies à lista do sítio amostral 2, no entanto este ponto amostral apresentou menor riqueza e abundância quando comparado com as demais. Este fato possivelmente esteja relacionado à composição vegetacional da área, a qual apresenta menor diversidade de hábitats devido à fisionomia homogênea da mata composta principalmente por taquaras e à presença de lavouras ao redor da floresta ciliar do córrego que deságua no rio Tibagi.

*- Sítio amostral 3*

O sítio amostral 03 ainda se mantém como o local mais rico e abundante em espécies de abelhas, fato justificado por ter a maior extensão de ambiente florestal dentre os sítios amostrados. Esta área continua com a maior diversidade *beta*, com o maior número de espécies exclusivas (13 no total), com a maior riqueza (n=25) e maior abundancia (n=115) de espécies dentre as áreas.

Além da maior de diversidade de abelhas, nesse sítio foram observados vários espécimes de coleópteros das famílias Passilidae e Scarabeidae, lepidópteros da família Nymphalidae (*Morpho* sp.) e vespas de várias familias. Todos esses insetos são associados a ambientes florestais e podem ser utilizados como bioindicadores.

*- Sítio amostral 4*

O sítio amostral 02 é o segundo mais bem ranqueado em diversidade, riqueza e abundância de espécies. É a área que mais apresentou novos registros de espécies em sua lista, principalmente abelhas da subfamília Halictinae. Fato justificado por ser uma área com fisionomia aberta, com alguns elementos vegetais com características de Cerrado. Pode apresentar espécies distintas das demais áreas por possuir características fisionômicas distintas. Por tratar-se fitofiosionomicamente de um relicto de Cerrado, apresenta uma melissofauna distinta das demais áreas, com 14 espécies exclusivas.

Há uma diversidade de abelhas com ecologia mais restrita a certos ambientes, tais como as Halictinae que dependem de uma cobertura vegetal que propicie a existência de substratos em madeira podre e flores menores para manter seu forrageamento em condições de aprisionamento de alimento para sua prole. Tal condição pode ser observada na área 4 e em alguns locais na área 3.

### 6.2.4 Ictiofauna

O presente diagnóstico foi realizado com base nos resultados obtidos para o Programa de Monitoramento Limnológico, Qualidade da Água e Ictiofauna da UHE Tibagi Montante (Licença de captura e transporte de animais nº 44698 do Instituto Ambiental do Paraná). As campanhas de amostragem ocorreram no outono e primavera de 2017 (período antes da instalação), nos meses de abril e outubro.

O estudo compreendeu sete pontos de amostragem (Tabela 6-25 e Figura 6.54) localizados a montante do município de Tibagi, na área de influência da UHE Tibagi Montante. Os pontos de amostragem abrangem o trecho demontante, reservatório e jusante e tributários.

Tabela 6-25 – Locais de coleta e coordenadas geográficas dos pontos amostrados na área de influência da UHE Tibagi Montante.

| Pontos de Amostragem | Siglas | Rio | Coordenadas | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Latitude | Longitude |
| Jusante | TM-JUS | Tibagi | 24°31'41.17"S | 50°24'25.50"O |
| Barragem | TM-BAR | Tibagi | 24°32'49.70"S | 50°24'2.27"O |
| Intermediário | TM-INT | Tibagi | 24°36'26.82"S | 50°25'31.85"O |
| Tributário | TM-TRI | Capivari | 24°38'46.18"S | 50°26'0.32"O |
| Tributário | TM-PAS | Passatempo | 24°32'38.26"S | 50°24'50.14"O |
| Remanso | TM-REM | Tibagi | 24°38'57.01"S | 50°25'32.81"O |
| Montante | TM-MON | Tibagi | 24°41'25.50"S | 50°23'35.83"O |

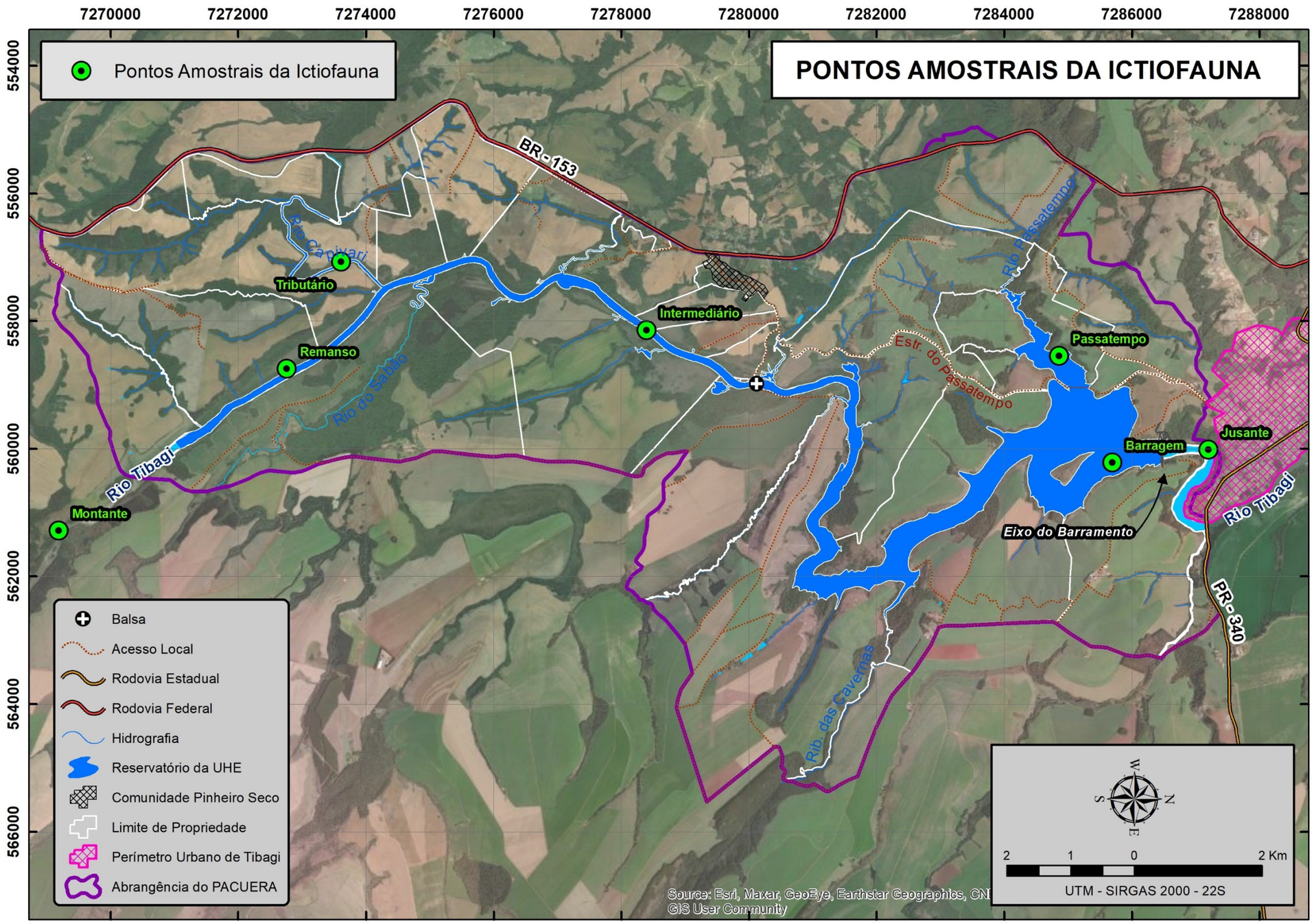



Figura 6.54 – Localização dos pontos amostrais de ictiofauna

### 6.2.4.1 Metodologia

As amostragens da ictiofauna, nos seis pontos citados acima, foram realizadas com o auxílio de diferentes petrechos de pesca, como redes de espera, tarrafas, espinhéis, varas de pesca e arrastos.

Os peixes capturados foram anestesiados com hidrocloreto de benzocaína, segundo a Resolução n° 714, de 20 de julho de 2002 do Conselho Federal de Medicina Veterinária, que dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais. Após este procedimento, os peixes foram fixados em formaldeído 10% e acondicionados em tambores de polietileno. Em laboratório, a identificação das espécies de peixes foi efetuada segundo Graça & Pavanelli (2007) e descrições de espécies posteriores. Exemplares testemunhos de cada espécie foram conservados em álcool 70% e depositados em coleção ictiológica da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE/GERPEL).

De cada exemplar foi obtido o comprimento total (Lt), comprimento padrão (Ls), peso total (Wt), peso das gônadas (Wg), data, local, tipo de aparelho e turno de captura. Além destes fatores, foi analisado o grau de repleção gástrico, o sexo e os estádios de maturidade gonadal. Ao grau de repleção gástrico (GR), que indica o estado de enchimento dos estômagos foi atribuída a seguinte escala: GR0 = estômago vazio; GR1 = estômago parcialmente vazio; GR2 = estômago parcialmente cheio e GR3 = estômago cheio.

A identificação do sexo e dos estádios de maturidade foi feita através da inspeção macroscópica das gônadas, observando-se o tamanho, a forma, a possibilidade de visualização dos ovócitos (no caso dos ovários) e sua posição na cavidade abdominal e foi atribuída a seguinte escala: IMT=imaturo; MAT=desenvolvimento (maturação); RPD=capaz de desovar (Reprodução); ESG=regressão (esgotado); REP=regeneração (repouso) (Brown-Peterson et al., 2011).

Os atributos utilizados como descritores de comunidade, riqueza específica (S=número de espécies), equitabilidade (E) e índice de diversidade de Shannon (H) (MAGURRAN, 1988; KREBS, 1999) foram utilizados para avaliar a organização das assembleias de peixes ao longo do gradiente longitudinal.

As coletas de ictioplâncton foram realizadas somente na capanha de primavera. As coletas foram realizadas com o auxílio de redes de plâncton cônico-cilíndricas (malha 0,5 mm), as quais foram fixadas a um cabo estendido de uma margem à outra do rio e expostas durante 10 minutos. Foram instaladas três redes, sendo duas de superfície, uma na margem direita (MD), outra na margem esquerda (ME), e uma terceira no centro (fundo) (FD) acoplada a um trenó. Foram realizadas quatro amostragens por coleta, sendo duas durante o período diurno e duas no período noturno. As amostras foram acondicionadas em frascos plásticos, sendo identificadas quanto ao ponto e data da coleta e fixadas em formol a 4,0%, tamponado com carbonato de cálcio. Após as coletas, as amostras foram encaminhadas ao laboratório de ictioplâncton onde passaram por um processo de triagem (separação).

Para a estimativa da densidade de ovos, larvas e jovens/adultos de peixes as abundâncias foram padronizadas para um volume de 10 m³ de água filtrada, utilizando-se as seguintes expressões:

#### 6.2.4.2 Resultados

Durante as amostragens na área de influência da UHE Tibagi Montante, nos seis locais de coleta, foram capturados 992 indivíduos, sendo a maior ocorrência no local Montante (MON; 205 indivíduos), seguido de Remanso (REM; 199 indivíduos), Barragem (BAR; 160 indivíduos), Intermediário (INT; 159 indivíduos), Jusante (JUS; 139 indivíduos) e Tributário (TRI; 130 indivíduos).

Entre as 45 espécies capturadas na fase de pré-enchimento do reservatório da UHE Tibagi Montante, seis foram classificadas como migradoras de longa distância, porém, a abundância é bastante reduzida em comparação com as outras espécies que não realizam migrações para fim de reprodução.

As espécies migradoras de longa distância (MIG) foram mais abundantes nos locais INT, REM e MON (7,54%, 7,54% e 6,83% respectivamente) (Figura 6.55).

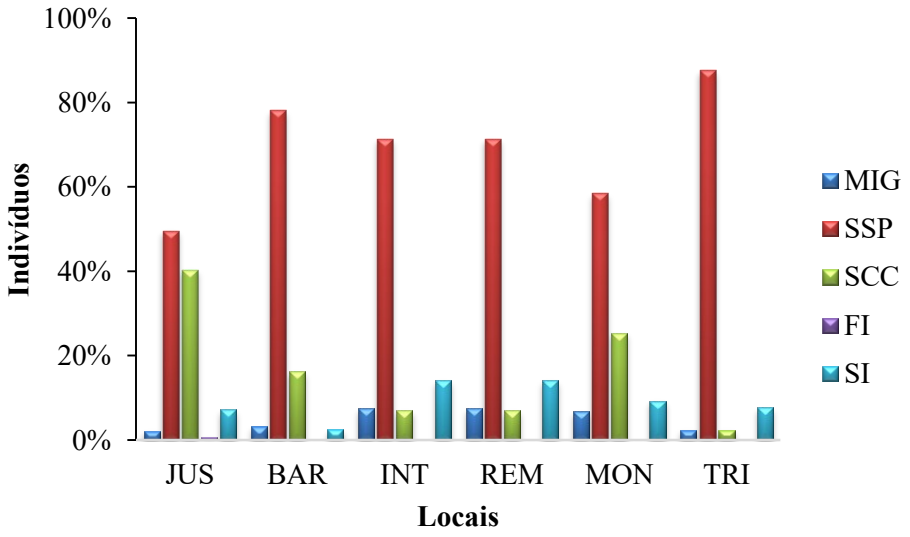



Figura 6.55 – Estratégias reprodutivas das espécies (MIG = migrador de longa distância; SSP = não migrador ou migrador de curta distância sem cuidado parental; SCC = não migrador ou migrador de curta distância com cuidado parental; SI = sem informação) no período de julho de 2017 (outono) a outubro de 2017 (primavera) na área de influência da futura UHE Tibagi Montante, rio Tibagi.

Nestas amostragens não foram capturadas espécies que estejam listadas como ameaçadas de extinção.

O número de espécies registradas na presente análise é semelhante ao registrado no estudo de impacto ambiental para a obtenção da Licença Prévia (44 espécies), entretanto, o número de espécies migradoras naquele momento foi de apenas três espécies.

A maior frequência de espécies não migradoras sem cuidado parental e com cuidado parental é esperada em virtude das características da ictiofauna, que é composta principalmente por espécies de pequeno a médio porte, muitas delas forrageiras e outras sedentárias.

A captura por unidade de esforço mostra uma maior abundância no Tributário Capivari, possivelmente pelas caracteristicas do ambiente, fato que pode estar ligado ao conceito de rio contínuo (VANNOTE, 1980), onde há aumento da disponibilidade de alimentos e nichos ecológicos, tendo em vista que as coletas foram realizadas próximas à sua desembocadura no rio Tibagi. Na calha principal do rio Tibagi os locais de amostragem MON, BAR e JUS encontram-se em trechos curtos entre corredeiras e cada local tem suas particularidades como águas mais rápidas,

pedrais e remansos, os locais INT e REM encontram-se em um longo trecho de águas mais calmas, com correnteza reduzida, este fato poderia explicar a semelhança em relação às capturas (Figura 6.56).

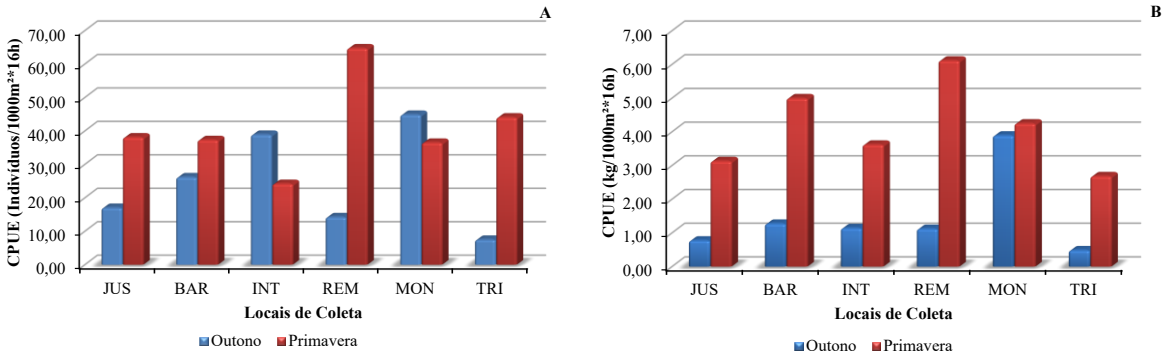



Figura 6.56 – Captura por unidade de esforço em número de indivíduos (A) e biomassa (B) em 1000m² de rede*16h para os locais de amostragem durante os meses de abril de 2017 (outono) e outubro de 2017 (primavera), na área de influência da UHE Tibagi Montante.

Em relação à dieta das espécies, a maioria dos exemplares cuja dieta foi identificada refere-se a indivíduos de pequeno porte, que apresentaram hábito alimentar generalista, com uma dieta composta por grande variedade de itens alimentares. Entre os itens alimentares que se destacaram vale ressaltar os insetos (terrestres e aquáticos) e vegetais, alimentos que com a formação do reservatório tendem a se tornar mais abundantes, principalmente devido a mata ciliar. A plasticidade trófica dessas espécies e o seu caráter oportunista quanto à alimentação permite a essas espécies alterar a dieta ao longo do tempo e espaço, demonstrando capacidade de adaptação frente a possíveis mudanças ambientais. Essa capacidade garante a melhor exploração dos recursos disponíveis e o sucesso na ocupação de diferentes ambientes. Já como espécies de médio porte, apenas *Pimelodus microstoma* foi avaliada, a qual também apresentou dieta diversificada, entretanto, como diferença das demais observou-se a utilização de itens alimentares maiores, como peixes.

Os atributos da assembleia da ictiofauna na área de influência da UHE Tibagi Montante mostram uniformidade na distribuição das espécies de peixes entre os locais e entre as estações do ano, este fato indica que na região não ocorre impacto

sobre essa fauna, excetuando-se o local REM que apresentou os menores índices, fato que pode estar ligado às características do ambiente.

Em geral a ocorrência de espécies de pequeno porte é esperada para ambientes neotropicais, que neste estudo foram as mais abundantes. Cabe ressaltar que as espécies de grande porte foram aquelas classificadas como migradoras de longa distância, porém, estas contribuíram com baixa abundância.

A maior atividade reprodutiva foi registrada na primavera (outubro de 2017) e a menor no outono de 2017. No período que anteceu a coleta da primavera a bacia do rio Tibagi sofreu um grande volume de chuvas, elevando seu nível e mudando as caracteristicas do ambiente, aliado a isso, foi um período de inverno atipico, onde não ocorreram temperaturas muito baixas, mantendo a temperatura da água acima da média esperada para a época, estes fatores podem ter desencadeado estímulos ao inicio de atividade reprodutiva o que justifica a grande frequência de exemplares em maturação e reprodução no outono.

A análise de ordenação multivariada apresentou diferenças entre o inverno verão e outono para a comunidade ictiofaunística, e entre os locais o Remanso foi o que apresentou maior diferença, comparado com os demais sendo parecido apenas com os locais Intermediário e Tributário, este fato pode estar ligado à proximidade dos locais.

O ictioplâncton foi coletado em um total de 1909 organismos, com maior abundância de ovos (98,8%), seguido de larvas de peixes (1,1%) (Figura 6.57).

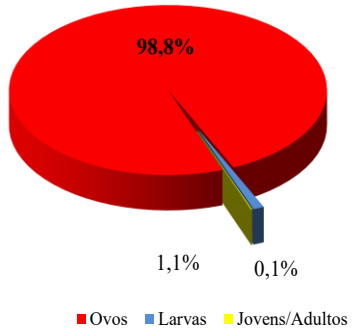



Figura 6.57- Frequência geral da ocorrência de organismos coletados (A), através de procedimento estacionário, na área de influência da futura UHE Tibagi Montante, rio Tibagi, na primavera de 2017.

Em relação aos pontos de amostragem pode-se verificar maior frequência de organismos no ponto REM (92,0%), seguido dos pontos TRI e JUS (6,2 e 0,8%, respectivamente) (Figura 6.58).

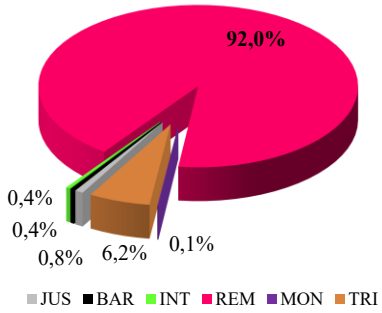



Figura 6.58 - Frequência geral da ocorrência de organismos coletados por ponto através de procedimento estacionário, na área de influência da futura UHE Tibagi Montante, rio Tibagi, na primavera de 2017.

Em termos de densidade, a maior abundância de ovos foi registrada no ponto REM (127,37 ovos/10m³), seguido dos pontos TRI e INT (5,30 e 0,50 ovos/10m³, respectivamente). As larvas foram registradas em maior abundância no ponto JUS (0,30 larvas/10m³), seguido dos pontos MON e TRI (0,19 e 0,16 larvas/10m³). Os jovens/adultos foram coletados em pequena quantidade e apenas nos pontos INT e REM (0,03 e 0,09 jovens/adultos/10m³) (Figura 6.59).

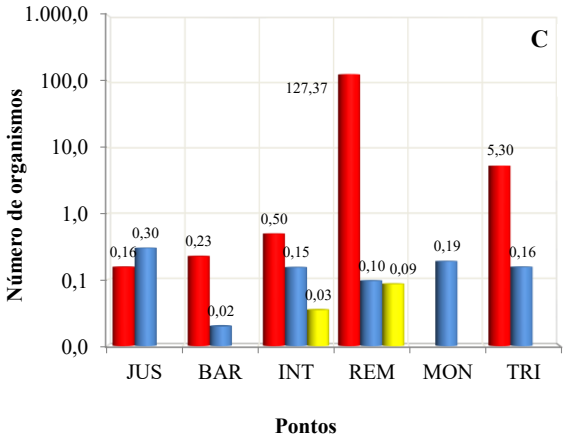



Figura 6.59 - Densidade média de organismos por ponto de coleta (C) através de procedimento estacionário, na área de influência da futura UHE Tibagi Montante, rio Tibagi, na primavera de 2017.

A relação entre a estrutura da assembleia de peixes e os eixos da análise dos componentes principais (PCA) das variáveis físicas e químicas da água foi sumarizada através da Análise de Correspondência Canônica (CCA). Nessa análise nenhum dos eixos foi significativo (teste de Monte Carlo; $p<0,05$) na explicação da variabilidade dos dados, desse modo, esta análise não demonstrou efeito significativo (teste de Monte Carlo; $p>0,05$) das variáveis físicas e químicas da água sobre os padrões espaciais (locais) e temporais (estações do ano) da composição e estrutura da assembleia de peixes.

No processo de migração de peixes do rio Tibagi, as espécies migradoras de longa distância tendem a se deslocar para as cabeceiras dos rios para efetuarem a reprodução. Neste contexto, deve ser levado em consideração que mesmo antes da construção de qualquer barragem neste rio, o Salto Mauá já representava uma barreira geográfica à migração de peixes, como pode ser depreendido através da Avaliação Ambiental Integrada (CNEC, 2010), que menciona que no trecho alto deste rio foram registradas 6 espécies migradoras de longa distância, enquanto que no médio e baixo foram registradas 12 espécies, o que indica que apenas algumas espécies de peixes migravam acima deste Salto, principalmente os peixes de escama.

A construção da UHE Mauá, acima deste salto, tornou esta barreira mais efetiva, já que não conta com um sistema de transposição para peixes, e após a formação do reservatório, das 6 espécies registradas anteriormente, no monitoramento realizado por LACTEC (2013), foram registradas apenas 3 espécies, *Leporinus elongatus* (piapara), *Pimelodus maculatus* (mandi) e *Prochilodus lineatus* (curimba). Nos estudos de impacto para as UHEs Tibagi Montante (Soma, 2013) e Telêmaco Borba (Promon & Soma, 2011), foram registradas apenas três espécies migradoras de longa distância, *Leporinus elongatus* (piapara), *Prochilodus lineatus* (curimba) e *Salminus hilarii* (tabarana).

Considerando os resultados de abundância de ovos e larvas de peixes, para o EIA da UHE Tibagi Montante, a reprodução dos peixes ocorre acima da área de abrangência da UHE Tibagi Montante, seja na calha principal ou em tributários, indicando que as espécies de peixes encontram condições adequadas para a reprodução fora da área de influência direta do reservatório. Assim, o trecho do rio

Tibagi acima da UHE Tibagi Montante reúne condições adequadas para a manutenção das espécies migradoras de longa distância, que segundo AGOSTINHO et al. (2007) são: área livre de barramento a montante (são mais de 200 km de trecho livre), presença de tributários (são registrados vários tributários, inclusive de grande porte) e presença de áreas de desova (de acordo com a abundância de ovos e larvas de peixes).

### 6.2.5 Considerações Finais para o Meio Biótico

A cobertura vegetal original da bacia, composta pelas formações campestres e florestais, teve sua fisionomia modificada pela exploração madeireira e pelas atividades agrossilvopastoris em desenvolvimento desde a década de 1930.

Atualmente, o que resta das formações originais são resquícios de formações campestres e fragmentos de florestas. A maioria das formações ou foram substituídas por pastagens, culturas cíclicas e reflorestamentos, ou estão em diferentes estágios de sucessão, devido às alterações antrópicas.

De maneira geral, as comunidades vegetais nativas presentes na área de abrangência da UHE Tibagi Montante se encontram em razoável estado de conservação embora intensamente exploradas no passado.

Também é de relevância o fato de ocorrerem algumas ameaçadas de extinção, que por sua vez podem ser incluídas em programas de reflorestamento, amenizando assim a pressão sobre suas populações.

Considerando a condição da vegetação averiguada em campo durante o Inventário Florestal realizado em outubro de 2018, conclui-se que existem remanescentes florestais em estágio de desenvolvimento equivalente em área contínua a inundada, ou seja, áreas de floresta incorporadas como a Área de Preservação Permanente (APP).

Em relação ao uso do solo e cobertura vegetal na Área de Abrangência do PACUERA, mais da metade da área (60,77%) serão utilizadas de forma intensiva, abrigando agricultura, pecuária, reflorestamento, áreas de uso antrópico e estruturas da UHE.

Os ambientes naturais, correspondendo a áreas de capoeira, Floresta

Ombrófila Mista, Formações Pioneiras com Influência Fluvial e afloramentos rochosos correspondem a 32,33% da área. O restante, 739,51 hectares (6,9%) correspondem aos corpos d'água (tanques e açudes), hidrografia (rio Tibagi, rio Capivari e rio Sabão) e reservatório.

A consolidação da APP mais contínua irá proporcionar uma maior conectividade com os remanescentes da Floresta Ombrófila Mista existentes no entorno, em especial no primeiro terço do reservatório, onde estão localizados os maiores fragmentos, podendo funcionar como importante corredor. Os corredores são reconhecidos por serem essenciais no controle de fluxos hídricos e biológicos na paisagem, aumentando a riqueza de espécies de animais e contribuindo para a dispersão das espécies arbóreas.

Na Área de Abrangência do PACUERA ocorrem uma unidade de Conservação: a Área de Proteção Ambiental Estadual da Escarpa Devoniana, uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável (uso direto). Também se sobrepõe a Área de Abrangência a Zona de Amortecimento do Parque Estadual do Guartelá. Ambas UCs possuem Plano de Manejo, os quais apresentam orientações de uso. A consolidação da APP do reservatório vai ao encontro das recomendações de incentivo a formação de corredores entre fragmentos florestais.

Em relação à fauna, a riqueza de espécies de anfíbios registrada variou entre as campanhas principalmente variação de temperatura. Já em relação aos répteis, seus hábitos criptozoicos também dificultam seu encontro, tornando-os furtuitos, principalmente durante dias frios. Outro fator preponderante para a dificuldade de registros é a própria degradação do ambiente na região e a perseguição indiscriminada sofrida pelas serpentes, que costumam ser vistas como maléficas pelos moradores locais e, consequentemente, mortas.

Em relação ao estado de conservação dos ambientes amostrados, apesar de serem remanescentes de matas bastante fragmentadas, ainda apresentam estrutura e recursos para abrigar componentes interessantes da herpetofauna.

Informações relevantes foram acrescentadas ao inventário da avifauna da UHE Tibagi Montante. Merecem destaque o encontro do araçari-banana (*Pteroglossus bailloni*) e do papo-branco (*Biatas nigropectus*)

A execução das três campanhas de monitoramento da mastofauna revelou uma quantidade expressiva de informações acerca de espécies de difícil detecção, tais como o *Leopardus guttulus*, *Micronycteris megalotis* e *Myotis ruber.* Somando-se todos os dados obtidos, pode-se concluir que foram amostrados com sucesso todos os grupos de mamíferos silvestres, desde os de pequeno porte não-voadores, os morcegos e aqueles de médio ou grande porte.

O monitoramento da entomofauna priorizou o estudo de Hymnoptera, uma vez que as abelhas são espécies-alvo dentre os insetos, de fundamental importância para orientar qualquer programa de monitoramento. Comparando os resultados parciais de cada sítio amostral, pode dizer que as diferenças entre o número de espécies, os índices de diversidade e similaridade sugerem que as áreas amostradas contêm espécies restritas a alguns ambientes.

Verifica-se que alguns fatores têm interferido na qualidade do ambiente e afetado níveis populacionais e a diversidade de abelhas nas áreas. Há extensos plantios de soja em toda a área de abrangência do empreendimento e os defensivos utilizados nas lavouras podem estar impactando populações locais de abelhas nativas na região de Tibagi.

Entre as 45 espécies capturadas na fase de pré-enchimento do reservatório da UHE Tibagi Montante, seis foram classificadas como migradoras de longa distância, porém, a abundância é bastante reduzida em comparação com as outras espécies que não realizam migrações para fim de reprodução. Nestas amostragens não foram capturadas espécies que estejam listadas como ameaçadas de extinção.

O número de espécies registradas na presente análise é semelhante ao registrado no estudo de impacto ambiental para a obtenção da licença prévia (44 espécies), entretanto, o número de espécies migradoras naquele momento foi de apenas três espécies.

A maior frequência de espécies não migradoras sem cuidado parental e com cuidado parental é esperada em virtude das características da ictiofauna, que é composta principalmente por espécies de pequeno a médio porte, muitas delas forrageiras e outras sedentárias.

Os atributos da assembleia da ictiofauna na área de influência da UHE Tibagi Montante mostram uniformidade na distribuição das espécies de peixes entre os locais e entre as estações do ano, este fato indica que na região não ocorre impacto sobre essa fauna, excetuando-se o local REM que apresentou os menores índices, fato que pode estar ligado às características do ambiente.

Em relação à migração de peixes, os resultados de abundância de ovos e larvas de peixes, sugerem que o trecho livre a montante da futura UHE Tibagi Montante, parece ser suficiente para garantir os movimentos migratórios e assim, manter a reprodução destas espécies. A existência de um empreendimento a jusante da UHE Tibagi Montante, a UHE Mauá, que não possui sistema de transposição de peixes, já reduz o impacto específico da UHE Tibagi Montante sobre a migração da ictiofauna.

## 6.3 ASPECTOS DO MEIO SOCIOECONÔMICO

### 6.3.1 Histórico de de Tibagi

O município de Tibagi está entre os mais antigo do Paraná e se desmembrou de Castro em 1872. Se, por um lado, a origem de Castro está intimamente ligada ao Tropeirismo, visto que era no rio Iapó (rio que cruza a cidade) que existia um vau utilizado pelos tropeiros no Caminho de Sorocaba, a origem de Tibagi está diretamente ligada à ação de duas famílias que se estabeleceram na região e começaram a desenvolver um pequeno núcleo populacional.

A primeira família foi a de Antônio Machado Ribeiro, um pioneiro paulista que adquiriu uma área após ter feito uma requisição de terras nas proximidades do rio Tibagi no final do século XVIII.

Com a descoberta de ouro e diamante no leito do rio a partir de meados do século XVIII, Tibagi fica conhecida como “Eldorado Paranaense”, atraindo mineiros de várias partes do Brasil, especialmente do Estado de São Paulo. Tal período deu início à mineração, primeiro ciclo econômico do município. Em seguida tiveram início atividades como as criatórias, extração de mate, exploração madeireira e o cultivo da mandioca (GRZEBIELUKA, D.; SAHR, C. L. L. 2009).

Mais tarde, já no começo do século XIX, quem se estabeleceu na região foi a família do coronel José Felix Novaes do Canto, que se fixou no lugar conhecido como Fazenda Monte Alegre que, juntamente com a Fazenda Fortaleza, eram as únicas referências existentes na região naquela época. Além de deter a posse da casa que havia pertencido a Antônio Machado Ribeiro, o coronel ainda detinha uma grande área.

No ano de 1846 o povoado de Tibagi foi elevado à categoria de freguesia para depois, no ano de 1872, ser criada a Vila de Tibagi, já desmembrada do território de Castro. Tibagi foi elevada à categoria de cidade no ano de 1897 (FERREIRA, 2006).

### 6.3.2 Demografia

Os dados apresentados na Tabela 6-26 mostram dados demográficos principais de Tibagi, considerando a estimativa do IBGE e censo demográfico mais recente (2010).

Tabela 6-26 - População e distribuição em Zona – 2010.

| Aspecto | Dados |
|---|---|
| População estimada (2018) | 20.436 |
| População no último censo (2010) | 19.344 |
| População urbana (2010) | 11668 |
| População rural (2010) | 7676 |
| Homens (2010) | 9804 |
| Mulheres (2010) | 9540 |
| Densidade demográfica [2010] | 6,55 hab./km² |

Fonte: IBGE. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/tibagi/pesquisa/23/27652?detalhes=true>. Acesso: outubro de 2018.

Percebe-se que Tibagi é um município pequeno em termos demográficos. A taxa de urbanização de 60,39% o enquadra como um município em fase de transição do rural para o urbano (taxa de urbanização entre 50% e 75%). Apesar da taxa de urbanização ser baixa em Tibagi, nota-se que vem crescendo de forma gradativa e contínua nas últimas décadas. No Paraná o mesmo processo é verificado.

Com a segunda maior área territorial do Estado e o baixo número de habitantes, Tibagi tem uma das menores densidades demográficas do Paraná,

ocupando a posição 395ª entre 399 municípios. Enquanto esse município tem apenas 6,55 hab./km$^2$, a taxa no Paraná é de 52,23 hab./km².

Tabela 6-27: Taxa Anual de Crescimento geométrico (%) em Tibagi e no Paraná

| Municipio | Taxa Anual de Crescimento geométrico (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1970-80 | 1980-91 | 1991-2000 | 2000-2010 | 2010-20[4] |
| Tibagi | 0,1 | -2[5] | 1,3 | 0,49 | 0,65 |
| PARANÁ | 1,07 | 0,81 | 1,47 | 0,93 | 1,03 |

Fonte: IBGE, 2020. Disponível em https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/tibagi/panorama, acessado em 16 de agosto de 2021.

Verifica-se através da Tabela 6-27, que embora Tibagi esteja registrando aumento populacional na maior parte do período desde 1970, sempre foram menores do que as média estaduais nos respectivos períodos.

Além do número de habitantes, importante citar o Índice de Gini, um importante instrumento para medir o grau de desigualdade: quanto mais próximo de 1 (um), maior a desigualdee de renda. Considerando os três últimos dados, Tibagi apresentou 0,5275 em 1991; 0,5680 em 2000 (grande aumento da desigualdade); e 0,5565 (leve redução entre 2000 e 2010). Em 2010, último ano com dados municipais referentes à desigualdade, o índice de Gini de Tibagi estava um pouco acima da média do Brasil, que era de 0,5304, ou seja, Tibagi tinha maior desigualdade que a média nacional. Com relação aos dados de incidência da pobreza para o nivel municipal, infelizmente os dados mais recentes disponíveis são da Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2002/2003, quando indicava o limite inferior de 32,89% e o limite superior de 49,00%.

Outro aspecto importante para análise refere-se aos dados sobre imigração, uma vez que, juntamente com outros fatores, ela pode causar sensíveis transformações na dinâmica demográfica de determinado espaço. A Tabela 6-28 apresenta informações utilizadas pelo IPARDES – e Instituto Paranaense de

[4] Para a população de 2020, foi considerada a estimativa feita pelo IBGE: 20.607 para Tibagi e 11.516.840 no estado do Paraná.

[5] Em 1990 houve emancipação do município de Ventania, que passou a contar população separadamente. Isto explica esse descréscimo populacional em Tibaig no censo de 1991 em relação à 1980

Desenvolvimento Econômico e Social, para analisar as trocas líquidas migratórias no Paraná e nos municípios da Área de Estudo.

Tabela 6-28 - Imigrantes, emigrantes, trocas líquidas migratórias intermunicipais de data fixa, intraestaduais, e taxas líquidas de migração - 1995/2000.

| Unidade geográfica | Intermunicipais de data fixa | | | | | | | | | Taxas líquidas de migração |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Imigrantes | | | Emigrantes | | | Trocas Líquidas | | | |
| | Intraestaduais | Interestaduais | TOTAL | Intraestaduais | Interestaduais | TOTAL | Intraestaduais | Interestaduais | TOTAL | |
| Tibagi | 1.805 | 246 | 2.051 | 1.686 | 74 | 1.761 | 118 | 172 | 290 | 1,79 |

Fonte: IPARDES - Anuário Estatístico do Estado do Paraná 2008. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/anuario_2008/index.html>. Acesso: set. 2012.

O primeiro fato que se nota em Tibagi é que no período analisado as trocas líquidas migratórias são positivas, ou seja, mais pessoas entraram do que saíram neste município. De qualquer forma, é importante ressaltar que a taxa líquida de migração não mensura óbitos e nascimentos, que são fatores que também influenciam a dinâmica demográfica.

Por último, cabe observar que em Tibagi o número de imigrantes e emigrantes intraestaduais é significativamente maior do que o número de imigrantes e emigrantes interestaduais. Ou seja, o movimento migratório na Área de Estudo ocorre principalmente dentro do Paraná: imigrantes que vem de outras cidades do Paraná e se instalaram em Tibagi e vice-versa.

Com relação a esse aspecto, durante a obra de implantação da UHE Tibagi Montante, no mês de outubro de 2018, entre os 444 trabalhadores, 243 não são provenientes de Tibagi, sendo que quase a totalidade desses residiram na obra e deixarão o município assim que encerraram as atividades, de modo que a obra não causou alterações demográficas relevantes no município.

De acordo com dados do IBGE, em 2010, data do último Censo Demográfico, a população do município era de 19.344. A estimativa da população feita pelo IBGE para 2018 (já com a obra) é de 20.436, o que resultaria em um crescimento anual de 0,70%. Considerando que a taxa de crescimento da população da população

brasileira em 2017 (dado mais recente) era de 0,80%, pode-se concluir que, de fato, não houve alteração demográfica causada pela obra em Tibagi.

### 6.3.3 Saúde Pública

As condições de saúde de um município servem como excelente indicador das carências e da qualidade de vida da população local. Para analisar as condições de saúde em Tibagi, foram selecionados alguns indicadores que são considerados relevantes.

De acordo com dados mais recentes do IBGE[6], a taxa de mortalidade infantil no município é de 10.1 para 1.000 nascidos vivos, ocupando a 224ª posição entre os 399 municípios od Paraná.

A Figura 6.60 apresenta o gráfico com histórico dos últimos dados de mortalidade infantil disponíveis em Tibagi.

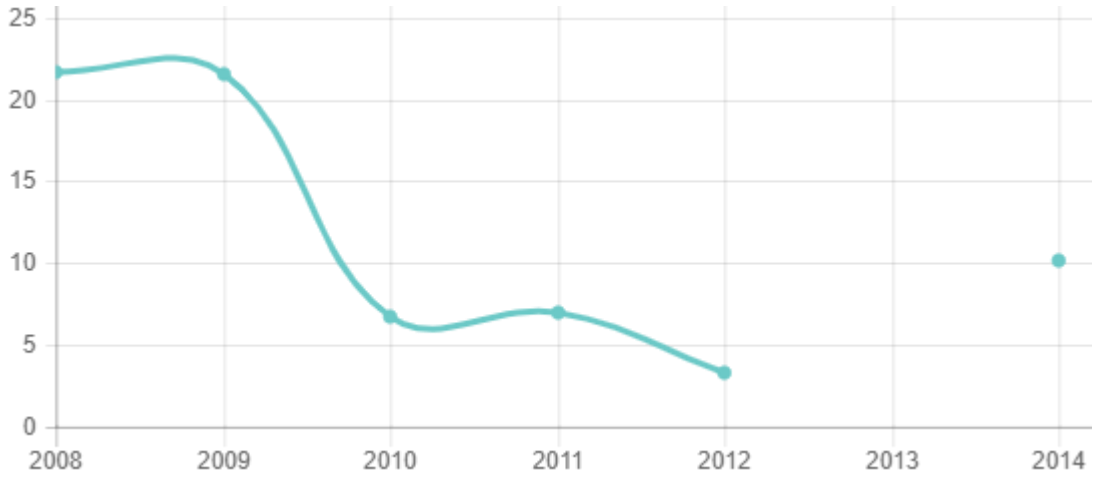



Figura 6.60 - Histórico de Coeficientes de Mortalidade Infantil

Segundo o Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana de Saúde – Representação Brasil (OPAS, 2007), os Coeficientes de Mortalidade Infantil costumam ser classificados da seguinte maneira:

- Alto: 50 por mil ou mais;

[6] Obtidos na internet, na página: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/tibagi/panorama, acessada em outubro de 2018, com dados de 2014 (os mais recentes para mortalidade infantil).

- Médio: 20 a 49 por mil;
- Baixo: menos de 20.

De acordo com esta classificação, os Coeficientes de Mortalidade Infantil em Tibagi tem variado de médio até 2009 para baixo entre 2010 e 2014, sendo que subiu no último ano com dado disponível.

O município conta com 11 estabelecimentos de saúde, dos quais 10 públicos (9 municipais e um estadual) e um privado. Conta ainda com 30 leitos hospitalares, todos públicos, o que representa um taxa aproximada de 1,5 leitos/ 1.000 habitantes. Para o indicador número de leitos/1.000 habitantes Tibagi também está abaixo dos indicadores estadual (2,8) e nacional (2,3) (IBGE, 2012), assim como do índice indicado pela Portaria GM nº 1.101 (de 2,5 a 3 leitos/1.000 habitantes), já que apresenta 1,5 leitos/1.000 habitantes.

As internações devido a diarreias são de 0,2 para cada 1.000 habitantes, sendo o município com menor taxa do Estado.

Com relação às doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional de notificação obrigatória, a Tabela 6-29 apresenta o quadro referente ao ano de 2017.

Tabela 6-29 – Boletim Epidemiológico de Tibagi, 2017.

| Código | Doenças de notificação obrigatória | Número de Ocorrências - 2017 |
|---|---|---|
| Y96 | Acidente de trabalho grave | 8 |
| X29 | Acidente com animais peçonhentos | 25 |
| Y09 | Violência interpessoal / auto provocada | 7 |
| H10.3 | Conjuntivite | 100 |
| Z20.9 | Acidente de trabalho com exposição material biológico | 11 |
| B01.9 | Varicela | 105 |
| B09 | Doenças exantematicas | 7 |
| W64 | Atendimento anti- rabico | 40 |
| B55.0 | Leishmaniose | 1 |
| B19 | Hepatite virais | 1 |
| T65.9 | Intoxicação exógena | 5 |
| A16.9 | Tuberculose | 1 |
| A53.9 | Sifilis Não especificada | 4 |
| A30.9 | Hanseniase | 3 |
| A50.9 | Sifilis congênita | 1 |
| B24 | AIDS | 4 |

| Código | Doenças de notificação obrigatória | Número de Ocorrências - 2017 |
|---|---|---|
| O96.6 | Toxoplasmose Gestacional | 1 |
| O98.1 | Sifilis em gestante | 1 |
| A27.9 | Leptospirose | 1 |
| A92.8 | Doença aguda pelo virus Zika. | 4 |
| G03.9 | Meningite. | 2 |
| Z20.6 | Criança exposta ao HIV | 2 |

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde, Tibagi.

Com relação ainda aos aspectos de saúde, visando não sobrecarregar a estrutura de Tibagi durante a obra, a empreiteira realizou um convênio com o Hospital Luiza Borba Carneiro para atendimento em casos de acidente de trabalho de gravidade (leve/médio), assim como para acionar o atendimento de ambulância em cada de acidentes graves (quedas). Em todos os casos, a empreiteira disponibiliza seu técnico em Segurança do Trabalho para acompanhar o acidentado.

A Figura 6.61 ilustra o Hospital Luiza Borba carneiro e a Clínica Especializada da Mulher e Criança, ambos em Tibagi.

Figura 6.61- A: Hospital Luiza Borba Carneiro – HLBC, em Tibagi; B: Clínica Especializada da Mulher e Criança, em Tibagi. Fonte: http://www.controlemunicipal.com.br/imagens/gd_e7389958e4a5.jpg

### 6.3.4 Educação

Dentro do objetivo do presente PACUERA, procurou-se verificar para Tibagi alguns indicadores relevantes, como taxas de alfabetização e de escolarização e desempenho no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB.

De acordo com dados oficiais do IBGE[7], em 2015, os alunos dos anos inicias da rede pública de Tibagi tiveram nota média de 5.3 no IDEB. Para os alunos dos anos finais, essa nota foi de 3.9. Na comparação com cidades do mesmo estado, a nota dos alunos dos anos iniciais colocava esta cidade na posição 307 de 399, demonstrando que haveria ainda muito a melhorar. Considerando a nota dos alunos dos anos finais, a posição passava a 291 de 399.

A taxa de escolarização (para pessoas de 6 a 14 anos) foi de 96.6 em 2010. Isso posicionava o município na posição 342 de 399 dentre as cidades do estado e na posição 4099 de 5570 dentre as cidades do Brasil.

Na análise de educação, é fundamental avaliar a taxa de alfabetização, indicador relevante inclusive para o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH. A alfabetização de uma população está diretamente ligada com sua condição básica de cidadania, uma vez que o analfabetismo age "*como uma forma de exclusão educacional que normalmente também acarreta em outras formas de exclusão social*" (FERRARO, 2002). Do outro lado, "*a alfabetização é uma ferramenta muito eficaz para combater a pobreza e a desigualdade, melhorar a saúde e o bem-estar social, e estabelecer as bases para um crescimento econômico sustentado e para uma democracia duradoura*" (IBGE, 2011). Nesse sentido, a Tabela 6-30 apresenta a evolução dos indicadores do IDH Municipal para educação em Tibagi.

Tabela 6-30 – Evolução do IDH Municipal para Educação em Tibagi, PR.

| TIBAGI | 1991 | 2000 | 2010 |
|---|---|---|---|
| **IDHM Educação** | 0,146 | 0,32 | 0,519 |
| % de 18 anos ou mais com fundamental completo | 12,31 | 20,02 | 35,46 |
| % de 5 a 6 anos na escola | 20,56 | 45,84 | 81,27 |
| % de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental regular seriado ou com fundamental completo | 25,09 | 63,18 | 81,01 |
| % de 15 a 17 anos com fundamental completo | 10,96 | 40,06 | 56,91 |
| % de 18 a 20 anos com médio completo | 6,9 | 12,57 | 31,53 |

Fonte: IBGE

[7] Obtidos na página do IBGE: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/tibagi/panorama, acessado em outubro de 2018

Dois aspectos ficam evidentes com esses dados: o primeiro é que tem ocorrido, pelo menos até 2010 (dado mais recente disponível), uma evolução. O segundo é que ainda há muito o que melhorar, já que de acordo com os critérios estabelecidos no IDH[8], com índice de 0,519, ainda encontra-se em um nível considerado “baixo”.

A Tabela 6-31 apresenta a taxa de alfabetização da população com 15 anos ou mais de idade.

Tabela 6-31 - Taxa de alfabetização (%) das pessoas de 15 anos de idade ou mais – 1991/2000/2010.

| Unidade geográfica | Taxa de alfabetização (%) das pessoas de 15 anos de idade ou mais | | |
|---|---|---|---|
| | 1991 | 2000 | 2010 |
| Tibagi | 71,32 | 82,56 | 87,87 |
| PARANÁ | 85,15 | 90,47 | 93,72 |

Fonte: IPARDES, BDEweb. Disponível em:<http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>. Acesso: set. 2012.

A taxa de alfabetização em Tibagi no ano de 2010 não chega a ser satisfatória, uma vez que mais de 10% da população de 15 anos ou mais é analfabeta, e está pior que a média estadual.

A Tabela 6-32 apresenta dados sobre a taxa bruta de frequência à escola, ao ensino fundamental, médio e superior em Tibagi e no Paraná nos anos de 1991 e 2000.

Tabela 6-32 - Taxa bruta de frequência à escola e aos ensinos fundamental e médio - 1991 e 2000.

| Unidade geográfica | Taxa bruta de frequência à escola | | Taxa bruta de frequência ao fundamental | | Taxa bruta de frequência ao ensino médio | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1991 | 2000 | 1991 | 2000 | 1991 | 2000 |
| Tibagi | 48,27 | 67 | 82,49 | 105,68 | 12,39 | 48,69 |
| PARANÁ | 63,08 | 82,88 | 101,772 | 115 | 35,769 | 96,355 |

Fonte: PNUD - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2000. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas/instalacao/index.php>. Acesso: mar. 2011.

A taxa bruta de frequência à escola, ao ensino fundamental, ao ensino médio e ao ensino superior são itens que compõem o IDHM-Educação, porém com pesos diferentes.

[8] De acordo com o Atlas Brasi (que mede o IDH municipal), a dimensão Educação do IDHM é uma composição de indicadores de escolaridade da população adulta e de fluxo escolar da população jovem.

A taxa bruta de frequência à escola é a razão entre o número total de pessoas de todas as faixas etárias que frequentam o ensino fundamental e o médio e a população de 7 a 21 anos. Não foi considerada a taxa bruta de frequencia em relação ao ensino superior porque não há em Tibagi nenhum estabelecimento de ensino superior.

A taxa bruta de frequência ao ensino fundamental é a razão entre o número total de todas as faixas etárias que frequentam o ensino fundamental e a população de 7 a 14 anos. Já a taxa bruta de frequência ao ensino médio é a razão entre o número total de pessoas de todas as faixas etárias que frequentam o ensino médio e a população de 15 a 17 anos.

Com relação ao número de matrículas no ensino fundamental e médio segundo a dependência administrativa, em Tibagi, em 2017, haviam 3.396 matrículas no ensino fundamental, das quais 1.766 em escolas públicas municipais, 1.443 em escolas públicas estaduais e apenas 187 em escola privada[9].

Para verificar o nível de interferência da obra da UHE Tibagi na demanda de educação no município, foi feita uma comparação entre o número de matrícula no início de 2017 (quase um ano antes da obra), início de 2018 (logo no início da obra) e no início do segundo semestre de 2018 (pico da obra) na rede municipal, que abrange cinco escolas, incluindo duas nos distritos de Alto do Amparo e Caetano Mendes.

A Tabela 6-33, Tabela 6-34 e Tabela 6-35 apresentam os dados de cada escola municipal, considerando o ensino fundamental até o 5º ano, com dados fornecidos diretamente pela Secretaria Municipal de Educação de Tibagi.

Tabela 6-33 - Matrículas na rede municipal – Início de 2017

| Escolas Municipais – Ensino Fundamental | 1º ano | 2º ano | 3º ano | 4º ano | 5º ano |
|---|---|---|---|---|---|
| Escola Municipal Telêmaco Borba | 118 | 150 | 128 | 123 | 87 |
| Escola Municipal Professor Aroldo | 59 | 72 | 85 | 72 | 76 |
| Escola Municipal Professora Ida Viana de Oliveira | 55 | 47 | 68 | 55 | 53 |

[9] Dados do IBGE, obtidos na página https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/tibagi/pesquisa/13/5902, acessada em outubro de 2018.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Escola Municipal David Federmann | 58 | 67 | 64 | 57 | 68 |
| Escola Municipal São Bento | 55 | 65 | 66 | 62 | 67 |

Tabela 6-34 - Matrículas na rede municipal – Início de 2018

| Escolas Municipais – Ensino Fundamental | 1º ano | 2º ano | 3º ano | 4º ano | 5º ano |
|---|---|---|---|---|---|
| Escola Municipal Telêmaco Borba | 108 | 116 | 133 | 109 | 121 |
| Escola Municipal Professor Aroldo | 83 | 45 | 60 | 56 | 63 |
| Escola Municipal Professora Ida Viana de Oliveira | 67 | 55 | 81 | 81 | 81 |
| Escola Municipal David Federmann | 65 | 58 | 62 | 69 | 63 |
| Escola Municipal São Bento | 72 | 67 | 61 | 72 | 68 |

Tabela 6-35 - Matrículas na rede municipal – Meados de 2018

| Escolas Municipais – Ensino Fundamental | 1º ano | 2º ano | 3º ano | 4º ano | 5º ano |
|---|---|---|---|---|---|
| Escola Municipal Telêmaco Borba | 101 | 112 | 133 | 104 | 115 |
| Escola Municipal Professor Aroldo | 75 | 41 | 54 | 51 | 59 |
| Escola Municipal Professora Ida Viana de Oliveira | 64 | 52 | 79 | 73 | 78 |
| Escola Municipal David Federmann | 61 | 51 | 56 | 66 | 60 |
| Escola Municipal São Bento | 64 | 61 | 52 | 67 | 61 |

Em 2017, a rede municipal tinha, no início do ano, 1877 alunos. Um ano depois, ou seja, no início de 2018, após o início das obras, esse número passou para 1917, um aumento total de 40 alunos nessas séries, que representa apenas 2,13%. Entretanto, esse número inclui as duas escolas que estão situadas nos distritos de Alto do Amparo (São Bento) e Caetano Mendes (David Federmann), distantes respectivamente cerca de 45 km e 35 km passando por trecho de estrada de terra, ou seja, bem distantes da obra. Considerando apenas as três escolas situadas na sede do município de Tibagi, percebe-se que houve um acréscimo de apenas 11 alunos (de 1248 para 1259) que representam apenas 0,88%, algo perfeitamente natural decorrente do crescimento vegetativo da população. Esse aspecto é avaliado qualitativamente junto com a secretaria ao longo do desenvolvimento da obra.

Durante o ano de 2018, houve uma pequena redução do número de matrículas, visível através dos dados da Tabela 2.20.3. Essa redução variou de 3,75% na Escola Municipal Telêmaco Borba para 10,29% na Escola Municipal São Bento, localizada no distrito de Alto de Amparo.

Essa redução, decorrente de evasão escolar que se agrava em períodos de crise econômica como a que o país atravessa atualmente, comprova que a inserção do aproveitamento da UHE Tibagi Montante não acarretou sobrecarga na rede de ensino municipal.

Com relação ao número de estabelecimentos de ensino, há 6 unidades do ensino pré-escolar, 11 do ensino fundamental e 5 do ensino médio.

A Figura 6.62 ilustra a Escola Municipal Professor Aroldo, uma das principais escolas municipais de Tibagi.

Figura 6.62 - Escola Municipal Professor Aroldo.

Não há instituição de ensino superior sediada em Tibagi. Com relação à educação profissional técnica há um estabelecimento de ensino com educação profissional técnica em Tibagi voltado à formação e capacitação da mão de obra local.

Por fim, os residentes da comunidade de Pinheiro Seco (comunidade existente na zona rural, próxima ao aproveitamento da UHE Tibagi Montante) em idade escolar estudam na sede de Tibagi e se deslocam para lá de ônibus escolar municipal.

### 6.3.5 Abastecimento de Serviços Públicos

A presença e a qualidade de serviços, como abastecimento de água, rede de esgoto, coleta de lixo e fornecimento de energia elétrica é essencial para a qualidade de vida da população de qualquer município, e assim sendo, fundamental para o diagnóstico do presente estudo.

O saneamento básico é uma das mais importantes variáveis socioeconômicas na atualidade: "... na contemporaneidade o direito ao saneamento se confunde, cada vez mais, com o próprio direito ao meio ambiente e à qualidade de vida, tornando-se um dos indicadores mais sensíveis do grau de organização da sociedade civil em busca do acesso à cidadania e da própria diminuição das desigualdades existentes na sociedade brasileira" (IBGE, 2011).

Entre as premissas do saneamento básico estão a garantia da saúde, da segurança e do bem-estar da população ao se evitar ameaças em função da presença de resíduos, patógenos, contaminantes, detritos ou substâncias tóxicas em geral. Os problemas relacionados com um saneamento básico inadequado são diversos, entre eles: "... *poluição ou contaminação na captação de água para o abastecimento humano, poluição de rios, lagos, lagoas, aquíferos, doenças, erosão acelerada, assoreamento, inundações frequentes, com as consequentes perdas humanas e materiais, para mencionar apenas alguns exemplos*" (IBGE, 2011).

De acordo com a Constituição, o desenvolvimento de programas de saneamento básico é competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios (Art. 23, inciso IX), sendo que o estabelecimento das diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes

urbanos, são de competência apenas da União (Art. 21, inciso XX). Ainda na Constituição, o Art. 20, inciso IV, estabelece que compete ao SUS (Sistema Único de Saúde) participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico (TUCCI, 2001).

Vale lembrar que as condições de saúde de uma população podem ser agravadas não somente pelo baixo nível de renda, mas, fundamentalmente, pela situação sanitária dos logradouros.

Deve-se enfatizar ainda que não existem águas particulares no País. Mesmo as nascentes que se encontram nos limites de uma propriedade privada, assim como os rios que servem de limites entre duas propriedades privadas, devem ter o uso de suas águas subordinado aos interesses públicos (TUCCI, 2001).

Para análise da situação de serviços públicos na Área de Estudo - AE (ou seja, em Tibagi) foram levantados os dados relativos a abastecimento de água, rede de esgotamento sanitário, coleta e tratamento de lixo e energia elétrica.

Tanto o abastecimento de água, como o esgotamento sanitário de grande maioria dos municípios paranaenses, são de responsabilidade da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR – constituída em 1963, que atende também Tibagi.

Esta empresa estatal, de economia mista, tem como maior acionista o governo do Estado, com 60% das ações. Além do governo, a SANEPAR tem como parceiro estratégico o Grupo Dominó, formado pelas empresas Andrade Gutierrez, Opportunity e Copel que, juntas, detém 39,7% das ações. A SANEPAR está presente em 344 municípios do Paraná e em um de Santa Catarina, e beneficia mais de 9 milhões de habitantes com água tratada e 5,4 milhões com serviço de coleta e tratamento de esgoto (SANEPAR, 2011).

O Município de Tibagi possui Estação de Tratamento de Água – ETA e Estação de Tratamento de Esgoto – ETE (Figura 6.63). Em atendimento à condicionante do processo de licenciamento ambiental da UHE Tibagi Montante, a captação de água foi recentemente alterada, custeada pela Tibagi Energia, para um local a montante da barragem. A vazão de adução considerada para este projeto é

constante de 38 L/s, que é a vazão atualmente explorada pela atual captação, a fim de se garantir a continuidade do processo sem perdas operacionais. A adutora da nova captação tem aproximadamente 2450 m de extensão e recalca a água desde a nova captação até a entrada do floculador existente na ETA.

Com relação ao abastecimento de água, segundo dados da SANEPAR disponibilizados pelo IPARDES, Tibagi tem 5.685 domicílios com abastecimento de água encanada. No que se refere ao esgotamento sanitário, Tibagi tem 5.652 domicílios com banheiro ou sanitárioo (IPARDES, 2018)[10].

Figura 6.63 - Área em Tibagi onde está localizada a ETE.

Considerando que em Tibagi, o número de domicílios particulares permanentes é de 5.743, pode-se afirmar que o percentual de domicílios com abastecimento de água ou esgotamento sanitário pode ser considerado satisfatório.

[10] Informações obtidas no Caderno de Município de Tibagi, produzido pelo IPARDES: http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=84300&btOk=ok, acessado em outubro de 2018.

Com relação ao serviço de esgotamento sanitário nos domicílios particulares permanentes em Tibagi, o Censo de 2010 do IBGE apresenta dados (Tabela 6-36) mais específicos e confiáveis, embora possam estar defasados[11].

Tabela 6-36 - Existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário nos domicílios particulares permanentes – 2010.

| Unidade geográfica | Existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário | Domicílios particulares permanentes (Unidades) | Domicílios particulares permanentes (Percentual) |
|---|---|---|---|
| Tibagi | Total | 5.754 | 100,00 |
| | Tinham banheiro ou sanitário - rede geral de esgoto ou pluvial | 2.412 | 41,92 |
| | Tinham banheiro ou sanitário - fossa séptica | 524 | 9,11 |
| | Tinham banheiro ou sanitário - outro | 2.737 | 47,57 |
| | Não tinham banheiro ou sanitário | 81 | 1,41 |
| PARANÁ | Total | 3.298.578 | 100,00 |
| | Tinham banheiro ou sanitário - rede geral de esgoto ou pluvial | 1.758.987 | 53,33 |
| | Tinham banheiro ou sanitário - fossa séptica | 384.036 | 11,64 |
| | Tinham banheiro ou sanitário - outro | 1.143.511 | 34,67 |
| | Não tinham banheiro ou sanitário | 12.011 | 0,36 |

Fonte: IBGE, Censo 2010.

O destino do lixo é outro parâmetro importante para se avaliar a qualidade dos serviços públicos e também a qualidade de vida da população local. Os resíduos sólidos gerados nas atividades domésticas, sociais e industriais aumentaram em quantidade e variedade como consequência do crescimento populacional e das mudanças do seu padrão de consumo. Desse modo, a disposição inadequada de resíduos sólidos passa a ser uma preocupação constante dos gestores municipais quando se discute a questão do saneamento básico.

A Tabela 6-37 traz números absolutos e percentuais respectivamente, relativos aos domicílios particulares permanentes que possuem coleta de lixo em 2010 (dados mais atualizados disponíveis pelo IBGE)[12].

Tabela 6-37 - Destinação do lixo nos domicílios particulares permanentes – 2010.

[11] Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=3154>. Acesso: out. 2012

[12] Informações obtidas em Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=3157>. Acesso: out. 2018

| Unidade geográfica | Destino do lixo | Domicílios particulares permanentes (Unidades) | Domicílios particulares permanentes (Percentual) |
|---|---|---|---|
| Tibagi | Total | 5.754 | 100,00 |
| | Coletado | 4.605 | 80,03 |
| | Outro destino | 1.149 | 19,97 |
| PARANÁ | Total | 3.298.578 | 100,00 |
| | Coletado | 2.982.550 | 90,42 |
| | Outro destino | 316.019 | 9,58 |

Fonte: IBGE, Censo 2010.

Tibagi possui também um sistema de coleta seletiva denominado Recicla Tibagi que já foi premiado pelo antigo Instituto Ambiental do Paraná – IAP, tornando-se referência nesse assunto. Além disso, há também um fator positivo: o município possui um Centro de Triagem e Compostagem onde o material reciclável é comercializado. Uma vez por semana um caminhão passa recolhendo o lixo reciclável disponibilizado em sacolas específicas para essa finalidade, que foram distribuídas para todos os domicílios.

Com essas ações, Tibagi tornou-se o 1º município do Paraná a conquistar o selo EHCO “Cidade Limpa”, fornecido pelo antigo IAP, atual Instituto Água e Terra. Esse programa de gestão do resíduo sólido foi destaque no prêmio Boas Práticas em Sustentabilidade Ambiental Urbana, na categoria Resíduos Sólidos Urbanos durante o I Encontro dos Municípios com Desenvolvimento Sustentável em março de 2012. Nos últimos anos, essas ações foram intensificadas, inclusive com a criação de um mascote para a campanha, denominado Super-recicla (Figura 6.64).

Figura 6.64 – Atividade nas escolas com a participação do mascote Super-Recicla

Com relação ao acesso à energia elétrica, comparando com os outros serviços públicos vistos anteriormente, é de longe o mais efetivo e mais presente na área de estudo, uma vez que esse serviço está perto da universalização em Tibagi. Segundo dados da COPEL disponibilizados pelo IPARDES (IPARDES, 2018), o número total de domicílios atendidos com energia elétrica é de 5.665, de um total de 5.743.

### 6.3.6 Base econômica

Inicialmente, verifica-se que a base econômica do Município de Tibagi está alicerçada na produção agrícola, já que se por um lado é um município com poucas indústrias, por outro lado, possui uma das terras mais valorizadas do Estado do Paraná. Entretanto, para ter um perfil mais fiel, é preciso avaliar os dados econômicos absolutos e relativos.

Pode-se definir o PIB como resultado do fluxo total de bens e serviços finais produzidos em determinado município (ou região, ou país etc). O valor absoluto do PIB oferece uma visão quantitativa da dinâmica econômica. Por meio do PIB, pode-se encontrar uma das principais explicações para os indicadores demográficos e das

condições de vida, pois aqueles municípios com melhor situação financeira são, normalmente, aqueles que podem investir mais nas áreas de saúde, saneamento, educação e infraestrutura.

De acordo com dados do IBGE (dados de 2015), o PIB total é de a preços correntes é R$ 807.676.000,00, enquanto o PIB de *per capita* de Tibagi é de R$ 39.636,67, ocupando a 39ª posição entre os 399 municípios do Paraná.

Com um total de receitas realizadas em 2017 de aproximadamente R$ 100.971.000,00, tem 64,5% delas oriundas de fontes externas. Embora pareça muito, entre os 399 municípios do Paraná, ocupa apenas a 351ª posição em relação ao percentual que cada município tem de receitas oriundas de fontes externas.

Com relação às despesas empenhadas em 2017, foi cerca de R$ 76.061.000,00, ocupando a 67ª entre os 399 municípios do Paraná. Dessas, R$ 41.671.000,00 estão relacionadas às despesas com pessoal e encargos sociais.

Já o Fundo de Participação dos Municípios, em 2017 Tibagi teve R$ 15.895.000,00, e ocupou a 105ª posição no ranking estadual, valor que se estabilizou nos últimos anos, como mostra a Figura 6.65.

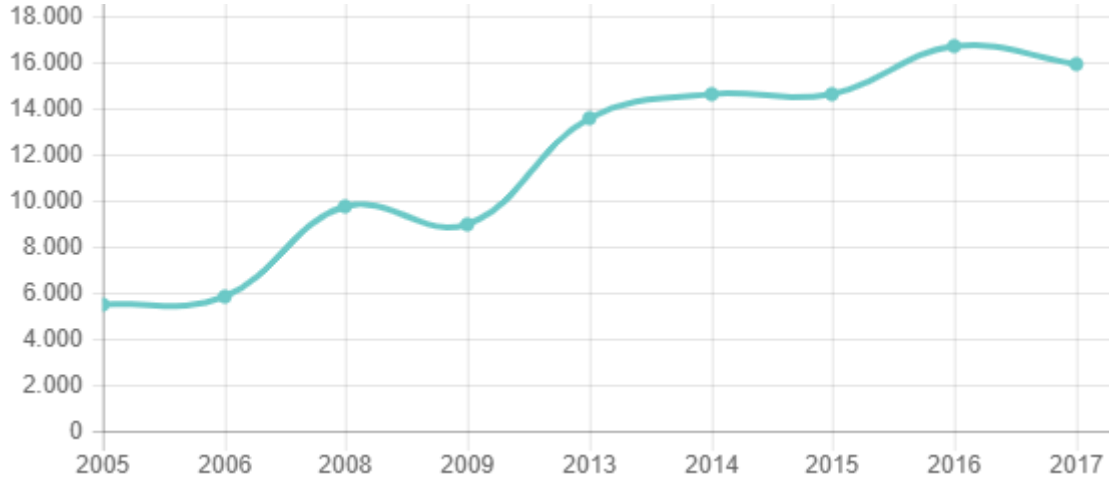



Figura 6.65 – Fundo de Participação dos Municípios - Tibagi

Em relação aos tributos arrecadados em Tibagi, no ano de 2017, totalizaram R$ 13.627.853,10, com uma média de R$ 1.135.654,42, conforme dados

disponibilizados pelo Portal da Transparência (https://tibagi.atende.net/?pg=transparencia#!/grupo/2/item/3/tipo/1) .

Nos oito primeiros meses de 2018, com a obra iniciada, foram arrecadados R$ 10.262.554,93, resultando em uma média de 1.282.819,36 por mês, ou seja, um 12,95% maior do que a média mensal do ano anterior sem a obra, que era de R$ 1.135.654,42.

Embora o valor considerando os 8 meses tenha apresentado uma média um pouco menor do que a média mensal dos 5 primeiros meses, ainda está maior do que a média de tributos nos dois primeiros meses desse ano era de R$ 1.232.672,76, conforme avaliado no primeiro relatório trimestral. Ou seja, de acordo com dados do Portal da Transparência (https://tibagi.atende.net/?pg=transparencia#!/grupo/2/item/3/tipo/1), considerando os oito primeiros meses, houve um aumento da média mensal em relação ao que tinha sido identificado nos dois primeiros meses.

Outra boa base para comparar a situação deste ano seria verificar em relação aos tributos arrecadados no mesmo período do ano passado, ou seja, entre janeiro e agosto de 2017, conforme dados oficiais do Portal da Transparência https://tibagi.atende.net/?pg=transparencia#!/grupo/2/item/3/tipo/1)

Conforme se verifica, considerando o mesmo período do ano anterior, houve a arrecadação total tinha sido de R $ 8.942.012,68. Ou seja, em 2018, no mesmo período, houve um acréscimo de R$ 1.320.542,22 nos tributos, o que representava 14,76% a mais de tributos nesse ano.

Com relação às receitas municipais, em 2016, Tibagi apresentou um total de R$ 71.218.315,56. Em 2017, a receita orçamentária municipal total foi de R$ 74.169.151,80, o que resultou em uma média mensal de R$ 6.180.762,65. No total, entre 2016 e 2017 houve um aumento de 4,14% nas receitas orçamentárias.

Nos oito primeiros meses de 2018, a receita orçamentária municipal é de R$ 54.355.673,11, ou seja, uma média mensal de R$ 6.794.459,14, um aumento de quase 10% (9,92%). Portanto, de acordo com dados oficiais do Portal da Transparência (https://tibagi.atende.net/?pg=transparencia#!/grupo/2/item/3/tipo/1)

este aumento da receita orçamentária é, de fato, maior do que a elevação da receita orçamentária entre os anos sem a obra iniciar.

### 6.3.7 Lazer e Turismo

No sítio oficial do Paraná Turismo (órgão voltado ao planejamento e execução da Política Estadual de Turismo e vinculado à Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo) são disponibilizadas informações segundo a Região Turística do Paraná e o tipo de turismo. Tibagi faz parte da Região Turística Campos Gerais do Paraná e as opções do município dentro da Região Turística são as seguintes (TURISMO, 2012a):

- Turismo cultural: lojas de tapetes e artes em madeira; centro histórico de Tibagi; Carnaval de Tibagi; Casa da Memória – Nhá Tota; Museu do Garimpo;
- Ecoturismo e turismo de aventura: Salto Santa Rosa, Salto Puxa Nervos, Parque Estadual do Guartelá e Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Itáytyba;
- Turismo rural: Pousada Fazenda Guartelá; Itáytyba;
- Turismo gastronômico: paçoca de carne; biscoito de polvilho de estabelecimentos comerciais do município.

O sítio oficial do Paraná Turismo também possui uma seção exclusiva do Município de Tibagi, onde se destacam os principais atrativos (TURISMO, 2011b):

- Parque Estadual do Guartelá: criado em 1992, o Parque abriga o Canyon do rio Iapó ou Canyon Guartelá, que é considerado o sexto maior do mundo em extensão e o único com vegetação nativa. Entre os atrativos do parque pode-se destacar a vegetação rupestre, as trilhas ecológicas, a Cachoeira da Ponte de Pedra (com cerca de 200 m de altura), o rio Iapó, e as pinturas rupestres;
- Itáytyba Ecoturismo: atrativo com infraestrutura como a Aldeia dos Pioneiros (centro de recepção aos visitantes, pousada, centro gastronômico e de lazer, auditório, bar alambique, e desenvolvimento de atividades externas – trilhas, caminhadas, cavalgadas, passeios de bicicleta), e o Parque Vô Ivo (infra-estrutura de recepção a visitantes, construções como a Casa de Memória e o Recanto Paleontológico de apoio e incentivo a pesquisa cientifica);

- Salto Santa Rosa: no rio de mesmo nome, esse salto possui uma queda de 60 m de desnível, uma piscina natural com outras cachoeiras menores, trilhas para ecoturismo, uma pousada e área de camping;
- Salto Puxa Nervos: localizado no arroio Puxa Nervos (vizinho do Santa Rosa), tem uma cachoeira e um salto de cerca de 40 m de desnível, e piscinas naturais com cachoeiras menores;
- Parque de Aventuras São Damázio: antiga fazenda escravocrata situada no canyon do rio Iapó, é um empreendimento direcionado para o turismo de aventura, com destaque para os paredões e para a tirolesa de 150 m de vão e 90 m de altura;
- Fazenda Fortaleza: turismo rural;
- Fazenda Boa Vista: turismo rural;
- Recanto Marins (Arroio da Ingrata): turismo rural, com destaque para o Arroio da Ingrata, um afluente do rio Tibagi que possui um toboágua natural com 30 m de descida;
- Recanto da Usina Velha: prédio construído em 1953 para abrigar o gerador da usina hidroelétrica que funcionou até 1968, possibilita a contemplação do Arroio da Ingrata (corredeiras e cachoeiras);
- Morro do Jacaré: morro de importância histórica (revelou aos paulistas o ouro e o diamante existente na região) que é utilizado para a prática de esporte radicais como a escalada e o vôo livre;
- Parque Passo do Risseti: área de lazer com lago, parque infantil, trilhas e casa do colono em estilo ucraniano (retrato da história desses imigrantes);
- Igreja Matriz Nossa Senhora dos Remédios: construída em 1836, a primeira capela ruiu em 1858, e em 1936 foi concluída a atual Igreja Matriz;
- Palácio dos Diamantes: construída na década de 30 pelos Padres Redentoristas, hoje ele sedia a Prefeitura Municipal de Tibagi;
- Biblioteca Pública Municipal;
- Museu do Garimpo: o museu retrata o ciclo do diamante e a história do Município de Tibagi;
- Teatro Municipal: inaugurado em 1998, abriga espetáculos de música, dança, artes cênicas, ciname, além de palestras, reuniões oficiais e eventos públicos;

- Casa da Cidade: centro de atividades culturais;
- CaixaD`Água: monumento arquitetônico finalizado em 1915;
- Rio Tibagi: além de possuir cachoeiras e saltos, o rio tem atrativos para os adeptos de esportes náuticos radicais, como o rafting, e canoagem. Perto da sede de Tibagi há uma pista/raia de canoagem utilizada por atletas da seleção brasileira de canoagem e também para competições internacionais.

A Figura 6.66 e Figura 6.67 ilustram algumas das atrações de Tibagi, localizadas na sua área urbana.

Figura 6.66 – A: Biblioteca Pública Municipal; B: Prefeitura – Palácio dos Diamantes

Figura 6.67 – A: Igreja da matriz; B: Museu do Garimpo

Entre os atrativos naturais em Tibagi está a raia de canoagem, de suma importância para o município.

Tibagi é uma das cidades históricas do Paraná e que hoje vive principalmente da agricultura e do turismo. Além da pesquisa no sítio oficial do Paraná Turismo, foi consultado o sítio oficial da Prefeitura Municipal de Tibagi. Na área de turismo além de ter vocação para esportes de aventura Tibagi possui diversos atrativos de beleza natural, como rios, cânions, cachoeiras e morros, e fora os atrativos já citados, cabe destaque também para os seguintes atrativos (TIBAGI, 2018):

- Recanto Ecológico do Dora: possui cachoeiras formadas pelo Córrego Pedregulho, o local dispõe de estrutura de camping com churrasqueiras, sanitários, e fogão a lenha e a gás;
- Mata da Toca: trilhas com durações variadas (duas a oito horas) e acesso à Cachoeira do Sumidouro;
- Safari´s Farm: empreendimento turístico localizado na Fazenda da Praia que oferece várias opções de lazer, entre elas a contemplação de animais exóticos– cervos, antílopes, avestruzes, lhamas, emas e cabritos africanos. Além disso, há a visita na indústria Água Mineral Itay, a um museu com artigos da região, passeios de charrete e cavalgadas, e uma infraestrutura de acampamento para receber os visitantes;
- Morro da Comuna: utilizado para prática de parapente;
- Calçadão João Dóca: ponto de encontro com lanchonete e restaurantes;
- Portal de Entrada da Cidade: arquitetura que remete aos casarios das fazendas da região;
- Ladeira do Paredão: ladeira que dá acesso ao rio Tibagi;
- ATIART: sede da Associação Tibagiana de Artesanato localizada na entrada da cidade;
- Caminho do Guataçara: caminho calçado em homenagem ao tibagiano Guataçara Borba Carneiro;
- Praça Leopoldo Mercer: localizada no centro da cidade, possui o Monumento às Águas do Tibagi (uma fonte que retrata em desenhos de baixo relevo os ciclos da vida econômica e social de Tibagi);

- Praça Edmundo Mercer: local utilizado para a realização de eventos, entre eles o Carnaval Popular;
- Centro de Informações Turísticas: utilizado como apoio ao visitante e sede dos Conselhos Municipais;
- Incursões e excursões religiosas no município;
- Gastronomia típica: além da já citada Paçoca de Carne e dos bolos de polvilho, há a quirera com costelinha de porco e o quibebe;
- Centro de Eventos: utilizado para atividades de recreação, lazer, esporte e cultura, dispõe de camping, sanitários, clube para show, pista de jeep cross, área de lazer, pista de rodeio, e de centro de exposições para feiras e leilões.

As Agências de Turismo cadastradas como Operadoras no Ministério do Turismo fornecem ao Paraná Turismo (órgão voltado ao planejamento e execução da Política Estadual de Turismo e vinculado à Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo) um guia turístico com diversas opções de roteiros turísticos no Paraná, sendo que Tibagi faz parte de cinco roteiros. O nome do roteiro, o tipo de turismo praticado e os locais visitados/atividades em cada roteiro são apresentados a seguir (TURISMO, 2012c):

- Curitiba Aventura (turismo rural, cultural e ecoturismo): Parque Estadual do Canyon do Guartelá, caminhada no Morro da Tartaruga, tirolesa sobre o vale;
- Rota dos Tropeiros (turismo rural, cultural e ecoturismo): Pousada Aldeia dos Pioneiros, RPPN – Reserva Ecológica Itáytyba, Museu do Garimpo, Salto Santa Rosa e Puxa Nervos, Parque Estadual do Guartelá;
- Campos Gerais do Paraná, o Paraíso Terrestre no Brasil (ecoturismo e turismo rural): RPPN – Reserva Ecológica Itáytyba, Cânion do Guartelá, Safari´s Farm;
- Natureza e História na Rota dos Tropeiros (turismo rural, cultural e ecoturismo): Parque Estadual do Guartelá, Fazenda São Damásio;
- Rota dos Tropeiros Cultural (turismo rural, cultural e ecoturismo): Parque Estadual do Guartelá, Museu do Garimpo, ATIART – Associação Tibagiana de Artesanato.

Para dimensionar a importância do turismo na Área de Estudo, foi averiguado ainda o calendário de eventos do Município de Tibagi em relação a atividades que vem sendo realizadas anualmente, com maior ou menor frequência:

- Campeonato Paranaense de Parapente;
- Aniversário do Município;
- Campeonato Sul-Brasileiro de Parapente;
- Festa de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro;
- Caminhada Internacional na Natureza – Circuito Rota do Barreiro;
- Festival dos Doces Caseiros e Artesanais;
- Festa de Santa Pastorina;
- XIII Festa do Dia de Ação de Graças pela Colheita;
- Festa em Louvor a Bom Jesus de Lavras;
- Pedalada na Natureza – Circuito Rota da Aventura;
- Trigo Show;
- Feira do Comércio;
- Festa da Padroeira Nossa Senhora dos Remédios.

Merece destaque ainda a Festa de Santo Antonio, realizada em junho, na comunidade de Pinheiro Seco.

Além das opções de pousadas, comuns em Tibagi, o município dispõe de três hotéis.

Por fim o sítio oficial do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN foi consultado com o intuito de averiguar a existência de patrimônio cultural material e imaterial no município de Tibagi.

De acordo com o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN Patrimônio cultural “não se restringe apenas a imóveis oficiais isolados, igrejas ou palácios, mas na sua concepção contemporânea se estende a imóveis particulares, trechos urbanos e até ambientes naturais de importância paisagística, passando por imagens, mobiliário, utensílios e outros bens móveis” (IPHAN, 2013a). O patrimônio cultural é dividido em patrimônio material e imaterial:

- Patrimônio material – estão divididos em bens imóveis como os núcleos urbanos, sítios arqueológicos e paisagísticos e bens individuais; e móveis como coleções arqueológicas, acervos museológicos, documentais, bibliográficos, arquivísticos, videográficos, fotográficos e cinematográficos (IPHAN, 2013b).
- Patrimônio imaterial – práticas, saberes e representações, técnicas, expressões e conhecimentos que grupos diferentes (comunidades e/ou indivíduos) identificam como parte constituinte do seu patrimônio cultural. De acordo com o IPHAN: "*O Patrimônio Imaterial é transmitido de geração em geração e constantemente recriado pelas comunidades e grupos em função de seu ambiente, de sua interação com a natureza e de sua história, gerando um sentimento de identidade e continuidade*" (IPHAN, 2013c).

A seguir são apresentados tipos diferentes de patrimônios materiais e a relação dos mesmos no/com o município de Tibagi (2013b):

- Cidades Históricas – atualmente há mais de 80 cidades e núcleos históricos tombados pelo IPHAN em todo o território brasileiro, sendo três deles no Paraná – Antonina, Lapa e Paranaguá;
- Bens Tombados – no Paraná há bens tombados nos municípios de Campo Largo, Curitiba, Guaratuba, Lapa, Paranaguá e Antonina;
- Patrimônio Ferroviário – no estado do Paraná existe Bens Inscritos na Lista do Patrimônio Cultural Ferroviário nos municípios de Apucarana, Castro, Curitiba, Ibiporã, Lapa, Mandaguari, Paranaguá, Paulo Frontin e Santo Antonio da Platina.

Conforme se pode observar, não há patrimônios culturais materiais tombados pelo IPHAN no município de Tibagi.

Por último, são mostrados tipos diferentes de patrimônios imateriais e a relação dos mesmos no/com o município de Tibagi (2013c):

- Bens Registrados – Livro de Registro dos Saberes, Livro de Registro de Celebrações, Livro de Registros das Formas de Expressão, e Livro de Registro dos Lugares – há no IPHAN 25 Bens registrados nestas categorias de Livros, porém nenhum localizado no município de Tibagi.

- Processos de Registro em Andamento – não há processos abrangendo o município de Tibagi;
- Inventários em andamento no Paraná – não há inventários em andamento envolvendo o município de Tibagi;
- Inventário nacional de referências culturais – INRC/ Superintendência do IPHAN no Paraná – não há inventários realizados no município de Tibagi;
- Conhecimento Tradicional Associado – CTA – não há Autorizações Concedidas de CTA no município de Tibagi.

Destarte, cabe destacar que de acordo com dados oficiais do IPHAN não há em Tibagi patrimônio cultural material ou imaterial tombado e/ou registrado, inventariado, e com autorização concedida.

A Figura 6.68 e Figura 6.69 mostram alguns dos atrativos eco- turísticos de Tibagi.

Figura 6.68 – A: Parque Estadual do Guartelá (TIBAGI, 2018); B: Salto Santa Rosa (TIBAGI, 2018)

Figura 6.69 – A: Itáytyba Ecoturismo (TIBAGI, 2018); Rafting no rio Tibagi (TIBAGITURISMO, 2018).

Verifica-se que Tibagi tem uma grande quantidade de atrativos turísticos e de lazer, sendo que sua economia está intimamente ligada com esse setor. O município é marcado pelo turismo rural, ecoturismo e pelo turismo de esporte, e entre os diversos atrativos estão o Parque Estadual do Guartelá, as cachoeiras, a pista/raia de canoagem no rio Tibagi e as construções históricas do município. Ou seja, Tibagi possui uma grande veia turística explorada, e, dentro desta característica fundamental do município é relevante afirmar que o empreendimento em questão não afeta os atrativos de Tibagi, cujas atividades turísticas estão sendo mantidas.

### 6.3.8 Propriedades da Área de Abrangência

Desde o início do processo de licenciamento, foi realizado um cadastro socioeconômico das propriedades atingidas, cujo resultados foram apresentados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), documento apresentado no processo de licenciamento prévio.

O cadastro realizado na época do licenciamento prévio identificou e qualificou 28 propriedades distribuídas na zona rural de Tibagi que estariam na área diretamente afetada pelo reservatório, estruturas civis e área de preservação permanente. Desde 2012 até 2018, foi feito um acompanhamento da estrutura fundiária e, devido a uma compra de área, atualmente o quadro geral apresenta 29 propriedades, conforme apresentado na Tabela 6-38. O mapa Malha Fundiária Geral (Figura 6.70) ilustra a localização do aproveitamento, incluindo sua APP, em relação à cada propriedade.

Tabela 6-38 – Relação das propriedades localizadas na Área de Abrangência

| CÓDIGO | PROPRIETÁRIO | ÁREA TOTAL (ha) | RESERV. + APP (ha) | ÁREA ESTRADAS (ha) | ÁREA NECESSÁRIA (ha) | % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TBG-D-01 | RICARDO ALBERTO BOUWMAN E OUTROS | 655,7010 | 30,0717 | 2,8085 | 32,8802 | 5,01% |
| TBG-D-02 | ESPÓLIO DE GERBERT BOUWMAN | 720,3812 | 101,7625 | 2,1742 | 103,9367 | 14,43% |
| TBG-D-03 | ESPÓLIO DE ANSELMO ALBERTI E OUTROS | 3.636,0326 | 84,8911 | | 84,8911 | 2,33% |
| TBG-D-04 | PAULO RUBENS FRUET DE ASSUMPÇÃO E OUTRA | 2.999,9826 | 86,5160 | | 86,5160 | 2,88% |
| TBG-D-05 | SIOMARA MELLO E SILVA DE PAIVA | 863,5595 | 73,7229 | | 73,7229 | 8,54% |

| CÓDIGO | PROPRIETÁRIO | ÁREA TOTAL (ha) | RESERV. + APP (ha) | ÁREA ESTRADAS (ha) | ÁREA NECESSÁRIA (ha) | % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TBG-E-01 | ÉVERSON PELISSARI[13] | 215,9033 | 126,8001 | 4,5597 | 131,3598 | 60,84% |
| TBG-E-02 | MARIA CRISTINA CARNEIRO ROORDA E OUTRO | 95,6694 | 46,8250 | 0,2594 | 47,0844 | 49,22% |
| TBG-E-03 | HILDA MAGRIET RABBERS DE GEUS | 140,3188 | 37,3356 | | 37,3356 | 26,61% |
| TBG-E-04 | DOROTY RIBAS MANFRON | 502,6340 | 5,5654 | | 5,5654 | 1,11% |
| TBG-E-05 | YOKIO KIMURA | 123,5410 | 24,9056 | | 24,9056 | 20,16% |
| TBG-E-06 | ANGELA ELISABETH DE GEUS | 432,5069 | 146,1662 | | 146,1662 | 33,80% |
| TBG-E-07 | YOKIO KIMURA | 370,0300 | 64,4433 | | 64,4433 | 17,42% |
| TBG-E-08 | PAULO RUBENS FRUET DE ASSUMPÇÃO E OUTRA | 17,2769 | 11,2752 | | 11,2752 | 65,26% |
| TBG-E-09 | ERNESTO HENNPMAN | 39,6221 | 6,3365 | | 6,3365 | 15,99% |
| TBG-E-10 | FRANCISCO ROCHA | 1,7598 | 0,3824 | | 0,3824 | 21,73% |
| TBG-E-11 | CLAUDINEI NAVARRO | | 0,8487 | | 0,8487 | 48,23% |
| TBG-E-12 | CARLOS MARCELO TEIXEIRA | | 0,4014 | | 0,4014 | 22,81% |
| TBG-E-13 | PAULO CESAR DE ALMEIDA | | 0,0593 | | 0,0593 | 3,37% |
| TBG-E-14 | VALDIR TADEU SERENATO MARTINS | 73,3986 | 9,4114 | | 9,4114 | 12,82% |
| TBG-E-15 | ANTONIO ALBERTI GUIMARÃES E OUTROS | 33,8800 | 3,2309 | | 3,2309 | 9,54% |
| TBG-E-16 | ADAUTO JOSÉ CARNEIRO PRESTES | 65,3400 | 21,3277 | | 21,3277 | 32,64% |
| TBG-E-17 | OSCIMAR FERNANDO NADAL | 250,5300 | 28,2160 | | 28,2160 | 11,26% |
| TBG-E-18 | JOSÉ LUIS DE OLIVEIRA E OUTRA | 249,4301 | 4,2663 | | 4,2663 | 1,71% |
| TBG-E-19 | LEOPOLDO SEBASTIÃO NADAL | 128,2600 | 10,7698 | | 10,7698 | 8,40% |
| TBG-E-20 | CLORIVAL JOSÉ NADAL | 128,2600 | 32,9337 | | 32,9337 | 25,68% |
| TBG-E-21 | ALNEY BINOTTO | 881,3640 | 41,1959 | | 41,1959 | 4,67% |
| TBG-E-22 | BERNARD BOUWMAN E OUTROS | 440,7000 | 20,5256 | | 20,5256 | 4,66% |
| TBG-E-23 | JOÃO BAPTISTA NOGUEIRA NETO | 1.709,8219 | 13,1964 | | 13,1964 | 0,77% |

[13] Propriedade subdividididade (ver figura 6-70)

| CÓDIGO | PROPRIETÁRIO | ÁREA TOTAL (ha) | RESERV. + APP (ha) | ÁREA ESTRADAS (ha) | ÁREA NECESSÁRIA (ha) | % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TBG-E-24 | LUIZ HENRIQUE E FLAVIO DE GEUS | 42,0000 | 9,6554 | 5,0000 | 14,6554 | 34,89% |

A principal atividade desenvolvida nas propriedades que compõem a Área de Abrangência é a lavoura, destinada principalmente à produção de soja (verão) e trigo (inverno). Diante do tamanho das propriedades e do percentual baixo de áreas afetadas pelo reservatório e APP, esse aproveitamento não ocasionou deslocamento involuntário de qualquer residente ou família, já que a grande maioria das propriedades continua viável mesmo após a formação do reservatório.

Não foram identificadas propriedades com gado que utilize água do rio Tibagi para dessendentação. Uma das poucas propriedades que tem na pecuária bovina sua principal atividade econômica (E-16) usa água canalizada de nascentes para a dessedentação.

A única exceção refere-se a quatro posses (propriedades TBG-E-10 a TBG-E-13), que eram constituídas de pequenas casas utilizadas para lazer na beira do rio Tibagi, sem residentes fixos. Como ficaram situadas sobre a APP, elas foram devidamente desapropriadas.

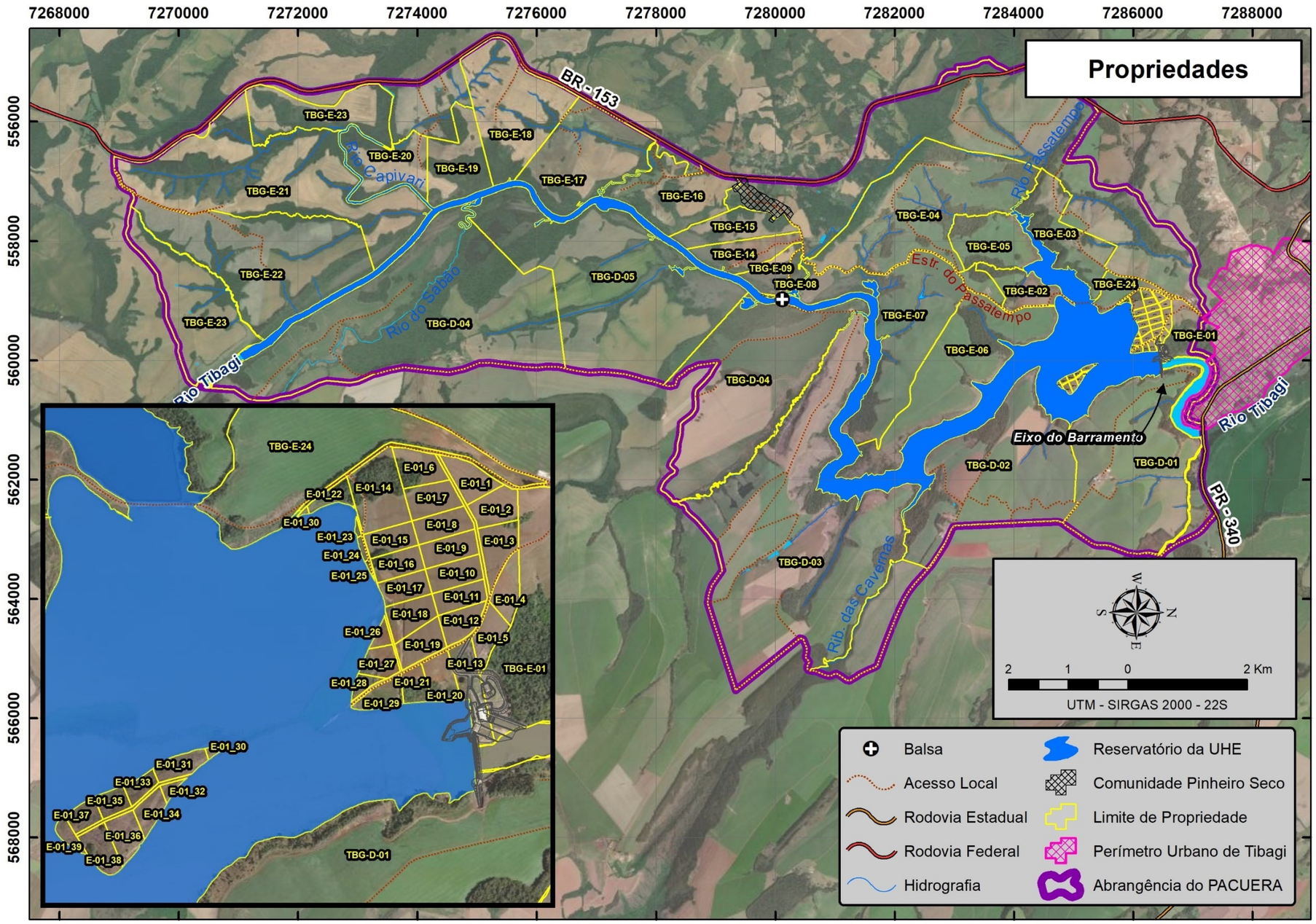



Figura 6.70 - Malha Fundiária Geral

### 6.3.9 Patrimônio Histórico e Arqueológico

Estudos e levantamentos arqueológicos prospectivos realizados durante a confecção do diagnóstico arqueológico para os Estudos de Impacto Ambiental – EIA do empreendimento UHE Tibagi Montante, baseados em levantamentos secundários e primários de campo, com a localização de materiais arqueológicos nas áreas de abrangência do empreendimento, diagnosticaram a região base do empreendimento hidrelétrico em tela com potencial para a ocorrência de sítios arqueológicos e, recomendaram a execução, como ação preventiva, de um programa prospecção arqueológica para as áreas diretamente afetadas antes do início das obras.

Este programa, aprovado pelo IPHAN, identificou previamente quatro ocorrências arqueológicas isoladas (OC)[14] e cinco sítios arqueológicos (ST)[15] na área do aproveitamento, conforme apresentado na Figura 6.71.

Figura 6.71 – Localização dos sítios e ocorrências arqueológicas identificados na Área de Abrangência

[14] Ocorrência Arqueológica Isolada (OC): se refere a uma única peça ou a uma quantidade ínfima de objetos isolados ou desconexos, que pode ser resultado de ligeiras atividades, objetos caídos e/ou perdidos ou, também, de transportes por meios naturais ou antrópicos

[15] Sítio Arqueológico (ST): é um local limitado - ou seja, uma parcela do registro total – que apresenta expressivos vestígios, conformando estruturas com características afirmativas de atividade humana, reunindo informações materiais significativas sobre tipos, culturas e utilizações dos recursos ambientais por grupos humanos do passado em um determinado espaço.

Os resultados do Diagnostico Arqueológico apontaram um passado longínquo, remoto e de longa duração para as terras paranaense, que se inicia com grupos de caçadores-coletores relacionados às Tradições Arqueológicas Bituruna, Umbu e Humaitá – que podem remontar até 9.000 AP (PARELLADA, 2008). A Tradição Bituruna, conforme Parellada (2008), é caracterizada por sítios com grandes pontas de projétil pedunculadas e foliáceas, além de uma ampla quantidade de raspadores, elaborados principalmente sobre lascas, microlascas e lâminas. Nas proximidades da foz do Rio Chopim foram registrados vestígios consorciados a esta tradição (PARELLADA 1999; 2008), indicando possibilidades de serem encontrados pelo Vale do Rio Chopim com o desenvolvimento de pesquisas futuras. A Tradição Umbu é assinalada, também, pela presença de pontas de projétil pedunculadas, foliáceas e triangulares, assim como de raspadores, furadores e percutores (SCHMITZ apud PARELLADA, 2011; PARELLADA, 2008). Os sítios Umbu, situados tanto em abrigos quanto a céu aberto, são encontrados, geralmente, próximos a arroios, rios, banhados e lagoas. Já a Tradição Humaitá, diferentemente das duas anteriores, é caracterizada pela ausência de pontas de projétil e, principalmente, pela grande presença de artefatos sobre bloco, com destaque aos talhadores, bifaces e raspadores; podem ser localizados, consorciados a esta Tradição, sítios-acampamento, multifuncionais, a céu aberto e, mais raramente, em abrigos (PARELLADA, 2008; 2011).

Em momentos posteriores, sobretudo a partir de 3.500 AP, têm-se os primeiros vestígios relacionados às populações horticultoras e ceramistas pertencentes à Tradição Itararé-Taquara, tradição esta característica das terras altas do Sul do Brasil. O principal diagnóstico referente aos vestígios materiais das populações Itararé-Taquara é a cerâmica, caracterizada por vasilhames – principalmente seus fragmentos – utilitários com pequenas dimensões, paredes delgadas, superfícies alisadas e raramente decoradas; a indústria lítica é representada por ferramentas elaboradas sobre lascas (PROUS, 1992). A ocupação destes grupos foi realizada, preferencialmente, em planaltos recobertos por campos, associados à floresta subtropical com araucárias, sendo seus assentamentos associados a vales de rios, cavernas e estruturas semi-subterrâneas (SCHMITZ, 2002; PARELLADA, 2008). É importante ressaltar, também, que a Tradição Itararé-

Taquara está relacionada aos grupos falantes de línguas consorciadas ao tronco linguístico Jê, etnograficamente conhecidos por Kaingang e Xokleng.

Em períodos mais recentes, essencialmente por volta de 2.000 AP, um outro grupo agricultor e ceramista fez parte do amplo cenário pré-colonial paranaense: aquele relacionado à Tradição Tupiguarani. Esta Tradição Arqueológica assinala-se pela presença de uma cerâmica de médio e grande porte, com paredes espessas e diversos tipos de decoração, principalmente o corrugado, o escovado e o pintado – podendo ocorrer, também, cerâmica simples – (PARELLADA, 2008; 2011). O material lítico é constituído, principalmente, por lâminas de machado lascado ou polido, mãos-de-pilão e tembetás. São comuns, também, enterramentos em vasilhames cerâmicos.

Em âmbito histórico do pós-contato europeu, ou seja, a partir do século XVI, ressaltam-se vestígios consorciados à Tradição Neobrasileira, "*caracterizada pela cerâmica confeccionada por grupos familiares, neobrasileiros ou caboclos, para uso doméstico, com técnicas indígenas e de outras procedências*" (CHMYZ, 1976). Para a região do empreendimento, entretanto, visto que sua colonização foi dada, principalmente, a partir da década de 1950, se sobressaem os despojos históricos, tais como restos construtivos e fragmentos de louças, vidros, grés e metais.

Desse modo, paralelamente à construção do empreendimento, encontra-se em desenvolvimento atividades de monitoramento e resgate, como já realizado em refência aos sítios arqueológicos nº 2 (região do canteiro) e nº 3 (relocação da estrada do Passatempo).

### 6.3.10 Considerações Finais para o Meio Socioeconômico

A UHE Tibagi Montante está totalmente inserida em um único município: Tibagi. Fundado em 1872, trata-se de um dos mais antigos do Estado do Paraná e o segundo em área territorial, com 2 951,567 km².

Por outro lado, é um município com pequeno contingente populacional. Contando com pouco mais de 20.000 habitantes, é um dos menores em termos de densidade demográfica.

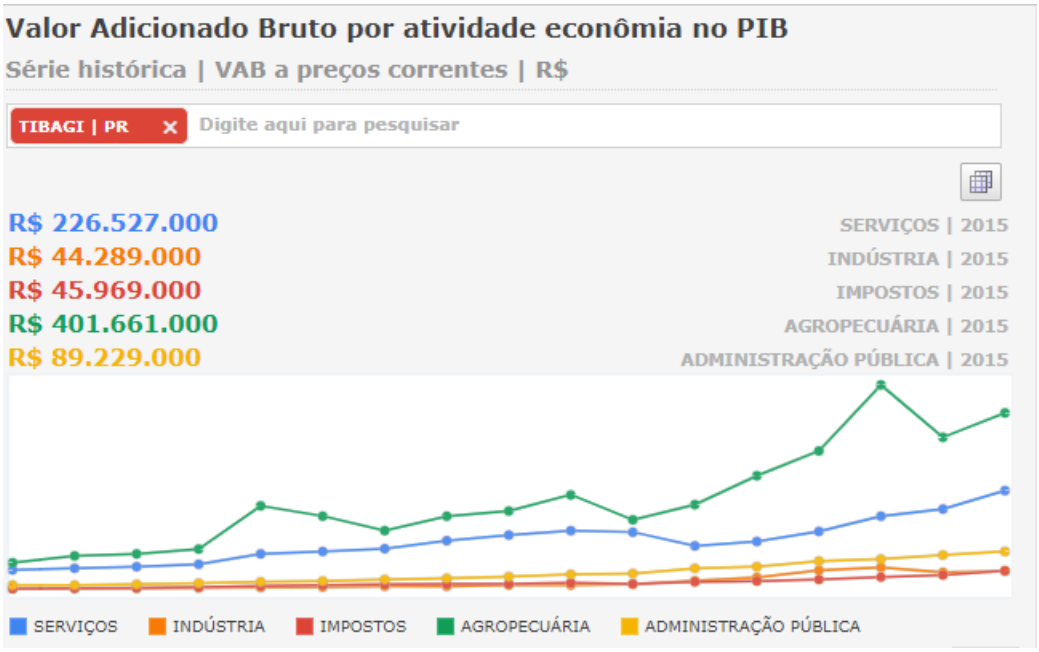
Contando com 11 estabelecimentos de saúde, dos quais 10 públicos (9 municipais e um estadual) e um privado e 30 leitos hospitalares (públicos), contando

com 1,5 leitos/1000 habitantes, Tibagi encontra-se abaixo da média estadual (2,8) e nacional (2,3), assim como do índice indicado pela Portaria MS/GM nº 1.101 de 2012 (de 2,5 a 3 leitos/1.000 habitantes). Desse modo, tornou-se importante monitorar os atendimentos e indicadores de saúde do município antes e durante a obra para checar se não haveria sobrecarga na infraestrutura hospitalar existente, algo que os indicadores têm demonstrado que não.

Com relação à educação, o fato de que, por um lado, o número de trabalhadores envolvidos na obra nunca ter passado de 600 em seu auge, e por outro lado, ser constituído, em média, por cerca de 60% por pessoas de Tibagi e municípios vizinhos fez com que não acarretasse qualquer aumento na demanda por matrículas em escolas municipais, aspecto monitorado durante a obra.

Com relação à abastecimeto de água, como o aproveitamento previsto fica a cerca de 600 m da captação de água do município, antes de iniciar a obra, como atendimento à condicionante ambiental, o empreendimento custeou a alterou a captação para um local a montante da construção da barragem. A adutora da nova captação tem aproximadamente 2450 m de extensão e recalca a água desde a nova captação até a entrada do floculador existente na ETA, o que garante não só o abastecimento de 5.685 domicílios que atualmente possuem água encanada, como também ampliação da demanda.

Importante citar que Tibagi ainda apresenta cerca de 40% da população em ambiente rural, resultado de um município muito pouco industrializado e que tem, no setor agropecuário, o principal gerador de valor adicionado bruto (VAB) ao município, conforme pode ser observado na Figura 6.72.



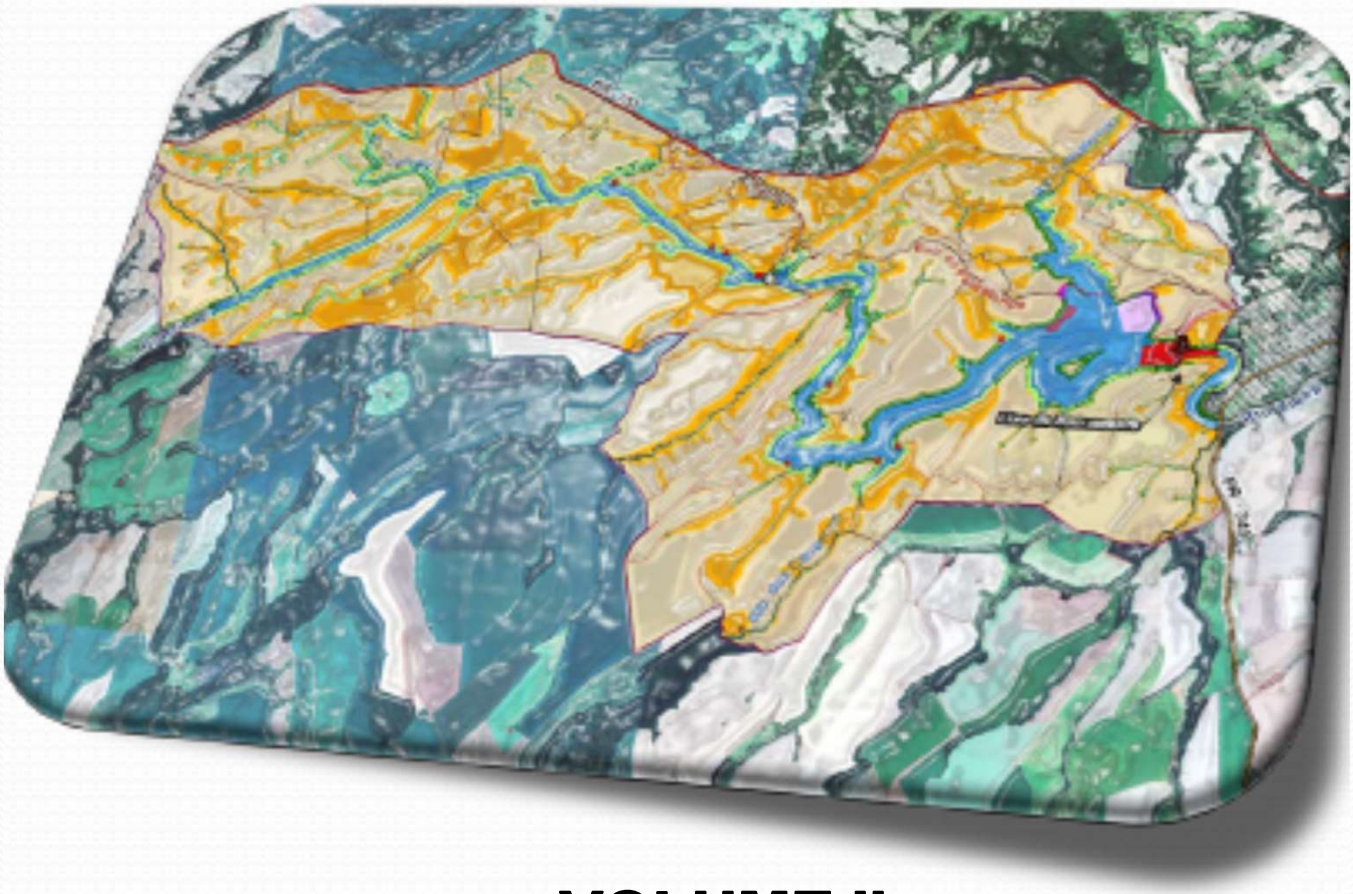

Fonte: IBGE.

Figura 6.72– Histórico de Valor Adicionado Bruto em Tibagi

Além da agricultura intensiva, outro setor que desempenha um papel relevante de Tibagi é o turismo, já que se trata de um município com muitos atrativos naturais. Com a formação do resevatório, é importante que essa atividade seja impulsionada mais ainda, já que durante a elaboração do presente PACUERA, verificou-se que há interesses em aproveitar alguma área para proporcinar lazer e turismo na região.

# Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entono do Reservatório Artificial - PACUERA

# UHE TIBAGI MONTANTE



## VOLUME II

TIBAGIENERGIA

soma
CONSULTORIA AMBIENTAL

**CURITIBA**
**NOVEMBRO/2021**

SUMÁRIO

**7. ANÁLISE DE CONFLITOS ..... 1**

7.1 OBJETIVOS ..... 1

7.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ..... 2

**7.2.1 Caracterização do Conflito ..... 2**

**7.2.2 Fases e Fontes do Trabalho ..... 4**

7.3 ATORES ..... 5

7.4 CONFLITOS ATUAIS DETECTADOS ..... 6

7.5 CONFLITOS POTENCIAIS ..... 9

**7.5.1 Prejuízo nos acessos viários ..... 13**

**7.5.2 Atividades minerárias ..... 14**

**7.5.3 Acesso ao reservatório por parte dos proprietários do entorno ..... 14**

**7.5.4 Utilização de potencial pesqueiro ..... 15**

**7.5.5 Gestão do espaço público ..... 15**

**7.5.6 Aspecto preservacionista ..... 16**

**7.5.6 Conflitos quanto ao uso das águas ..... 17**

**7.5.7 Loteamentos no entorno ..... 21**

7.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 21

**8. CLASSES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL ..... 22**

8.1 ESTABELECIMENTO DOS PARÂMETROS SOCIOAMBIENTAIS ..... 22

**8.1.1 Considerações iniciais ..... 22**

**8.1.2 Procedimento Metodológico ..... 25**

8.2 CLASSES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL PARA O MEIO FÍSICO ..... 30

**8.2.1 Susceptibilidade à Erosão dos Solos ..... 30**

**8.2.2 Aptidão Agrícola ..... 34**

**8.2.3 Qualidade das Águas ..... 37**

**8.2.4 Sensibilidade Ambiental para o Meio Físico ..... 42**

8.3 CLASSES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL PARA O MEIO BIÓTICO ..... 44

**8.3.1 Uso do Solo e Cobertura Vegetal ..... 44**

**8.3.2 Proximidade de Remanescente Florestal aos Cursos D' Água ..... 51**

**8.3.3 Hábitats Importantes para Flora e Fauna ..... 54**

**8.3.4 Sensibilidade Ambiental para o Meio Biótico ..... 65**

8.4 CLASSES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL PARA O MEIO SOCIOECONÔMICO ..... 67

**8.4.1 Áreas Remanescente das Propriedades ..... 67**

**8.4.2 Adensamentos Humanos ..... 71**

**8.4.3 Acessos viários ..... 73**

**8.4.4 Sensibilidade Ambiental para o Meio Socioeconômico ..... 75**

8.5 SENSIBILIDADE SOCIOAMBIENTAL ..... 77

**9. UNIDADES AMBIENTAIS HOMOGÊNEAS ..... 80**

9.1 UAH-1 – ÁREA DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL ..... 83

9.2 UAH-2 – ÁREA DE CONSERVAÇÃO ..... 83

9.3 UAH-3 – ÁREA DE INCENTIVO À RECOMPOSIÇÃO ..... 83

9.4 UAH-4 – ÁREA DE INCENTIVO À CONSERVAÇÃO ..... 84

9.5 UAH-5 - ÁREA DE MANUTENÇÃO E PROTEÇÃO DA RESERVA LEGAL 84

9.6 UAH-6 – ÁREA DE CAPACIDADE DE USO INTENSIVO ..... 84

9.7 UAH-7 – ÁREA DE CAPACIDADE DE USO EXTENSIVO ..... 84

9.8 UAH-8 – ÁREA DE CAPACIDADE DE USO RESTRITO ..... 85

**10. ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL ..... 85**

10.1 ZONA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL - ZRA ..... 90
10.2 ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL - ZCA ..... 91
10.3 ZONA POTENCIAL PARA CONSERVAÇÃO - ZPC ..... 92
10.4 ZONA ESPECIAL PARA CONSERVAÇÃO - ZEC ..... 94
10.5 ZONA DE USO ANTRÓPICO ..... 95
**10.5.1 Zona de Uso Antrópico Intensivo ..... 95**
**10.5.2 Zona de Uso Antrópico Extensivo ..... 100**
10.6 ZONA DE USO RESTRITO - ZUR ..... 103
10.7 ZONA DE SEGURANÇA E OPERAÇÃO - ZSO ..... 105
10.8 ZONA DE USO MISTO - ZUM ..... 107
10.9 ZONA DE LAZER E EDUCAÇÃO AMBIENTAL-ZLEA ..... 110
10.10 ÁREAS CONSOLIDADAS NA ZONA DE PRESERVAÇÃO ..... 116
**10.1.1 Acessos à balsa ..... 118**
**10.1.2 Estrada do Passatempo ..... 120**
**10.1.3 Captação de Água ..... 122**
**10.1.4 Exploração mineral e acessos ao rio ..... 124**
**11. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS E PROGRAMAS ..... 126**
11.1 PROGRAMA DE RESPONSABILIDADE DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL ..... 127
**11.1.1 Programa de Implementação da Área de Lazer ..... 127**
11.2 PROGRAMAS DE RESPONSABILIDADE DO EMPREENDEDOR ..... 128
11.3 INSPEÇÃO PATRIMONIAL ..... 134
**12. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 135**
**13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS ..... 138**
**14. GLOSSÁRIO ..... 146**

**15. EQUIPE TÉCNICA.....152**

**16 ANEXOS.....154**

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 7-1 – A: Antiga captação de água; B: Nova captação de água ..... 10

Figura 7-2 – Localização da captação antiga e da nova captação, a montante da barragem ..... 11

Figura 7-3 – Vista aérea do desvio da estrada do Pinheiro Seco/Passa Tempo, antes e após a formação do reservatório. ..... 13

Figura 7-4 – Localização dos pontos de outorga e dispensa de outorga, na área de abrangência do PACUERA (delimitada em branco). Em azul, pontos de captação superficial. Em vermelho, captações subterrâneas. Fonte: Instituto Água e Terra do Paraná, 2021. ..... 20

Figura 8-1 - Esquema metodológico ..... 24

Figura 8-2 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Susceptibilidade à Erosão dos Solos. ..... 33

Figura 8-3 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Aptidão Agrícola.... 36

Figura 8-4 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Índice de qualidade da água. ..... 41

Figura 8-5 – Mapa de Sensilidade Ambiental para o Meio Físico. ..... 43

Figura 8-6 – Sensibilidade ambiental da Cobertura Vegetal ..... 47

Figura 8-7 – Classe de sensibilidade para a variável Uso do Solo e Cobertura Vegetal ..... 50

Figura 8-8 - Classes de sensibilidade para a variável Proximidade de Remanescentes Florestais aos cursos d'água ..... 53

Figura 8-9 - Classes de sensibilidade para a variável Hábitats importantes para a Fauna e a Flora ..... 64

Figura 8-10 - Mapa de Sensilidade Ambiental para o Meio Biótico. ..... 66

Figura 8-11 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Área Remanescente das Propriedades. ..... 70

Figura 8-12 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Adensamentos Humanos. ..... 72

Figura 8-13 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Significância do uso das propriedades como atividade de lazer ou pesca. ..... 74

Figura 8-14 – Mapa de Sensibilidade Ambiental para o Meio Socioeconômico. .. 76

Figura 8-15– Mapa de Sensibilidade Socioambiental Integrada. ..... 79

Figura 9-1 – Unidades Ambientais Homogêneas na Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante. ..... 82

Figura 10-1 - Zoneamento Socioambiental. ..... 89

Figura 10-2 –Boias de segurança instaladas na delimitação da Zona de Navegação e Pesca com a Zona de Segurança. ..... 106

Figura 10-3 – Localização da área do balneário (5,78 ha). ..... 114

Figura 10-4 – Acesso consolidado à balsa cruzando a APP. ..... 119

Figura 10-5 – Trecho da estrada municipal do Passatempo cruzando a APP. .. 121

Figura 10-6 – Trecho de acesso à captação de água cruzando a APP. ..... 123

Figura 10-7 – Usos consolidados existentes na futura APP do reservatório. ..... 125

## ÍNDICE DE QUADRO

Quadro 10-1 – Usos permitidos e não permitidos na ZRA na área da Tibagi Energia SPE S.A. ..... 90

Quadro 10-2 – Usos recomendados e não recomendados na ZRA em áreas de terceiros. ..... 91

Quadro 10-3 – Usos permitidos e não permitidos na ZCA na área da Tibagi Energia SPE S.A. ..... 92
Quadro 10-4 – Usos recomendados e não recomendados na ZCA ..... 92
Quadro 10-5 – Usos recomendados e não recomendados na ZPC ..... 93
Quadro 10-6 – Usos recomendados e não recomendados na ZEC ..... 95
Quadro 10-7 – Usos recomendados e não recomendados na Zona de Uso Antrópico Intensivo. ..... 99
Quadro 10-8 – Usos recomendados e não recomendados na Zona de Uso Antrópico Extensivo. ..... 103
Quadro 10-9 – Usos permitidos e não permitidos na ZUR ..... 105
Quadro 10-10 – Usos permitidos e não permitidos na ZS ..... 106
Quadro 10-11– Usos permitidos, permissíveis e não permitidos na ZUM ..... 109
Quadro 10-12– Usos recomendados e não recomendados na ZLEA ..... 116

## ÍNDICE DE TABELA

Tabela 7-1 – Proprietários que aderiram ao acordo de investimentos e outras avenças ..... 7
Tabela 7-3 – Proprietários não aderentes ..... 7
Tabela 7-4 – Outorgas e dispensas de outorga identificadas na área de abrangência do PACUERA. ..... 17
Tabela 8-1 - Critérios de avaliação ..... 27
Tabela 8-2 – Normalização da variável – Susceptibilidade à erosão dos solos. .. 32
Tabela 8-3 – Normalização da variável – Aptidão Agrícola. ..... 35
Tabela 8-4 – Pontos de amostragem da qualidade das águas na UHE Tibagi Montante, utilizados na modelagem matemática ..... 37
Tabela 8-5 – Pontuação atribuída para o OD, conforme categorias baseadas na Resolução CONAMA 357/2005. ..... 38
Tabela 8-6– Pontuação atribuída para a DBO, conforme categorias baseadas na Resolução CONAMA 357/2005. ..... 39
Tabela 8-7 – Normalização da variável Qualidade das Águas ..... 39

Tabela 8-8 – Resultados de OD e DBO na etapa de operação..... 40

Tabela 8-9 – Uso do Solo e Cobertura Vegetal na área de abrangência do PACUERA..... 45

Tabela 8-10- Classes de sensibilidade para Cobertura Vegetal..... 46

Tabela 8-11- Normalização da variável Uso do Solo e Cobertura Vegetal ..... 49

Tabela 8-12 - Normalização da variável Proximidade de Remanescente aos Cursos D'Água ..... 52

Tabela 8-13 - Aspectos considerados para a valoraçãodos fragmentos. ..... 55

Tabela 8-14 - Pontuação dos fragmentos ..... 57

Tabela 8-15 – Normalização da variável Habitats importantes para a fauna ..... 63

Tabela 8-16 - Normalização da variável Área Remanescente das Propriedades 68

Tabela 8-17 - Tamanho e percentual atingido por cada propriedade..... 68

Tabela 8-18 – Normalização da variável – Adensamentos Humanos..... 71

Tabela 8-19 – Normalização da variável – acessos viários..... 73

Tabela 8-20 – Quantitativo por classe de sensibilidade ..... 78

Tabela 9-1- Definição das Unidades Ambientais Homogêneas ..... 81

Tabela 10-1– Determinação das unidades do Zoneamento Ambiental..... 86

Tabela 10-2 – Quantitativo de cada zona (hectares)..... 87

Tabela 10-3 Área da Zonas de Lazer e Educação Ambiental ..... 110

Tabela 10-4– Espécies indicadas para o plantio na APP em projetos de recuperação ambiental na Zona de Lazer e Educação Ambiental. ..... 115

Tabela 10-5 – Áreas de uso consolidados ..... 124

Tabela 11-1- Tabela resumo dos programas, subprogramas e planos ambientais previstos para fase de operação do empreendimento UHE Tibagi Montante .... 129

Tabela 12-1 - Diretrizes para licenciamento ambiental nas zonas pertencentes ao empreendedor ..... 136

# 7. ANÁLISE DE CONFLITOS

## 7.1 OBJETIVOS

Embora o item específico de análise de conflito não conste no Termo de Referência apresentado ao antigo IAP, atual IAT, para elaboração do PACUERA, optou-se por incluir este capítulo para que no estabelecimento do zoneamento, fossem considerados os conflitos potenciais ou existentes.

Os conflitos poderiam ser tanto aqueles já existentes, que independem da implantação da UHE Tibagi Montante, como potenciais, que podem ocorrer ou se agravar com a implantação e operação de aproveitamentos hidrelétricos e implantação do PACUERA.

Os conflitos existentes que independem da implementação da UHE Tibagi Montante foram identificados durante a elaboração de estudos anteriores, no processo de licenciamento do aproveitamento hidrelétrico.

Essa avaliação baseia-se em alguns temas específicos, tais como: perspectivas de desenvolvimento econômico e urbano; restrições ambientais, legais e de acesso à terra; usos múltiplos dos recursos hídricos; áreas de relevância cultural para a população; áreas de desenvolvimento turístico; etc.

Já os conflitos potenciais, que de alguma forma se agravariam e/ou surgiriam com a introdução do reservatório da UHE Tibagi Montante, podem estar relacionados aos seguintes fatores, entre outros:

- Substituição de usos da terra;
- Especulação imobiliária;
- Interferência sobre o patrimônio arqueológico, histórico e cultural;
- Atração de população do município e da região;
- Potencial turístico;
- Perda de recursos minerais;
- Perda de biodiversidade;
- Conflitos em relação ao uso múltiplo dos recursos hídricos;

Deve-se esclarecer que os conflitos supracitados são potenciais, ou seja, não necessariamente apresentam-se instalados na região compreendida pela UHE Tibagi Montante. Outros fatores, que são motivos de conflitos em outros aproveitametos hidrelétricos, como reassentamento involuntário ou interferência sobre Terras Indígenas, não foram aqui considerados, uma vez que, por conhecimento prévio, sabe-se que não se aplica no território estudado. No decorrer do presente capítulo, a presença ou a ausência de cada um desses fatores serão detalhadas e avaliadas.

## 7.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 7.2.1 Caracterização do Conflito

De acordo com BARBANTI JR (2007), estudos sobre conflitos estão entre os mais antigos. Ao longo da história da humanidade, diversos campos do conhecimento, da psicologia à economia, contribuíram para a interpretação das diversas formas de conflitos, seja entre indivíduos, entre grupos sociais e, até mesmo entre Estados.

Nas últimas décadas, constatou-se que uma das tendências com relação ao termo conflito é a sua “setorialização” em referências a aspectos ambientais, principalmente no âmbito das teorias construtivistas de HANNIGAN (1995) e FUCKS (1996) que procuram explicar a existência do conflito ambiental a partir da construção de uma percepção social. Ou seja, um conflito não é algo dado em si, mas sim construído nas relações sociais.

Nesse sentido, os conflitos ambientais ocorrem a partir da apropriação de recursos naturais por meio de diferentes formas por determinados grupos sociais de modo que afete diretamente a forma de apropriação do mesmo recurso por outros grupos sociais. Desse modo, esses conflitos podem ser entendidos como expressão de tensões na reprodução dos modelos de desenvolvimento.

Diante da desigualdade socioambiental que prevalece no Brasil, caso não houvesse instrumentos legais, os interesses de grupos de maior poder social e econômico poderiam acabar prevalecendo em qualquer situação de conflito,

resultando na transferência dos principais custos ambientais para grupos com menos força nas esferas de decisão.

Neste contexto, a formação de reservatório de águas de diferentes dimensões destinados aos projetos hidrelétricos pode gerar ou intensificar disputas relacionadas a outros usos das águas por grupos sociais distintos, não relacionados à questão da produção de energia, como a navegação, a pesca, o abastecimento de água, a agricultura, a dessedentação de animais, entre outros.

Entretanto, a caracterização de um conflito como sendo exclusivamente "ambiental" implica em um recorte que pode significar a exclusão de outras categorizações relevantes. Conflitos como, por exemplo, a extração ilegal de madeira numa reserva indígena por ex-trabalhadores rurais sem terra, pode envolver questões agrárias, trabalhistas, além de várias outras de maior complexidade.

Portanto, mesmo quando o foco principal do presente documento recaia sobre a ótica ambiental, parece mais adequado caracterizá-lo como a conflitos socioambientais de maneira mais ampla. Ou seja, os conflitos socioambientais ocorrem em função de interesses e estratégias diversas na apropriação de recursos naturais, por diferentes atores sociais em um campo de forças, algumas vezes, desiguais.

No período mais recente, os estudos sobre conflitos não se restringiram à conceituação, identificação e análise, mas passaram a incluir a resolução dos mesmos por meio de sua gestão.

O histórico do setor elétrico em estudos socioambientais permite a identificação desses conflitos nas diferentes fases dos empreendimentos hidrelétricos, antecipando situações já vivenciadas e buscando formas mais adequadas de enfrentá-los. Até mesmo a simples perspectiva de futuro aproveitamento para fins de geração hidrelétrica já se torna um fator que trás à tona potenciais conflitos.

O presente capítulo do PACUERA não tem a pretensão de criar uma nova teoria de conflitos, e tampouco fazer a defesa de uma das linhas de pesquisa sobre esta questão, mas busca ampliar a visão que se tem sobre o processo de desenvolvimento previsto para essa região.

Sabe-se que conflitos são dinâmicos e se manifestam das mais diversas formas, mesmo na área de abrangência da UHE Tibagi Montante onde a ocupação humana efetiva apresenta-se bem dispersa e com baixa densidade demográfica.

Cabe enfatizar ainda que, no escopo do presente estudo, considera-se que os conflitos só ocorrerão se um impacto ambiental ou social (existente ou potencial) for identificado e apontado por um ator social (comunidades tradicionais, ONG's, representantes de instituições científicas e/ou governamentais, instituições de pesquisa, entre outros) que se encarregue de "trazer à tona" o problema, promovendo o debate público.

Com relação às condições de desenvolvimento regional, os conflitos podem surgir em decorrência da interferência dos empreendimentos hidrelétricos, caso sejam apontados por esses atores sociais.

A partir do conhecimento sobre os conflitos em diversas formas, o PACUERA procura servir como instrumento para ser utilizado na gestão desses conflitos por parte dos diversos atores envolvidos, ou seja, a sociedade civil, o Estado, a população local e os empreendedores, visando atenuá-los e preveni-los na medida do possível, principalmente a partir da sua identificação na fase de planejamento, etapa mais adequada para tratar antecipadamente desses conflitos.

### 7.2.2 Fases e Fontes do Trabalho

Diante da complexidade de um estudo dessa natureza, estabeleceu-se como procedimento de trabalho a realização de consultas para a identificação de "conflitos" e "atores sociais".

Nesse sentido, para proceder-se a essas consultas, foram realizados dois conjuntos de eventos:

- Reuniões setoriais, no início da elaboração do PACUERA, com diversos atores sociais considerados relevantes para o PACUERA.
- Reuniões devolutivas, após a elaboração prévia do zoneamento, para buscar subsídios finais antes de encaminhar a versão para o antigo IAP, atual IAT.

Embora esses eventos não tenham sido fundamentais para a identificação de conflitos, contribuíram para obtenção de subsídios metodológicos que pudessem

contribuir para a identificação correta dos conflitos ao envolver representantes de diversas instituições. Esse retorno é fundamental para propiciar instrumentos de identificação de possíveis conflitos.

## 7.3 ATORES

Com base nas informações obtidas durante a elaboração dos estudos anteriores ao processo de licenciamento, assim como no conhecimento obtido no município de Tibagi, foi obtida a relação de atores sociais relevantes para o PACUERA.

a) Prefeitura do município de Tibagi e suas secretarias municipais correlatas;
b) Associações de canoagem e rafting;
c) Representantes dos proprietários do entorno e atores relevantes;
d) Comitê de bacia do rio Tibagi;
e) Representantes da sociedade civil;
f) Associação Comercial.

Cabe destacar que dessas entidades convidadas formalmente para participar, representantes do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Tibagi – CBHRT não puderam comparecer na reunião inicial, ainda que tivessem manifestado interesse em participar posteriormente. O Comitê de Bacia Hidrográfica é um órgão colegiado, que deve contar com a participação dos usuários, da sociedade civil organizada, de representantes de governos municipais, estaduais e federal. Essa instituição é destinada a atuar como parlamento das águas, já que é o fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas têm, entre outras, as atribuições de: promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos da bacia; articular a atuação das entidades que trabalham com este tema; arbitrar, em primeira instância, os conflitos relacionados a recursos hídricos; aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo. Como os Comitês são compostos por representantes

da sociedade, tais como, usuários das águas de sua área de atuação, e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia, é importante que sejam consultados no processo de elaboração do Paucera.

Com relação às associações de ecoturismo e canoagem, tratam-se de entidades que, a princípio, tinham questionamentos em relação aos impactos da inserção do aproveitamento na região que tem potencial ecoturístico.

## 7.4 CONFLITOS ATUAIS DETECTADOS

Os conflitos atuais referem-se àqueles decorrentes da dinâmica socioambiental da região no atual estágio, independentemente da inserção da UHE Tibagi Montante.

Conforme foi verificado, a área de abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante não é muito ocupada, já que a grande maioria das propriedades é constituída por áreas destinada à lavoura intensiva, principalmente de soja. São propriedades altamente mecanizadas e de grandes extensões, sendo que a inserção do aproveitamento não causou o deslocamento involuntário de qualquer ordem. Desse modo, a UHE Tibagi Montante apresenta como especificidade, o fato de não ter um dos principais motivadores de conflitos tão presente em outros empreendimentos da mesma natureza.

Importante relatar que foi estabelecido entre a Tibagi Energia S.A. (empreendedor) e a maioria dos proprietários rurais uma Parceria, tendo sido assinado entre as partes um “Acordo de Investimentos e Outras Avenças” que prevê a cessão de participação acionária na Companhia mediante o aporte pelos proprietários dos imóveis necessários para a construção da UHE Tibagi Montante, incluindo à área alagada, APP, área das estruturas, canteiro de obras e vias de acesso.

Os proprietários que assinaram o “Acordo de Investimentos e Outras Avenças” totalizaram 20, conforme apresentado na Tabela 7-1.

Tabela 7-1 – Proprietários que aderiram ao acordo de investimentos e outras avenças

| CÓDIGO | PROPRIETÁRIO |
|---|---|
| TBG-D-01 | RICARDO ALBERTO BOUWMAN E OUTROS |
| TBG-D-02 | AGATHOS AGROPECUÁRIA |
| TBG-D-03 | ALBERTI AGROPECUÁRIA |
| TBG-D-04 | SANTA BRANCA AGROPECUÁRIA |
| TBG-E-01 | ÉVERSON PELISSARI E OUTROS |
| TBG-E-02 | MARIA CRISTINA CARNEIRO ROORDA E OUTRO |
| TBG-E-03 | RABBERS DE GEUS PARTICIPAÇÕES |
| TBG-E-05 | FUMIKO KIMURA |
| TBG-E-06 | ANGELA ELISABETH DE GEUS |
| TBG-E-07 | FUMIKO KIMURA |
| TBG-E-08 | P2A INVESTIMENTOS E PARTICIPAÇÕES LTDA |
| TBG-E-09 | ERNESTO HENNPMAN |
| TBG-E-14 | VALDIR TADEU SERENATO MARTINS |
| TBG-E-15 | ANTONIO ALBERTI GUIMARÃES E OUTROS |
| TBG-E-16 | ADAUTO JOSÉ CARNEIRO PRESTES |
| TBG-E-20 | CLORIVAL JOSÉ NADAL |
| TBG-E-21 | ALNEY BINOTTO |
| TBG-E-22 | BERNARD BOUWMAN E OUTROS |
| TBG-E-23 | JOÃO BAPTISTA NOGUEIRA NETO E OUTRO |
| TBG-E-24 | LUIZ HENRIQUE E FLAVIO DE GEUS |

Para os demais proprietários não aderentes, conforme tabela abaixo, foi realizado a negociação para compra e venda tradicional, visto que eles confirmaram não haver interesse na adesão ao Acordo de Parceria, sendo que quatro (E-10, E-11, E-12 e E-13) eram posseiros de áreas reduzidas que não moravam na propriedade e a utilizavam como área de lazer. Os outros quatro tinha pouquíssima terra que foi afetada (Tabela 7-3).

Tabela 7-2 – Proprietários não aderentes

| CÓDIGO | PROPRIETÁRIO |
|---|---|
| TBG-D-05 | LÚCIO MIRANDA |

| CÓDIGO | PROPRIETÁRIO |
|---|---|
| TBG-E-04 | DOROTY RIBAS MANFRON |
| TBG-E-10 | FRANCISCO ROCHA |
| TBG-E-11 | CLAUDINEI NAVARRO |
| TBG-E-12 | CARLOS MARCELO TEIXEIRA |
| TBG-E-13 | ELISABETE DIAS ANNES |
| TBG-E-17 | OSCIMAR FERNANDO NADAL |
| TBG-E-18 | JOSÉ LUIS DE OLIVEIRA E OUTRA |
| TBG-E-19 | LEOPOLDO SEBASTIÃO NADAL |

Outro aspecto que costuma ser gerador de conflito é a atividade de mineração. Entretanto, especificamente para o caso da UHE Tibagi Montante, embora tenha sido identificados potenciais conflitos durante o processo de licenciamento, o mesmo foi bem encaminhado.

Dos dois processos minerários com Concessão de Lavra na Área Diretamente Afetada pelo empreendimento, Arizon Braz Ribas e Alto da Figueira Comercio de Areia e Pedra Ltda., somente as atividades da Alto da Figueira foram impactadas com a formação do reservatório, já que o outra pode manter suas atividades.

As tratativas com a Alto da Figueira se iniciaram ainda no ano de 2016, após a obtenção do bloqueio minerário e o protocolo do pedido de Licença de Instalação, com os primeiros contatos para a obtenção de informações sobre a atividade minerária (documentação, porte da empresa, produção, etc.).

Em 06 de março de 2017, a pedido da Alto da Figueira, foi realizada uma reunião na DIALE/IAP para tratar da questão da indenização, quando as partes (Tibagi Energia e Alto da Figueira) expressaram suas posições e relataram as tratativas já desenvolvidas. O IAP, atual IAT, solicitou que os empreendedores continuem com as tratativas, informando ainda que a negociação é feita entre particulares.

As tratativas com a Alto da Figueira continuaram após a reunião no órgão ambiental, sendo intensificadas após o recebimento da Licença de Instalação, entre 2017 e 2018, com o início das obras, ainda que não tenham chegado a um acordo. A

Tibagi Energia propôs submeter-se a um juízo técnico-arbitral, com custos rateados entre as partes e árbitros indicados de maneira independente, garantindo-se, assim, uma decisão final mais ágil, segura, tecnicamente fundamentada e financeiramente adequada para todos os envolvidos

Vale ressaltar que a Alto da Figueira forneceu areia para obra, o que de algum modo já é uma medida compensatória.

Com relação à questão agrária, a inexistência de assentamentos rurais na área de abrangência pode servir como indicativo de que nessa área não há tendência histórica a ocorrer conflitos rurais. Essa percepção foi reforçada pela inexistência de citação à conflitos por terra em Tibagi nos relatório anuais da Comissão Pastoral da Terra (CPT) de 2015, 2016 e 2017[1].

Embora tenha atividade de silvicultura na área de abrangência, a mesma não desempenha papel tão preponderante a ponto de causar maiores conflitos, já que a área afetada por esta atividade pela formação do reservatório representa menos que 5% da área do reservatório (33,36 ha) e apenas cerca de 3,5% (21,7 ha aproximadamente) da área destinada à constituição da APP .

Todo esse cenário permite compreender porque não foram encontradas situações conflituosas em relação ao uso da terra, enquanto a maior demanda de recursos hídricos acaba sendo por parte da Sanepar, a companhia de saneamento do Estado do Paraná, para atender o abastecimento de água da população da cidade de Tibagi.

## 7.5 CONFLITOS POTENCIAIS

Os conflitos potenciais referem-se àqueles que possam surgir em decorrência da implantação da UHE Tibagi Montante. Esses conflitos potenciais são considerados na definição do zoneamento apresentado nos próximos capítulos.

Nesse item são listados todos os possíveis conflitos para, em seguida, abordar um a um, distinguindo aqueles que se enquadram no contexto da área de

[1] Relatório obtidos em https://www.cptnacional.org.br/index.php/publicacoes-2/conflitos-no-campo-brasil, acessado em 14 de novembro de 2018.

abrangência da UHE Tibagi Montante daqueles que não se aplicam a este caso. A listagem apresentada a seguir cita aspectos mencionados durante reuniões realizadas com diversos atores no início de elaboração do PACUERA.

Além dos conflitos potenciais citados a seguir nesse item, é preciso considerar que alguns aspectos que poderiam ser geradores de conflitos em situação semelhante de implementação de aproveitamentos hidrelétricos não devem causar conflitos especificamente no caso da área de abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante. Entre esses potenciais conflitos que não devem aparecer no caso específico, pode-se citar os seguintes:

a) Conflito gerado entre o setor elétrico e de abastecimento de água para serviços públicos

Devido à existência de captação de água a cerca de 600 m a jusante da barragem da UHE Tibagi Montante, esse poderia ser um conflito caso não tivesse sido devidamente equacionado antes do início da construção, com a relocação dessa captação em ponto a montante do barramento, com custo bancado pelo empreendedor, em atendimento à condicionante específica constante da Licença de Instalação (Figura 7-1). Desse modo, esse aspecto não causa conflito.

Figura 7-1 – A: Antiga captação de água; B: Nova captação de água

Destaca-se que atenção especial deverá ser dada na definição de eventual área de lazer para não confrontar com a captação de água do município, mantendo a utilização tanto das margens, quanto do reservatório, afastada desta área.

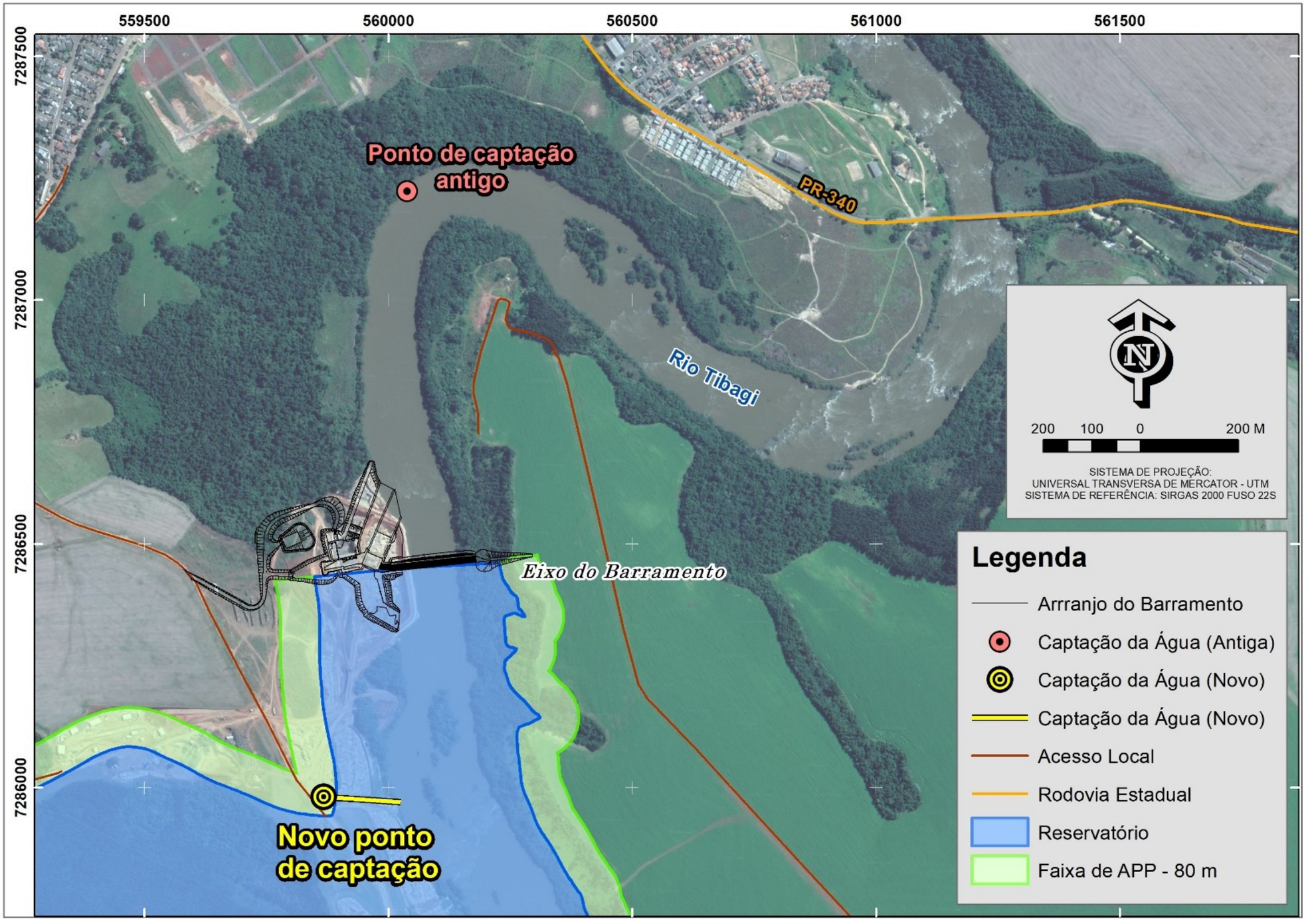



Figura 7-2 – Localização da captação antiga e da nova captação, a montante da barragem

b) Conflito gerado em qualquer terra indígena ou quilombola,

Como não existe Terra Indígena ou Quilombola na área de abrangência, conforme os levantamentos realizados durante o processo de licenciamento, reforçado formalmente em consultas feitas à FUNAI e à Fundação Palmares, não existem conflitos desta natureza.

c) Conflito com população urbana

Apesar de estar próximo da área urbana, o aproveitamento está totalmente inserido na zona rural de Tibagi, de modo que não deverá ocorrer conflito com a população urbana residente na cidade na fase de operação do aproveitamento.

Em contato com responsáveis pela revisão do Plano Diretor que deverá ser concluída em meados de 2019, constatou-se no trecho a jusante, junto do município (próximo à ponte), poderá ocorrer uma ampliação da zona urbana até o limite do rio Tibagi, fato que poderia resultar em redução de faixa de APP deste trecho para 30 metros.

Entretanto, essa influência não seria sobre a área do PACUERA diretamente ligada ao reservatório e seu entorno, de modo que eventual conflito de interesses nesse ponto específico poderá ser devidamente equacionado.

A seguir são listados os aspectos que podem gerar conflitos caso não sejam adequadamente solucionados.

d) Conflito com população rural.

A inundação das terras agricultáveis devido à implementação de usinas hidrelétricas costuma demandar a relocação compulsória da população local, em especial de agricultores de pequenas propriedades que, apoiados por organizações de caráter nacional, que trazem uma prática de muitos anos de resistência contra a implementação de empreendimentos do setor hidrelétrico como o MAB – Movimento dos Atingidos pelas Barragens, costumam entrar em conflito direto com empreendedores caso a situação não seja solucionada a contento.

Conforme foi verificado, esse conflito não ocorre na área de abrangência já que a UHE Tibagi Montante não afeta residentes, agricultores, e/ou proprietários a ponto de inviabilizar suas terras. Existe sim uma associação de proprietários, Guartelá

Energia SPE-SA, constituída com a finalidade de constituir sociedade com a Tibagi Energia, conforme descrito anteriormente, e que, portanto, estão em sintonia com o empreendedor quanto ao objetivo de viabilizar o empreendimento.

Entre todos as 29 propriedades, apenas quatro possuem pequenas dimensões (variando entre 0,05 ha até 0,77 ha a maior delas) que foram inviabilizadas pela constituição da APP. Os proprietários não produziam e não residiam nas referidas áreas, sendo que o empreendedor negociou com cada um para realizar a devida indenização de forma amigável.

### 7.5.1 Prejuízo nos acessos viários

Trata-se de um conflito que poderia ocorrer caso a formação de reservatório não tivesse previsto a readequação do trecho da estrada municipal conhecido como “estrada do Passatempo”, já que essa importante via de acesso da Comunidade do Pinheiro Seco até a sede da cidade de Tibagi é bastante utilizada pelos proprietários das áreas da margem esquerda.

As adequações na estrada do Pinheiro Seco foram concluídas conforme pode ser atestado nas fotos da Figura 7-3, inclusive com a instalação dos bueiros montante/jusante.

Figura 7-3 – Vista aérea do desvio da estrada do Pinheiro Seco/Passa Tempo, antes e após a formação do reservatório.

Durante a construção foram feitos levantamentos topográficos para a adequação das estruturas de acesso a Fazenda Santa Branca (balsa da Sofia), concluidas antes do enchimento do reservatório.

Desse modo, pelas medidas tomadas durante a fase de construção como o desvio da estrada do Pinheiro Seco que iniciou junto com a obra e, finalizada antes

do enchimento do reservatório em atendimento à condicionante nº 35 da Licença de Instalação, esse aspecto não deverá causar conflito na área de abrangência da UHE Tibagi Montante.

Além disso, embora o tráfego de caminhões pesados possa prejudicar as condições das estradas hoje existentes, o fato é que normalmente a implementação de obras de grande porte acarreta uma conseqüente expansão e melhoria das rodovias, processo que pode ser usufruído pela população local.

- Atores Envolvidos nesse conflito potencial: prefeitura de Tibagi, população residente na comunidade do Pinheiro Seco e proprietários da margem esquerda x empreendedor.

### 7.5.2 Atividades minerárias

Considerando que já existiam atividades de garimpo de diamante e extração de areia na área de abrangência, foi constatado que há interesse por parte desses atores de continuar suas atividades no reservatório.

Para isso, os mesmos precisarão obter não apenas as necessárias licenças ambientais, mas terem suas atividades previstas e regulamentadas no presente PACUERA. Eventual incompatibilidade de desenvolverem suas atividades com o PACUERA poderá gerar conflitos de interesse

- Atores Envolvidos: mineradores x empreendedor, entidades ambientalistas e órgãos fiscalizadores.

### 7.5.3 Acesso ao reservatório por parte dos proprietários do entorno

Conforme foi observado durante as reuniões com atores sociais, há interesse dos proprietários do entorno de terem acesso ao reservatório para utilização principalmente como lazer.

Desse modo, caso haja qualquer empecilho, ou até mesmo restrição quanto ao uso das águas do reservatório como, por exemplo, em relação a embarcações motorizadas, poderá ocorrer algum tipo de conflito entre o empreendedor e os proprietários do entorno.

Enfatiza-se que não foi identificada dessedentação de animais no rio Tibagi ou em algum tributário afetado pelo reservatório. Deste modo, esse acesso aqui citado refere-se aos proprietários, moradores e trabalhadores e não para dessedentação de animais.

- Atores envolvidos: proprietários do entorno (área de abrangência) x empreendedor e órgãos fiscalizadores

### 7.5.4 Utilização de potencial pesqueiro

Durante as reuniões realizadas com atores importantes do município, foi manifestado interesse em desenvolver atividades de piscicultura em tanques-redes, atividade que poderá enfrentar alguma restrição no seu necessário processo de licenciamento.

Além disso, haverá interesse da população da região desenvolver atividades de pesca no reservatório, considerando que a transformação de ambientes lóticos em lênticos alterará a composição ictiofaunística, já que algumas espécies de peixes se adaptam melhor do que outras a essas modificações.

A utilização do reservatório para atividade pesqueira impulsionará a utlização de embarcações nesse ambiente com esta finalidade. Como existe a captação de água no reservatório, o uso de embarcações motorizadas terá restrições, aspecto que pode gerar conflitos de interesse.

A alteração do potencial pesqueiro, incluindo a existência de maiores restrições em alguns casos com a implementação da área de preservação permanente entorno do reservatório, poderá gerar conflitos entre pescadores da região e a concessionária de energia.

- Atores Envolvidos: pescadores, população local x empreendedor, concessionária de abastecimento de água e órgãos fiscalizadores.

### 7.5.5 Gestão do espaço público

Uma das preocupações manifestadas nas reuniões setoriais com autores referia-se à gestão do espaço que por ventura for designado para utilização de áreas de lazer.

Entre as opções sugeridas durante as reuniões, foi citado que o poder público pudesse repassar a gestão desse espaço para alguma empresa que ficasse responsável pela manutenção de aspectos como segurança e limpeza da área, por meio de licitação pública. Eventual empresa de fora que por ventura venha a ganhar a licitação para realizar a gestão destes espaços públicos poderia receber restrições por parte de empresas locais que já atuam na área de ecoturismo no município de Tibagi.

Desse modo, a forma que se dará a gestão do espaço público para lazer a ser definido no PACUERA poderá ser motivo de conflitos entre atores distintos

- Atores Envolvidos: população local e empresas locais de ecoturismo x poder público municipal e gestor da área de lazer

### 7.5.6 Aspecto preservacionista

Embora esse aspecto seja associado a um impacto e não a um conflito, a perda de cobertura vegetal com rebatimento sobre a fauna associada representa um dos aspectos que tradicionalmente gera conflito entre entidades ambientalistas e empreendedores. Durante conflitos dessa natureza, normalmente as entidades ambientalistas aproveitam dessa questão para levantarem questões inclusive contra a matriz energética brasileira, baseada na hidroeletricidade.

Embora no caso específico da área de abrangência da UHE Tibagi Montante não tenha sido identificada a existência de ONGs ambientalistas que atuem exclusivamente nessa região, a inserção de áreas de lazer, como pretendido por grande parte dos atores sociais ouvidos, poderá gerar conflito com alguma entidade ou até mesmo com órgãos fiscalizadores, que têm como meta principal a manutenção da APP para preservação na sua integralidade.

Importante citar que a área para lazer a ser definida no zoneamento do presente PACUERA estará, necessariamente, dentro dos limites legais estabelecidos pela Lei 12.651 de 2012 (Novo Código Florestal), que no parágrafo 1º do Artigo 5º, estabelece que

> *§ 1º Na implantação de reservatórios d'água artificiais de que trata o caput, o empreendedor, no âmbito do licenciamento ambiental, elaborará Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, em conformidade com termo de referência expedido pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama, não podendo o uso exceder a 10% (dez por cento) do total da Área de Preservação Permanente."*

Considerando que a área total da APP constituída terá área de 633,67 ha, o tamanho de eventual área de lazer, somada àquelas de uso consolidado, não poderá passar de 63,367 ha. Embora este aspecto esteja dentro do estabelecido legalmente, não se pode descartar totalmente esse conflito, pois em muitos casos as ONGs acabam atuando em áreas onde não estão sediadas e aproveitam o fórum de discussão legalmente estabelecido, como as audiências públicas, para abordarem essas questões.

- Atores Envolvidos: ONGs e instituições de pesquisa x empreendedores, ANEEL e Ministério de Minas e Energia.

### 7.5.6 Conflitos quanto ao uso das águas

Conforme verificado no capítulo 6.1.10 Uso das Águas, um aspecto que poderia ser causador de conflitos potenciais seria caso a formação do reservatório afetasse área de outorgas de água existentes na região.

A Tabela 7-4 apresenta a relação atualizada das outorgas (ou dispensa delas).

Tabela 7-3 – Outorgas e dispensas de outorga identificadas na área de abrangência do PACUERA.

| TIPO | MANANCIAL | FINALIDADE | RAZÃO SOCIAL | VAZÃO OUTORGADA ($m^3/h$) |
|---|---|---|---|---|
| Outorga | Rio Tibagi | Abastecimento público | Companhia de Saneamento do Paraná | 108,0 |
| | | Obras Hidráulicas | Arizon Braz Ribas - EIRELI | 0.0 |
| | | Obras Hidráulicas | Rosane Margareth Lopes Gomes | 0,0 |
| | | Limpeza | Concretizar Engenharia de Obras Ltda | 20,0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Poço | Abastecimento público | Companhia de Saneamento do Paraná | 85,0 |
| | | Hendrik Barkema | Limpeza | 3,0 |
| | | Hilda Margriet Rabbers de Geus | Dessedentação de animais | 2,0 |
| | | Tibagi Energia SPE S.A. | Consumo humano | 5,1 |
| | | Tibagi Energia SPE S.A. | Consumo humano | 6,4 |
| | | Dessedentação de animais | Ricardo Alberto Bouwman | 5,0 |
| | | Dessedentação de animais | Taco Roorda | 13,2 |
| Dispensa de outorga | Poço | Consumo humano | Andrea de Melo e Silva Assumpção | 0,0 |
| | | Dessedentação de animais | Adauto José Carneiro Prestes | 0,13 |
| | | Irrigação | José Augusto Brudnosk | 0,0 |
| | | Dessedentação de animais | Taco Roorda | 1,8 |

Fonte: Instituto Água e Terra (IAT), 2021.

Conforme apresentado, verifica-se a presença de 11 pontos de outorga na área de abrangência do presente estudo. Dessas, 4 são provenientes do rio Tibagi, sendo uma delas pertencente à Sanepar, para fins de abastecimento público, e a outra pertencente à Concretizar Engenharia de Obras Ltda., a empreiteira que foi responsável pelas obras da UHE Tibagi Montante. As outras 7 outorgas são destinadas à captação de águas subterrâneas, provenientes de poços, sendo 1 para abastecimento público, 2 para consumo humano, 1 para limpeza e 3 para dessedentação de animais.

No que se refere às dispensas de outorga, foram identificadas 4 vigentes na área de estudo, todas provenientes de poços, sendo 1 destinada à consumo humano, 1 à irrigação e 2 à dessedentação de animais.

Outro aspecto que poderia ser gerador de conflito seria a redução da vazão durante o período de enchimento do reservatório devido à utilização do trecho a jusante para atividades de canoagem e rafting. Entretanto, como essa manobra foi equacionada com os agentes usurários do rio, não houve conflitos.

A Figura 7-4 apresenta a localização das outorgas e dispensas de outorgas identificadas na área de abrangência do PACUERA.

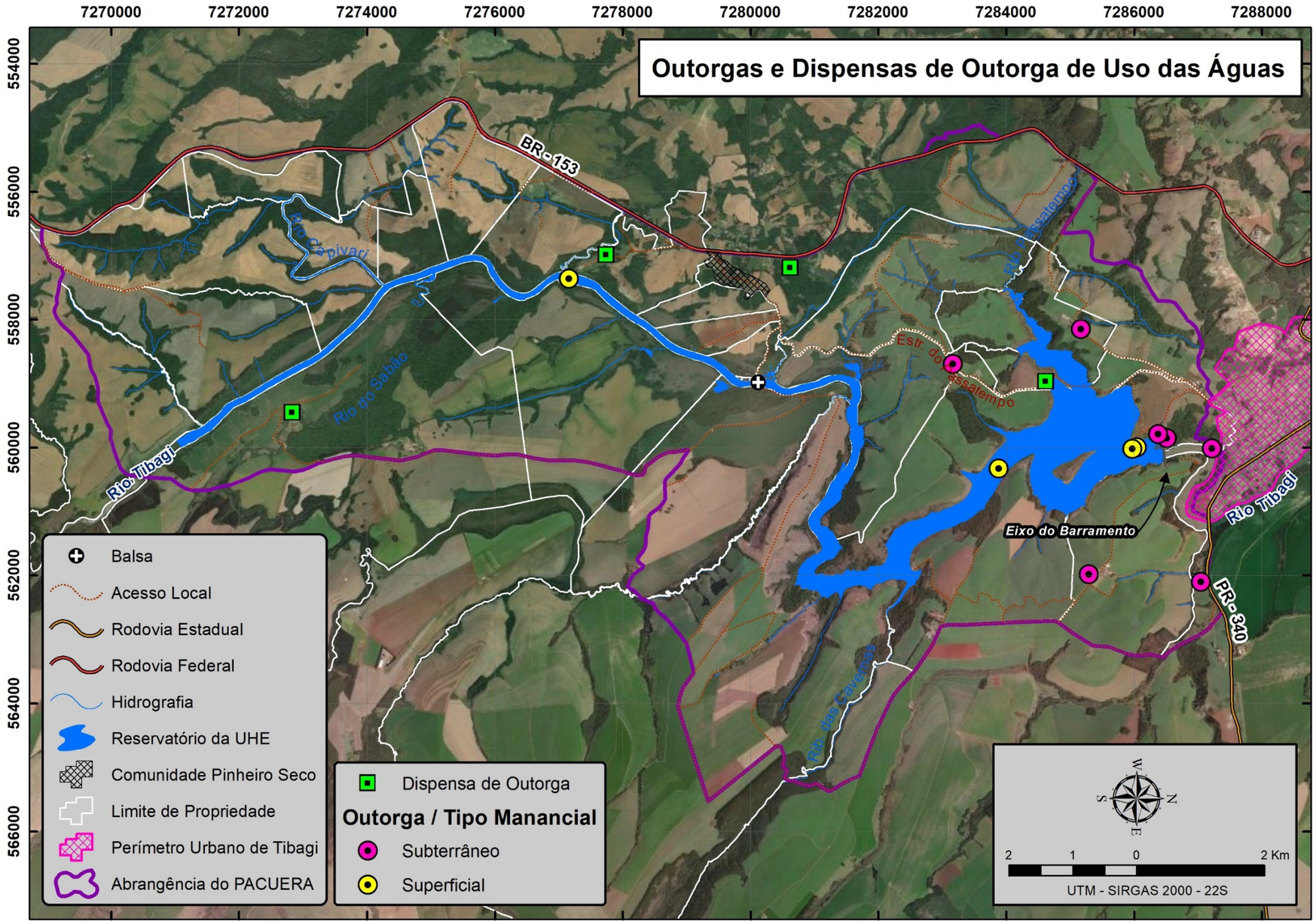



Figura 7-4 – Localização dos pontos de outorga e dispensa de outorga, na área de abrangência do PACUERA (delimitada em branco). Em azul, pontos de captação superficial[2]. Em vermelho, captações subterrâneas. Fonte: Instituto Água e Terra do Paraná, 2021.

[2] É importante salientar que os dois pontos de captação superficial encontram-se muito próximos um do outro, assim sendo, não se distinguem na referida figura

### 7.5.7 Loteamentos no entorno

A formação de um reservatório em área rural, mas que esteja próxima da área urbana, pode desencadear interesses em realização de loteamento do seu entorno para transformação em áreas de lazer.

Entretanto, eventual parcelamento do solo, seja para uso rural, seja para uso urbano, poderá encontrar alguma restrição legal e dependerá de aprovação, seja do Poder Público Municipal, seja do INCRA.

Em termos de parcelamento rural, será preciso respeitar a fração mínima de parcelamento (FMP) definida pelo INCRA, que para o município de Tibagi é de 2 ha. Com relação ao parcelamento do solo para fins urbanos, será importante considerar as diretrizes na legislação municipal, mais especificamente na Lei nº 2.198/2008 que dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos da sede municipal e dos distritos constantes do Plano Diretor Municipal de Tibagi.

Além disso, será preciso verificar se estará em conformidade também com o estabelecido pela Lei n.º 10.257/01 – Estatuto das Cidades.

Desse modo, eventual interesse de proprietários ou outros agentes em realizar parcelamento do solo terá que se ater às questões legais, muitas das quais citadas no item 5.10 – Parcelamento do Solo do presente PACUERA.

## 7.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, chegou-se às seguintes considerações:

1) Há um interesse convergente entre os diversos atores em definir uma área para aproveitamento de lazer no entorno do reservatório, de preferência com praia, restaurante, trilha e espaço destinado à canoagem. Necessariamente, em decorrência dos acessos municipais já existentes, a área mais propícia para que tenha essa destinação é na margem esquerda, próximo ao córrego do Passatempo. Desse modo, não haveria necessidade de abrir acessos novos, que poderia gerar conflitos com proprietários do entorno.
2) Foram feitas algumas solicitações que merecerão atenção especial por parte das questões legais, tais como a utilização de embarcações à motor e de implantação de piscicultura com tanques-rede. Esses aspectos devem ser

considerados e aprofundados em sua análise, para justificar a provável proibição dessas atividades no reservatório.

3) Atenção especial deverá ser dada à questão de gestão de um espaço destinado a lazer, assim como os acessos ao reservatório por parte dos proprietários lindeiros e população da cidade.

# 8. CLASSES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL

## 8.1 ESTABELECIMENTO DOS PARÂMETROS SOCIOAMBIENTAIS

### 8.1.1 Considerações iniciais

O presente item apresenta o resultado da etapa de estabelecimento dos parâmetros socioambientais que servirão para determinar a classe de sensibilidade ambiental da área de abrangência do PACUERA em relação à proteção do reservatório e seu entorno, bem como para as análises das Unidades Ambientais Homogêneas. Inicialmente é apresentada uma abordagem holística da metodologia adotada para o referido fim e na sequência o detalhamento de partes dessa metodologia.

Considerando que um dos principais objetivos do PACUERA é compatibilizar as vocações dos usos do reservatório e seu entorno, levando em consideração as atividades que nele estejam em desenvolvimento ou que nele venham a ser realizadas, optou-se por usar classes de sensibilidade que refletisse maior ou menor vulnerabilidade das áreas em relação à pressão antrópica sobre aquele ambiente. Nesse sentido, áreas com maior ocupação antrópica são as que representa maior fragilidade para a proteção do reservatório e seu entorno.

Trata-se de um conceito utilizados em outros PACUERA que relacionaram vulnerabilidade ambiental a características do meio físico e biótico à exposição a fontes de pressão ambiental e à ocorrência de impactos ambientais (Li et al. 2006).

A definição e mensuração das variáveis ambientais adotadas foi baseada na experiência dos especialistas de cada área (meios físico, biótico e socioeconômico). A referida experiência baseia-se na elaboração de PACUERAs de outros aproveitamentos hidrelétrico, principalmente no Estado do Paraná, assim

como, guardadas as devidas proporções, em diversos estudos de bacia hidrográficas, denominado de AAI – Avaliações Ambientais Integradas que, de acordo com o Manual de Inventário Hidrelétrico (ELETROBRÁS, 2007) também consideram indicadores de sustentabilidade de determinada bacia hidrográfica.

Desse modo, foram selecionadas variáveis consideradas relevantes que pudessem atuar como indicadores socioambientais potencialmente utilizáveis a partir do diagnóstico dos meios físico, biótico e socioeconômico. Para selecionar as variáveis, foram consideradas, por um lado, a representatividade de cada um no contexto de avaliação e, por outro lado, a disponibilidade de informações e a sua possibilidade de espacialização.

Para cada variável adotada no presente PACUERA, foram atribuídos pesos, visando a indicação de diferentes níveis de relevância, com auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), dando origem aos mapas de classes de sensibilidade ambiental de cada meio, que por fim, possibilitaram a identificação e análise da Sensibilidade Ambiental da Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante em relação a sua maior ou menor vulnerabilidade.

A metodologia de trabalho adotada a partir do SIG por meio de análise geoespacial permite a identificação de subespaços de diferentes classes de sensibilidades e estabelecer Unidades Ambientais Homogêneas (UAHs) para que posteriormente se elabore o Zoneamento Socioambiental, tal como observado a seguir e detalhado na sequência (Figura 8-1).

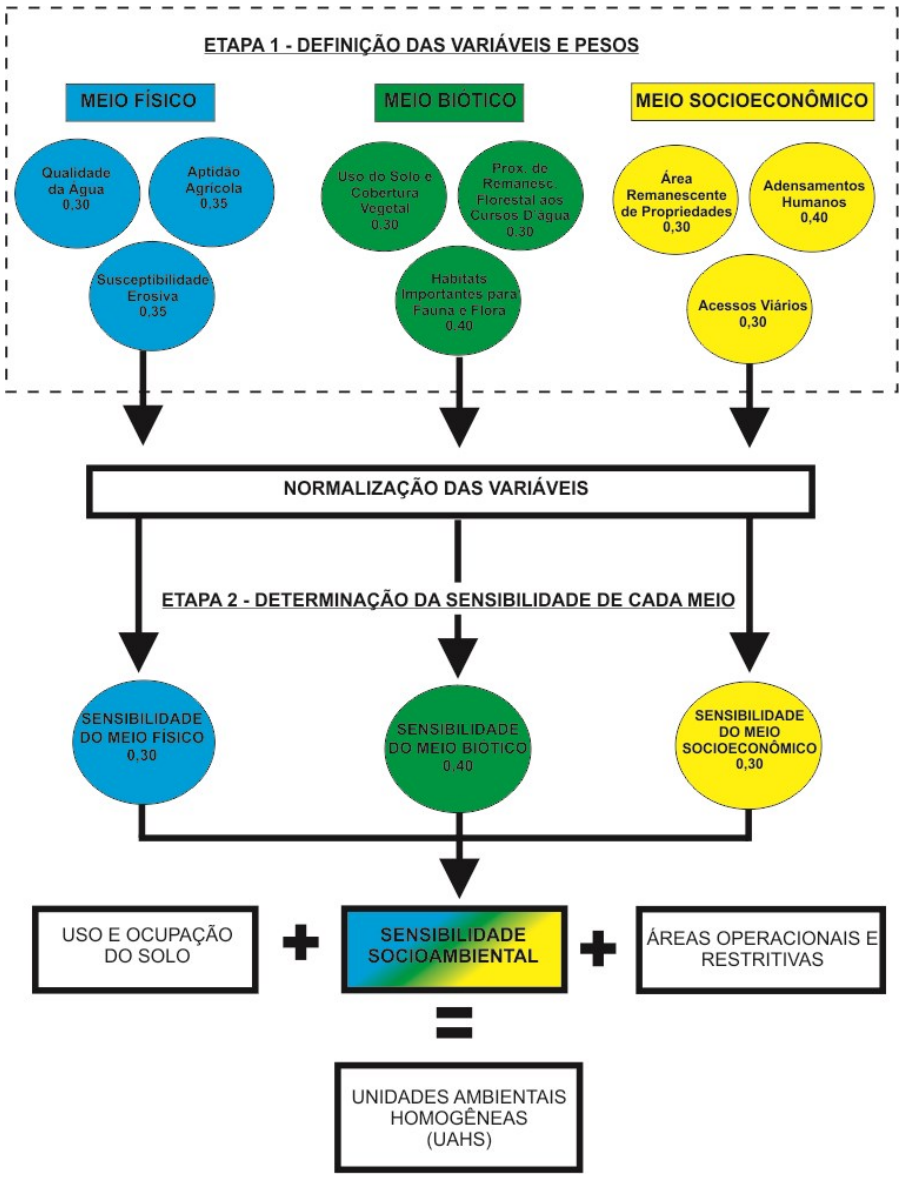



Figura 8-1 - Esquema metodológico

As Unidades Ambientais Homogêneas (UAHs), que serão descritas no próximo capítulo, resultam de operações de geoprocessamento para o cruzamento geoespacial das camadas de informação: (i) Classes de Sensibilidade ambiental, (ii) o Uso e Ocupação do Solo; e (iii) Áreas Operacionais e Restritivas da Área de Abrangência.

As classes foram distribuídas de acordo com a estabilidade, sendo os ambientes com maior grau de antropização denominados como “Frágeis” e aqueles mais bem conservados, serão chamados de “Estáveis”, considerando o grau de proteção do reservatório e seu entorno.

A análise multicritério foi revista com base em PEREIRA (2002) e, como resultado, os níveis de sensibilidade ambiental definidos em relação à proteção do reservatório e seu entorno ficaram da seguinte forma:

1. Muito Estável: áreas que possuem muito baixo risco ambiental para o reservatório e seu entorno;
2. Estável: áreas que possuem baixo risco ambiental;
3. Moderadamente Estável: áreas que possuem médio risco ambiental; e
4. Frágil: áreas que possuem alto risco ambiental.

A seguir são apresentados em maior detalhe os procedimentos metodológicos específicos adotados para a execução das seguintes atividades afetas à avaliação da classe de Sensibilidade ambiental: (i) a Seleção e Ponderação das Variáveis da avaliação da classe de Sensibilidade e sua vulnerabilidade; (ii) a Construção dos Critérios de Avaliação; (iii) a Ponderação da classe de Sensibilidade ambiental; e (iv) Atividades de Geoprocessamento.

### 8.1.2 Procedimento Metodológico

#### 8.1.2.1 Seleção e Ponderação das Variáveis

Conforme mencionado, inicialmente foi elencada uma listagem de variáveis passíveis de avaliação, tanto de forma quantitativa quanto qualitativa a partir das informações disponíveis e mapeáveis.

Após avaliação de disponibilidade, homogeneidade e relevância dos dados para o objetivo aqui proposto, foram selecionadas nove variáveis, distribuídas entre os meios físico, biótico e socioeconômico, sendo três variáveis para cada. Para cada variável, foi definido um peso que se aplica para cada um dos meios estudados. A soma dos pesos dentro de cada variável totaliza o valor de 1 (um), tal como apresentado na Tabela 8-1.

Em seguida, foi feita atribuição de pesos também entre os meios físico, biótico e socioeconômico, novamente de forma que totalize o valor de 1 (um), com peso maior para aquele meio considerado mais relevante no contexto do reservatório da UHE Tibagi Montante.

Com base no cruzamento geoespacial considerando os pesos específicos, foi gerado o mapa de classe de sensibilidade ambiental em relação ao reservatório e seu entorno na área de abrangência do PACUERA.

A atribuição dos pesos entre os meios físico, biótico e socioeconômico, que como foi relatado tem somatória total igual a 1 (um), ficou definida da seguinte forma (considerando a significância de cada meio): físico (0,3), biótico (0,4) e socioeconômico (0,3).

A significância atribuída à classe de sensibilidade do meio biótico foi de 0,4. Esta importância deve-se ao fato de que os remanescentes florestais, em uma região com uso intensivo do solo, são essenciais para um uso sustentável das terras. Uma vez que o uso incompatível do solo e recursos hídricos potencializa a diminuição da capacidade produtiva e a contaminação ambiental, entre outros impactos ambientais associados.

Para a classe de sensibilidade dos meios físicos e socioeconômicos foram atribuídos o mesmo peso: 0,3 cada um. Para o meio físico, a significância decorre em função da boa qualidade da água do reservatório, atributo potencial para a preservação do recurso natural.

O meio socioeconômico tem o mesmo peso que o meio físico, tendo em vista que a situação atual da Área de Abrangência é de uma quantidade relativamente baixa de número de proprietários. Por outro lado, devido à proximidade da área de abrangência com a área urbana, necessariamente o reservatório atrairá a população local.

Em relação a cada meio, no meio físico, a variável “Qualidade de Água” teve a maior atribuição de peso, uma vez que as outras duas variáveis acabam se referindo a temas semelhantes e, portanto, cada uma ficou com 0,25 de peso.

Analisando o Meio Biótico, a maior importância foi atribuída à variável “Habitats Importantes para a Flora e Fauna” a qual está associado ao maior valor de ponderação deste meio (0,4). A avaliação realizada para definição do citado valor de ponderação levou em conta a importância dos elementos da paisagem para a manutenção dos aspectos bióticos e abióticos da área. As variáveis “Uso do

Solo e Cobertura Vegetal" e "Proximidade de Remanescentes Florestais aos Corpos D'Água" receberam os valores de ponderação de 0,30 devido ao expressivo papel que ambos possuem na conservação do ambiente.

Para o Meio Socioeconômico o critério mais importante refere-se ao "Adensamento Humano", com peso 0,4. A relevância maior desta variável reside no fato de que as áreas com adensamento populacional é que de fato conferem maior sensibilidade ao meio socioeconômico. As outras duas variáveis ficaram com 0,3 de peso.

Tabela 8-1 - Critérios de avaliação

| Meio | Peso | Classe de sensibilidade | Peso |
|---|---|---|---|
| Meio Físico | 0,30 | Susceptibilidade à Erosão dos Solos | 0,50 |
| | | Aptidão Agrícola | 0,25 |
| | | Qualidade das Águas | 0,25 |
| Meio Biótico | 0,40 | Uso do Solo e Cobertura Vegetal | 0,30 |
| | | Proximidade de Remanescente Florestal com Curso d'água | 0,30 |
| | | Habitats importantes para a fauna e flora | 0,40 |
| Meio Socioeconômico | 0,30 | Áreas Remanescente de Propriedades | 0,30 |
| | | Adensamentos Humanos | 0,40 |
| | | Acessos Viários | 0,30 |

### 8.2.2.2 Construção dos Critérios de Avaliação

- **Mensuração e avaliação dos critérios**

Uma vez definidas as variáveis a serem utilizadas, procedeu-se sua mensuração visando à definição da classe de sensibilidade ambiental, através da análise geoespacial em ambiente SIG.

Depois de se obter o valor de cada critério, foram construídas escalas de variação com expressão numérica que visa normalizar as diferentes variáveis de forma que elas possam ser comparadas.

Para fins de enquadramento nas categorias construídas, as escalas de variação foram definidas em função de valores de referência específicos para cada tema, tomando-se parâmetros consagrados pela bibliografia especializada, como o

Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas (ELETROBRÁS, 2007) que igualmente utiliza indicadores e variáveis.

Os procedimentos para construção e mensuração dos critérios de avaliação foram adaptados para este PACUERA, que apresenta um caráter distinto de Avaliações Ambientais Integradas de bacias. Apesar de ambos coincidirem ao definir, como objetivo, a avaliação de classes de sensibilidades de uma determinada área, enquanto a AAI apresenta a sensibilidade de uma área em relação ao impacto que possa sofrer, para o PACUERA, o fundamental é identifica, a partir das classes de sensibilidade, a vulnerabilidade ambiental de determinada área em relação à proteção do reservatório e seu entorno, ou seja, quanto maior a pressão antrópica, maior vulnerabilidade em relação à preservação do reservatório e APP.

- **Normalização das Variáveis**

Para a normatização das variáveis foram adotados quatro níveis hierárquicos, mesmo que para algumas variáveis não houvesse representações de determinados níveis. Assim, os valores das variáveis foram normalizados numa escala entre 1 e 4 da seguinte forma:

1. Muito Estável: áreas que possuem muito baixo risco ambiental para o reservatório e seu entorno;
2. Estável: áeas que possuem baixo risco ambiental;
3. Moderadamente Estável: áreas que possuem médio risco ambiental; e
4. Frágil: áreas que possuem alto risco ambiental.

A partir da escolha e definição das variáveis e do cálculo da sua ponderação, foram elaborados os mapas de sensibilidade de cada um dos meios.

- **Ponderação da classe de Sensibilidade ambiental**

Entende-se por sensibilidade a “propriedade de reagir que possuem os sistemas ambientais e os ecossistemas, alterando o seu estado de qualidade, quando afetados por uma ação humana” (MOREIRA, 1990). “Pode definir-se também como o inverso da capacidade de absorção de possíveis alterações sem que haja perda de qualidade” (RAMOS, 1990 *apud* MOREIRA, 1990).

A partir desse entendimento, foram utilizadas classes de sensibilidade ambiental com o intuito de identificar e espacializar as áreas mais vulneráveis da área de abrangência para cada variável em relação à proteção do reservatório e seu entorno, o que permite avaliar a integridade dos recursos naturais, os aspectos qualitativos da paisagem e as diferentes situações socioeconômicas, expressas em diferentes classes de sensibilidade, que representariam a vulnerabilidade.

De acordo com FIGUEIREDO et al. (2010), o “significado de vulnerabilidade não é consenso em estudos sobre o tema, dificultando a comparação dos resultados de trabalhos semelhantes.” Tendo em mente que o objetivo do PACUERA é compatibilizar as vocações dos usos do reservatório e seu entorno, levando em consideração as atividades que nele estejam em desenvolvimento ou que nele venham a ser realizadas, optou-se por usar o conceito de vulnerabilidade ambiental em relação à capacidade de proteção do reservatório e seu entorno. Ou seja, as áreas que representassem maior pressão sobre aquele ambiente apresentaram nível maior de vulnerabilidade.

Para isso, utilizou-se o conceito classes de sensibilidade para obter a vulnerabilidade, tal como exppresa por Li et al. (2006), que relacionaram vulnerabilidade eco-ambiental a características do meio físico e biótico (declividade, altitude, temperatura, aridez, vegetação, solo), à exposição a fontes de pressão ambiental (densidade populacional, uso da terra) e à ocorrência de impactos ambientais (erosão hídrica) em uma área de acordo com sua declividade.

Desse modo, a análise das classes de sensibilidades foi realizada para cada aspecto dos meios físico, biótico e socioeconômico, sendo descritos os critérios utilizados para cada avaliação. Por fim, quando do cruzamento das diferentes classes de sensibilidades de cada aspecto considerado, o conceito de sensibilidade ambiental pode ser traduzido da seguinte forma: quanto mais degradado o ambiente, representará maior risco em relação à proteção do reservatório e seu entorno, ou seja, mais frágil em relação ao atendimento de sua finalidade em termos ambientais. Por outro lado, quanto mais preservado o ambiente, maior será sua estabilidade.

- **Geoprocessamento**

Para o desenvolvimento dos produtos cartográficos e de Sistemas de Informação Geográficas (SIG), utilizou-se a plataforma da ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), com o *software* ArcGIS versão 10.2, que possibilita a elaboração e manipulação de informações georreferenciadas nos formatos vetoriais e matriciais.

A primeira etapa realizada foi a preparação da base cartográfica e temática dos elementos como hidrografia, reservatório, canteiro de obras, propriedades, área do empreendedor, uso do solo, declividade, pedologia, geologia entre outras. A partir da avaliação dessas variáveis foram selecionadas aquelas que seriam adotadas como indicadores para a avaliação da sensibilidade ambiental dos meios físico, biótico e econômico.

Na segunda etapa ocorreu o cruzamento das variáveis dos temas do meio biótico, físico e socioeconômico, tal como apresentado na **Erro! Fonte de r eferência não encontrada.**. O cruzamento destas variáveis formou um mapa síntese de sensibilidade para cada um dos meios. Estes três mapas síntese de sensibilidade foram cruzados originando o mapa de Sensibilidade Socioambiental da Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante.

Na terceira etapa, foram cruzados o Mapa de Sensibilidade Final, as áreas com restrições legais e o uso do solo para definir as UAHs. Sendo estas, a base para a definição das unidades de zoneamento socioambiental, objetivo principal do presente PACUERA, tal como descrito no Capítulo 9 do presente PACUERA.

## 8.2 CLASSES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL PARA O MEIO FÍSICO

### 8.2.1 Susceptibilidade à Erosão dos Solos

O critério susceptibilidade à erosão dos solos representa a sensibilidade ambiental associada à propensão que determinados locais têm de sofrerem com processos erosivos. Esses dados foram gerados a partir da análise entre as informações sobre as diferentes classes de solos existentes e o gradiente de declividade das vertentes.

A susceptibilidade à erosão dos solos está diretamente relacionada à erodibilidade dos solos e declividade das encostas próximas ao rio Tibagi. Foram identificados diferentes tipos de solos na área de abrangência do PACUERA, sendo que locais que apresentam afloramentos de rocha apresentam maior potencial erosivo, seguido dos neossolos e cambissolos que apresentam alta susceptibilidade à erosão. Latossolos, por sua vez, apresentam baixa susceptibilidade, assim como os solos hidromórficos que apresentam muito baixa capacidade de erosão pelo fato de estarem inseridos em relevo pouco movimentado e plano, respectivamente.

Quanto à declividade, as vertentes do entorno do reservatório da UHE Tibagi Montante apresentam grande relevância em relação à susceptibilidade erosiva, sendo evidente que, quanto maior o declive e o comprimento da encosta, maior será a velocidade de escoamento e o volume de água a escoar, o que resulta em um maior potencial erosivo e maior quantidade de material a ser erodido.

Portanto, a associação das áreas que apresentam declividades elevadas, ou seja, relevo movimentado e estão associadas aos afloramentos e solos com maior erodibilidade, como os neossolos e cambissolos, apresentaram os resultados de maior sensibilidade ambiental no que diz respeito à suscetibilidade erosiva, enquanto locais de baixa declividade associados aos solos de baixa erodibilidade, como os latossolos, apresentam menor sensibilidade ambiental.

Chama atenção na análise dos resultados, o fato de que na Área de Abrangência do PACUERA é possível que sejam observadas todas as categorias de sensibilidade ambiental, notando-se tanto zonas pouco sensíveis quanto zonas de alta sensibilidade. Verifica-se que a área no entorno do reservatório da UHE Tibagi Montante, ocupada pelo terço inicial deste (trecho mais próximo à barragem do reservatório), as zonas de maior sensibilidade são mais expressivas, se comparado com a área de abrangência do terço médio e final do reservatório, fato que se dá em grande parte pelos maiores gradientes de declividade associados à solos mais susceptíveis à erosão, sobretudo nas porções mais próximas ao barramento.

Em linhas gerais, é notório que o predomínio de zonas de menor sensibilidade ambiental para a variável Susceptibilidade à Erosão dos Solos se dá através de manchas contínuas que ocorrem paralelo ao reservatório, em locais que ocorre uma elevação menor da lâmina d'água no reservatório, sendo que muitas vezes esta lâmina d'água não extravasa a calha natural existente no rio Tibagi ou as margens/barrancos aluviais deste.

A atribuição das classes de sensibilidade para a variável Susceptibilidade à Erosão dos Solos encontra-se expressa na Tabela 8-2 e para essa variável foi definido o peso de 0,35. Nos mapas de sensibilidade, cada classe será representada com uma cor específica.

Tabela 8-2 – Normalização da variável – Susceptibilidade à erosão dos solos.

| Classe de Sensibilidade | Critério |
|---|---|
| 1 - Ambiente Estável | Latossolos estabelecidos em vertentes pouco movimentadas (predominio de relevo plano a suave ondulado), com declividade variando entre 0 a 12%;<br>Solos hidromórficos estabelecidos em relevo predominantemente plano, com declividade abaixo de 6%. |
| 2 - Ambiente Moderadamente Estável | Latossolos estabelecidos em vertentes movimentadas (predomínio de relevo ondulado), com declividades acima de 12%;<br>Cambissolos e Neossolos estabelecidos em vertentes pouco movimentadas, com declividades abaixo de 6%. |
| 3 - Ambiente Moderadamente Frágil | Cambissolos e Neossolos estabelecidos em vertentes movimentadas, com declividades variando entre 6 a 20%;<br>Afloramentos de rocha estabelecidos em vertentes pouco movimentadas, com declividades abaixo de 12%. |
| 4 - Ambientes Frágil | Cambissolos e Neossolos estabelecidos em vertentes movimentadas (predominio de relevo forte ondulado), com declividades acima de 20%;<br>Afloramentos de rocha estabelecidos em vertentes movimentadas, com declividades acima de 12%. |

A Figura 8-2 apresenta a especialização das áreas de sensibilidade da variável Susceptibilidade à Erosão dos Solos.

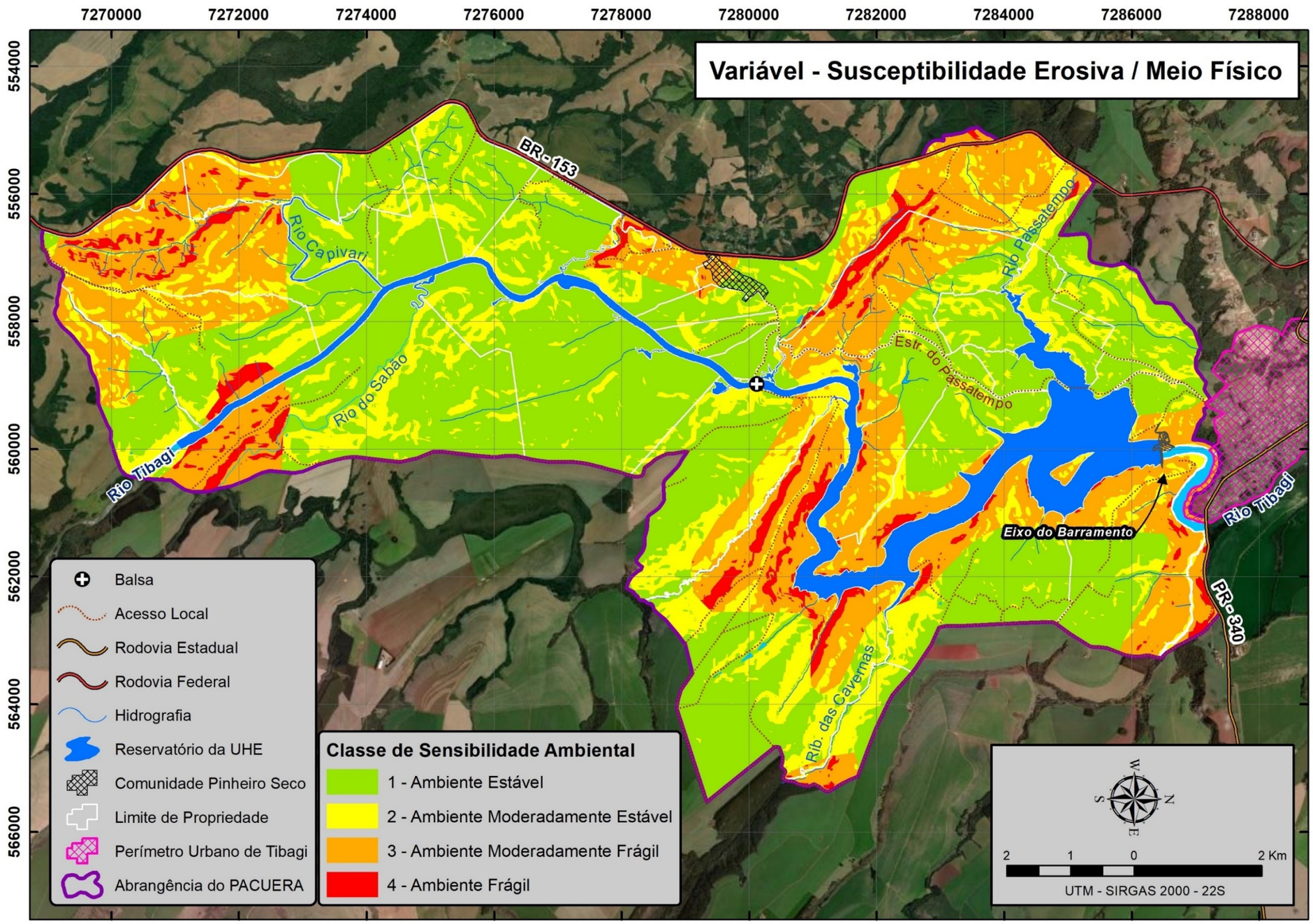



Figura 8-2 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Susceptibilidade à Erosão dos Solos.

### 8.2.2 Aptidão Agrícola

A aptidão agrícola apresenta ampla correlação com a tipologia dos solos existentes, e evidentemente com as declividades e condições do relevo na qual estão inseridos, sendo que os dados foram gerados a partir de metodologia que avalia as possibilidades de uso agrícola dos solos da região em questão.

A Figura 8-3 representa a sensibilidade ambiental associada à aptidão agrícola das terras no entorno do rio Tibagi, mais precisamente na Área de Abrangência do PACUERA. A partir da análise, foi constado que grande parte da Área de Abrangência apresenta um ambiente Estável, e consequentemente uma maior aptidão às práticas agrícolas, pelo fato de apresentarem pouca limitação ao uso agrícola e terras com aptidão boa para lavouras. Via de regra, são locais que apresentam solos com boas condições químicas e físicas e sem impedimentos de mecanização. Também com grande relevância ocorrem áreas que apresentam aptidão agrícola restrita para lavouras, associadas à baixa fertilidade natural das terras e eventualmente impedimentos à mecanização agrícola, que são áreas de sensibilidade ambiental de grau baixo.

Área que apresentam classes Moderadamente Estável e Moderadamente Frágil quanto à aptidão agrícola também ocorrem, no entanto em áreas reduzidas. Nas áreas classificadas como Moderadamente Frágil, ocorrem muitas limitações agrícolas, associadas principalmente à deficiência de fertilidade natural, impedimentos de mecanização e elevada susceptibilidade erosiva, apresentando aptidão agrícola restrita para pastagem plantada e silvicultura. Nas áreas consideradas Frágil, as limitações agrícolas são ainda mais intensas, e também estão associadas a deficiência de fertilidade natural, impedimentos de mecanização e elevada susceptibilidade erosiva, além da deficiência de água, sendo inaptas ao uso agrícola, recomendadas, portanto apenas para preservação dos recursos naturais.

Nas encostas próximas ao reservatório da UHE Tibagi Montante, no seu terço inicial, predominam áreas que apresentam classe de sensibilidade Moderadamente Estável, enquanto no terço médio e final do reservatório predominam áreas que apresentam classe de sensibilidade ambiental Estável.

Áreas que apresentam classe de sensibilidade ambiental Moderadamente Frágil e Frágil se restringem a faixas pontuais contínuas próximas a metade do reservatório e no remanso deste, respectivamente.

A atribuição das classes de sensibilidade para a variável Aptidão Agrícola encontra-se expressa na Tabela 8-3 e para essa variável foi definido o peso de 0,35.

Tabela 8-3 – Normalização da variável – Aptidão Agrícola.

| Classe de Sensibilidade | Critério |
|---|---|
| 1 - Ambiente Estável | Terras que apresentam aptidão agrícola boa para uso com lavouras, e apresenta predomínio de latossolos. |
| 2 - Ambiente Moderadamente Estável | Terras que apresentam aptidão agrícola restrita para uso com lavouras, e apresenta predomínio de cambissolos. |
| 3 - Ambiente Moderadamente Frágil | Terras que apresentam aptidão agrícola restrita para uso com pastagem plantada e/ou silvicultura, e apresenta predomínio de neossolos. |
| 4 - Ambientes Frágil | Terras sem aptidão agrícola, recomendadas para preservação dos recursos naturais. |

A Figura 8-3 apresenta a especialização das áreas de sensibilidade da variável Aptidão Agrícola.

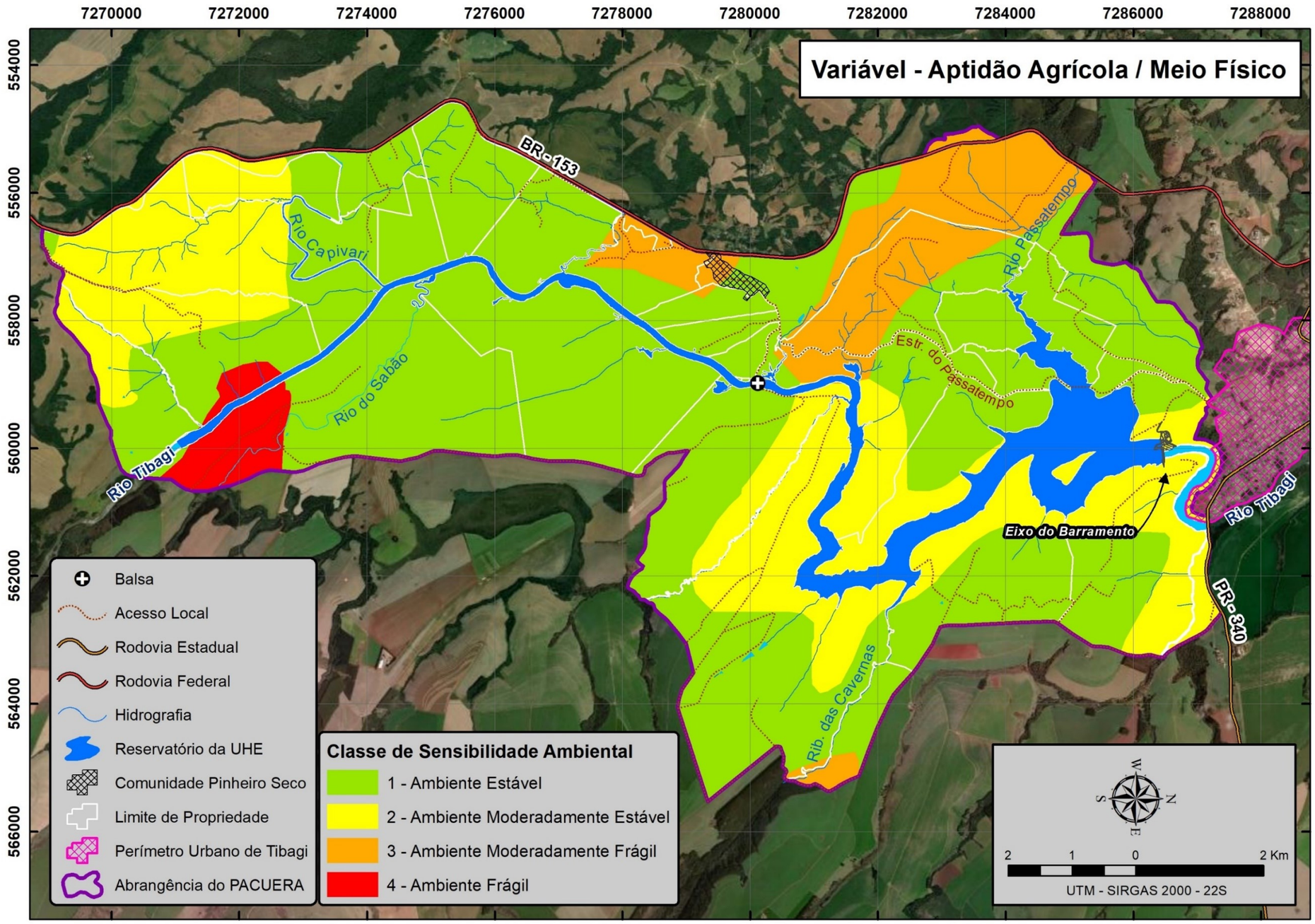



Figura 8-3 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Aptidão Agrícola.

### 8.2.3 Qualidade das Águas

Para determinar a sensibilidade para a variável Qualidade das Águas, foram utilizados os resultados da modelagem matemática desenvolvida para prognosticar potenciais impactos sobre a qualidade da água durante seu enchimento e pós-enchimento.

A modelagem matemática, desenvolvida pela empresa Envex Engenharia e Consultoria, utilizou dados do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água, Limnologia e Ictiofauna da UHE Tibagi Montante, parte integrante da gestão ambiental do empreendimento. Tais dados compreendem resultados das amostragens realizadas trimestralmente, entre os meses de outubro de 2014 a julho de 2015, abrangendo as quatro estações do ano, em seis pontos de amostragem, conforme apresentado na Tabela 8-4.

Tabela 8-4 – Pontos de amostragem da qualidade das águas na UHE Tibagi Montante, utilizados na modelagem matemática

| Ponto de Amostragem | Localização |
|---|---|
| JUS | Jusante do reservatório |
| BAR | Barragem |
| INT | Intermediário |
| REM | Remanso |
| MON | Rio Tibagi, a montante do reservatório |
| TRI | Rio Capivari, tributário da margem esquerda do reservatório |

As simulações do modelo matemático foram realizadas para três cenários de supressão vegetal: 88% (cenário A), 70% (cenário B) e 49% (cenário C). No entanto, os resultados obtidos foram muito semelhantes, independentemente do percentual de vegetação a ser suprimido.

De acordo com a simulação realizada, os parâmetros mais impactados pela formação do reservatório, em qualquer cenário avaliado, são o Oxigênio Dissolvido (OD) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). O primeiro é o mais sensível aos efeitos negativos gerados pelo afogamento da fitomassa remanescente no reservatório e também o mais importante do ponto de vista da fauna aquática; a DBO é um bom indicador da presença de matéria orgânica disponível para degradação – nesse caso, indica a presença de carbono

disponibilizado pela fitomassa afogada. Todos os demais parâmetros simulados apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 para corpos hídricos de classe 2 para todo o período simulado.

Levando-se em consideração, portanto, a similaridade de resultados entre os distintos cenários de supressão da vegetação e a importância daqueles que foram mais impactados pela formação do reservatório, serão aqui utilizados os resultados obtidos para OD e DBO, para o período final de simulação, posterior à estabilização do reservatório (cerca de um ano após o enchimento), que representam qualquer um dos três cenários de supressão da vegetação previstos.

Para a definidação da sensibilidade da qualidade das águas, os resultados da modelagem matemática para OD e DBO foram, em um primeiro momento, categorizados com base na classificação dos corpos d'água, estabelecidos pela Resolução do CONAMA n.º 357/2005.

É importante salientar que, no que se refere à qualidade das águas, quanto piores as condições observadas, mais sensível é o ambiente, devido à possibilidade de comprometimento pela formação do reservatório, que pode acarretar em acúmulo de matéria orgânica e em redução da oxigenação. Assim, levando-se em consideração que, quanto maiores as concentrações de oxigênio dissolvido, melhor é a qualidade da água, a pontuação para esse parâmetro será menor, quanto maiores forem os valores de OD apontados na modelagem. Já para a DBO ocorre o inverso, ou seja, quanto maior a DBO, mais elevada será a pontuação.

Com base nessas premissas, a Tabela 8-5 e Tabela 8-6 apresentam a categorização dos resultados para OD e DBO e a pontuação decorrente atribuída, para a composição da variável Qualidade das Águas.

Tabela 8-5 – Pontuação atribuída para o OD, conforme categorias baseadas na Resolução CONAMA 357/2005.

| Categorização do OD | Pontuação |
|---|---|
| OD > 5,0 mg/L | 1 |
| 4,0 mg/L < OD ≤ 5,0 mg/L | 2 |
| 2,0 mg/L < OD ≤ 4,0 mg/L | 3 |
| OD ≤ 2,0 mg/L | 4 |

Tabela 8-6– Pontuação atribuída para a DBO, conforme categorias baseadas na Resolução CONAMA 357/2005.

| Categorização da DBO | Pontuação |
|---|---|
| DBO ≤ 3,0 mg/L | 1 |
| 3,0 < DBO ≤ 5,0 mg/L | 2 |
| 5,0 < DBO ≤ 10 mg/L | 3 |
| DBO > 10 mg/L | 4 |

Após categorizados e pontuados, os resultados georreferenciados da modelagem matemática para OD e DBO foram sobrepostos e somados, resultando na classe de sensibilidade final para a variável Qualidade das Águas. A classe de sensibilidade final corresponde à soma das pontuações obtidas para OD e DBO e é classificado conforme a Tabela 8-7 e para essa variável foi definido o peso de 0,30.

Tabela 8-7 – Normalização da variável Qualidade das Águas

| Classe de Sensibilidade | Critérios |
|---|---|
| 1 - Ambiente Estável | 2 e 3 pontos |
| 2 - Ambiente Moderadamente Estável | 4 e 5 pontos |
| 3 - Ambiente Moderadamente Frágil | 6 e 7 pontos |
| 4 - Ambientes Frágil | 8 pontos |

A modelagem matemática apresentada durante o processo de licenciamento indicou que, “os resultados das simulações para os três cenários de supressão vegetal simulados foram bastante semelhantes. Assim, sugere-se que, adote-se o Cenário C, ou seja, de 49% da área total passível de supressão, além das recomendações para redução dos impactos sobre a qualidade da água na área do Arroio Passatempo, que incluem estratégias de supressão para minimizar a quantidade de serrapilheira restante e a possiblidade de rebrota/regeneração nas áreas de supressão florestal definidas”, medida essa que foi adotada.

Ou seja, de acordo com a Modelagem aprovada através do Parecer Técnico 27/2019 do IAP (atual IAT), indepententemente do cenário de supressão da vegetação, após a estabilização do reservatório as concentrações de OD e DBO passam a responder às condições de contorno impostas na simulação e se

estabilizam com valores entre 5,5 e 9,0 mg/L e entre 3,0 e 4,0 mg/L, respectivamente. Após a sobreposição dos resultados georreferenciados para esses parâmetros e a soma das pontuações obtidas para cada um, a sensibilidade do reservatório da UHE Tibagi Montante para a Qualidade das Águas resultou em baixa e muito baixa, conforme pode ser observado na Tabela 8-8, que apresenta a espacialização das áreas de sensibilidade para essa variável.

Após a entrada em operação, os resultados apresentados nos monitoramentos trimestrais têm refletido o que foi apresentado na modelagem para OD e resultados até abaixo para DBO, o que é positivo, conforme a tabela 8-8 indica.

Tabela 8-8 – Resultados de OD e DBO na etapa de operação.

| Média Histórica Operação UHE Tibagi Montante | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parâmetro | Out.2019 | Jan.2020 | Abr.2020 | Jul.2020 | Out.2020 | Jan.2021 | Abr.2021 |
| $OD_{Média}$(mg/L) | 8,44 | 7,15 | 7,67 | 8,89 | 7,45 | 7,32 | 7,37 |
| $DBO_{Média}$(mg/L) | 1,67 | 2,16 | 1,67 | <1,00 | 1,54 | 1,62 | 1,56 |

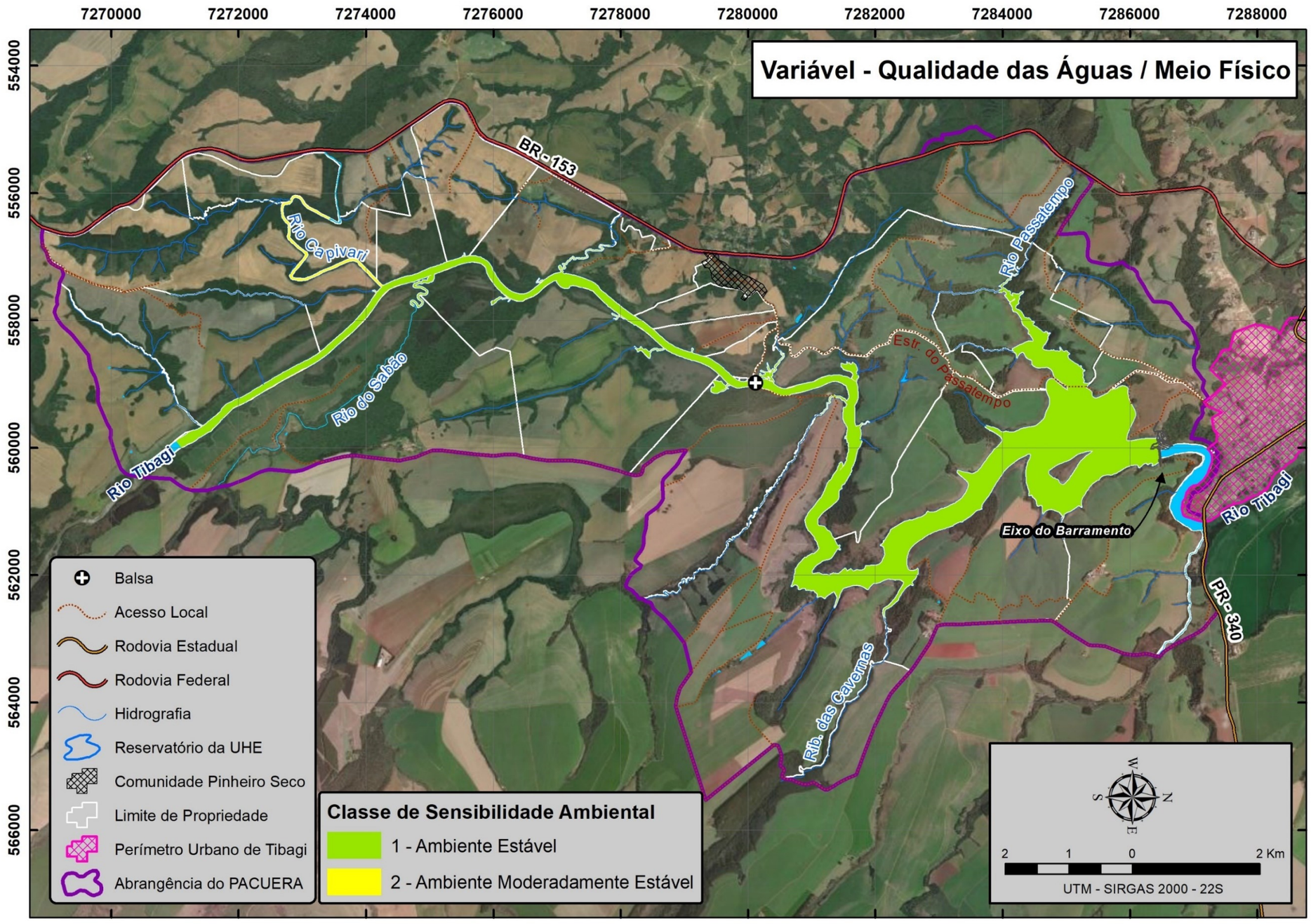



Figura 8-4 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Índice de qualidade da água.

### 8.2.4 Sensibilidade Ambiental para o Meio Físico

Para a elaboração do mapa de sensibilidade para o Meio Físico o valor da nota de cada critério foi multiplicado pelo respectivo peso de cada variável do Meio Físico, cujo resultado foi somado com os valores identificados para as demais variáveis, por meio de técnicas de geoprocessamento.

Em outras palavras, o mapa de Sensibilidade para o Meio Físico (Figura 8-5) é resultante da análise multicritério geoespacial das três variáveis: Susceptibilidade à Erosão dos Solos, Aptidão Agrícola e Qualidade das Água, considerando as notas de cada variável e seus respectivos pesos.

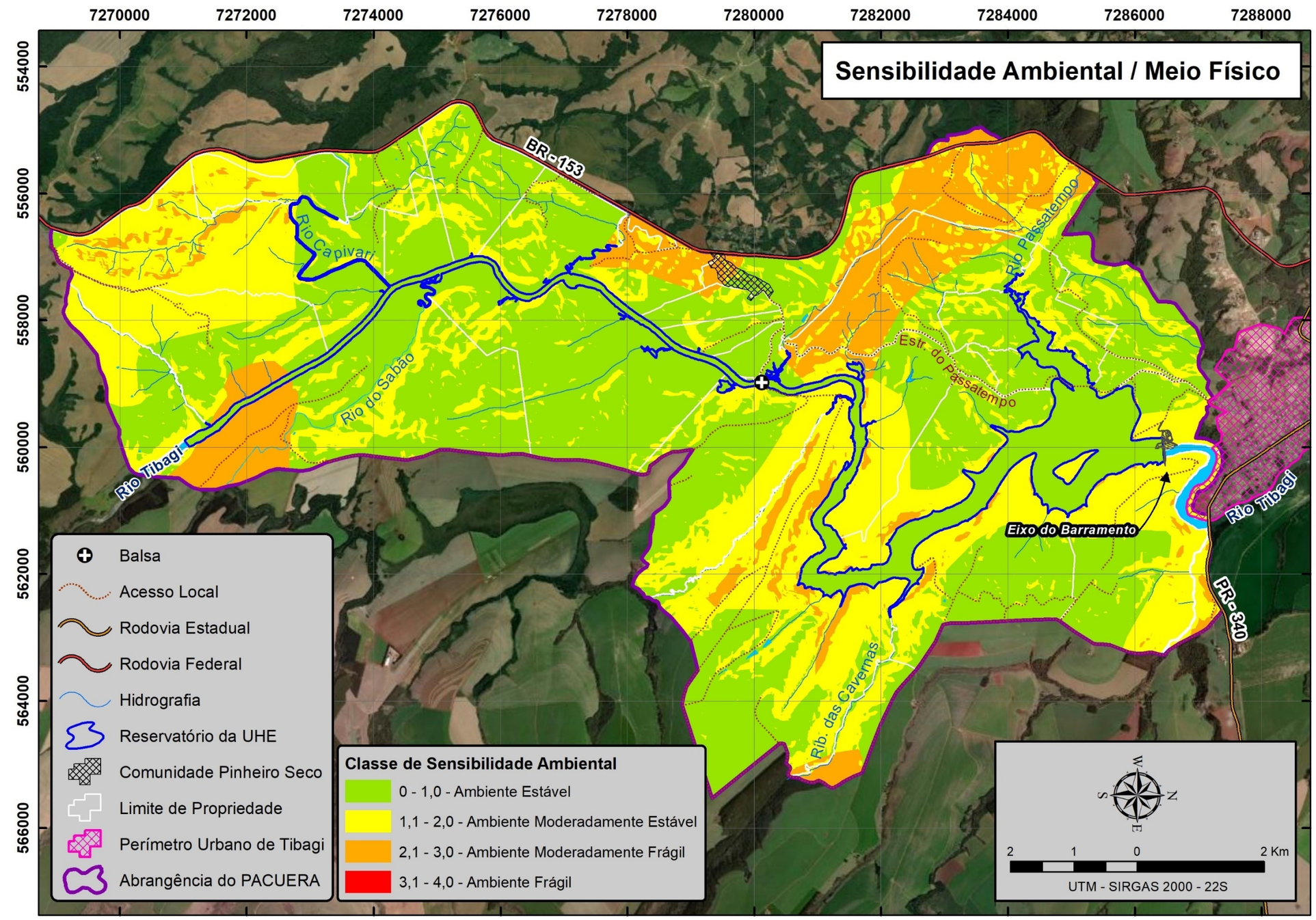



Figura 8-5 – Mapa de Sensilidade Ambiental para o Meio Físico.

Na Figura 8-5, a maior parte da área apresenta-se como classe estável para o Meio Físico, assim como identificado para a área abrangida pelo reservatório. As áreas de classe moderadamente estável (cor amarela) estão mais concentradas na margem direita, principalmente no terço inicial do reservatório (mais próximo ao barramento), abrangendo ainda áreas na margem esquerda. As áreas de classe moderadamente frágil para o meio físico estão concentradas em manchas específicas e não foram identificadas áreas de classe frágil.

## 8.3 CLASSES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL PARA O MEIO BIÓTICO

### 8.3.1 Uso do Solo e Cobertura Vegetal

A Área de Abrangência do PACUERA situa-se numa região originalmente coberta pela Floresta Ombrófila Mista e próxima ao contato com a Floresta Estacional Semidecidual, unidades fitogeográficas pertencentes ao bioma mata Atlântica. Além deste ainda se encontram na área de abrangência tipologias vegetais do domínio Cerrado, onde as principais fisionomias são a Estepe Gramíneo-Lenhosa (Campos Naturais) e a Savana Arborizada.

O uso do solo está bastante relacionado à declividade, pois esta condiciona a possibilidade de mecanização. Áreas de agricultura se estendem pelos terrenos mais planos, geralmente nos topos das colinas e nas encostas suaves. Terrenos com algum impedimento à mecanização, como pedregosidade, excesso de água e maior declividade, são geralmente utilizados para silvicultura ou para pecuária.

A Área de Abrangência caracteriza-se pela agricultura comercial, predominando o trigo, a soja e o milho. Áreas destinadas à pecuária e silvicultura ocupam uma superfície menor na paisagem. Em meio a essas áreas de aproveitamento econômico ocorrem remanescentes de comunidades florestais nativas, em diferentes estágios sucessionais, mas com predomínio de florestas no estágio médio de sucessão. A área com vegetação nativa inundada pelo reservatório, de 215,9 ha, era constituída, em grande parte, por Áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente das propriedades atingidas. É nas margens do rio Tibagi que se observam os fragmentos mais contínuos de vegetação nativa.

As diferentes formas de vegetação apresentam diferentes níveis de importância ecológica. Modificações constantes nos ambientes naturais ao longo

dos anos, principalmente nas últimas décadas através das práticas agropecuárias intensivas, têm contribuído diretamente para as alterações da cobertura vegetal e diminuição da vegetação remanescente.

A Tabela 8-9 abaixo apresenta as classes de uso do solo na área de abrangência do PACUERA

Tabela 8-9 – Uso do Solo e Cobertura Vegetal na área de abrangência do PACUERA

| CLASSE | ÁREA (HECTARES) |
|---|---|
| Afloramento Rochoso | 16,73 |
| Agricultura / Pecuária | 6.006,17 |
| Floresta Secundária em Estágio Inicial | 128,10 |
| Corpo D'Água | 4,44 |
| Estruturas da UHE | 22,68 |
| Floresta Ombrófila Mista | 3.046,85 |
| Formação Pioneira / Influência Fluvial | 268,36 |
| Hidrografia | 51,54 |
| Reflorestamento | 346,88 |
| Reservatório | 683,53 |
| Uso Antrópico | 129,93 |
| **Total Geral** | **10.705,21** |

Para avaliar as áreas que representam diferentes vulnerabilidades em relação à proteção do reservatório e seu entorno, primeiramente foram considerados os ambientes da Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante quanto à sensibilidade, divididos em quatro associações de classes de uso do solo: a) Floresta Ombrófila Mista, Formação Pioneira com Influência Fluvial e Afloramento Rochosos; b) Floresta Secundária em Estágio Inicial, c) Agricultura/Pecuária e Reflorestamento; d) Uso Antrópico.

A áreas de vegetação natural como Floresta Ombrófila Mista por apresentarem, de maneira geral, melhor estado de conservação, uma vez que os fragmentos inseridos nessas tipologias apresentam maior área, conectividade e estágio médio de sucessão; de Formação Pioneira de Influência Fluvial, por ocorrerem em meios com saturação hídrica sazonal possuem peculiaridades, principalmente com relação à florística, que podem estar relacionadas às diferentes unidades geopedológicas; e de Afloramentos Rochosos, por serem originalmente ocupados pela formação Estepe gramíneo-lenhosa com elementos savânicos, e

seus relictos de Refúgios Vegetacionais Rupestres, são considerados ambientes mais sensíveis.

Já as áreas de Floresta Secundária em Estágio Inicial, resultantes de um processo natural de regeneração da vegetação, são consideradas menos sensíveis.

As áreas de Agricultura, Pecuária e Reflorestamento adquirem uma baixa importância ecológica da cobertura vegetal por apresentarem ambientes muito pobres em biodiversidade.

As áreas de Uso Antrópico são as que possuem menor valor ecológico.

A tabela a seguir apresenta o resumo das classes de sensibilidade

Tabela 8-10- Classes de sensibilidade para Cobertura Vegetal

| Classe de Sensibilidade | Critério |
|---|---|
| 1 – Muito Baixa | Uso antrópico com impermeabilização de solo – Sensibilidade Ambiental **Muito Baixa** |
| 2- Baixa | Agricultura, pecuária e reflorestamento - Sensibilidade Ambiental **Baixa** |
| 3- Médio | Floresta Secundária em Estágio Inicial – Sensibilidade Ambiental **Médio** |
| 4 – Alto | Áreas de vegetação natural como Floresta Ombrófila Mista e afloramentos rochosos. – Sensibilidade Ambiental **Alto** |

O Mapa apresentado na figura a seguir apresenta as áreas de sensibilidade ambiental considerando a cobertura vegetal presente da Área de Abrangência do PACUERA.

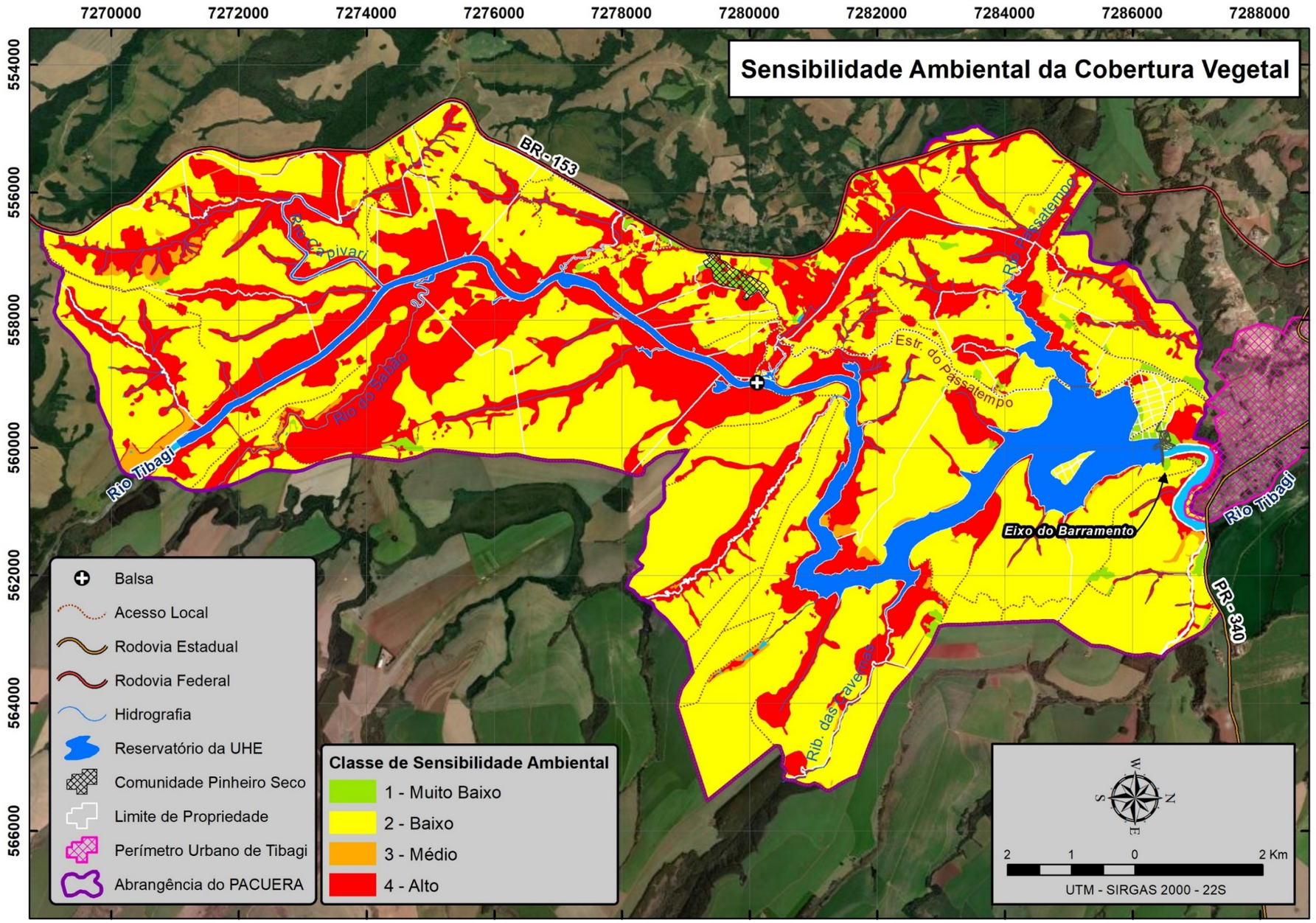



Figura 8-6 – Sensibilidade ambiental da Cobertura Vegetal

Através do mapa de classes de sensibilidade de cada área, poderá ser inferida aquelas que representam maior vulnerabilidade à proteção do reservatório e do seu entorno. Segundo ROSS (2004), os ambientes, quando em desequilíbrio, cujas intervenções antrópicas modificaram intensamente os ambientes naturais através de desmatamentos e práticas econômicas diversas são considerados ambientes instáveis e os ambientes quando em equilíbrio diâmico, encontrando-se em seu estado natural são considerados estáveis. Desse modo, foram utilizadas as definições de ROSS (2004), que estabelecem uma hierarquia de graus de proteção aos solos pelo tipo de cobertura vegetal e uso estabelecido.

Assim, as classes de uso do solo e cobertura vegetal foram consideradas como de maior ou menor grau de vulnerabilidade em função do grau de proteção do solo, o qual pode determinar a redução ou a potencialização dos processos erosivos e de movimentos de massa. Ou seja, em relação ao reservatório da UHE Tibagi Montante, foram considerados os ambientes mais conservados como de menor grau de vulnerabilidade ou Estável e os ambientes mais degradados como de maior grau de vulnerabilidade ou Frágil, uma vez que estes últimos necessitarão de medidas de recomposição e manejo para se integrarem a paisagem local.

Assim, as classes de Floresta Ombrófila Mista, Formação Pioneira com Influência Fluvial e Afloramento Rochosos foram considerados como de maior estabilidade por conferirem maior proteção ao solo, reduzirem o impacto das águas das chuvas, dificultando o carreamento das partículas do solo, além de diminuir o escoamento superficial, uma vez que aumenta a infiltração da água no perfil do solo. Estes ambientes, por serem mais estáveis, necessitam de menores intervenções de recuperação ambiental em relação ao uso do reservatório e foram considerados como de menor vulnerabilidade em relação ao reservatório.

A classe de Floresta Secundária em Estágio Inicial de Sucessão foram considerados de estabilidade moderada e necessitarão de menores intervenções para sua recuperação no entorno do reservatório. Dessa forma, foi considerada de baixo grau de vulnerabilidade ambiental, classificada como Ambiente Moderadamente Estável.

Os sistemas agropecuários e silviculturais, atividades são atividades consideradas modificadoras do ambiente original,. Esses ambientes, quando presentes na APP do reservatório devem ser objeto de recuperação florestal. Assim, a associação de áreas consideradas como Agricultura/Pecuária e Reflorestamento; foram considerados de médio grau de vulnerabilidade, classificados como Ambiente Moderadamente Frágil.

Por último, a classe de Uso Antrópico, por serem áreas altamente impactadas, representam áreas altamente frágeis em relação à qualidade ambiental. Estes ambientes quando presentes na APP do reservatório devem ser recuperados para que a área retorno a sua condição natural.

A atribuição das Classes de vulnerabilidade em relação ao reservatório para a o Uso do Solo e Cobertura vegetal encontra-se expressa na Tabela 8-11 e para essa variável foi definido o peso de 0,3.

Tabela 8-11- Normalização da variável Uso do Solo e Cobertura Vegetal

| Classe de Sensibilidade | Critério |
|---|---|
| 1 - Ambiente Estável | Ambiente Estável (Áreas de Floresta Ombrófila Mista, Formação Pioneira com Influência Fluvial e Afloramentos Rochosos) |
| 2 - Ambiente Moderadamente Estável | Ambiente Moderadamente Estável (Áreas de Florestas Secundárias em Estágio Inicial) |
| 3 - Ambiente Moderadamente Frágil | Ambiente Moderadamente Frágil (Áreas de Agricultura/Pecuária e Reflorestamento) |
| 4 - Ambientes Frágil | Ambientes Frágil (Áreas Antropizadas) |

A Figura 8-7 apresenta a especialização das áreas de classe de sensibilidade ambiental da variável Uso do Solo e Cobertura Vegetal.

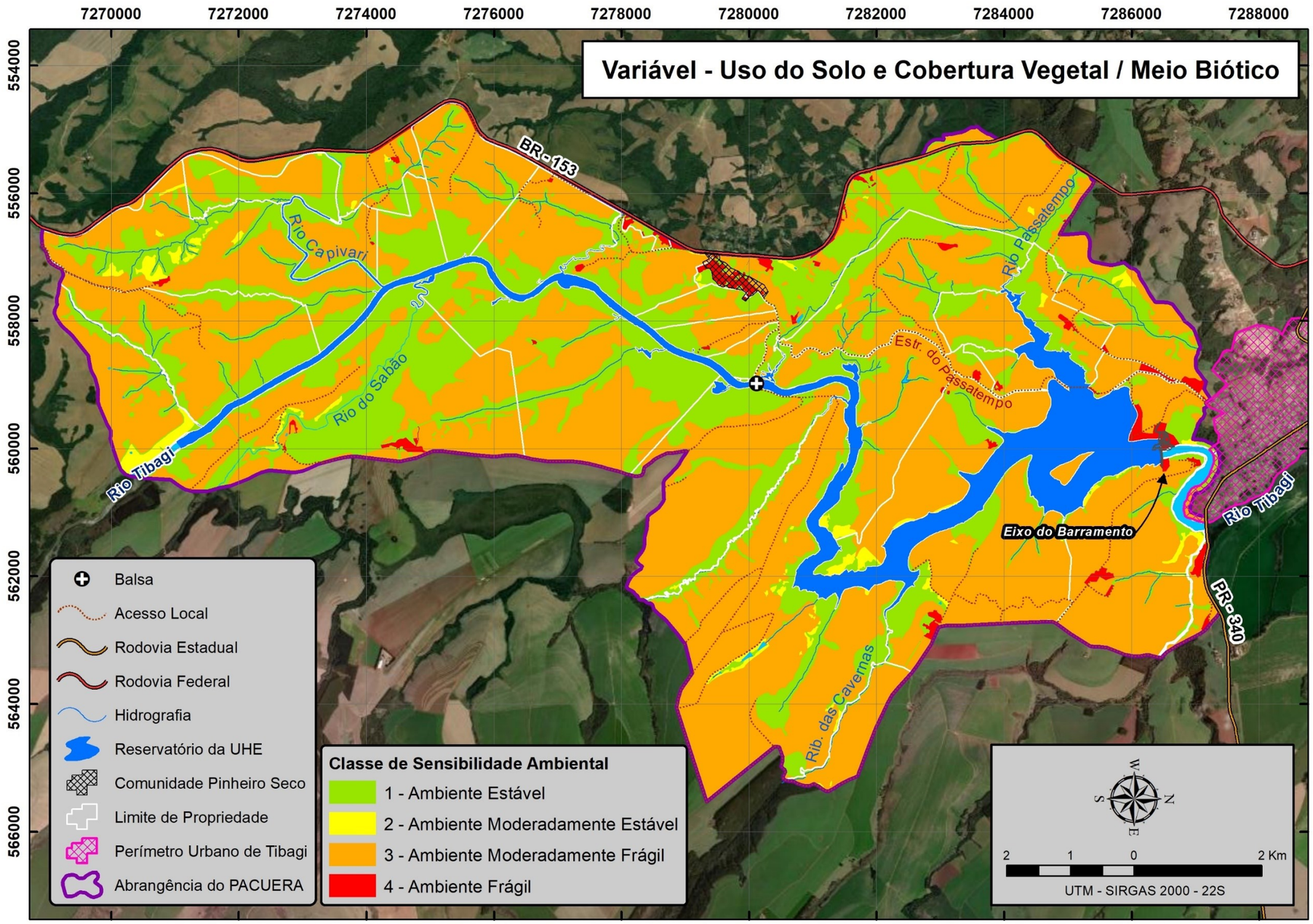



Figura 8-7 – Classe de sensibilidade para a variável Uso do Solo e Cobertura Vegetal

A espacialização das áreas de vulnerabilidade em relação ao reservatório para a variável Uso do Solo e Cobertura Vegetal demonstra que a maior parte das áreas encontra-se na classe Moderadamente Frágil, correspondendo às classes de uso do solo de agricultura/pecuária e reflorestamento. Próximo aos cursos d'água e reservatório as áreas estão enquadradas em classes Estável e Moderadamente Estável de sensibilidade. As áreas classificadas como Ambiente Frágil aparecem em locais próximo ao barramento e em algumas áreas isoladas mais afastadas do reservatório.

### 8.3.2 Proximidade de Remanescente Florestal aos Cursos D' Água

As influências que os cursos d'água têm sobre as florestas são dinâmicas em frequência e intensidade e estão sujeitas ao tempo. Além disso, dependem de características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas e hidrográficas, locais e regionais (CHRISTOFOLETTI, 1979 APUD MANTOVANI, 1989). Pela própria natureza do ecossistema em declive, encontram-se transições em solo, em vegetação e um grande gradiente em umidade do solo (REICHARDT, 1989). Este último, geralmente impõe o tipo de vegetação.

A existência de remanescentes próximos aos cursos d'água está diretamente ligada à qualidade e à manutenção dos recursos hídricos, evitando a erosão das margens e assoreamento dos corpos de água, o que ainda pode ser caracterizado como presença ou ausência da mata ciliar no rio Tibagi e seus afluentes, indicativo de suma importância no quesito saúde dos rios ou das nascentes.

As matas ciliares, vegetação próxima a cursos d'água, podem ser consideradas corredores de floresta se elas ligam remanescentes florestais. Portanto, paralelamente à função de controle do assoreamento dos rios, as matas ciliares podem fornecer contato entre populações animais que vivem em fragmentos florestais. Os corredores de floresta se constituem em um instrumento constantemente mencionado em Planos de Manejo de unidades de conservação como importante fator à conservação biológica em paisagens fragmentadas (HADDAD, 2000).

Os ambientes aquáticos são igualmente importantes, não só para a ictiofauna, mas para a fauna em geral que tem no recurso hídrico um elemento fundamental para sua sobrevivência.

Desta forma, para avaliar a classe de sensibilidade para essa variável foi definido que os ambientes de floresta na APP dos rios e tributários, considerando a distância de 100 metros para o rio principal e reservatório e de 50 m para tributários com largura entre 10 e 50 m e de 30m para os tributários com largura menor que 10 metros, como sendo de Ambiente Estável, uma vez que esses ambientes apresentam melhor qualidade ambiental. Os fragmentos florestais com distância de até 300 metros para o rio principal e de 90 m e 150 m para os tributários dependendo da sua largura foram considerados Ambientes Moderadamente Estável. Para os fragmentos com distância acima destes valores e os fragmentos florestais isolados foram considerados de Ambiente Moderadamente Frágil. Já o Ambiente Frágil foi atribuído aos ambientes sem presença de floresta.

A atribuição das classes de sensibilidade para a variável Proximidade do Remanescente aos Cursos D'água, encontra-se expressa na Tabela 8-12 e para essa variável foi definido o peso de 0,3.

Tabela 8-12 - Normalização da variável Proximidade de Remanescente aos Cursos D'Água

| Classe de Sensibilidade | Critério |
|---|---|
| 1 - Ambiente Estável | Ambientes florestais com distância de 100 metros para o rio principal e de 30 m e 50 m para os tributários dependendo da sua largura |
| 2 - Ambiente Moderadamente Estável | Ambientes florestais com distância de até 300 metros para o rio principal e de 90 m e 150 m para os tributários dependendo da sua largura |
| 3 - Ambiente Moderadamente Frágil | Ambientes florestais com distância acima de 300 metros para o rio principal e de 90 m e 150 m para os tributários dependendo da sua largura e fragmentos florestais isolados |
| 4 - Ambientes Frágil | Ausência de ambientes florestais |

A Figura 8-8 apresenta a especialização das áreas de sensibilidade da variável Proximidade de Remanescentes Florestais aos curso d'água.

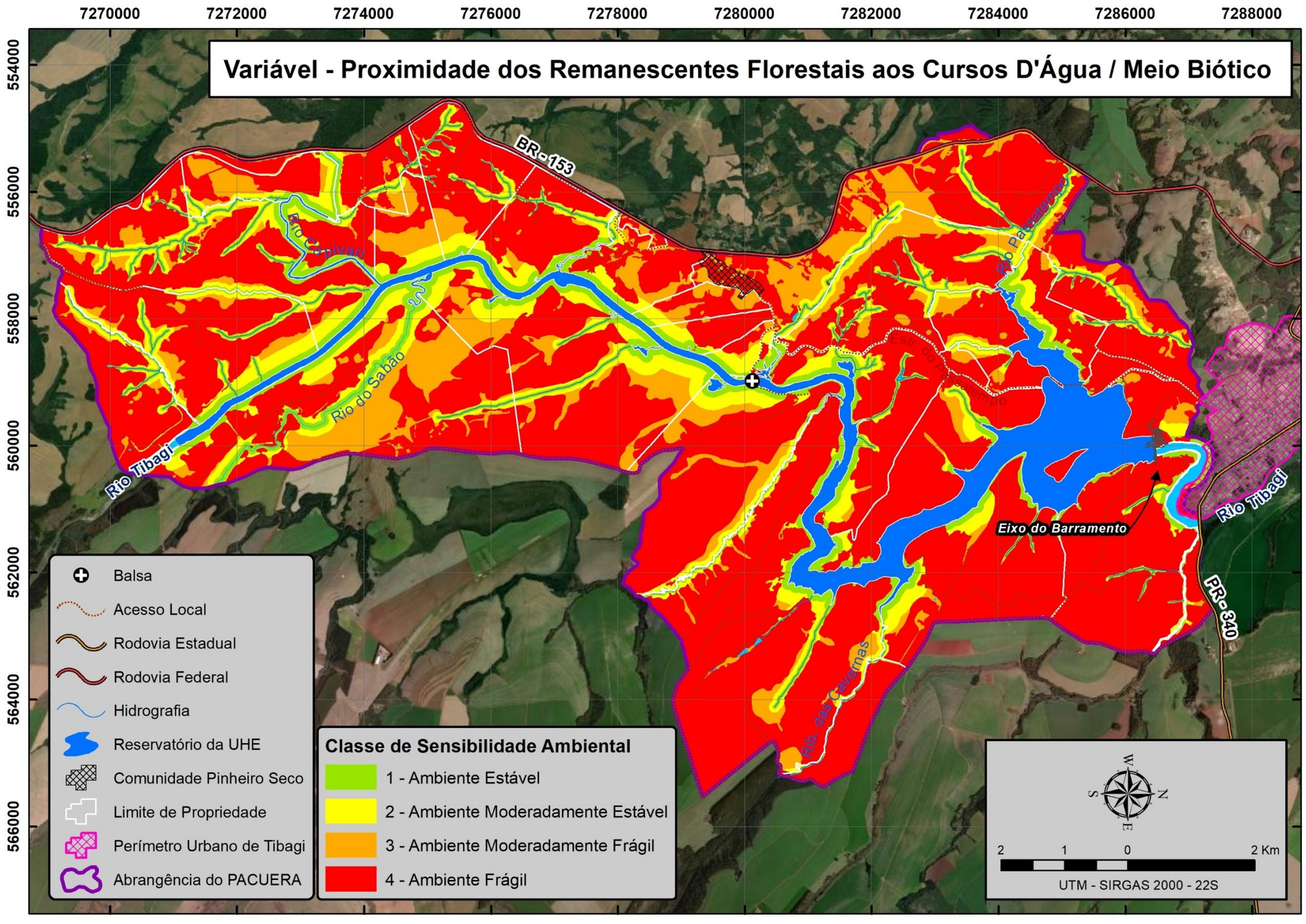



Figura 8-8 - Classes de sensibilidade para a variável Proximidade de Remanescentes Florestais aos cursos d'água

A maior parte das áreas com remanescentes florestais encontram-se conectadas com os cursos d'água, sendo estas consideradas Estáveis a Moderadamente Estáveis dependendo da proximidade aos corpos d'água.

As áreas com classe Moderadamente Frágil são constituídas por ambientes florestais mais distantes dos corpos d'água e fragmentos de floresta isolados e dispersos na paisagem.

A classe de Ambiente Frágil foi atribuída aos ambientes sem floresta, por não contribuírem de forma eficaz na proteção dos corpos d'água.

### 8.3.3 Hábitats Importantes para Flora e Fauna

Para avaliar os hábitats importantes para a flora e fauna foram analisadas a composição e disposição dos elementos da paisagem. Para tanto, adotou-se abordagens utilizadas em ecologia da paisagem, considerando os seguintes aspectos:

- tamanho do fragmento;
- forma;
- heterogeneidade (diversidade de ambientes existentes);
- conectividade: grau de isolamento, ou seja, tipos de conexão existentes entre os remanescentes que impedem ou favorecem o fluxo das espécies.

Em relação ao tamanho do fragmento, sabe-se que embora existam estudos visando conhecer o tamanho mínimo de um fragmento para a manutenção integral ou em grande parte de seus aspectos bióticos e abióticos, observa-se que as áreas maiores mantêm melhor suas características originais ou possuem maior riqueza específica (WILLIS, 1979; BIERREGAARD & STOUFER, 1997).

Segundo FORMAN (1997), diferentes formas de fragmentos podem ser encontradas na paisagem desde as curvilíneas, compactas ou alongadas, até as arredondadas. O ideal, no entanto, é que elas sejam o mais próximo possível a forma circular, pois este formato minimiza a relação borda-área, cujo centro encontra-se mais distante das bordas do que qualquer outra forma, especialmente as alongadas (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Sendo assim, o principal aspecto da forma do fragmento é a sua relação com o efeito de borda (SÁ VOLATÃO, 1998). As características da borda podem afetar os organismos do fragmento, fazendo com que eles tendam a evita-lo, dadas as alterações nas condições bióticas e

abióticas. Entre as alterações abióticas estão pronunciados efeitos sobre o microclima, tais como: aumento da temperatura, redução da umidade, aumento da luminosidade, aumento da exposição aos ventos e stress hídrico (MURCIA, 1995).

O nível de conectividade entre remanescentes permite avaliar tanto o grau de isolamento dos fragmentos quanto à interação entre diferentes hábitats. Áreas muito fragmentadas e com baixa conectividade tendem a ser regiões restritivas a manutenção da fauna e flora, principalmente para as populações da fauna, devido a pequenas áreas apresentarem menores ofertas de abrigo e alimento. Entre os hábitats considerados na região importantes para a manutenção da fauna e da flora local estão os corredores ecológicos.

Para cada aspecto considerado foram atribuídos valores numéricos (pontuações), posteriormente integrados mediante o somatório de todos os pontos obtidos, resultando em classes de qualidade que expressam a importância biológica e ecológica das áreas selecionadas (Tabela 8-13).

Tabela 8-13 - Aspectos considerados para a valoraçãodos fragmentos.

| Aspectos | Critérios | Pontuação |
|---|---|---|
| Tamanho | Inferior a 50 ha | 1 |
| | Entre 50 e 150 ha | 2 |
| | Entre 150 a 350 | 3 |
| | Superior a 350 ha | 4 |
| Formato | Irregular e alongado | 1 |
| | Próximo ao circular/ compacto | 2 |
| Heterogeneidade | Homogêneo | 1 |
| | Heterogêneo (dois tipo de ambiente) | 2 |
| | Heterogêneo (mais de dois tipos de ambiente) | 3 |
| Conectividade | Baixa conectividade (Isolado / descontínuo) | 1 |
| | Média conectividade (pontos de conexão) | 2 |
| | Alta conectividade (ciliar contínua/ corredores) | 3 |

As áreas foram avaliadas de acordo com o sistema de pontuação apresentado na Tabela 8-14 e os valores obtidos podem ser observados na Tabela 8-15. Para efeito de análise foram considerados 123 fragmentos, totalizando 3.460,05 ha, o que representa 32% da Área de Abrangência do PACUERA.

Em relação ao Tamanho do Fragmento, os valores variaram entre 0,08 ha, o menor e 852,08, o maior. Apenas 3 fragmentos possuem tamanho maior que 600 ha.

A métrica de Forma expressa o quanto o fragmento é próximo a um círculo e quanto mais próximo de 1 for o valor, a forma do fragmento é mais parecida com um círculo. A maioria dos fragmentos analisados, 103 fragmentos, representando 83,7% do total, se enquadrou no critério próximo a circular / compacto obtendo valor até 3. Poucos fragmentos, apenas 20, se enquadraram como irregulares, obtendo valores acima de 3, alcançando 11 pontos, o mais irregular.

Quanto a Heterogeneidade dos fragmentos, a avaliação demonstrou que 114 (92%) ficou enquadrado como homogêneo, sendo constituídos por uma classe de uso do solo. Oito fragmentos foram enquadrados como heterogêneos com dois tipos de ambiente e apenas um fragmento, o maior de todos, possui 3 classes de uso do solo.

A análise da Conectividade, demonstrou que 107 fragmentos, representando (87% do total) foram considerados como de baixa conectividade. Esses fragmentos de forma geral estão isolados e distantes dos corpos d'água. Dez fragmentos foram considerados como de média conectividade, com alguns pontos de conexão e menor continuidade. Os fragmentos considerados como de alta conectividade, 6 fragmentos, são aqueles com conexão continua com as matas ciliares formando corredores, em especial ao longo do rio Tibagi.

Tabela 8-14 - Pontuação dos fragmentos

| FRAGMENTO | TAMANHO | PONTOS | FORMA | PONTOS | HETERROGENEIDADE | PONTOS | CONECTIVIDADE | PONTOS | SOMA DOS PONTOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,55 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 2 | 0,27 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 3 | 2,77 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 4 | 1,22 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 5 | 0,63 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 6 | 0,78 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 7 | 0,18 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 8 | 3,13 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 9 | 0,31 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 10 | 0,46 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 11 | 0,18 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 12 | 1,41 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 13 | 0,11 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 14 | 1,59 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 15 | 0,42 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 16 | 0,11 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 17 | 621,36 | 4 | Irregular | 1 | Heterogêneo com 2 classes | 2 | Alta conectividade | 3 | 10 |
| 18 | 1,45 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 19 | 0,29 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 20 | 0,13 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 21 | 0,14 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 22 | 0,44 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |

| FRAGMENTO | TAMANHO | PONTOS | FORMA | PONTOS | HETERROGENEIDADE | PONTOS | CONECTIVIDADE | PONTOS | SOMA DOS PONTOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 0,18 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 24 | 0,41 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 25 | 181,59 | 3 | Irregular | 1 | Heterogêneo com 2 classes | 2 | Alta conectividade | 3 | 9 |
| 26 | 0,12 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 27 | 0,28 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 28 | 0,23 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 29 | 4,34 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 30 | 0,15 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 31 | 0,52 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 32 | 0,67 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 33 | 0,47 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 34 | 0,21 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 35 | 0,94 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 36 | 0,35 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 37 | 0,44 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 38 | 0,57 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 39 | 24,11 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Média conectividade | 2 | 6 |
| 40 | 0,32 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 41 | 3,41 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 42 | 0,25 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 43 | 0,08 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 44 | 0,76 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 45 | 0,94 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 46 | 1,15 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |

| FRAGMENTO | TAMANHO | PONTOS | FORMA | PONTOS | HETERROGENEIDADE | PONTOS | CONECTIVIDADE | PONTOS | SOMA DOS PONTOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 47 | 0,24 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 48 | 0,33 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 49 | 317,08 | 3 | Irregular | 1 | Heterogêneo com 2 classes | 2 | Alta conectividade | 3 | 9 |
| 50 | 0,48 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 51 | 0,67 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 52 | 0,27 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 53 | 1,49 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 54 | 0,48 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 55 | 1,38 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 56 | 0,38 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 57 | 0,60 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 58 | 0,36 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 59 | 2,76 | 1 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 4 |
| 60 | 0,21 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 61 | 13,82 | 1 | Irregular | 1 | Heterogêneo com 2 classes | 2 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 62 | 0,23 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 63 | 0,21 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 64 | 0,57 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 65 | 0,40 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 66 | 0,57 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 67 | 0,21 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 68 | 117,09 | 2 | Irregular | 1 | Heterogêneo com 2 classes | 2 | Alta conectividade | 3 | 8 |
| 69 | 101,76 | 2 | Irregular | 1 | Heterogêneo com 2 classes | 2 | Media conectividade | 2 | 7 |
| 70 | 0,36 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |

| FRAGMENTO | TAMANHO | PONTOS | FORMA | PONTOS | HETERROGENEIDADE | PONTOS | CONECTIVIDADE | PONTOS | SOMA DOS PONTOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 71 | 13,04 | 1 | Irregular | 1 | Heterogêneo com 2 classes | 2 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 72 | 698,60 | 4 | Irregular | 1 | Heterogêneo com 2 classes | 2 | Alta conectividade | 3 | 10 |
| 73 | 0,11 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 74 | 0,20 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 75 | 0,31 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 76 | 0,65 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 77 | 0,20 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 78 | 14,23 | 1 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 4 |
| 79 | 28,02 | 1 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Media conectividade | 2 | 5 |
| 80 | 3,20 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 81 | 2,45 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 82 | 3,50 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 83 | 0,56 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 84 | 107,71 | 2 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Media conectividade | 2 | 6 |
| 85 | 0,45 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 86 | 0,43 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 87 | 3,27 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 88 | 1,73 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 89 | 5,62 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 90 | 0,38 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 91 | 0,24 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 92 | 0,17 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 93 | 1,50 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 94 | 61,49 | 2 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Media conectividade | 2 | 6 |

| FRAGMENTO | TAMANHO | PONTOS | FORMA | PONTOS | HETERROGENEIDADE | PONTOS | CONECTIVIDADE | PONTOS | SOMA DOS PONTOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 95 | 0,12 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 96 | 1,44 | 1 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 4 |
| 97 | 0,96 | 1 | Prox ao circula | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 98 | 35,80 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Media conectividade | 2 | 6 |
| 99 | 41,81 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Media conectividade | 2 | 6 |
| 100 | 0,96 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 101 | 45,55 | 1 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Media conectividade | 2 | 5 |
| 102 | 0,68 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 103 | 0,16 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 104 | 0,20 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 105 | 0,49 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 106 | 0,20 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 107 | 0,80 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 108 | 0,54 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 109 | 13,49 | 1 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 4 |
| 110 | 3,29 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 111 | 1,78 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 112 | 1,35 | 1 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 4 |
| 113 | 0,79 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 114 | 0,18 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 115 | 0,17 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 116 | 0,91 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 117 | 852,08 | 4 | Irregular | 1 | Heterogêneo com 3 classes | 3 | Alta conectividade | 3 | 11 |
| 118 | 0,20 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |

| FRAGMENTO | TAMANHO | PONTOS | FORMA | PONTOS | HETERROGENEIDADE | PONTOS | CONECTIVIDADE | PONTOS | SOMA DOS PONTOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 119 | 46,29 | 1 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Media conectividade | 2 | 5 |
| 120 | 0,46 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 121 | 0,54 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 5 |
| 122 | 4,58 | 1 | Irregular | 1 | Homogêneo | 1 | Baixa conectividade | 1 | 4 |
| 123 | 33,81 | 1 | Prox ao circular | 2 | Homogêneo | 1 | Media conectividade | 2 | 6 |

Mediante a pontuação total de cada fragmento foi definida a atribuição das classes de sensibilidade para a Hábitats Importantes para Flora e Fauna, expressa na Tabela 8-15 e para essa variável foi definido o peso de 0,4.

Tabela 8-15 – Normalização da variável Habitats importantes para a fauna

| Classe de Sensibilidade | Critérios |
|---|---|
| 1 - Ambiente Estável | Acima de 10 pontos |
| 2 - Ambiente Moderadamente Estável | Entre 7 e 9 pontos |
| 3 - Ambiente Moderadamente Frágil | Abaixo de 6 pontos |
| 4 - Ambientes Frágil | Ausência de habitats importantes para flora e fauna |

Após a soma dos pontos em cada aspecto avaliado, as áreas foram especializadas de acordo com sua classe de sensibilidade para a flora e fauna, conforme apresentado na Figura 8-9.

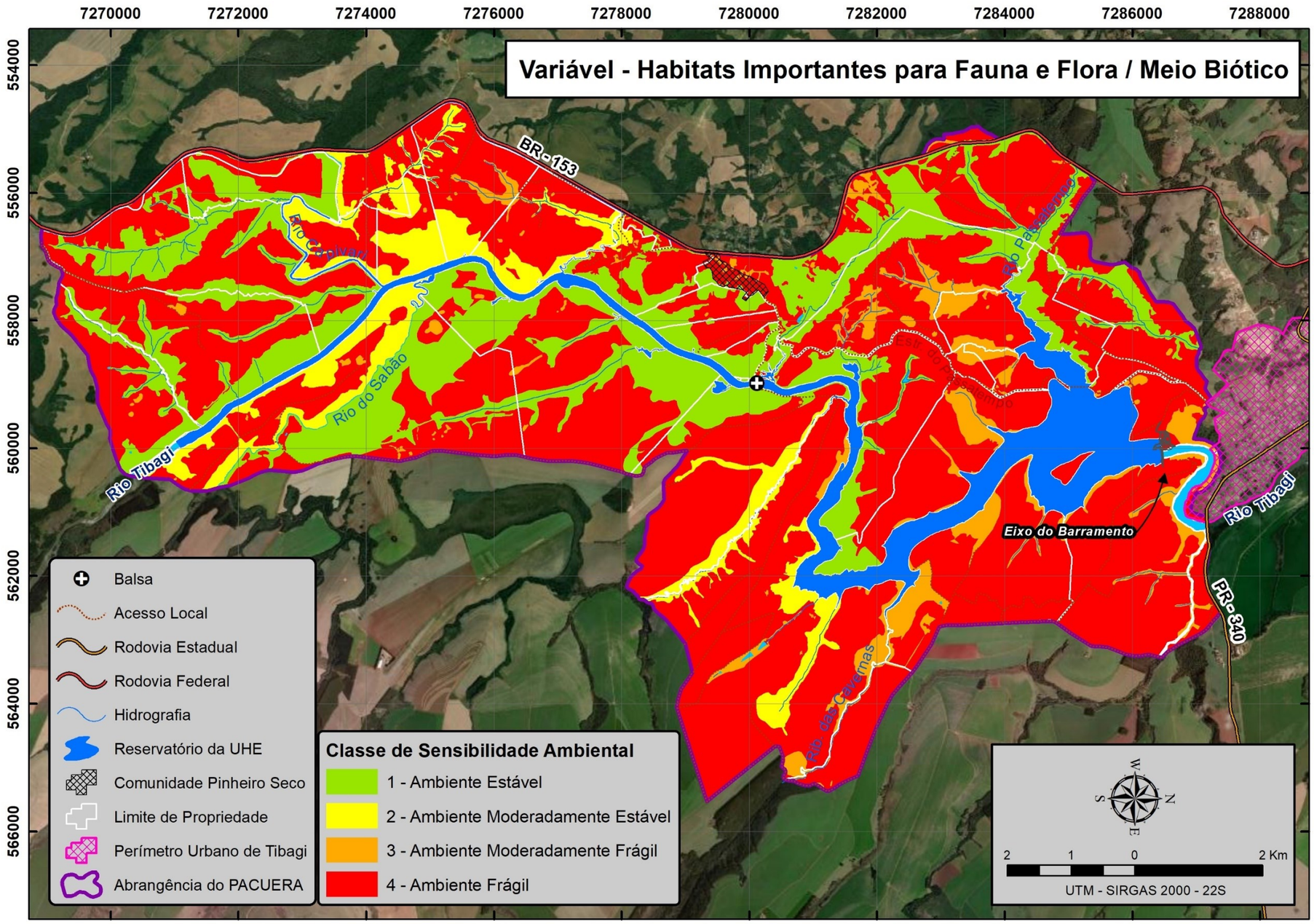



Figura 8-9 - Classes de sensibilidade para a variável Hábitats importantes para  a Fauna e a Flora

As áreas Estáveis são aquelas que possuem os melhores atributos como fragmentos de maior tamanho, menor efeito de borda, mais heterogêneos e com conectividade formando corredores, demonstrando melhor importância biológica e ecológica para a flora e fauna. De modo geral, estas áreas estão localizadas no entorno do curso do rio Tibagi.

As áreas consideradas Moderadamente Estável são formadas por fragmentos de menor tamanho, com maior efeito de borda, mais homogêneos e com baixo grau de conectividade/ou isolados e dispersos na paisagem.

As áreas sem presença de habitats naturais foram enquadradas como Ambientes Moderadamente Frágil e Ambientes Frágeis, por não oferecerem suporte adequado para a manutenção da flora e fauna nativa.

### 8.3.4 Sensibilidade Ambiental para o Meio Biótico

Para a elaboração do mapa de sensibilidade para o Meio Biótico o valor da nota de cada critério foi multiplicado pelo respectivo peso de cada variável do Meio Biótico, cujo resultado foi somado com os valores identificados para as demais variáveis, por meio de técnicas de geoprocessamento.

Assim, o mapa de Sensibilidade para o Meio Biótico é resultante da sobreposição das 3 variáveis: Uso do Solo e Cobertura Vegetal, Proximidade de Remanescentes Florestais aos Corpos D’água e Habitats Importantes para a Flora e Fauna, considerando seus respectivos pesos (Figura 8-10).

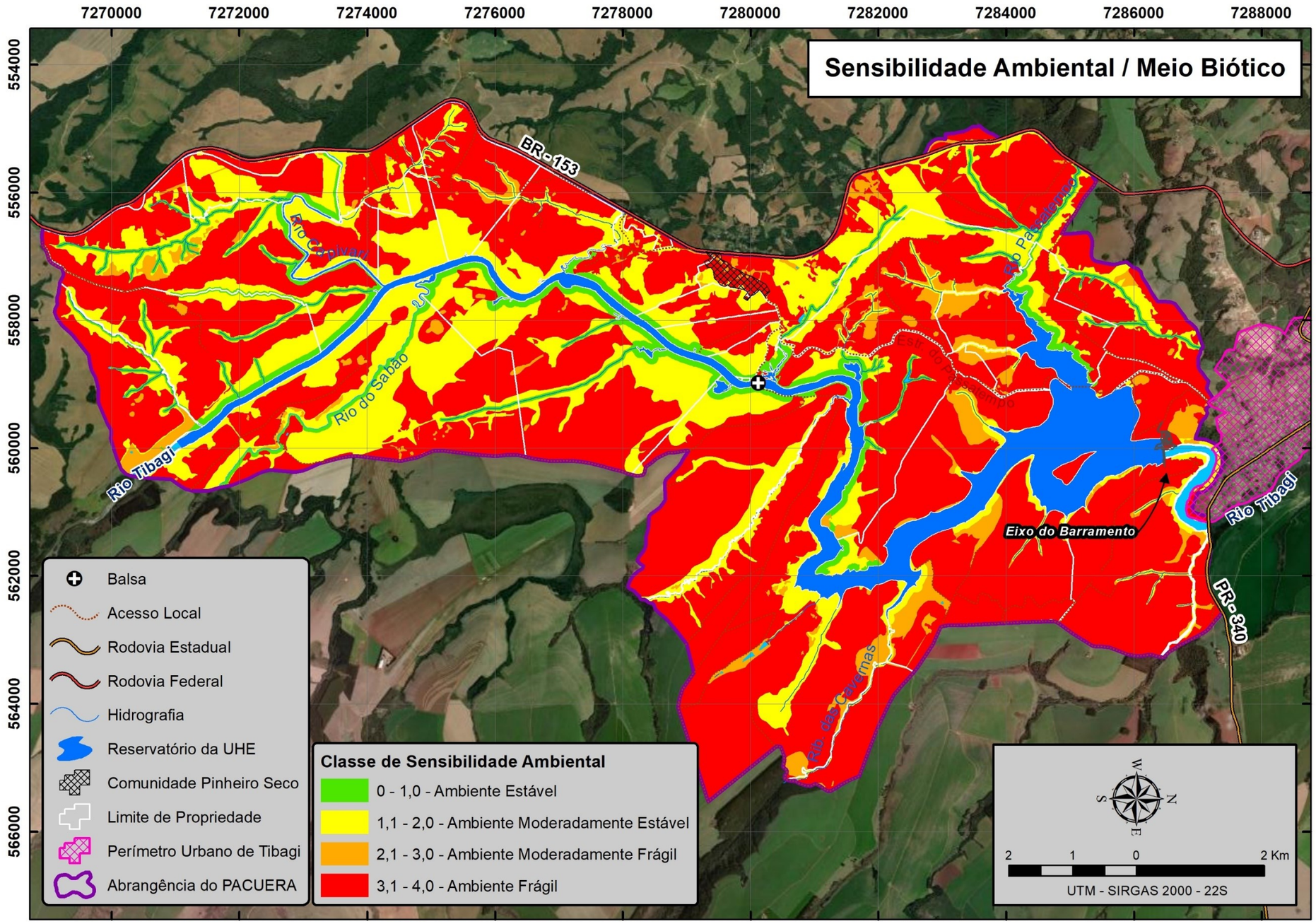



Figura 8-10 - Mapa de Sensilidade Ambiental para o Meio Biótico.

–

Como pode ser observado no mapa de Sensibilidade Ambiental do Meio Biótico, os remanescentes considerados Estável e Moderadamente Estável estão em sua maioria conectados por meio da APP do reservatório ou dos afluentes do rio Tibagi, que futuramente poderão auxiliar na manutenção da fauna e flora nas proximidades ao reservatório. As áreas sem vegetação natural são aquelas consideradas como Ambiente Moderadamente Frágil e Frágil, necessitando de manejo para recomposição quando eles estiverem em áreas da APP do reservatório.

## 8.4 CLASSES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL PARA O MEIO SOCIOECONÔMICO

A seguir são descritas as variáveis utilizadas para definir a sensibilidade ambiental para o meio socioeconômico do PACUERA.

### 8.4.1 Áreas Remanescente das Propriedades

O critério avalia ao grau de impacto do reservatório e da APP em relação às propriedades da área de abrangência. Quanto maior o impacto sobre determinada propriedade, maior o grau de sensibilidade.

Importante salientar, de antemão, que não houve casos em que o reservatório inviabilizasse a manutenção de qualquer residente, proprietário ou não, nas áreas do entorno.

Dentre as 29 propriedades cadastradas, que são aquelas que foram atingidas parcial ou totalmente pela formação do reservatório da UHE Tibagi Montante e sua área de preservação permanente, a maioria destina-se à lavoura temporária e cuja produção, principalmente de soja e trigo, está sendo mantida.

Dessas 29 propriedades, apenas 4 posses possuem um perfil difereciado: tem pequena dimensão (totalizam, juntas, 1,75 ha) e eram destinadas exclusivamente ao lazer, com pequena benfeitoria para hospedar os proprietários durante períodos de descanso e/ou pesca. Além disso, grande parte dos proprietários das áreas do entorno do reservatório se tornaram sócios do empreendimento, de modo que essa variável não deverá causar conflitos.

Diante deste contexto, o peso atribuído a essa variável foi mais baixo em relação a outras variáveis.

A atribuição das classes de sensibilidade para Áreas Remanescente das Propriedades encontra-se expressa na 8-16 e para essa variável foi definido o peso de 0,30.

Tabela 8-16 - Normalização da variável Área Remanescente das Propriedades

| Classe de Sensibilidade | Critério |
|---|---|
| 1 - Ambiente Estável | Propriedades que não foram atingidas pelo reservatório e APP ou tiveram até 20% de suas áreas atingidas. |
| 2 - Ambiente Moderadamente Estável | Propriedade entre 20% e 50% atingidas ou ainda que tem entre |
| 3 - Ambiente Moderadamente Frágil | Propriedade entre 50% e 80% afetada |
| 4- Ambiente Frágil | Propriedade com mais de 80% de área afetada, ou inviabilizada. |

A Tabela 8-17 apresenta o tamanho e percentual atingido por cada propriedade, considerando reservatório, APP e alteração do sistema viário. Em seguida, a Figura 8-11 apresenta as classes de sensibilidade das propriedades para essa variável.

Tabela 8-17 - Tamanho e percentual atingido por cada propriedade

| CÓDIGO | PROPRIETÁRIO | ÁREA TOTAL (ha) | Percentual atingido |
|---|---|---|---|
| TBG-D-01 | Ricardo Alberto Bouwman e Outros | 655,701 | 5,01% |
| TBG-D-02 | Espólio de Gerbert Bouwman | 720,3812 | 14,43% |
| TBG-D-03 | Espólio de Anselmo Alberti e Outros | 3.636,03 | 2,33% |
| TBG-D-04 | Paulo Rubens Fruet De Assumpção e Outra | 2.999,98 | 2,88% |
| TBG-D-05 | Siomara Mello e Silva De Paiva | 863,5595 | 8,54% |
| TBG-E-01 | Éverson Pelissari | 215,9033 | 60,84% |
| TBG-E-02 | Maria Cristina Carneiro Roorda e Outro | 95,6694 | 49,22% |
| TBG-E-03 | Hilda Magriet Rabbers de Geus | 140,3188 | 26,61% |
| TBG-E-04 | Doroty Ribas Manfron | 502,634 | 1,11% |
| TBG-E-05 | Yokio Kimura | 123,541 | 20,16% |
| TBG-E-06 | Angela Elisabeth de Geus | 432,5069 | 33,80% |
| TBG-E-07 | Yokio Kimura | 370,03 | 17,42% |
| TBG-E-08 | Paulo Rubens Fruet de Assumpção E Outra | 17,2769 | 65,26% |
| TBG-E-09 | Ernesto Hennpman | 39,6221 | 15,99% |

| CÓDIGO | PROPRIETÁRIO | ÁREA TOTAL (ha) | Percentual atingido |
|---|---|---|---|
| TBG-E-10 | Francisco Rocha | 1,7598 | 100% |
| TBG-E-11 | Claudinei Navarro | | |
| TBG-E-12 | Carlos Marcelo Teixeira | | |
| TBG-E-13 | Paulo Cesar de Almeida | | |
| TBG-E-14 | Valdir Tadeu Serenato Martins | 73,3986 | 12,82% |
| TBG-E-15 | Antonio Alberti Guimarães e Outros | 33,88 | 9,54% |
| TBG-E-16 | Adauto José Carneiro Prestes | 65,34 | 32,64% |
| TBG-E-17 | Oscimar Fernando Nadal | 250,53 | 11,26% |
| TBG-E-18 | José Luis de Oliveira e Outra | 249,4301 | 1,71% |
| TBG-E-19 | Leopoldo Sebastião Nadal | 128,26 | 8,40% |
| TBG-E-20 | Clorival José Nadal | 128,26 | 25,68% |
| TBG-E-21 | Alney Binotto | 881,364 | 4,67% |
| TBG-E-22 | Bernard Bouwman e Outros | 440,7 | 4,66% |
| TBG-E-23 | João Baptista Nogueira Neto | 1.709,82 | 0,77% |
| TBG-E-24 | Luiz Henrique e Flavio De Geus | 42 | 34,89% |

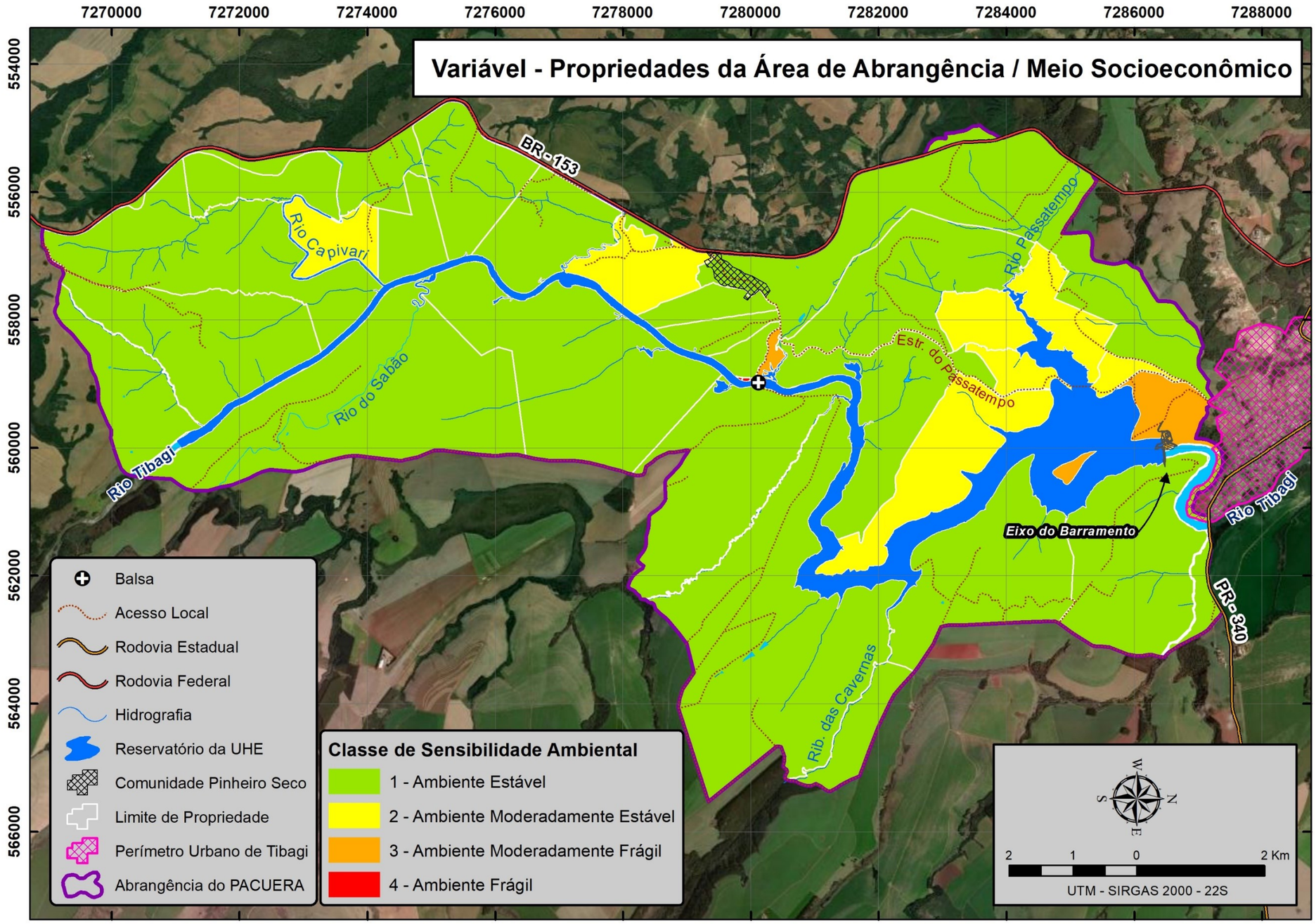



Figura 8-11 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Área Remanescente das Propriedades.

### 8.4.2 Adensamentos Humanos

Em relação ao adensamento humano, pode-se verificar que, de modo geral, a Área de Abrangência é marcada por baixos níveis de sensibilidade. A única exceção refere-se à Comunidade de Pinheiro Seco, situada a cerca de 1km da APP do reservatório da UHE Tibagi Montante, no seu trecho médio.

Essa pequena comunidade possui, de acordo com estimativas da época de elaboração do EIA (SOMA, 2013), uma população de 320 habitantes, sendo que o setor censitário em que está incluída tem 790 habitantes no total, de acordo com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE). Além desta comunidade, não há adensamentos humanos na área de abrangência, salvo as sedes de fazendas.

Na parte mais próxima à barragem, a cerca de 800 m ao norte, mas fora da Área de Abrangência, está localizada a sede urbana do município de Tibagi, de modo que em decorrência da proximidade, o próprio reservatório pode se constituir em um fator de incentivo para a implantação do loteamentos voltados ao lazer.

O fato é que a maior parte da área de abrangência do PACUERA possui ocupação esparsa, típica de áreas rurais e coerente com os usos agropecuários.

A atribuição das classes de sensibilidade para Adensamentos Humanos encontra-se expressa na Tabela 8-18 e para essa variável foi definido o peso de 0,40.

Tabela 8-18 – Normalização da variável – Adensamentos Humanos

| Classes de Sensibilidade | Critério |
|---|---|
| 1 - Ambiente Estável | Demais territórios que não coincidem com os polígonos das áreas Moderadamente Estável, Moderadamente Frágil e Frágil” |
| 2 - Ambiente Moderadamente Estável | Sedes das propriedades e entorno (30m) |
| 3 - Ambiente Moderadamente Frágil | Comunidade do Pinheiro Seco e seu entorno (50m) |
| 4 - Ambientes Frágil | Áreas urbanas e entorno (não há na Área de Abrangência) |

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a especialização d as áreas de sensibilidade da variável Adensamentos Humanos.

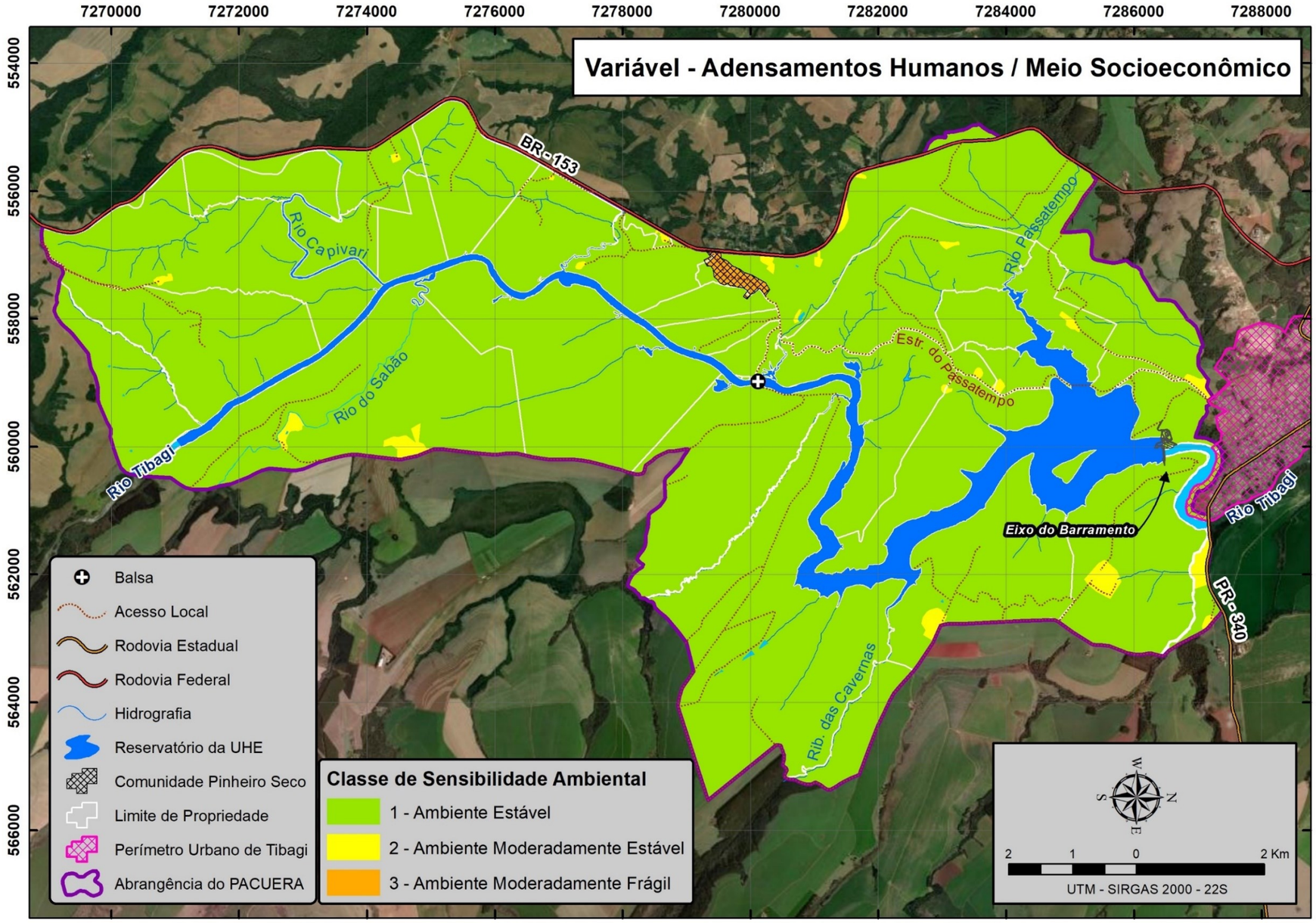



Figura 8-12 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Adensamentos Humanos.

### 8.4.3 Acessos viários

De modo geral, a existência de acessos serve como grande fator de indução da ocupação humana, pois a facilidade de deslocamento que eles propiciam cria atrativos de melhores condições de vida, trabalho e produção para populações que passam a utilizá-los, habitando em suas proximidades.

Considerando que o PACUERA aborda a gestão do território em termos amplos dos usos a ele remetidos, a existência de acessos se faz ainda mais relevante, indicando pontos de alcance do reservatório para fins de lazer, pesca, e demais usos. Consequentemente, as áreas mais bem servidas por acessos possuem sensibilidade média, estando mais sujeitas à degradação ambiental.

Essas áreas estão mais concentradas na margem esquerda, onde existe a via municipal conhecida como estrada do Passatempo, que inclusive é objeto de relocação em virtude da formação do reservatório.

Por outro lado, na margem direita, os únicos acessos referem-se àqueles relativos às propriedades. Destaca-se ainda a existência de uma balsa privada no trecho intermediário do reservatório que está sendo mantida em condições muito semelhantes ao período pré-reservatório.

A atribuição das classes de sensibilidade para a variável Propriedades da Área de Abrangência encontra-se expressa naTabela 8-19. Embora, a princípio, haja quatro classes de sensibilidade, para a variável referente a acessos viários, foram estabelecidos apenas três, conforme Figura 8-13. Para essa variável foi definido o peso de 0,30.

Tabela 8-19 – Normalização da variável – acessos viários

| Classes de Sensibilidade | Critério |
|---|---|
| 1 - Ambiente Estável | Áreas distantes (>500m) ou sem acessos |
| 2 - Ambiente Moderadamente Estável | Buffer de 100 m para acessos viários secundários (terra). |
| 3 - Ambiente Moderadamente Frágil | Buffer de 500 m para cada lado de rodovia pavimentada. |
| 4 - Ambientes Frágil | Rodovias asfaltadas |

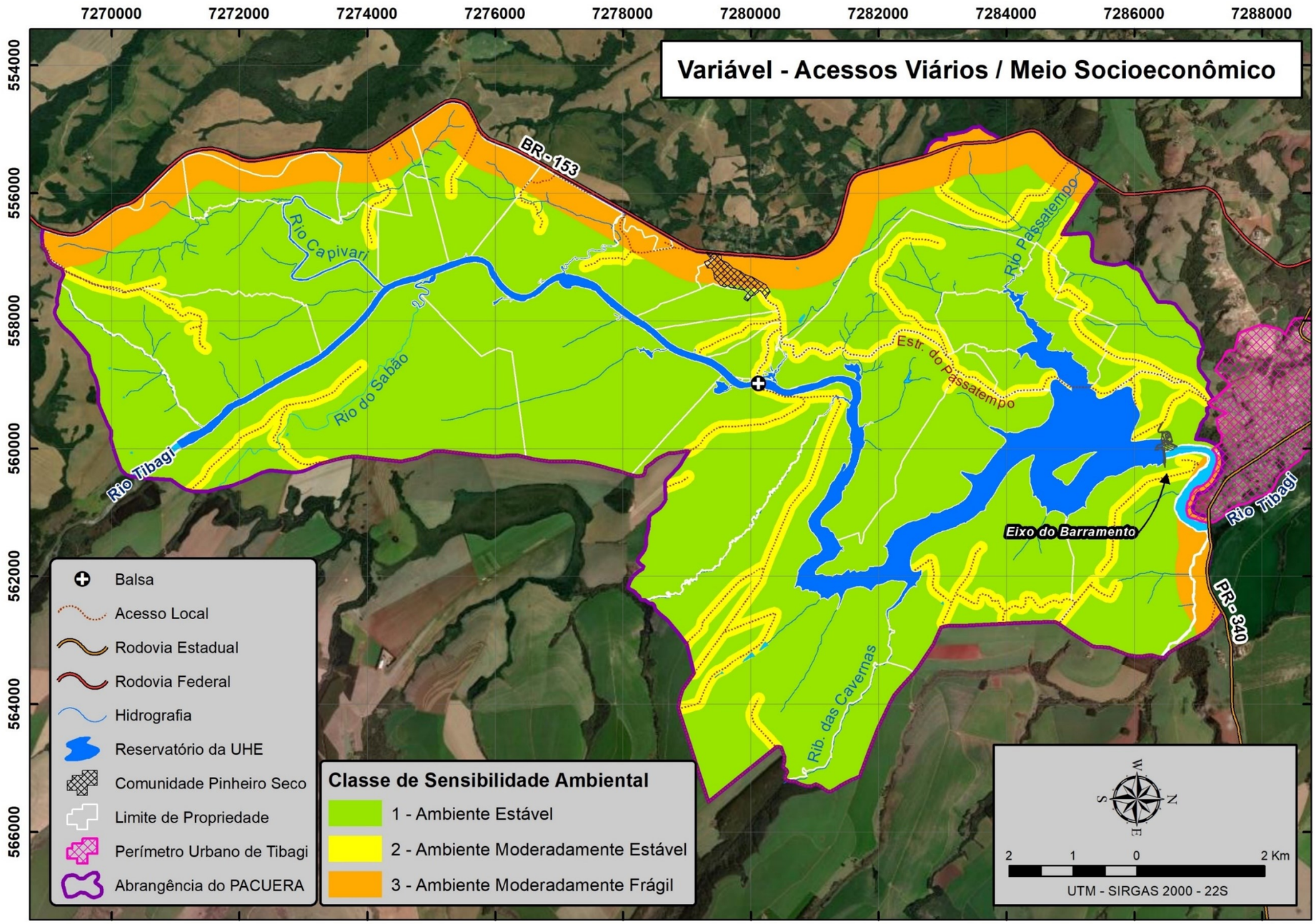



Figura 8-13 – Mapa de sensibilidade do critério de avaliação: Significância do uso das propriedades como atividade de lazer ou pesca.

### 8.4.4 Sensibilidade Ambiental para o Meio Socioeconômico

Para a elaboração do mapa de sensibilidade para o Meio Socioeconômico o valor da nota de cada critério foi multiplicado pelo respectivo peso de cada variável do Meio Socioeconômico, cujo resultado foi somado com os valores identificados para as demais variáveis, por meio de técnicas de geoprocessamento.

O mapa de Sensibilidade para o Meio Socioeconômico é resultante da sobreposição dos três critérios de avaliação, considerando seus respectivos pesos (Figura 8-14).

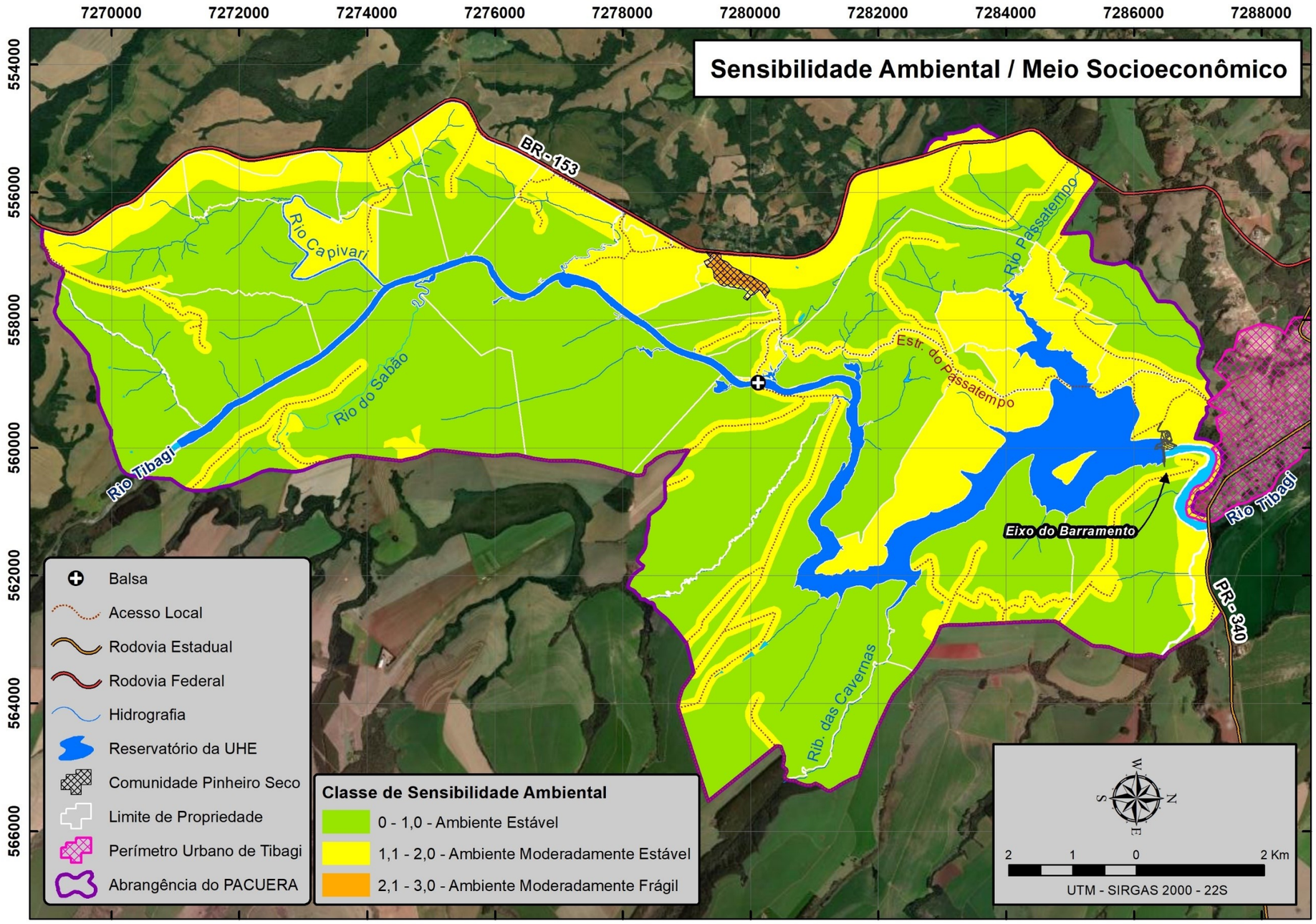



Figura 8-14 – Mapa de Sensibilidade Ambiental para o Meio Socioeconômico.

Como pode ser observado no mapa de Sensibilidade Ambiental do Meio Socioeconômico, o baixo valor expresso refere-se às áreas que obtiveram sensibilidade muito baixa. Este resultado deve-se ao fato de que a maior parte das propriedades identificadas na Área de Abrangência do PACUERA não foram inviabilizadas pela formação do reservatório.

As áreas de sensibilidade baixa estão concentradas mais na margem esquerda no trecho mais próximo à barragem e estruturas civis, assim como na faixa próxima à rodovia BR-153, Transbrasiliana.

As áreas com sensibilidade média coincidem com alguns acessos e servem como indicativo de áreas que poderão servir para implantação de áreas de uso turístico dentro dos limites legais junto à APP do reservatório pelo fato de já terem acesso constituído.

Não foram identificadas áreas de sensibilidade alta para o meio socioeconômico na Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante.

## 8.5 SENSIBILIDADE SOCIOAMBIENTAL

Com base nos resultados dos mapas de classes de sensibilidade para cada meio, considerando os pesos atribuídos (0,4 para o meio biótico, 0,3 para os meios físico e socioeconômico), foi realizado o cruzamento geoespacial que resultou no mapa de sensibilidade ambiental integrado da Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante, apresentado na Tabela 8-20 e Figura 15.

Percebe-se que o mapa de sensibilidade socioambiental integrada apresentou, em quase sua totalidade, Ambiente Moderadamente Estável e Ambiente Moderadamente Frágil, não sendo identificados ambientes classificados como Frágil. A Tabela 8-20 apresenta o quantitativo de área por classe de sensibilidade.

Tabela 8-20 – Quantitativo por classe de sensibilidade

| Classes de Sensibilidade | | Hectares | Percentual % |
|---|---|---|---|
| 0,1 - 1,0 | Ambiente Estável | 947,83 | 8,90 |
| 1,01 - 2,0 | Ambiente Moderadamente Estável | 5.430,49 | 50,90 |
| 2,01 - 3,0 | Ambiente Moderadamente Frágil | 4.286,25 | 40,20 |
| 3,01 - 4,0 | Ambientes Frágil | 0,00 | 0,0 |
| **TOTAL** | | **10664,57** | 100,0 |

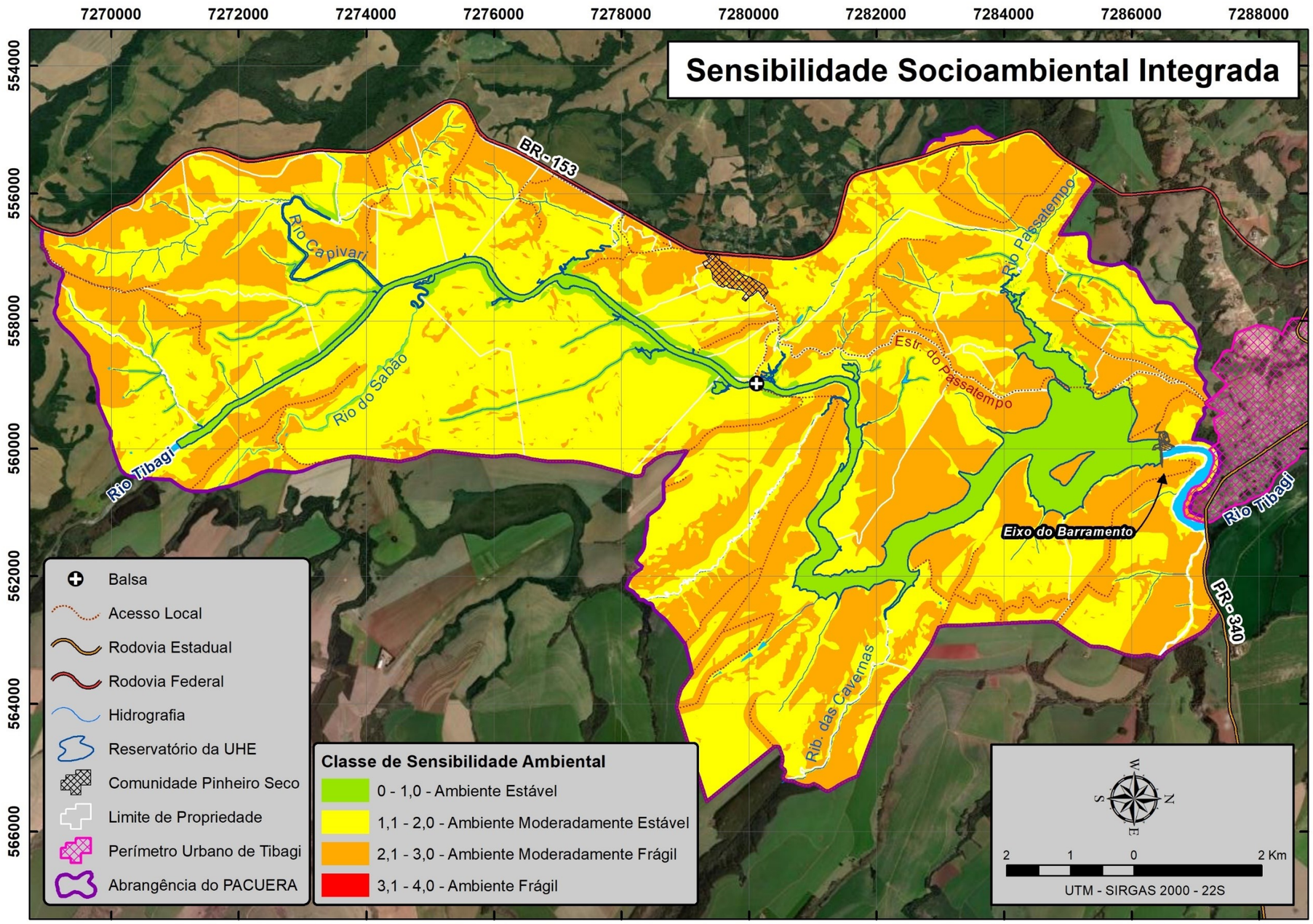



Figura 8-15– Mapa de Sensibilidade Socioambiental Integrada.

Com relação à distribuição espacial das áreas com diferentes classes de sensibilidade na área de abrangência do PACUERA, há predomínio de ambientes moderadamente frágeis nas proximidades do barramento, enquanto nos trechos a montante, predominam ambientes moderadamente estáveis

## 9. UNIDADES AMBIENTAIS HOMOGÊNEAS

Para o estabelecimento das Unidades Ambientais Homogêneas foram sobrepostas as informações extraídas do cruzamento geoespacial a sensibilidade ambiental integrada com o uso e ocupação do solo e áreas operacionais e restritivas da Área de Abrangência, de forma que se estabeleceram “compartimentos paisagísticos” no entorno do reservatório que possuem características similares.

O elemento Uso e Ocupação do Solo consiste no mapa do uso e ocupação do solo da Área de Abrangência do PACUERA, apresentado no item 6.2.1 do capítulo 6 Diagnóstico Ambiental.

Já o elemento Áreas Operacionais e Restritivas consiste nas áreas de segurança de operação do empreendimento, reservatório, faixas de domínio do sistema viário e faixa de servidão de linha de transmissão.

Do cruzamento das classes de sensibilidade, enquadrados de 1 a 4, com o uso e ocupação do solo (presença ou não de fragmentos florestais) e das áreas operacionais e restritivas foram definidas 8 Unidades Ambientais Homogênea – UAHs.

A Tabela 9-1 apresenta as UAHs contidas na Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante e a Figura 9-1 apresenta a espacialização das UAHs na Área de Abrangência.

Tabela 9-1- Definição das Unidades Ambientais Homogêneas

| Classe Sensibilidade Ambiental | Variável | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | APP Não Vegetada | APP Vegetada | Áreas com cobertura Vegetal | Áreas sem Cobertura Vegetal | Área de Reserva Legal | Áreas Operacionais e Restritivas |
| 1 e 2 | UAH-1 | UAH-2 | UAH-4 | UAH-6 | UAH-5 | UAH-8 |
| 3 e 4 | UAH-1 | UAH-2 | UAH-3 | UAH-7 | UAH-5 | UAH-8 |

Legenda:

UAH-1 – Área de Recomposição Florestal

UAH-2 – Área de Conservação

UAH-3 – Área de Incentivo à Recomposição

UAH-4 – Área de Incentivo à Conservação

UAH-5 - Área de Manutenção e Proteção da Reserva Legal

UAH-6 – Área de Capacidade de Uso Intensivo

UAH-7 – Área de Capacidade de Uso Extensivo

UAH-8 – Área de Capacidade de Uso Restrito

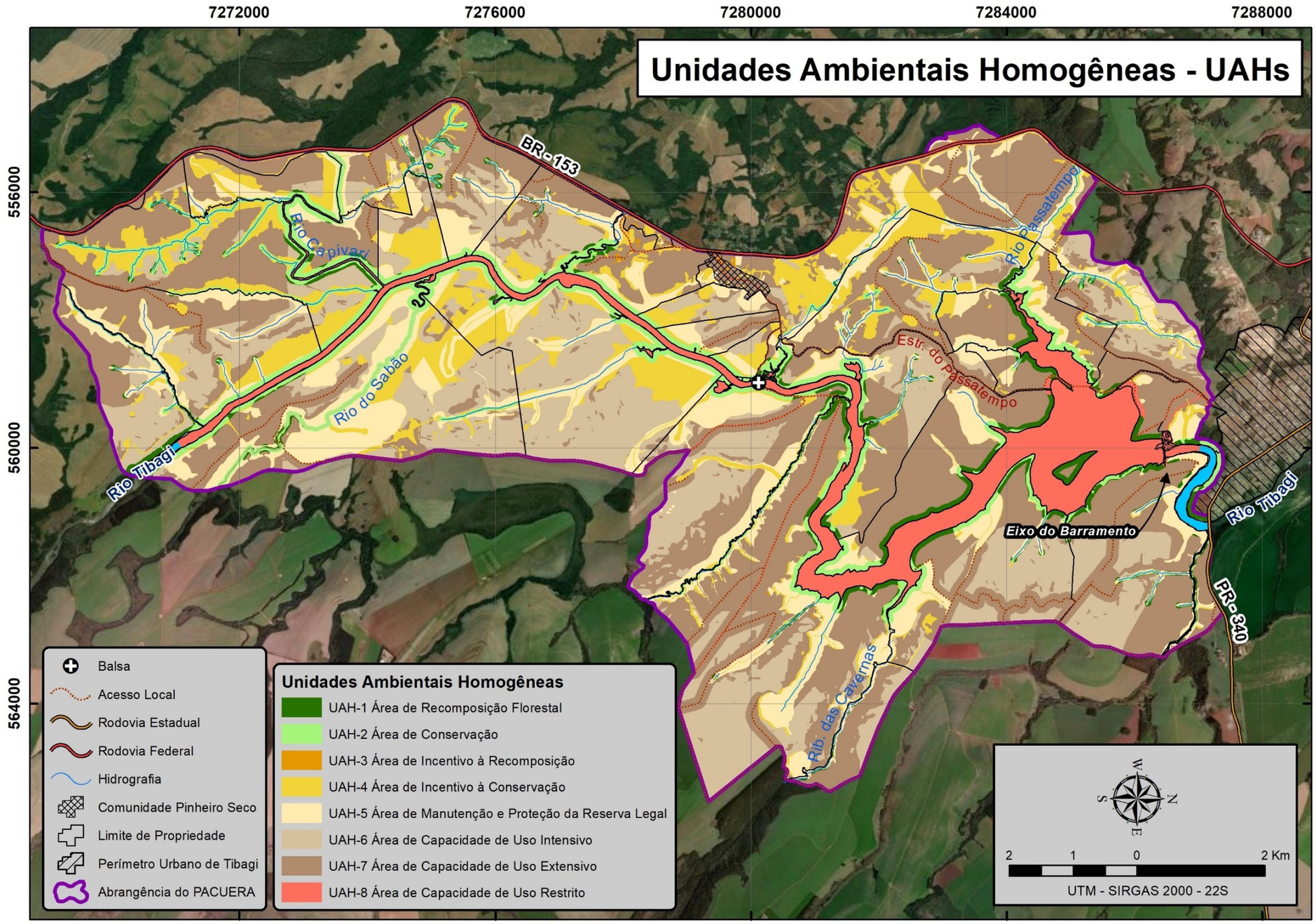



Figura 9-1 – Unidades Ambientais Homogêneas na Área de Abrangência do PACUERA da UHE Tibagi Montante.

A seguir estão apresentadas as características das Unidades Ambientais Homogêneas:

## 9.1 UAH-1 – ÁREA DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL

Esta Unidade refere-se as áreas localizadas nas APPs do reservatório como nos cursos d'água que estão na Área de Abrangência do PACUERA, enquadradas em todas as classes que não possuem vegetação.

Estas áreas requerem a recomposição da vegetação para atendimento ao Artigo 5º da Lei 12.651 de 2012, que estabelece

> *Na implantação de reservatório d'água artificial destinado à geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana*

## 9.2 UAH-2 – ÁREA DE CONSERVAÇÃO

Refere-se às áreas que estão localizadas na APP do reservatório e cursos d'água da Área de Abrangência, enquadradas em todas as classes de sensibilidade que se encontram vegetadas atendendo à legislação supracitada. Essas áreas não necessitam de recomposição, sendo recomendada a conservação ambiental.

## 9.3 UAH-3 – ÁREA DE INCENTIVO À RECOMPOSIÇÃO

A UAH-3 refere-se aos remanescentes florestais localizados nas Área de Abrangência do PACUERA enquadradas nas classes de sensibilidade Moderadamente Frágil e Frágil, indicando ambientes mais degradados. Para essas áreas recomenda-se medidas de recomposição e manejo para se integrarem a paisagem local.

## 9.4 UAH-4 – ÁREA DE INCENTIVO À CONSERVAÇÃO

Correspondem aos remanescentes florestais localizados na Área de Abrangência do PACUERA enquadradas nas classes de sensibilidade Estável e Moderadamente Estável, indicando ambientes com maior importância ecológica devida a seu estado de conservação e conectividade. Para essas áreas recomenda-se a conservação ambiental.

## 9.5 UAH-5 - ÁREA DE MANUTENÇÃO E PROTEÇÃO DA RESERVA LEGAL

A UAH-5 está relacionada às áreas de Reserva Legal localizadas na Área de Abrangência do PACUERA enquadradas em todas as classes de sensibilidade, que requerem a manutenção e proteção por possuírem restrições legais de uso estabelecidas pelo Código Florestal (Lei 12.651 de 25 de maio de 2012), mais especificamente em seu Artigo 3º Para efeitos desta Lei, entende-se:

> *III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;*

## 9.6 UAH-6 – ÁREA DE CAPACIDADE DE USO INTENSIVO

Correspondem às áreas antropizadas localizadas na Área de Abrangência do PACUERA enquadradas nas classes de sensibilidade Estável e Moderadamente Estável, que possuem baixa susceptibilidade à erosão, podendo ter uso intensivo, tais como atividades agrícolas mecanizadas.

## 9.7 UAH-7 – ÁREA DE CAPACIDADE DE USO EXTENSIVO

São áreas antropizadas localizadas na Área de Abrangência do PACUERA enquadradas nas classes de sensibilidade Moderadamente Frágil e Frágil, que possuem declividades elevadas e solos com maior erodibilidade, sendo indicado o uso extensivo, tais como pastagem e silvicultura, ou até mesmo a preservação dos recursos naturais.

São áreas que, por apresentarem classes de sensibilidade mais frágeis, requerem, para a prática de lavouras, técnicas preventivas adequadas nestes locais, e corretivas, caso necessário, voltadas principalmente à conservação do solo e à estabilidade dos taludes e encostas.

### 9.8 UAH-8 – ÁREA DE CAPACIDADE DE USO RESTRITO

São as áreas que abrangem, barragem e estruturas associadas, utilizadas para o funcionamento do empreendimento, reservatório e 300 metros do rio Tibagi a jusante da barragem. Esta área inclui ainda faixa de servidão da Linha de Transmissão implantada para atender a UHE Tibagi Montante, bem como faixa de domínio do sistema viário. Também foi incluída nessa UAH, áreas que podem ser destinadas a atividades de lazer e educação ambiental.

## 10. ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL

As diretrizes adotadas para definir os usos múltiplos do reservatório e do entorno da UHE Tibagi Montante visam orientar a utilização controlada dos recursos naturais, de modo a compatibilizar o uso dos recursos hídricos para a geração de energia elétrica com outros usos possíveis, em função das características ambientais do reservatório e seu entorno.

Desta forma, procurou-se compatibilizar preliminarmente os interesses mais diversos sobre a área do reservatório e entorno bem como orientação de utilização das áreas não pertencentes ao empreendimento UHE Tibagi Montante, localizadas na Área de Abrangência do rio Tibagi. O objetivo do zoneamento é possibilitar o aproveitamento do potencial da área de abrangência, buscando sempre o uso sustentável dos recursos naturais, visando à melhor manutenção da qualidade da água do rio Tibagi e a manutenção dos ecossistemas locais mais representativos.

As UAHs foram obtidas a partir do cruzamento espacial da sensibilidade socioambiental, do uso e ocupação do solo e das restrições legais/ambientais. Os cruzamentos foram definidos de acordo com o consenso técnico acerca do papel que cada aspecto ambiental representa no conjunto de variáveis, com vistas a

delimitar usos adequados para os terrenos no entorno do reservatório, considerando a manutenção de sua estabilidade, a preservação da fauna, da flora e dos recursos hídricos. Os cálculos deste modelo foram realizados por técnicas de geoprocessamento, que registram e redefinem limites para temas relevantes dos mapeamentos.

A Tabela 10-1 apresenta a indicação de Zoneamento para cada uma das UAHs.

Tabela 10-1– Determinação das unidades do Zoneamento Ambiental

| Unidade Ambiental Homogênea | Unidades de Zoneamento Ambiental |
|---|---|
| UAH-1 Área de Recomposição Florestal | Zona de Recuperação Ambiental - ZRA |
| UAH-2 Área de Conservação | Zona de Conservação Ambiental - ZCA |
| UAH-3 Área de Incentivo à Recomposição | Zona Potencial para a Conservação - ZPC |
| UAH-4 Área de Incentivo à Conservação | |
| UAH-5 Área de Incentivo à Conservação com Reserva Legal | Zona Especial para a Conservação - ZEPC |
| UAH-6 Área de Capacidade de Uso Intensivo | Zona de Uso Antrópico Intensivo – ZUAI |
| UAH-7 Área de Capacidade de Uso Extensivo | Zona de Uso Antrópico Extensivo – ZUAE |
| UAH-8 Área de Capacidade de Uso Restrito | Zona de Uso Restrito - ZUR |
| | Zona de Segurança e Operação - ZSO |
| | Zona de Uso Misto – ZUM |
| | Zona de Lazer e Educação Ambiental - ZLEA |

A Tabela 10-2 apresenta o quantitativo da área de cada uma das zonas definidas.

Tabela 10-2 – Quantitativo de cada zona (hectares)

| Zoneamento Socioambiental - Preliminar | Área (hectares) |
|---|---|
| Zona de Recuperação Ambiental - ZRA | 226,98 |
| Zona de Conservação Ambiental - ZCA | 712,62 |
| Zona Potencial para a Conservação - ZPC | 1139,71 |
| Zona Especial para a Conservação - ZEPC | 1593,20 |
| Zona de Uso Antrópico Extensivo - ZUAE | 3892,06 |
| Zona de Uso Antrópico Intensivo - ZUAI | 2265,41 |
| Zona de Uso Restrito - ZUR | 129,66 |
| Zona de Segurança e Operação - ZSO | 33,24 |
| Zona de Uso Misto – ZUM | 675,31 |
| Zona de Lazer e Educação Ambiental - ZLEA (Balneário) | 5,78 |
| Zona de Lazer e Educação Ambiental - ZLEA (Ed. Ambiental) | 2,00 |
| Zona de Lazer e Educação Ambiental - ZLEA (Reservatório) | 29,24 |

Após a definição das unidades do Zoneamento Ambiental, são atribuídos os códigos de usos com as permissões, restrições e responsabilidades associadas.

Neste sentido para o uso de cada zona descrita, em função das suas particularidades foram definidos os usos permitidos, permissíveis, não permitidos, recomendados e não recomendados.

**USOS PERMITIDOS**: enquadram-se os usos de direito por concessão e aqueles compatíveis com as funções e diretrizes da zona ambiental considerada.

**USOS PERMISSÍVEIS:** aqueles que, conforme as diretrizes da zona ambiental considerada, estão sujeitos a regulamentações específicas e ao cumprimento de medidas de controle. Os usos permissíveis devem estar vinculados à:

- Obtenção de anuência da Concessionária de Geração de Energia, se localizados em área de propriedade da mesma;
- Licenciamento e/ou aprovação de projetos junto aos órgãos ambientais;
- Aprovação pelos órgãos municipais, estaduais ou federais específicos.

**USOS NÃO PERMITIDOS:** são categorias de uso incompatíveis com as funções e diretrizes da zona considerada. Estes usos somente podem ser aprovados, excepcionalmente, se houver acordo entre a Concessionária e o órgão ambiental competente.

**RECOMENDADOS:** Enquadram-se as zonas sobre as quais a Concessionária não tem direito impositivo referente às atividades desenvolvidas e usos empregados, ou responsabilidade de fiscalização, sendo apenas descritos os usos que contribuem para a manutenção da área e do reservatório.

**NÃO RECOMENDADOS:** Enquadram-se as zonas sobre as quais a Concessionária não tem direitos impositivos referente às atividades desenvolvidas e usos empregados, ou responsabilidade de fiscalização, sendo apenas descritos os usos que podem contribuir para impactos negativos sobre a área e o reservatório.

Importante citar que as denominações “recomendados” e “não recomendados” aqui utilizadas referem-se ao fato de que se trata de áreas sem ingerência da UHE Tibagi Montante, ou seja, não cabe ao PACUERA proibir alguma atividade nessa área sem que haja respaldo legal para tal. Não se trata de indicação de determinado uso.

Considerando que atualmente a Tibagi Energia SPE S.A. é o grupo detentor da concessão da ANEEL para exploração do potencial energético da UHE Tibagi Montante, é feita menção explícita a ela quando se referir ao responsável pela operacionalização do zoneamento e uso múltiplo do reservatório e seu entorno. Caso ocorra a transferência da titularidade da concessão da ANEEL, as responsabilidades acompanharão a transferência de titularidade e a Tibagi Energia SPE S.A. deixará de ser responsável pelas atribuições a ela destinada neste Plano Ambiental.

O Mapa de Zoneamento (Figura 10.1) apresenta a localização das zonas de uso e ocupação estabelecidas para o reservatório e entorno da UHE Tibagi Montante, conforme descritas na sequência.

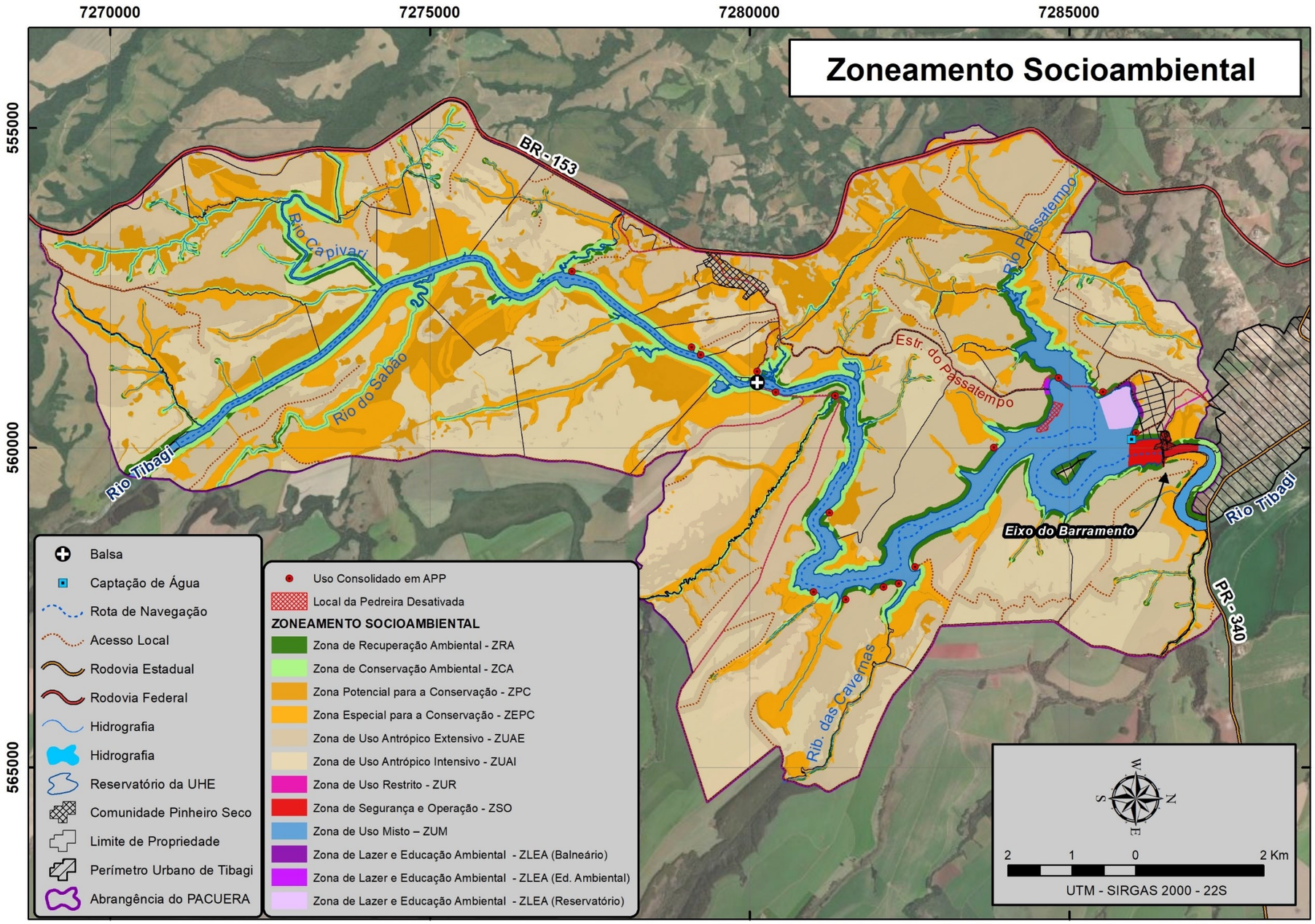



Figura 10-1 - Zoneamento Socioambiental.

## 10.1 ZONA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL - ZRA

Esta zona é formada pelas áreas de APP do reservatório da UHE Tibagi Montante, bem como de todos os cursos d'água existentes na Área de Abrangência do PACUERA que estão sem a vegetação indicada na legislação (Lei N° 12.651/2012 – Código Florestal) e que requerem a recomposição das mesmas para sua adequação.

Trata-se de áreas de propriedade da Tibagi Energia SPE S.A. e que, portanto, estão sob a sua ingerência, exceto às APP's dos cursos d'água que estão dentro do zoneamento do PACUERA, mas fora da propriedade do empreendimento. As diretrizes previstas são apresentadas no Quadro 10-1.

Quadro 10-1 – Usos permitidos e não permitidos na ZRA na área da Tibagi Energia SPE S.A.

| **USOS** | |
|---|---|
| **PERMITIDOS** | • enriquecimento florestal com espécies nativas dos ecossistemas da região; |
| **PERMISSÍVEIS** | • atividades de ecoturismo, educação ambiental e pesquisa científica, desde que aprovadas pelos órgãos competentes;<br>• coleta de vegetação e animais para fins científicos, desde que seja autorizada pelo órgão ambiental competente.<br>• Atividades consideradas de baixo impacto ambiental de acordo com a resolução SEDEST/IAP 023/2019. |
| **NÃO PERMITIDOS** | • instalação de edificações para usos diversos;<br>• instalação de estruturas sanitárias, tratamentos de esgotos, fossas, poços incineradores, lançamento de efluentes residenciais ou industriais e outros poluentes assim como a instalação de aterros sanitários, depósitos e lançamentos de resíduos sólidos de qualquer espécie;<br>• desenvolvimento de atividades agrossilvipastoris;<br>• instalação de estruturas destinadas à criação de animais;<br>• uso do fogo como elemento de manejo ou de qualquer natureza;<br>• retirada de espécies nativas existentes;<br>• acampamento de qualquer espécie e duração;<br>• pesca de barranco e durante o período de piracema, entre início de novembro e final de fevereiro. |

As diretrizes para as APPs dos cursos d'água que estão localizadas na ZRA da Área de Abrangência do PACUERA, em propriedade de terceiros, estão apresentadas no Quadro 10-2.

Quadro 10-2 – Usos recomendados e não recomendados na ZRA em áreas de terceiros.

| **USOS** | |
|---|---|
| **RECOMENDADOS** | • enriquecimento florestal com espécies nativas dos ecossistemas da região. |
| **NÃO RECOMENDADOS** | • instalação de edificações para usos diversos;<br>• instalação de estruturas sanitárias, tratamentos de esgotos, fossas, poços incineradores, lançamento de efluentes residenciais ou industriais e outros poluentes assim como a instalação de aterros sanitários, depósitos e lançamentos de resíduos sólidos de qualquer espécie;<br>• desenvolvimento de atividades agrossilvipastoris;<br>• instalação de estruturas destinadas à criação de animais;<br>• uso do fogo como elemento de manejo ou de qualquer natureza;<br>• retirada de espécies nativas existentes. |

Alguns outros usos, eventuais ou excepcionais como, por exemplo, dessedentação de animais, quando se enquadrarem como atividade de baixo impacto – Classe II de acordo com a Resolução SEDEST/IAP 23/2019, podem vir a ocorrer de acordo com demanda de proprietários rurais já estabelecidos nessas áreas, ainda que não seja uso a ser incentivado e/ou recomendado.

## 10.2 ZONA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL - ZCA

Refere-se às áreas que estão localizadas na APP do reservatório e cursos d'água da Área de Abrangência, enquadradas em todas as classes, que se encontram vegetadas atendendo à legislação. Essas áreas não necessitam de recomposição, sendo recomendada a conservação ambiental.

Trata-se de áreas de propriedade da Tibagi Energia SPE S.A. e que, portanto, estão sob a sua ingerência, exceto às APP's dos cursos d'água que estão dentro do zoneamento do PACUERA, mas fora da propriedade do empreendimento. As diretrizes previstas são apresentadas no Quadro 10-3.

Quadro 10-3 – Usos permitidos e não permitidos na ZCA na área da Tibagi Energia SPE S.A.

| USOS | |
|---|---|
| **PERMITIDOS** | • acesso à água para fins de abastecimento público |
| **PERMISSÍVEIS** | • atividades de ecoturismo, educação ambiental e pesquisa científica, desde que aprovadas pelos órgãos competentes;<br>• coleta de vegetação e animais para fins científicos, desde que seja autorizada pelo órgão ambiental competente. |
| **NÃO PERMITIDOS** | • supressão de vegetação sem autorização do órgão ambiental;<br>• construção de edificações em desacordo com a legislação pertinente;<br>• atividades conflitantes com a execução dos programas ambientais;<br>• todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica do reservatório e a conservação do meio ambiente. |

As diretrizes para a ZCA das APPs dos cursos d'água que estão localizadas na Área de Abrangência do PACUERA, em propriedade de terceiros, estão apresentadas no Quadro 10-4.

Quadro 10-4 – Usos recomendados e não recomendados na ZCA

| USOS | |
|---|---|
| **RECOMENDADOS** | • adensamento das matas com espécies nativas;<br>• instituir área de Reserva Legal;<br>• atividades de baixo impacto ambiental; |
| **NÃO RECOMENDADOS** | • supressão de vegetação sem autorização do órgão ambiental;<br>• construção de edificações em desacordo com a legislação pertinente;<br>• atividades conflitantes com a execução dos programas ambientais;<br>• todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica do reservatório e a conservação do meio ambiente. |

## 10.3 ZONA POTENCIAL PARA CONSERVAÇÃO - ZPC

A ZPC corresponde aos remanescentes florestais localizados nas Área de Abrangência do PACUERA enquadradas nas classes de sensibilidade Moderadamente Frágil e Frágil, indicando ambientes mais degradados. Para essas

áreas recomenda-se medidas de recomposição e manejo para se integrarem a paisagem local. Trata-se de uma zona de responsabilidade de terceiros, sobre a qual a Tibagi Energia não ter ingerência.

Além dos fragmentos florestais supracitados, a ZPC engloba também os remanescentes florestais localizados na Área de Abrangência do PACUERA enquadradas nas classes de sensibilidade Estável e Moderadamente Estável, indicando ambientes com maior importância ecológica devida a seu estado de conservação e conectividade. Para essas áreas recomenda-se a conservação ambiental.

São áreas de significativa importância ambiental, especialmente por formarem corredores ecológicos com as APPs, beneficiando a fauna e a flora local, bem como a manutenção da qualidade da água dos mananciais presentes nessas áreas.

Nos locais onde há remanescentes de vegetação nativas recomenda-se a manutenção destas tipologias, a fim de aumentar a área com regeneração vegetal que sirva de refúgio para a fauna local, contribuindo para a formação de um Corredor de Biodiversidade.

As diretrizes previstas são apresentadas no Quadro 10-5.

Quadro 10-5 – Usos recomendados e não recomendados na ZPC

| **USOS** | |
|---|---|
| **RECOMENDADOS** | • enriquecimento florestal com espécies nativas dos ecossistemas da região;<br>• recuperação de áreas degradadas e adoção de práticas conservacionistas de uso e ocupação do solo.<br>• instituir área de Reserva Legal;<br>• atividades de baixo impacto ambiental; |
| **NÃO RECOMENDADOS** | • recuperação de áreas com espécies exóticas.<br>• supressão de vegetação sem autorização do órgão ambiental;<br>• construção de edificações em desacordo com a legislação pertinente;<br>• atividades conflitantes com a execução dos programas ambientais; |

## 10.4 ZONA ESPECIAL PARA CONSERVAÇÃO - ZEC

Essa Zona corresponde à UAH-5, Área de Incentivo à Conservação com Reserva Legal. São áreas de Reserva Legal localizadas na Área de Abrangência do PACUERA enquadradas em todas as classes, que por possuírem restrições legais de uso, requerem a conservação. Trata-se de uma zona de responsabilidade de terceiros, sobre a qual a Tibagi Energia não ter ingerência.

A reserva legal é a área do imóvel rural que, coberta por vegetação natural, pode ser explorada com o manejo florestal sustentável, nos limites estabelecidos em lei para o bioma em que está a propriedade. Por abrigar parcela representativa do ambiente natural da região onde está inserida e, que por isso, se torna necessária à manutenção da biodiversidade local.

O percentual da propriedade que deve ser registrado como Reserva Legal vai variar de acordo com o bioma e a região em questão. Na bacia do rio Tibagi é de 20% da área total da propriedade.

Em geral, nas áreas de reserva legal é proibida a extração de recursos naturais, o corte raso, a alteração do uso do solo e a exploração comercial exceto nos casos autorizados pelo órgão ambiental via Plano de Manejo ou, em casos de sistemas agroflorestais e ecoturismo.

De acordo com o Decreto Estadual n.º 387/99, em seu artigo 10 cita que as áreas de preservação permanente que integram as áreas de reserva florestal legal, porém com as limitações de uso estabelecidas em Lei, devem estar protegidas, tendo sua vegetação preservada ou permitindo-se a sua regeneração natural através do abandono, do florestamento ou do reflorestamento, conforme a técnica determinar. As diretrizes previstas são apresentadas no Quadro 10-6.

Quadro 10-6 – Usos recomendados e não recomendados na ZEC

| USOS | |
|---|---|
| **RECOMENDADOS** | • a substituição de espécies exóticas por espécies nativas poderá ser permitida nas áreas de reserva florestal legal. (Artigo 19 do Decreto Estadual N°387/99)<br>• A recuperação da reserva florestal legal devida, far-se-á com espécies nativas ou exóticas. (Artigo 21 do Decreto Estadual N°387/99) |
| **NÃO RECOMENDADOS** | • nas áreas de reserva florestal legal, em qualquer estado de regeneração, não é permitido o desmatamento (Artigo 12 do Decreto Estadual N°387/99) |

## 10.5 ZONA DE USO ANTRÓPICO

### 10.5.1 Zona de Uso Antrópico Intensivo

A Zona de Uso Antrópico Intensivo abrange áreas pertencentes a particulares que apresentam processos produtivos já consolidados, em áreas que apresentam vertentes com declividades suaves e solos com baixa erodibilidade, nas quais são utilizadas através do uso agrícola intensivo, predominando o cultivo de espécies anuais em sucessão, para produção de grãos.

Devido ao uso intenso, essas áreas requerem técnicas preventivas adequadas e corretivas, caso necessário, voltadas principalmente à conservação do solo e à estabilidade das encostas.

Para as áreas que compõem a Zona de Uso Antrópico Intensivo são recomendados usos preponderantes desde que atendam a algumas limitações como:

1) Manejo adequado do solo, de modo a evitar a instalação de processos erosivos que possam comprometer a qualidade da água do reservatório e o desenvolvimento da vegetação existente na Área de Preservação Permanente – APP;

2) Manejo adequado das atividades agrícolas, de modo a evitar a contaminação do reservatório e trechos do rio Tibagi por agrotóxicos, comprometendo a qualidade da água e afetando a saúde da fauna que habitará a Área de Preservação Permanente – APP;

3) Evitar a realização de queimadas;

4) Evitar o depósito ou lançamento de resíduos (lixo) em propriedades próximas ao entorno do empreendimento;

5) Evitar a utilização ou estocagem de produtos tóxicos e embalagens;

6) Evitar a construção de edificações ou estruturas permanentes ou temporárias que alterem a qualidade do solo a ponto de afetar ao empreendimento ou que possam a vir a provocar instabilidade das encostas da área do entorno do mesmo.

A qualidade da água está intimamente ligada com a forma de uso do solo do entorno do reservatório, por isso, se faz necessário o uso de diretrizes para assegurar o uso adequado do solo a fim de garantir a produção agrícola e a conservação dos recursos naturais.

O uso do solo deve seguir parâmetros que minimizem o impacto ambiental, como a utilização de práticas conservacionistas, o uso adequado de agroquímicos, fertilizantes sintéticos, e a destinação adequada de resíduos provenientes destas atividades, mantendo a qualidade hídrica neste ambiente.

As práticas conservacionistas devem ser seguidas em qualquer atividade agrícola ou silvicultural e é de fundamental importância para preservação dos recursos naturais. O Decreto Estadual nº 6.120, de 13/08/1985, e Anexo que regulamenta a Lei nº 8.014/1984, que dispõe sobre a preservação do solo agrícola do Estado do Paraná, descreve em seu Art. 15 exemplos de práticas conservacionistas de controle de erosão, de recuperação e manutenção das condições físicas, químicas e biológicas do solo e de adequação da operacionalidade da propriedade rural, tais como:

- Sistema de terraceamento*;
- Adequação das estradas e carreadores;
- Sistematização do solo e contenção de voçorocas;
- Bueiros, caixas de retenção, tanques e açudes;
- Dissipadores de energia e assoreadores;
- Quebra da camada adensada através de práticas mecânicas e vegetativas;

- Cobertura do solo*;
- Cordões de contorno vegetados;
- Faixas de retenção vegetadas;
- Culturas em faixas alternadas em nível;
- Preparo do solo/cultivo/sulcamento em nível*;
- Plantio em nível*;
- Manejo de resteva/invasoras*;
- Reflorestamento/adensamento de matas;
- Adubação orgânica*;
- Adubação verde de inverno ou verão*;
- Adubação química adequada*;
- Recuperação biológica do solo*;
- Cobertura morta*;
- Rotação de culturas*;
- Mecanização adequada (moto, micro, tração animal)*;
- Regeneração natural de matas;
- Consorciação de culturas*;
- Calagem/correção de solos*;
- Plantio em faixas alternadas/rotação em faixas;
- Uso racional de agrotóxicos*;
- Manejo integrado de pragas, doenças e invasoras*;
- Diversificação de explorações;
- Controle biológico de pragas*;
- Divisão de piquetes e manejo de pastagens;
- Distribuição d'água e isolamento de aguadas;
- Bosque sombreado;
- Cortinas vegetais e quebra-ventos;
- Lotação correta de animais por área;
- Capineiras e "bancos de proteínas";
- Plantio direto e/ou cultivo mínimo*;

- Sistema agro-silvo-pastoril;

- Redistribuição espacial de culturas e explorações (aptidão agrícola dos solos);

- Reflorestamento, adensamento e regeneração de matas ciliares e/ou de reserva legal;

- Irrigação e drenagem; e

- Abastecedores comunitários.

Quanto as práticas conservacionistas listadas acima, as mais efetivas e que melhor se aplicam as atividades predominantes realizadas na Zona de Uso Antrópico Intensivo são as técnicas direcionadas ao uso agrícola através de lavouras anuais, e estão devidamente assinaladas com asterisco (*) no lado direito da prática conservacionista.

O manejo conservacionista do solo deve ser seguido conforme a sua aptidão agrícola, e qualquer prática que cause impacto ambiental negativo deve ser desestimulada.

Com relação ao uso de agroquímicos deve-se considerar a legislação sobre o uso de agrotóxicos do estado do Paraná, sendo considerados os textos da Resolução SEIN nº 022 e a Legislação Federal pelo Decreto Federal nº 4.074.

O uso de agrotóxicos deverá ser adequado à legislação vigente e utilizado apenas através de prescrição por um profissional da área. Conforme Resolução SEIN nº 022 (de 05 de julho de 1985), a aplicação aérea de agrotóxicos e biocidas em áreas situadas pode ser feita apenas a uma distância mínima de 250 metros adjacentes a mananciais de água, e quando utilizados atomizadores ou canhões também em uma distância mínima de 250 m. Quando aplicado por aparelhos costais ou tratorizados de barra deve-se conservar uma distância de, no mínimo, 50 metros. As embalagens vazias de agrotóxicos devem ser devolvidas nos postos de recebimento que estão destinados a receber e armazenar as embalagens devolvidas pelos usuários.

Para o uso de fertilizantes se faz necessário a realização periódica de análise química de solo, no sentido da aplicação adequada, exclusivamente para sua correção e manutenção, não sendo recomendada a aplicação de doses

superiores do prescrito. Deve-se atentar principalmente ao uso de fósforo e nitrogênio, pois são considerados nutrientes limitantes no processo de eutrofização da água. Estes nutrientes podem ser carreados para o reservatório na sua principal forma através do fluxo difuso, ou seja, podem chegar aos corpos d'água de formas intermitentes e podem estar associados ao período de chuvas. O nitrogênio na forma de nitrito em doses acima dos padrões de qualidade conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005 afeta a saúde humana e na forma de amônio afeta a vida aquática, sendo que estas formas podem resultar dos fertilizantes químicos e dos resíduos de animais. Para preservação do corpo hídrico deve-se realizar práticas conservacionistas e o uso racional de fertilizantes.

Por fim importante citar que se trata de uma zona de responsabilidade de terceiros, sobre a qual a Tibagi Energia não ter ingerência.

O Quadro 10-7 apresenta os diretrizes previstas para a Zona de Uso Antrópico Intensivo.

Quadro 10-7 – Usos recomendados e não recomendados na Zona de Uso Antrópico Intensivo.

| **USOS** | |
|---|---|
| **RECOMENDADOS** | • atividades agropecuárias diversas com manejo adequado do solo, apresentando melhor aptidão agrícola para lavouras;<br>• práticas conservacionistas voltadas à atividade de produção de dois ciclos ou mais de lavoura para cultivo de grãos;<br>• promover controle do escoamento difuso das águas pluviais, e da erosão laminar e em sulcos;<br>• utilização das práticas conservacionistas de solos assinaladas na listagem acima;<br>• recuperação de áreas degradadas por meio da recomposição do solo e plantio de espécies nativas. |
| **NÃO RECOMENDADOS** | • uso agrícola em descordo com as práticas conservacionistas adequadas<br>• uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes;<br>• plantio convencional dos solos e compactação das áreas<br>• estocar ou jogar na área de entorno do reservatório embalagens vazias de agroquímicos;<br>• todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica do reservatório, demais corpos d'água e a conservação do meio ambiente. |

### 10.5.2 Zona de Uso Antrópico Extensivo

A Zona de Uso Antrópico Extensivo abrange áreas pertencentes a particulares que apresentam processos produtivos já consolidados ou em implantação, em áreas de declividades elevadas e solos com maior erodibilidade, sendo indicado o uso extensivo, tais como pastagem e silvicultura, ou até mesmo a preservação dos recursos naturais.

Essas áreas requerem técnicas preventivas adequadas e corretivas, caso necessário, voltadas principalmente à conservação do solo e à estabilidade dos taludes e encostas.

Quando utilizadas através do uso agrícola intensivo, através do cultivo de espécies anuais em sucessão, requerem técnicas conservacionistas mais complexas devido às restrições impostas pelo terreno.

Para as áreas que compõem a Zona de Uso Antrópico Extensivo são recomendados usos preponderantes desde que atendam a algumas limitações como:

1) Manejo adequado do solo, de modo a evitar a instalação de processos erosivos que possam comprometer a qualidade da água do reservatório e o desenvolvimento da vegetação existente na Área de Preservação Permanente – APP;

2) Manejo adequado das atividades agrícolas, de modo a evitar a contaminação do reservatório e trechos do rio Tibagi por agrotóxicos, comprometendo a qualidade da água e afetando a saúde da fauna que habitará a Área de Preservação Permanente – APP;

3) Evitar a realização de queimadas;

4) Evitar o depósito ou lançamento de resíduos (lixo) em propriedades próximas ao entorno do empreendimento;

5) Evitar a utilização ou estocagem de produtos tóxicos e embalagens;

6) Evitar a construção de edificações ou estruturas permanentes ou temporárias que alterem a qualidade do solo a ponto de afetar ao empreendimento ou que possam a vir a provocar instabilidade das encostas da área do entorno do mesmo.

O uso do solo deve seguir parâmetros que minimizem o impacto ambiental, de modo que as práticas conservacionistas devem ser seguidas em qualquer atividade agrícola ou silvicultural e é de fundamental importância para preservação dos recursos naturais. O Decreto Estadual nº 6.120, de 13/08/1985, e Anexo que regulamenta a Lei nº 8.014/1984, que dispõe sobre a preservação do solo agrícola do Estado do Paraná, descreve em seu Art. 15 exemplos de práticas conservacionistas de controle de erosão, de recuperação e manutenção das condições físicas, químicas e biológicas do solo e de adequação da operacionalidade da propriedade rural, tais como:

- Sistema de terraceamento*;
- Adequação das estradas e carreadores;
- Sistematização do solo e contenção de voçorocas;
- Bueiros, caixas de retenção, tanques e açudes;
- Dissipadores de energia e assoreadores;
- Quebra da camada adensada através de práticas mecânicas e vegetativas;
- Cobertura do solo*;
- Cordões de contorno vegetados*;
- Faixas de retenção vegetadas*;
- Culturas em faixas alternadas em nível*;
- Preparo do solo/cultivo/sulcamento em nível*;
- Plantio em nível*;
- Manejo de resteva/invasoras*;
- Reflorestamento/adensamento de matas;
- Adubação orgânica*;
- Adubação verde de inverno ou verão*;
- Adubação química adequada*;
- Recuperação biológica do solo;

- Cobertura morta*;
- Rotação de culturas*;
- Mecanização adequada (moto, micro, tração animal)*;
- Regeneração natural de matas*;
- Consorciação de culturas*;
- Calagem/correção de solos*;
- Plantio em faixas alternadas/rotação em faixas*;
- Uso racional de agrotóxicos de acordo com a Resolução SEIN n.º 022*;
- Manejo integrado de pragas, doenças e invasoras*;
- Diversificação de explorações*;
- Controle biológico de pragas*;
- Divisão de piquetes e manejo de pastagens*;
- Distribuição d'água e isolamento de aguadas*;
- Bosque sombreado*;
- Cortinas vegetais e quebra-ventos;
- Lotação correta de animais por área*;
- Capineiras e "bancos de proteínas";
- Plantio direto e/ou cultivo mínimo*;
- Sistema agro-silvo-pastoril*;
- Redistribuição espacial de culturas e explorações (aptidão agrícola dos solos);
- Reflorestamento, adensamento e regeneração de matas ciliares e/ou de reserva legal*;
- Irrigação e drenagem; e
- Abastecedores comunitários.

Quanto as práticas conservacionistas listadas acima, as mais efetivas e que melhor se aplicam as atividades predominantes realizadas na Zona de Uso Antrópico Extensivo são as técnicas direcionadas ao uso agrícola através de lavouras anuais em local que apresenta relevo movimentado, e técnicas voltadas a silvicultura e pastagem plantada, que estão devidamente assinaladas com asterisco (*) no lado direito da prática conservacionista.

O manejo conservacionista do solo deve ser seguido conforme a sua aptidão agrícola, e qualquer prática que cause impacto ambiental negativo deve ser desestimulada.

Por fim importante citar que se trata de uma zona de responsabilidade de terceiros, sobre a qual a Tibagi Energia não ter ingerência.

O Quadro 10-8 apresenta os diretrizes previstas para a Zona de Uso Antrópico Extensivo.

Quadro 10-8 – Usos recomendados e não recomendados na Zona de Uso Antrópico Extensivo.

| USOS | |
|---|---|
| **RECOMENDADOS** | • atividades agropecuárias com manejo adequado do solo, apresentando melhor aptidão agrícola para silvicultura e pastagem plantada;<br>• práticas conservacionistas complexas quando voltadas à atividade de lavoura para cultivo de grãos, e quando voltadas à silvicultura e pastagem plantada;<br>• promover controle do escoamento concentrado das águas pluviais, e da erosão em sulcos e ravinas:<br>• utilização das práticas conservacionistas de solos assinaladas na listagem acima;<br>• recuperação de áreas degradadas por meio da recomposição do solo e plantio de espécies nativas |
| **NÃO RECOMENDADOS** | • uso agrícola em descordo com as práticas conservacionistas adequadas;<br>• uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes;<br>• estocar ou jogar na área de entorno do reservatório embalagens vazias de agroquímicos;<br>• todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica do reservatório, demais corpos d'água e a conservação do meio ambiente. |

## 10.6 ZONA DE USO RESTRITO - ZUR

Esta Zona corresponde a áreas que possuem uso restrito tais como faixa de servidão de Linha de Transmissão e faixa de domínio de estradas públicas.

A Linha de Transmissão de 138 kV que parte da UHE Tibagi Montante em direção à SE Tibagi terá cerca de 1,8 km e a faixa de servidão é de 23 metros, sendo 11,5 metros para cada lado da linha.

É importante ressaltar que a área localizada dentro da faixa de servidão da LT continuará sendo propriedade particular dos atuais proprietários (a quem cabe a sua responsabilidade), cabendo à Tibagi Energia SPE S.A. somente o pagamento pelo uso dessa área.

Por força da legislação incidente sobre faixas de servidão, é estabelecida restrição de uso do solo dentro dos limites da faixa, a fim de garantir maior segurança para a operação da linha, evitando a ocorrência de incêndios e o crescimento de vegetação que possam causar avarias nos cabos e nas torres, além de proibir a construção de edificações dentro da Faixa de Servidão.

Na Área de Abrangência ocorre a faixa de domínio da estrada estadual PR-340, a qual possui largura da faixa de domínio de 10 metros para cada lado, de acordo com o Decreto 3016/1977 metros. Além dessa faixa, que é de responsabilidade do DER/PR, torna-se obrigatória uma reserva de mais 15 metros para cada lado da faixa de domínio (faixa "*non-aedificandi*") na qual não se pode construir (Lei Federal 6.766/79). Na Área de Estudo também ocorre um trecho da rodovia federal BR-153 que possui de acordo com o Decreto 20671/1970 uma faixa de domínio de 25 metros para cada lado, além de mais 15 metros para cada lado não edificáveis.

Em relação às estradas públicas municipais, na Área de Abrangência ocorre parte da estrada municipal do Passatempo, que liga a área urbana de Tibagi à localidade do Pinheiro Seco. As faixas de domínio de estradas municipais estão enquadradas de acordo com o Código de Postura do município de Tibagi (Lei n°388/1964), que em seu Artigo 182 do Capítulo XIII Das Estradas e Caminhos Públicos diz que para o porte dessa estrada, a faixa de domínio é de 5 metros para cada lado.

As diretrizes previstas são apresentadas no Quadro 10-9.

Quadro 10-9 – Usos permitidos e não permitidos na ZUR

| USOS | |
|---|---|
| **PERMITIDOS** | • plantações de baixo porte;<br>• lavouras;<br>• deslocamento de pessoas na faixa de servidão<br>• Para mudança dentro dos limites de seu terreno, de qualquer estrada e caminho público, deverá o respectivo proprietário requerer a necessária permissão à Prefeitura, juntando ao pedido, projeto de trecho a modificar-se e um memorial justificativo da necessidade e vantagem. (Artigo 184) do Código de Posturas do munícipio – Lei n° 388/1964) |
| **NÃO PERMITIDOS** | • benfeitorias que mantenham pessoas de forma permanente ou temporária;<br>• atividades de cunho esportivo, comercial e de lazer;<br>• qualquer prática de queimada;<br>• qualquer tipo de cultura com altura acima de 2 metros;<br>• estacionamento de veículos;<br>• atividades com permanência constante de pessoas ou que permitam a aglomeração de pessoas;<br>• pedreiras, exploração de jazidas, mineração, atividades agrícolas que venham a modificar o perfil do solo.<br>• Para as estradas municipais atender aos usos proibidos de acordo Artigo 185 e Artigo 182 do Código de Posturas do município de Tibagi– Lei n° 388/1964<br>• Para as rodovias estadual e federa atender o disposto pelo órgão competente com circunscrição sobre a via (DNIT e DER) |

## 10.7 ZONA DE SEGURANÇA E OPERAÇÃO - ZSO

São consideradas como zona de segurança e operação as seguintes áreas:

- Área de 500 metros do reservatório e da APP a montante da barragem;

- Área de 300 metros do curso do rio Tibagi a jusante da Casa de força (local de restituição das águas que passaram pelas turbinas da casa de força);

- Estruturas associadas, utilizadas para o funcionamento do empreendimento;

- Captação de água pela SANEPAR para abastecimento do município de Tibagi.

Orienta-se a instalação de placas e boias de sinalização e bloqueio no emboque do canal de fuga para impedir o deslocamento de indivíduos e embarcações para adentro do canal de fuga. Além disso, após a casa de força também foram inseridas boias e placas de sinalização e bloqueio.

A Zona de Segurança e Operação - ZSO é sinalizada por placas informativas e no reservatório, sinalizadas com boias de isolamento.

Imagens das boias de segurança podem ser observadas abaixo:.

Figura 10-2 –Boias de segurança instaladas na delimitação da Zona de Navegação e Pesca com a Zona de Segurança.

No Quadro 10-10 são apresentados os usos permitidos e não permitidos na Zona de Segurança e Operação– ZSO.

Quadro 10-10 – Usos permitidos e não permitidos na ZS

| **USOS** | |
|---|---|
| **PERMITIDOS** | • utilização e ocupação serão exclusivas da Tibagi Energia SPE S.A., ou pessoas autorizadas por esta.<br>• acesso à água para fins de abastecimento público |

| USOS | |
|---|---|
| **NÃO PERMITIDOS** | • acesso não autorizado e/ou desacompanhado<br>• nadar;<br>• caçar;<br>• navegar sem autorização da Tibagi Energia SPE S.A.;<br>• praticar a pesca com embarcação no rio Tibagi acima (montante) e abaixo (jusante) da barragem/vertedouro e canal de fuga;<br>• praticar a pesca de barranco nas margens do reservatório e nas margens do rio Tibagi, a jusante da barragem/vertedouro;<br>• implantação de qualquer tipo de empreendimento ou estrutura que possa vir a afetar a estrutura desta área, bem como se utilizar da água do rio Tibagi neste trecho;<br>• lançamento de efluentes residenciais ou industriais não tratados;<br>• depósitos ou lançamentos de lixos ou entulhos de qualquer espécie; |

## 10.8 ZONA DE USO MISTO - ZUM

A navegação (que não utilize motor de combustão por hidrocarboneto) e a pesca serão permitidas em toda a área do reservatório, exceto nas áreas definidas como Zona de Segurança e Operação ou ainda no período defeso, fixado por Portaria publicada anualmente, compreendendo o período entre início de novembro e final de fevereiro.

As embarcações estarão sujeitas à inscrição nas Capitanias dos Portos (CP), Delegacias (DL) ou Agências (AG), que são os órgãos de inscrição e seu uso deverá atender às exigências legais quanto a registros, licenças, habilitação, uso de equipamentos de segurança e outras normas legais vigentes para este tipo de atividade.

Deste modo, a navegação no reservatório da UHE Tibagi Montante ficará liberada para a população em geral, bem como para as atividades que tenham por finalidade de monitoramento, pesquisas científicas e de fiscalização do reservatório.

Não é permitido o acesso a embarcações na Zona de Segurança e Operação – ZSO delimitadas no reservatório pelas boias de segurança e placas de

sinalização, a não ser que seja expressamente autorizada pela Tibagi Energia SPE S.A.

A atividade de pesca deverá observar as normas e exigências legais vigentes, como os dispositivos que versam sobre a proteção e estímulos à pesca, devendo essa ser suspensa durante o período de reprodução dos peixes, em conformidade com a legislação estadual.

Anualmente, instruída pela instrução normativa nº 25/2009 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, o IAT edita Portaria restringindo a pesca de espécies nativas entre 1º de novembro e final de fevereiro. No último ano, a Portaria IAT nº 258 de 2020 foi a que estabeleceu a proibição de pesca neste período.

Dentre as observações legais da atividade pesqueira o Instituto Água e Terra (IAT) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA são os órgãos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização das atividades pesqueiras e das licenças individuais e caberá a esses órgãos a avaliação, emissão de licenças e a fiscalização da prática da pesca, inclusive no reservatório da UHE Tibagi Montante.

De acordo com a Lei Estadual N° 17.048/2012 que dispõe sobre uso de lagos, lagoas e represas públicas e privadas para a prática de esportes aquáticos, determina em seu Artigo 1º (redação alterada pela Lei nº 17227/2012):

> *Fica permitido o uso de lagos, lagoas e represas públicas e privadas do Estado do Paraná, destinadas exclusivamente à captação de água para abastecimento, para a prática de esportes aquáticos que não utilizem motor de combustão por hidrocarboneto.*

Sem prejuízo do constante nas Leis Estaduais n° 17.048/2012 e 17.277/2012, o IAT – Instituto Água e Terra, por meio de análise de sua equipe multidisciplinar (Informação IAT n° 029/2021), define que fica vetado o uso de embarcações que utilizem motor de combustão por hidrocarbonetos no reservatório

da UHE Tibagi Montante, em função da existência da captação de água para consumo humano.

Caberá a Tibagi Energia SPE S.A., no caso de verificar ações contrárias às normas legais dentro das áreas de propriedades da empresa, fazer comunicação oficial aos órgãos públicos competentes.

No Quadro 10-11 são apresentados os usos permitidos e não permitidos na Zona de Uso Misto - ZUM.

Quadro 10-11– Usos permitidos, permissíveis e não permitidos na ZUM

| USOS | |
|---|---|
| **PERMITIDOS** | • ações relacionadas à operação e manutenção da UHE Tibagi Montante<br>• navegação, sem uso de motores movidos a hidrocarbonetos, conforme determinação do IAT;<br>• pesca amadora, de acordo com a legislação aplicável a essa atividade;<br>• fiscalização e monitoramento do reservatório;<br>• recreação de contato primário, como especificado na Resolução CONAMA N° 357/2005 (Art. 4°) e N° 274/2000. |
| **PERMISSÍVEIS** | • captação de água para abastecimento e dessedentação de animais<br>• as atividades minerárias desde que cumpridas às exigências do IAT/DNPM e desde que haja anuência do empreendedor.<br>• atividades de educação ambiental;<br>• atividades de pesca científica; coleta de vegetação e animais para fins científicos<br>• instalações hidroviárias (cais, rampas, ancoradouros, trapiches, sinalização para navegação);<br>• acessos rústicos a locais de beleza cênica; |
| **NÃO PERMITIDOS** | • todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica do reservatório;<br>• atividades conflitantes com a operação da UHE Tibagi Montante<br>• lançamento de quaisquer tipos de lixos e outros resíduos, e efluentes no reservatório e seu entorno e áreas adjacentes.<br>• pesca profissional. |

## 10.9 ZONA DE LAZER E EDUCAÇÃO AMBIENTAL-ZLEA

A área definida como Zona de Lazer e Educação Ambiental levou em consideração os locais apropriados para instalação de um balneário com base nos seguintes aspectos:

- Mapa de declividade – foram selecionadas as áreas de menor declividade e por serem mais seguras para uso recreativo;

- Valor paisagístico – áreas com apelo cênico;

- Vias de acesso públicas próximas – facilidade de acesso dos visitantes, sem necessidade de abertura de acessos em áreas de terceiros;

- Qualidade da água – classificadas como Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

Com base nos critérios citados, foram selecionadas duas áreas na margem esquerda, além de uma área do reservatório, conforme tabela a seguir demonstra.

Tabela 10-3 Área da Zonas de Lazer e Educação Ambiental

| Zoneamento | Área (hectares) |
|---|---|
| Zona de Lazer e Educação Ambiental - ZLEA (Balneário) | 5,78 |
| Zona de Lazer e Educação Ambiental - ZLEA (Ed. Ambiental) | 2,00 |
| Zona de Lazer e Educação Ambiental - ZLEA (Reservatório) | 29,24 |

A primeira de 35,02 ha na margem esquerda do rio Tibagi para compor a Zona de Lazer, que contempla uma área de 5,78 ha, com 600 metros de margem para implantação do Balneário e 29,24 ha de área do reservatório que deverá delimitada para atividades de recreação.

A segunda, uma área de 2 ha, ainda na margem esquerda, também com acesso direto pela estrada do Pinheiro Seco, que, atendendo à demanda exposta nas reuniões com setores da comunidade, deverá ser destinada para atividades de educação ambiental, contemplando área de plantio de frutíferas nativas e outras espécies de interesse educacional para a comunidade.

Somando as áreas do balneário e aquela destinada à educação ambiental, totaliza-se 7,78 ha dessas áreas destinadas à ZLEA em área de APP. Se somar isso aos 4,93 ha definidos como áreas de uso consolidado (que estão definidas no item 10.10, apresentado a seguir), tem-se um total de 12,71 ha,

Considerando que a APP inteira tem 633,67 ha, a soma das áreas destinadas a lazer com aquelas de uso consolidado representam o equivalente a 2,01% de toda área de APP do entorno do reservatório.

Deste modo, está dentro do limite de 10% estabelecido pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que em seu Artigo 5º, § 1º, determina

> *Na implantação de reservatórios d'água artificiais de que trata o caput, o empreendedor, no âmbito do licenciamento ambiental, elaborará Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, em conformidade com termo de referência expedido pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama, não podendo o uso exceder a 10% (dez por cento) do total da Área de Preservação Permanente. (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).*

A área do balneário conta com alguns remanescentes de vegetação natural que além do aspecto paisagístico, poderão servir como área de atividade de educação ambiental. A área do reservatório possui baixa declividade (representando melhores condições de segurança de balneabilidade) e o uso do solo anterior era composto por agricultura na área prevista nas margens, o que evita a presença de galhos e troncos que poderiam causar acidentes. Atenção especial deverá ser dada apenas para a área de reflorestamento anterior, que esta submersa. Trata-se de uma área que foi totalmente retirada antes da conformação do reservatório, mas remanescentes de troncos podem estar presentes.

A área está localizada às margens da estrada do passatempo, acesso público municipal próximo à área urbana, o que evita que para se ter acesso a área de lazer seja preciso acessar áreas de terceiros, reduzindo eventuais conflitos de uso.

Os resultados das seis campanhas trimestrais de monitoramento da qualidade da água realizadas durante o período de pré-construção e construção demonstraram que, em geral, a qualidade das águas no local atende aos padrões estabelecidos para a Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005, que podem ser destinadas, entre outros usos, à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA 274/2000. Tais condições, em conjunto com o tipo de operação previsto para o empreendimento (fio d'água), com a área do reservatório (6,84 $km^2$) e com o pequeno tempo de residência da água (3,6 dias), indicam que a probabilidade de ocorrer eutrofização do reservatório é baixa.

De acordo com a modelagem matemática realizada para a qualidade das águas da UHE Tibagi Montante, independente do percentual de remoção da vegetação adotado, os parâmetros mais impactados pela formação do reservatório são o Oxigênio Dissolvido (OD) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Ainda assim, após a estabilização do reservatório as concentrações de OD e DBO passam a responder às condições de contorno impostas na simulação e se estabilizam com valores entre 5,5 e 9,0 mg/L e entre 3,0 e 4,0 mg/L, respectivamente, mantendo-se, portanto, dentro dos limites estabelecidos pela Resolução 357/2005 para a Classe 2, na qual se enquadra o rio Tibagi.

Com base nas informações acima descritas, prevê-se que a qualidade das águas na Zona de Lazer, é compatível com a recreação de contato primário, conforme Resoluções CONAMA 357/2005 e 274/2000.

No que se refere à captação de água para abastecimento humano, a jusante do barramento, segundo as simulações realizadas, os impactos sobre a qualidade da água do rio Tibagi em função do enchimento do reservatório deverão ser pequenos – nessa região a água deverá ter as mesmas características da água que sai do reservatório. As concentrações máximas de DBO resultantes das simulações, são da ordem de 7,3 mg/L (para um limite de 5,0 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos de classe 2). Por outro lado, as concentrações mínimas de OD durante o enchimento são da ordem de 7,0 mg/L, enquanto o limite mínimo estabelecido é de 5,0 mg/L. Portanto, são pouco

provavéis concentrações que possam impedir a captação de água para abastecimento humano.

De qualquer modo, eventuais instalações de estruturas e, consequentemente, liberação de efluentes deverão ser objeto de estudo específico para o seu dimensionamento e capacidade de depuração antes de sua instalação. Este fato é de suma importância pois a área de lazer está localizada a montante do ponto de captação da SANEPAR.

A Figura 10-3 ilustra a localização da área do balneário e reservatório. Importante esclarecer que as áreas com vegetação dentro desta área, situadas nos seus limites, deverão assim permanecer, podendo constituir em áreas destinadas a educação ambiental, sem que haja a sua supressão.

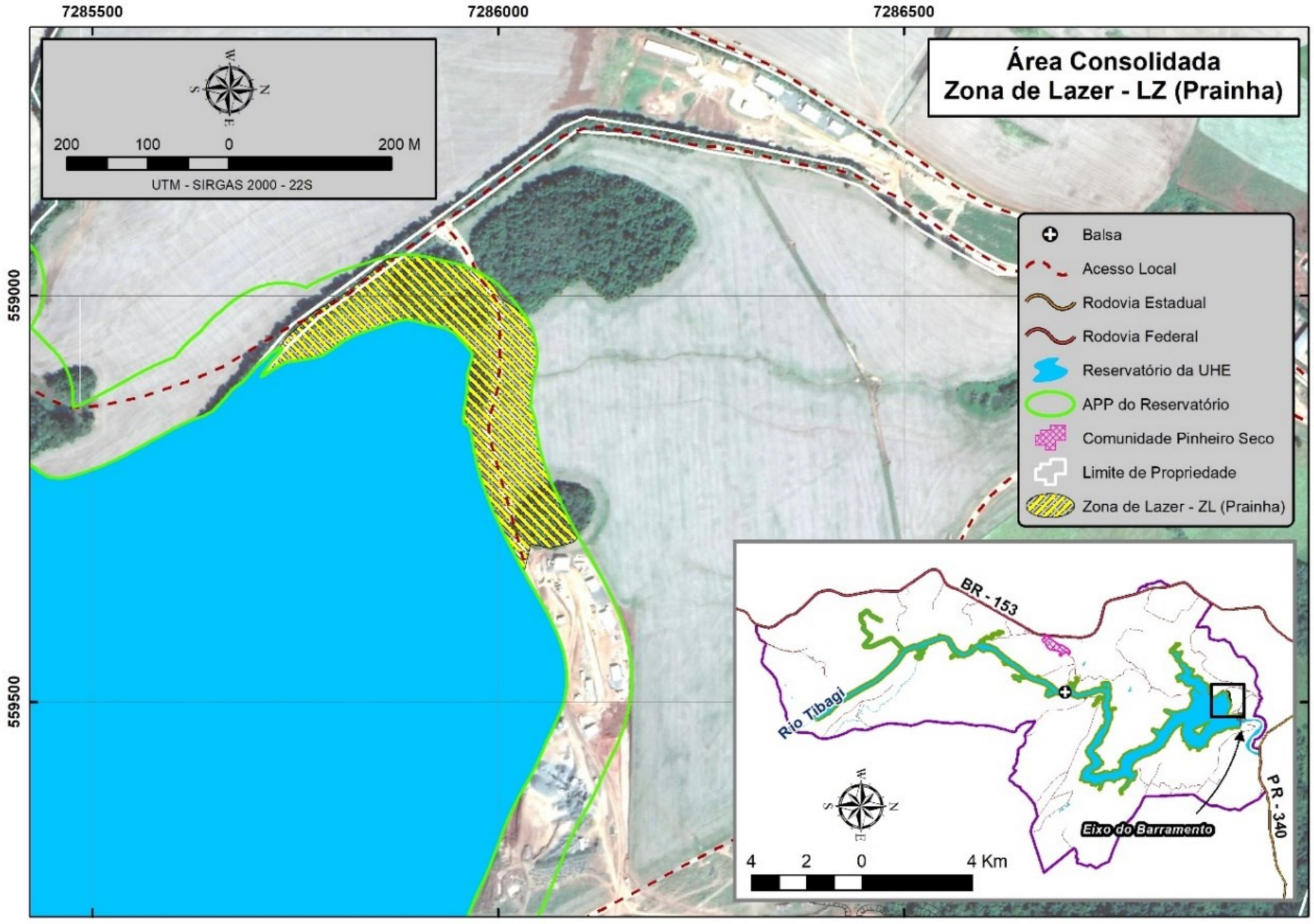



Figura 10-3 – Localização da área do balneário (5,78 ha).

A área de educação ambiental será destinada a projetos de recuperação ambiental na APP, contemplando o plantio de espécies nativas pelos alunos das escolas do município.

Essa área atualmente encontra-se em recuperação ambiental e, o plantio de mudas frutíferas, pelos alunos da rede de ensino público municipal irá oportunizar a conscientização desse público sobre a importância da conservação e recuperação ambiental e poderá servir como subsídio para trabalhar diversos temas, tais como mata ciliar, processos erosivos, ciclo da água, importância das espécies de flora nativa para a fauna, entre outros. Professores de todas áreas também poderão se beneficiar das atividades, com temas trabalhados de modo interdisciplinar em sala de aula.

De acordo com o Código Florestal (Lei 12.651/12), nos projetos de recuperação ambiental em APPs deve ser priorizada a utilização de espécies nativas do mesmo bioma. Durante os levantamentos realizados para o diagnóstico e monitoramento da flora na região da UHE Tibagi Montante foram verificadas diversas espécies que são indicadas para o plantio por atraírem espécies da fauna nativa. Dessa forma recomenda-se o plantio das espécies listadas na Tabela 10-4.

Tabela 10-4– Espécies indicadas para o plantio na APP em projetos de recuperação ambiental na Zona de Lazer e Educação Ambiental.

| Nome comum | Nome científico | Família | Hábito | Categoria |
|---|---|---|---|---|
| Ariticum | *Annona* sp. | Annonaceae | Árvore | Frutífera |
| Gramixuma | *Eugenia brasiliensis* | Myrtaceae | Árvore | Frutífera |
| Cereja | *Eugenia involucrata* | Myrtaceae | Árvore | Frutífera |
| Pitanga | *Eugenia uniflora* | Myrtaceae | Árvore | Frutífera |
| Ingá | *Inga striata* | Fabaceae | Árvore | Frutífera |
| Cambuí | *Myrciaria tenella* | Myrtaceae | Árvore | Frutífera |
| Jabuticaba | *Plinia peruviana* | Myrtaceae | Árvore | Frutífera |
| Araçá | *Psidium cattleianum* | Myrtaceae | Árvore | Frutífera |
| Jerivá | *Syagrus romanzoffiana* | Arecaceae | Palmeira | Frutífera |
| Tarumã | *Vitex megapotamica* | Lamiaceae | Árvore | Frutífera |

O Quadro 10-12 apresenta os usos recomendados e não recomendados nas Zonas de Lazer e Educação Ambiental. Como originalmente esta área esta sob a ingerência da Tibagi Energia S.A. (ainda que repasse posteriormente para o Poder Público), a responsabilidade sobre a gestão, a princípio, é desta empresa.

Quadro 10-12– Usos recomendados e não recomendados na ZLEA

| USOS | |
|---|---|
| **PERMISSÍVEIS** | • atividades de turismo e instalação de estruturas para o bem-estar dos usuários;<br>• atividades de ecoturismo, educação ambiental e pesquisa cientifica;<br>• navegação e esportes náuticos como a canoagem;<br>• pesca amadora, de acordo com a legislação aplicável a essa atividade;<br>• recreação de contato primário como especificado na Resolução CONAMA N° 357/2005 (Art. 4°) e N° 274/2000.<br>• Plantio de espécies da flora nativa na área de Educação Ambiental |
| **NÃO PERMITIDOS** | • todos os usos que por suas características comprometam a qualidade hídrica do reservatório;<br>• esportes aquáticos que utilizem motor de combustão por hidrocarboneto[3];<br>• atividades conflitantes com a operação da UHE Tibagi Montante;<br>• lançamento de quaisquer tipos de lixos e outros resíduos, e efluentes no reservatório e seu entorno e áreas adjacentes;<br>• pesca durante o período da piracema<br>• Plantio de espécies exóticas na área de Educação Ambiental |

## 10.10 ÁREAS CONSOLIDADAS NA ZONA DE PRESERVAÇÃO

Durante o diagnóstico foi verificado a existência de áreas consolidadas na APP do reservatório

A Lei Federal n° 12.651/2012, conhecida como Novo Código Florestal, apresenta diretrizes legais referentes ao que pode ser enquadrado como área consolidada.

[3] Sem prejuízo do constante nas Leis Estaduais n° 17.048/2012 e 17.277/2012, o IAT – Instituto Água e Terra, por meio de análise de sua equipe multidisciplinar (Informação IAT n° 029/2021), define que fica vetado o uso de embarcações que utilizem motor de combustão por hidrocarbonetos no reservatório da UHE Tibagi Montante, em função da existência da captação de água para consumo humano.

*Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:*

*IV - área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio;*

*Seção II Das Áreas Consolidadas em Áreas de Preservação Permanente*

*Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008*

Estas condições possibilitam ao empreendedor propor a consolidação e permanência de partes de trechos das vias de acesso no Zoneamento Socioambiental no PACUERA da UHE Tibagi Montante que se apresentavam consolidados em 22 de julho de 2008.

A permanência dessas áreas consolidadas visa evitar impactos ambientais com movimentações de terra e desmatamento de áreas de vegetação natural consolidadas e a permanência de acessos utilizados há décadas por moradores locais.

Ressalta-se que, devido ao atual uso e ocupação das propriedades lindeiras, não foi constatada a existência de áreas de dessedentação animal junto ao rio Tibagi ou junto a algum de seus tributários que foram afetados pelo reservatório. Entretanto, considerando que gado em APP para a finalidade de dessedentação é permitido em Lei e considerado como de baixo impacto ambiental, porém há falta de regulamentação específica, gerando insegurança jurídica e, portanto, constituindo risco.

A seguir estão apresentadas as áreas consolidadas existentes na APP do reservatório da UHE Tibagi Montante:

### 10.1.1 Acessos à balsa

Os acessos à balsa que atravessa o rio Tibagi, cruzam a futura APP do reservatório em três trechos, sendo dois na margem direita e um na margem esquerda, totalizando 1,34 ha. A travessia de balsa de uma margem a outra é uma importante forma de escoamento da produção da propriedade D-04, além de servir de uso eventual para travessia de moradores e proprietários (Figura 10-4).

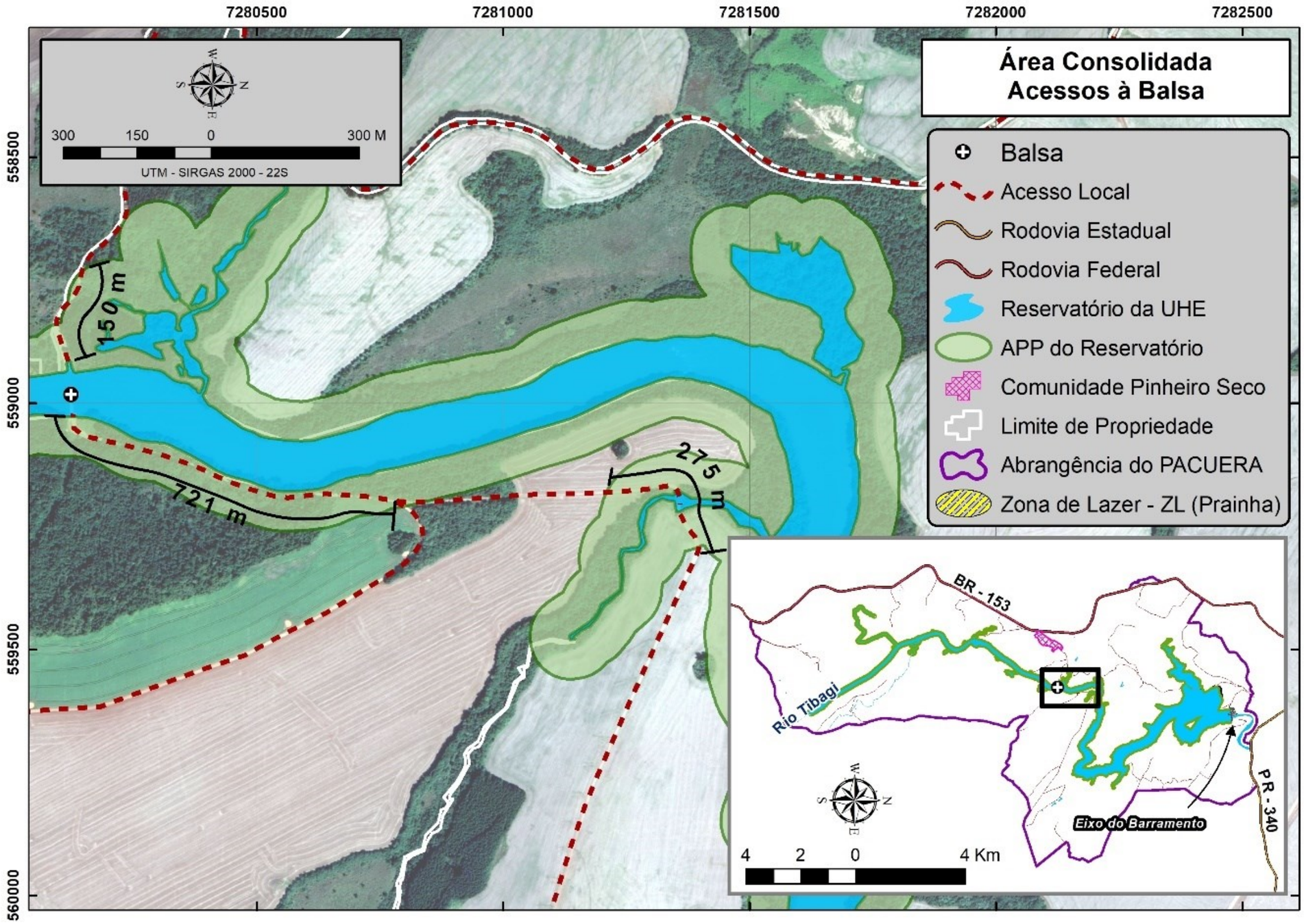



Figura 10-4 – Acesso consolidado à balsa cruzando a APP.

### 10.1.2 Estrada do Passatempo

A estrada municipal do Passatempo, que faz a ligação entre a área urbana de Tibagi e a localidade do Pinheiro Seco, precisou ser readequada devido a um trecho que foi alagado pelo reservatório da UHE Tibagi Montante. O desvio passa por dois trechos de APP, de 656 m na margem esquerda e de 447 m, na margem direita, totalizando 2,03 ha, como pode ser visualizado na Figura 10-5.

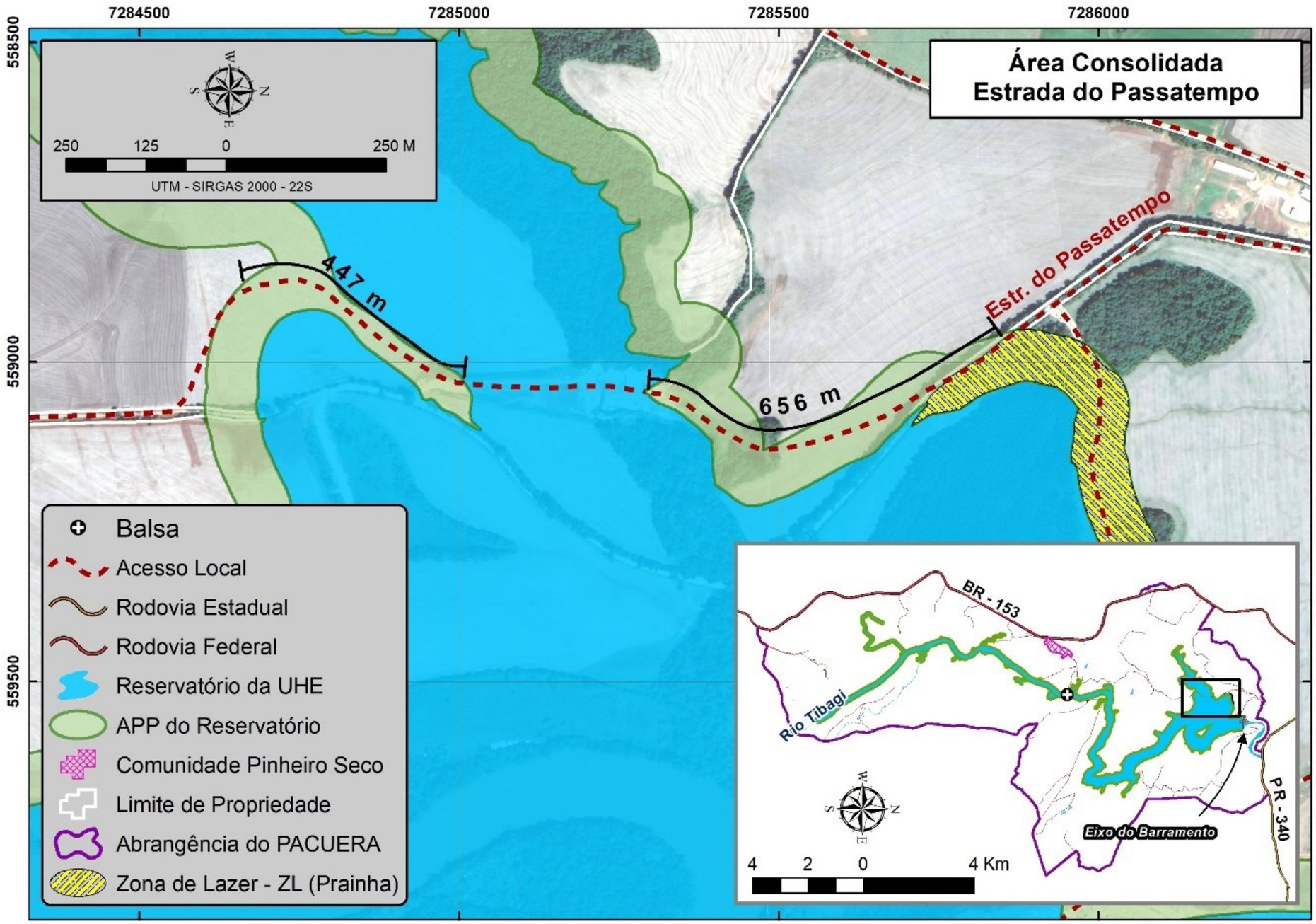



Figura 10-5 – Trecho da estrada municipal do Passatempo cruzando a APP.

### 10.1.3 Captação de Água

A captação de água para abastecimento público do município de Tibagi precisou ser realocada devido à influência da implantação do reservatório da UHE Tibagi Montante.

As obras para instalação do novo sistema de captação de água e adutora tiveram início em outubro de 2017 e a nova captação está em operação desde dezembro de 2017.

O duto possui 151 metros de comprimento e está localizado na margem esquerda, a montante da barragem, na Zona de Segurança e Operação.

O caminho para o duto se faz por um acesso viário que cruza a APP em um trecho de 115 metros, totalizando 0,10 ha dentro da APP, conforme pode ser verificado na Figura 10-6.

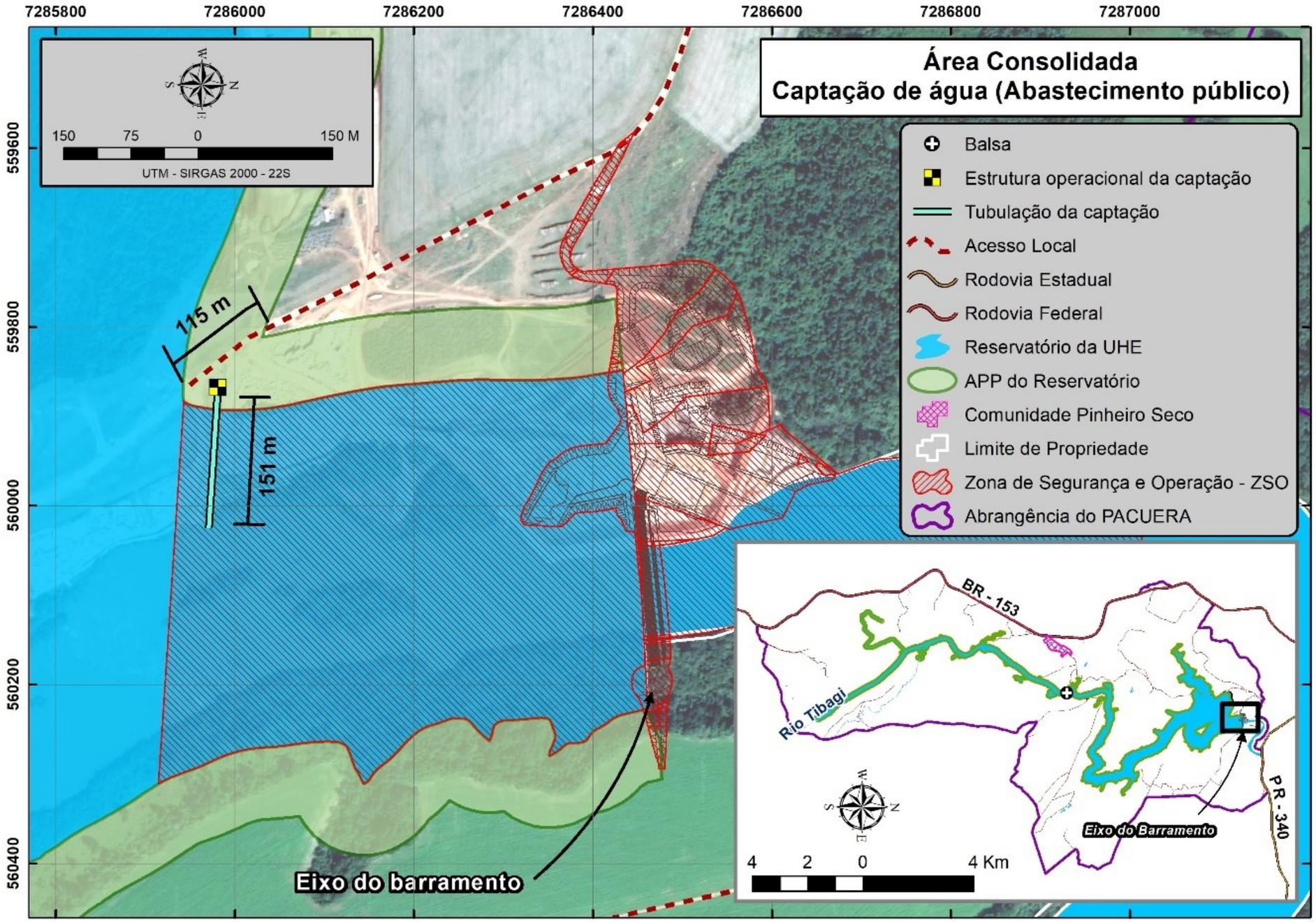



Figura 10-6 – Trecho de acesso à captação de água cruzando a APP.

### 10.1.4 Exploração mineral e acessos ao rio

Além dos pontos elencados, foram verificadas algumas situações de uso consolidado de terceiros na futura APP do reservatório da UHE Tibagi Montante.

Na margem esquerda do rio Tibagi foram verificados dois usos referentes a acesso ao rio para exploração mineral que totalizam 0,49 ha.

Também foram observados 7 pontos de acesso ao rio e um pequeno rancho de pesca que, juntos, totalizam 0,97 ha.

Ou seja, o total de área de usos consolidados resulta em 4,93, conforme pode-se observar na tabela a seguir:

Tabela 10-5 – Áreas de uso consolidados

| Uso consolidado | Área (hectare) |
|---|---|
| Acesso a Balsa | 1,34 |
| Acesso ao Rio | 0,94 |
| Captação d'Água | 0,10 |
| Estrada do Passatempo | 2,03 |
| Exploração Mineral | 0,49 |
| Rancho de Pesca | 0,03 |
| **Total Geral** | **4,93** |

Essas áreas, somadas aos 7,78 ha destinados à Zona de Lazer e Educação Ambiental (item 10.9), totalizam 12,71 ha, equivalente a 2,01% do total da APP.

As situações de uso consolidado de terceiros na área da futura APP podem ser observadas na Figura 10-7.

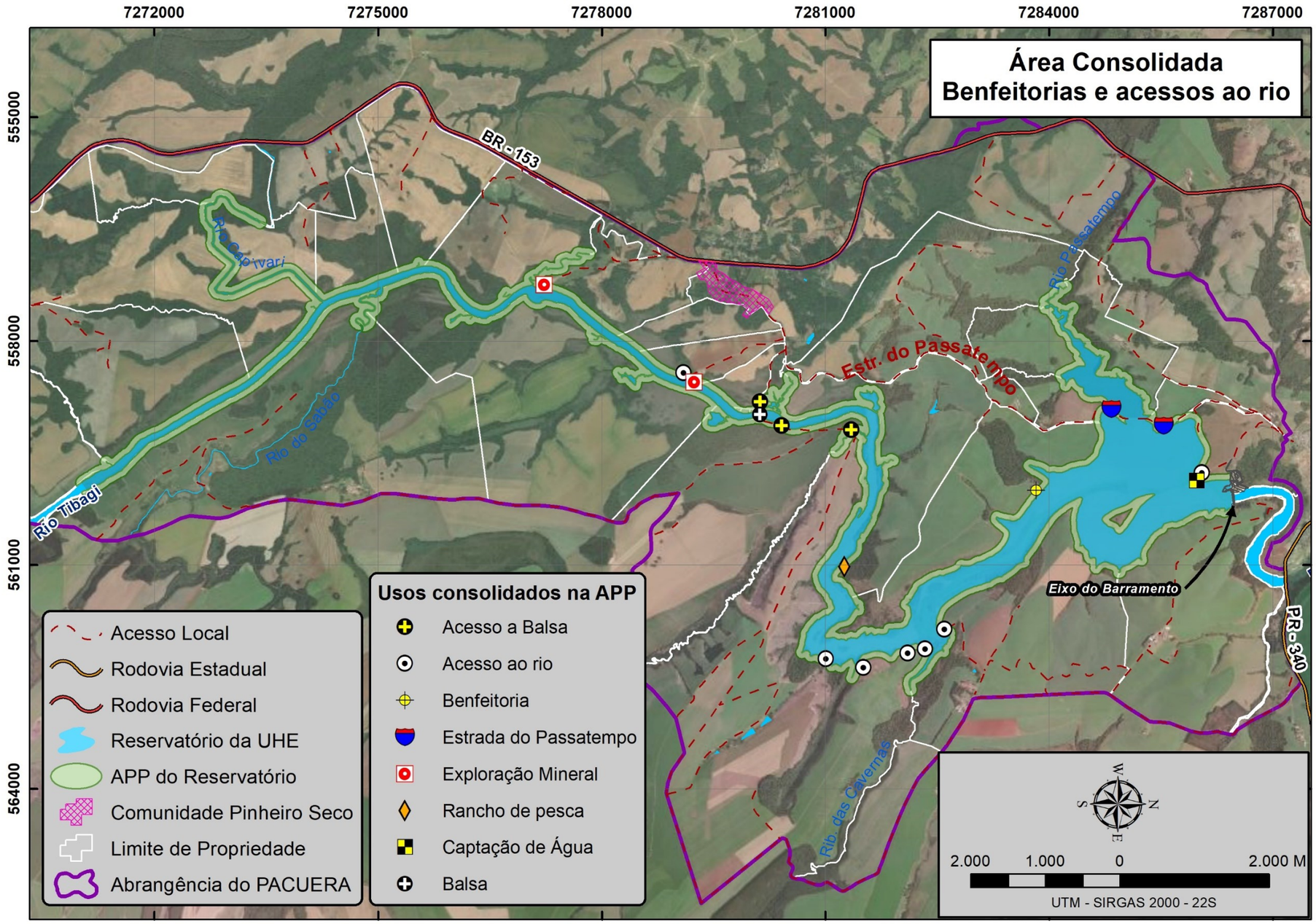



Figura 10-7 – Usos consolidados existentes na futura APP do reservatório.

# 11. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS E PROGRAMAS

As medidas e programas aqui sugeridos poderão auxiliar na otimização dos diversos usos e ocupações no entorno do reservatório, evitando a degradação ambiental e protegendo os remanescentes florestais.

Nesse sentido, as medidas e programas ambientais apresentados no presente capítulo são ferramentas fundamentais para implementação deste PACUERA e exigirá o desenvolvimento de atividades que envolverão o comprometimento de diversas instituições e, portanto, a sua efetiva implementação demanda um planejamento setorial dos atores envolvidos, de acordo com as respectivas responsabilidades que têm em relação ao assunto.

Assim, a proposição das medidas e programas está apresentada conforme a responsabilidade específica do responsável pela sua elaboração, muito embora alguns programas exigirão uma ação interinstitucional e outros não tenham claramente definida a quem cabe a responsabilidade de execução (questão que deverá ser avaliada e dirimida durante o processo de discussão deste documento).

A seguir são apresentados os programas e medidas propostos de acordo com a responsabilidade:

Para uma efetiva operação e monitoramento dos usos múltiplos do reservatório e seu entorno, torna-se imperativo implantar um programa de fiscalização do reservatório, a exemplo do que ocorre rotineiramente em outros empreendimentos hidrelétricos, com o objetivo de possibilitar um gerenciamento integrado, adaptativo e preditivo dos aspectos ambientais e operacionais a serem monitorados.

Os demais programas aqui apresentados para o PACUERA contemplam os projetos que estão em execução e têm duração prolongada e/ou permanente segundo o PBA da UHE Tibagi Montante, bem como as condicionantes que sejam requeridas na ocasião da emissão da Licença de Operação.

## 11.1 PROGRAMA DE RESPONSABILIDADE DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL

Os programas governamentais dizem respeito a ações típicas que serão de responsabilidade do Poder Público, que deverão ser encampadas com a participação direta das administrações municipais.

Esses programas têm como objetivo solucionar questões de ordem estrutural e propor ações visando o desenvolvimento socioeconômico da região como um todo, a partir do resultado do zoneamento proposto para o entorno do reservatório.

A fiscalização em relação à execução dos programas ambientais de responsabilidade do poder público será exercida fundamentalmente pelo Ministério Público Estadual, embora possa ser auxiliada pela execução de outros programas de responsabilidade da Tibagi Energia SPE S.A. na fase de operação.

### 11.1.1 Programa de Implementação da Área de Lazer

Conforme foi verificado no diagnóstico ambiental e no zoneamento, ficou evidenciada a demanda de diversos atores municipais para haja aproveitamento do reservatório e de alguma área do seu entorno para e lazer e turismo, pois a proximidade da UHE Tibagi Montante torna ainda mais atraente esse tipo de utilização por parte da população local.

Com o estabelecimento legal de uma Zona de Lazer, o reservatório da UHE Tibagi Montante adquire capacidade potencial para atrair investimentos em estruturas de lazer, turismo e esporte, aproveitando o potencial para desenvolver, entre outras atividades, a canoagem.

Conforme foi manifestado nas reuniões com atores sociais, paralelamente à solicitação de destinação de uma área para aproveitamento de lazer e turístico, houve preocupação em relação à forma de gestão deste espaço público.

Para que essa gestão ocorra da melhor forma em prol da comunidade, será importante que, em primeiro lugar, se estabeleça a melhor forma jurídica de destinar a gestão desta área originalmente ao Poder Público, para que este defina

a melhor forma de utilização, seja diretamente ou através de concessão pública, que esteja atrelada à responsabilidade pela manutenção do local e de sua segurança.

O escopo para a realização deste programa deverá ser desenvolvido em conjunto entre as diversas esferas do poder público municipal, a Tibagi Energia e o IAT e deverá ser iniciado após a aprovação final do presente PACUERA.

## 11.2 PROGRAMAS DE RESPONSABILIDADE DO EMPREENDEDOR

O acompanhamento da qualidade ambiental dos recursos naturais durante o período de operação é realizado pela Tibagi Energia SPE S.A., de forma que a compilação dos resultados obtidos na implementação dos programas ambientais permita a adoção de medidas mitigadoras ou preventivas para garantir a qualidade ambiental do reservatório e seu entorno.

Na Tabela 11-1 são apresentados os Programas e Planos Ambientais previstos para a Fase de Operação do Empreendimento, que estão sob a responsabilidade do empreendedor.

Tabela 11-1- Tabela resumo dos programas, subprogramas e planos ambientais previstos para fase de operação do empreendimento UHE Tibagi Montante

| Programas e Planos | Objetivo Geral | Impactos Relacionados (fase de operação) |
|---|---|---|
| **PROGRAMAS - MEIO FÍSICO** | | |
| **PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS** | Propor medidas preventivas e corretivas, capazes de reduzir sensivelmente o nível de degradação dos recursos do solo e cobertura vegetal, e desta forma, reintegrar as áreas degradadas à paisagem típica da região. | - Instalação de processos erosivos nas encostas marginais ao reservatório;<br>- Aumento da carga de sedimentos nas águas do rio Tibagi;<br>- Assoreamento do reservatório. |
| **PROGRAMA DE CONTROLE DOS PROCESSOS EROSIVOS** | Desenvolver um sistema de monitoramento e avaliação capaz de promover a prevenção e o controle de processos erosivos que possam vir a ocorrer nas áreas da UHE Tibagi Montante, durante a sua operação. | - Escavações, terraplanagem, abertura de jazidas de terra e pedreiras;<br>- Instalação de processos erosivos nas encostas marginais ao reservatório;<br>-Aumento da carga de sedimentos nas águas do rio Tibagi;<br>- Assoreamento do reservatório. |
| **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ATIVIDADE SÍSMICA** | Avaliar a interferência gerada pela formação do reservatório sobre o arcabouço geológico que pode gerar sismos induzidos | - Atividade Sísmica Induzida. |
| **PROGRAMA DE MONITORAMENTO CLIMATOLÓGICO** | Acompanhar a evolução dos parâmetros climáticos locais, antes, durante e após a formação do reservatório da UHE Tibagi Montante | |

| Programas e Planos | Objetivo Geral | Impactos Relacionados (fase de operação) |
|---|---|---|
| **PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO** | Identificar os processos hidrossedimentológicos, a quantidade de material sólido transportado, em suspensão, arraste e total, pela drenagem principal e secundária, assim como os agentes causadores de degradação da qualidade da água. | - Alteração das Condições Atuais de Exploração Mineral;<br>- Aumento da Carga de Sedimentos em Suspensão nas Águas do Rio Tibagi;<br>- Assoreamento do Reservatório. |
| **PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA** | Obter informações sobre a qualidade da água na fase rio, durante o planejamento e construção do empreendimento, bem como as alterações causadas pela formação do reservatório na fase de operação, através do monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água. | - Supressão de Corredeiras e Ilhas;<br>- Redução dos Níveis de Oxigênio Dissolvido e da Capacidade de Autodepuração das Águas;<br>- Mudança do Grau Trófico das Águas da Área do Futuro Reservatório;<br>- Estratificação Térmica, Química e Bioquímica do Reservatório;<br>- Alterações nas Comunidades de Organismos Aquáticos na Área do Reservatório. |
| **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO** | Avaliar as modificações da superfície piezométrica e da qualidade das águas subterrâneas, em função da formação do reservatório. | - Instalação de processos erosivos nas encostas marginais ao reservatório;<br>- Alterações no nível do lençol freático e da qualidade das águas subterrâneas. |

| Programas e Planos | Objetivo Geral | Impactos Relacionados (fase de operação) |
|---|---|---|
| **PROGRAMAS - MEIO BIÓTICO** | | |
| **PROGRAMA DE SALVAMENTO DA FLORA** | Preservar o patrimônio genético da flora de ocorrência na região do empreendimento seja através de realocação de espécies ou pela coleta de sementes. | - Supressão de Corredeiras e Ilhas; Perda de Habitats Naturais pela Implantação do Empreendimento. |
| **PROGRAMA DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL NA APP DO RESERVATÓRIO** | Recuperar, incrementar e conservar a vegetação da APP do futuro reservatório, de forma a proporcionar a manutenção ou melhoria das condições ambientais da vegetação, para assim cumprir seu papel protetor sobre os recursos bióticos e abióticos. | - Instalação de processos erosivos nas encostas marginais ao reservatório;<br>- Aumento da carga de sedimentos nas águas do rio Tibagi;<br>- Assoreamento do reservatório;<br>- Interrupção do fluxo de espécies da flora e da fauna;<br>- Alteração de hábitats utilizados pela fauna terrestre. |
| **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA** | Avaliar o efeito da formação do reservatório sobre comunidades vegetais nativas que passaram a constituir sua faixa marginal. | - Alteração das Comunidades Vegetais nas Áreas Marginais ao Reservatório. |
| **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE** | Aprofundar o conhecimento sobre a fauna da região, além de avaliar os processos de dispersão da fauna devido à modificação dos ecossistemas terrestres, ocasionada em um primeiro momento pela supressão vegetal para implantação do canteiro de obras e, posteriormente, para o reservatório. | - Alteração dos Hábitats da Fauna Terrestre. |

| Programas e Planos | Objetivo Geral | Impactos Relacionados (fase de operação) |
|---|---|---|
| **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA** | Avaliar as alterações na ictiofauna decorrentes da formação do reservatório da UHE Tibagi, com vistas aos impactos positivos e negativos do barramento sobre a abundância e atributos da comunidade de peixes, a montante, reservatório e jusante. | - Supressão de Corredeiras e Ilhas;<br>- Alterações nas Comunidades de Organismos Aquáticos na Área do Reservatório;<br>- Interrupção do Fluxo Migratório da Ictiofauna. |
| **PROGRAMAS - MEIO SOCIOECONÔMICO** | | |
| **PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL** | Fortalecer a política ambiental na área de implantação da UHE Tibagi Montante, com a realização de ações que envolvam a comunidade e os trabalhadores do empreendimento, promovendo a conservação e preservação do meio ambiente, além do desenvolvimento sustentável na região. | - Redução dos Níveis de Oxigênio Dissolvido e da Capacidade de Autodepuração das Águas;<br>- Mudança do Grau Trófico das Águas da Área do Futuro Reservatório;<br>- Alteração dos Hábitats da Fauna Terrestre;<br>- Acidentes com Animais Peçonhentos;<br>- Atropelamento de Animais;<br>- Exploração Predatória de Recursos Naturais; |
| **PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIOAMBIENTAL** | Criar um canal de comunicação oficial entre o empreendedor e a comunidade local, para diminuir as expectativas que geralmente acompanham um empreendimento desta natureza e, assim, esclarecer dúvidas acerca da implantação dessa usina. | - Mobilização Política da População Local;<br>- Expectativa por Parte da População da Região;<br>- Especulação Imobiliária;<br>- Aumento do Conhecimento Técnico-científico da Região;<br>- Exploração Desordenada de Recursos Minerais. |

| Programas e Planos | Objetivo Geral | Impactos Relacionados (fase de operação) |
|---|---|---|
| **PROGRAMA DE APOIO ÀS ATIVIDADES TURÍSTICAS** | Estabelecer medidas e ações compensatórias para os impactos ocorridos na modalidade de turismo. Além da elaboração de um plano de uso para recreação, lazer e turismo no reservatório e seu entorno, em conjunto com a comunidade e demais partes interessadas do setor turístico local. | - Alteração da paisagem |
| **PLANOS AMBIENTAIS** | | |
| **PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIO ARTIFICIAL - PACUERA** | Indicar uma metodologia de trabalho que sinalize formas de potencializar os benefícios que possam advir da implantação do empreendimento na região para as comunidades envolvidas, e explorar os usos múltiplos potenciais e pretendidos, sem prejuízo para a geração de energia, tendo como base a legislação vigente, a capacidade de suporte do ambiente e a conservação da biodiversidade. | - Alteração das Condições Atuais de Exploração Mineral;<br>- Supressão de Corredeiras e Ilhas;<br>- Alteração das Comunidades vegetais nas áreas Marginais ao Reservatório;<br>- Aumento da Carga de Sedimentos em Suspenção nas Águas do Rio Tibagi;<br>- Assoreamento do Reservatório;<br>- Redução dos Níveis de Oxigênio Dissolvido e da Capacidade de Autodepuração nas Águas;<br>- Mudança do Grau Trófico das Águas da Área do Futuro Reservatório;<br>- Perda de Habitats Naturais pela Implantação do Empreendimento;<br>- Interrupção do Fluxo de Espécies da Flora e da Fauna;<br>- Alteração da Paisagem. |

Ressalta-se que, com o desenvolvimento das atividades desenvolvidas nestes programas, caso se faça necessário, poderão ser apresentadas proposições de novas medidas, tanto preventivas como mitigadoras, de forma a corrigir e adequar às possíveis distorções identificadas quanto à forma de utilização, ocupação e fiscalização da área de entorno do reservatório.

Desta forma com a definição das ações ambientais a serem desenvolvidas na fase de operação da UHE Tibagi Montante será possível estabelecer indicadores ambientais para avaliar a evolução da qualidade ambiental do reservatório e seu entorno e realizar deforma eficaz o auto monitoramento.

Por fim, de acordo com a Resolução SEDEST / IAT n° 023/2019 o PACUERA deverá ser revisado em um prazo máximo de até dez anos, para que possam ser atendidas situações não previstas atualmente.

## 11.3 INSPEÇÃO PATRIMONIAL

As atividades de inspeção patrimonial serão realizadas de forma preventiva e periódica no reservatório e margens, principalmente nos pontos considerados críticos, a fim de evitar invasões e usos inadequados, adotando procedimentos para a desocupação, caso necessário.

A inspeção patrimonial deverá também esclarecer aos confrontantes e usuários do reservatório as restrições operacionais, os limites das cotas de desapropriação, (áreas consolidadas) verificar a ocorrência de danos ambientais e distribuir material educativo e informativo sobre os reservatórios.

A inspeção patrimonial deverá ser realizada sempre que necessário (ou com solicitação do órgão ambiental) e será de responsabilidade da Tibagi Energia a sua realização.

As principais atividades desenvolvidas serão:

- Mapeamento trimestral da situação do reservatório e APP, identificando com antecedência, possíveis distorções de ocupação ilegal de forma a agir preventivamente;

- Garantir a manutenção e recuperação da cobertura vegetal da APP;
- Monitoramento do entorno do reservatório a fim de identificar possíveis impactos ambientais.

## 12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão ambiental vem ganhando um espaço crescente no meio das empresas públicas e privadas. Deste modo, o desempenho ambiental da Tibagi Energia pode ser representado pelo seu comprometimento com as obrigações assumidas para a preservação ambiental da área de abrangência da UHE Tibagi Montante. Entretanto é fundamental o estabelecimento de parcerias com instituições públicas, órgãos ambientais e comunidade local, como elemento motivador a acompanhar o desempenho e a eficácia ambiental dos projetos desenvolvidos na área do empreendimento.

A criação de uma política de gestão ambiental junto a UHE Tibagi Montante traz a oportunidade do estabelecimento de indicadores de medição de resultados quanto à implementação de procedimentos para a preservação ambiental da região de inserção do empreendimento, uma vez que o Zoneamento aqui proposto para o reservatório e sua área de entorno fará a interligação entre os poucos, mas importantes remanescentes florestais existentes.

Deste modo, o presente PACUERA torna-se um importante norteador das diretrizes em relação aos diferentes usos que se queira fazer em cada uma das zonas aqui definidas, considerando os usos permitidos (aqueles que são aceitos), os proibidos (os que não são aceitos) e os permissíveis (os que necessitam de autorizações específicas para serem aceitos).

Com relação aos usos permissíveis, deve-se em um primeiro momento, verificar se a atividade pretendida se encontra entre as atividades de baixo impacto definidas pela Resolução Conjunta IAP/SEDEST Nº 23 DE 19/12/2019, assim como seu respectivo enquadramento, conforme estabelecido no seu artigo 8º. O artigo 10 desta Resolução estabelece os documentos necessários para o licenciamento das intervenções e estruturas de baixo impacto ambiental.

Para as atividades que estiverem sujeitas a regulamentações específicas e ao cumprimento de procedimentos de licenciamento e autorizações, a Tabela 12.1 apresenta um resumo do encaminhamento a ser adotado:

Tabela 12-1 - Diretrizes para licenciamento ambiental nas zonas pertencentes ao empreendedor[4]

| Uso | Diretriz |
|---|---|
| Ecoturismo, educação ambiental e pesquisa científica ou qualquer outra atividade definida como baixo impacto (exceto minerária). | Obter anuência do empreendedor e verificação em relação ao enquadramento como "baixo impacto" conforme estabelecido pela Resolução Conjunta IAP/Sedest nº 23 de 19 de dezembro de 2019 |
| Coleta de material biológico para fins científicos | Solicitar autorização ambiental específica junto ao órgão ambiental (IAT), conforme estabelece a página https://www.pia.pr.gov.br/servicos/Servicos/Municipios/Solicitar-licenciamento-ambiental-9OoqbNG0 e anuência do empreendedor |
| Captação de água para abastecimento e dessedentação de animais. | Solicitar autorização ambiental específica junto ao órgão ambiental (IAT), conforme estabelece a página https://www.pia.pr.gov.br/servicos/Servicos/Municipios/Solicitar-licenciamento-ambiental-9OoqbNG0 |
| Atividades minerárias | Iniciar o processo de licenciamento junto ao IAT, com os documentons constantes no site https://www.pia.pr.gov.br/servicos/Servicos/Municipios/Solicitar-licenciamento-ambiental-9OoqbNG0 |
| | Iniciar o processo de requerimento de pesquisa junto à ANM: https://sistemas.anm.gov.br/SCM/Extra/site/requerimento/preencherRequerimento.aspx?codigoTipoRequerimento=1 |
| | Buscar anuência do empreendedor |
| Instalações hidroviárias (cais, rampas, ancoradouros, trapiches, sinalização para navegação) | Obter autorização junto ao órgão ambiental através do procedimento a seguir os órgãos que deverão ser procurados: https://www.pia.pr.gov.br/servicos/Servicos/Municipios/Solicitar-licenciamento-ambiental-9OoqbNG0 |
| | Buscar anuência do empreendedor |
| Irrigação | Iniciar processo de licenciamento no órgão ambiental para irrigação de baixo impacto: https://www.pia.pr.gov.br/servicos/Servicos/Municipios/Solicitar-licenciamento-ambiental-9OoqbNG0 |
| | Solicitar outorga junto ao Instituto Água e Terra por meio do lin |
| | Buscar anuência do empreendedor |
| Navegação e esportes náuticos como a canoagem | Atender legislação específica, com especial atenção à Lei nº 17.048, de 04 de janeiro de 2012 que dispõe sobre o uso de lagos, lagoas e represas públicas e privadas para a prática de esportes aquático, além disso há uma restrição determinada pelo IAT para o uso de embarcações |

[4] Os únicos usos citados aqui que não estariam em área do empreendedor seriam os zoneamentos urbanos e rurais. Estes estariam em área de terceiros (na área do empreendedor são proibidos).

| Uso | Diretriz |
|---|---|
| | movidas a hidrocarbonetos nesse reservatório, conforme informação técnica IAT n° 029/2021[5] |
| | Buscar anuência do empreendedor |
| Piscicultura | Iniciar processo de licenciamento junto ao órgão ambiental https://www.pia.pr.gov.br/servicos/Servicos/Municipios/Solicitar-licenciamento-ambiental-9OoqbNG0 |
| | Buscar anuência do empreendedor |
| Recreação de contato primário | Atender especificação da Resolução Conama n° 357/2005 (Art. 4°) e N° 274/200 e a Resolução Conjunta IAP/Sedest nº 23 de 19 de dezembro de 2019 |
| Corredor de dessedentação | A propriedade se enquadrar nos critérios estabelecidos legalmente e formalizados através do Ofício nº 030/1010/IAP/DIALE/DAI, de 5 de janeiro de 2020, quer seja: imóveis onde já se desenvolvia atividade pecuária |
| | Buscar anuência do empreendedor |
| Loteamento rural | Buscar autorização junto ao INCRA, respeitando os requisitos legais |
| Loteamento urbano | Busca autorização junto à prefeitura, respeitando o Plano Diretor. |
| | Respeitar a legislação urbanística vigente |

As informações citadas na Tabela 12-1 servem como orientações. De qualquer modo será fundamental verificar junto ao órgão ambiental responsável e ao empreendedor, por ocasião do interesse, qual o procedimento a ser adotado em relação à atividade pretendida.

De forma resumida, os usos permissíveis devem estar vinculados a dois principais atores:

- Licenciamento e/ou aprovação de projetos junto aos órgãos ambientais;
- Obtenção de anuência do Empreendedor, se localizados em área de propriedade ou concessão da mesma;

Além disso, algumas atividades demandam aprovação pelos órgãos municipais, estaduais ou federais específicos.

[5] Sem prejuízo do constante nas Leis Estaduais n° 17.048/2012 e 17.277/2012, o IAT – Instituto Água e Terra, por meio de análise de sua equipe multidisciplinar (Informação IAT n° 029/2021), define que fica vetado o uso de embarcações que utilizem motor de combustão por hidrocarbonetos no reservatório da UHE Tibagi Montante, em função da existência da captação de água para consumo humano.

- Obtenção de anuência da Concessionária de Geração de Energia, se localizados em área de propriedade da mesma;

Neste contexto, o “Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica Tibagi Montante” passará a constituir-se num documento de referência para o município de Tibagi e para as atividades e usos que sejam propostos na região de inserção do empreendimento, bem como um documento de apoio à gestão socioambiental e dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Tibagi.

## 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BÉRNILS, R.S.; MOURA-LEITE, J.C. DE & MORATO, S.A.A. 2004. Répteis. P. 497535. In: S.B. Mikich, & R.S. Bérnils, (eds). Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná. 2ª ed. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná. 764 p.

BIASI, C.; KÖNIG, R.; MENDES, V.; TONIN, A.M.; SENSOLO, D.; SOBCZAK, J.R.S.; CARDOSO, R.; MILESI, S.V.; RESTELLO, R.M. & Hepp, L.U. 2010. Biomonitoramento das águas pelo uso de macroinvertebrados bentônicos: oito anos de estudos em riachos da região do alto Uruguai (RS). PERSPECTIVA 34: 67-77.

BIERREGAARD JR., R.O. & P.C. STOUFFER. Understory birds and dynamic habitat mosaics in Amazonian rainforest, p. 138-155. In: W.F. LAURANCE & R.O BIERREGAARD JR. (Eds). Tropical forest remnants: ecology, management, and consevation of fragmented communities. Chicago, The University of Chicago Press, XV+616p. 1997.

BOURSCHEID, AECOGEO, SIGMA; SOCIOAMBIENTAL. 2012. Estudo de Impacto Ambiental da UHE Pai Querê. Porto Alegre.

BUCKUP L., BUENO A.A.P.; BOND-BUCKUP G.; CASAGRANDE M.; MAJOLO F. 2007. The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in southern Brazil: composition, diversity and structure. Rev. Bras. Zool. [serial on the Internet]. June [cited 2014 Aug 26] ; 24( 2 ): 294-301

BUCKUP, P.A., MENEZES, N.A.; GHAZZI, M.S. 2007. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Museu Nacional (Série Livros 23), Rio de Janeiro. 195 p.

CRUZ CASTRO, H.; FABRIZI, NLP. Impactos Ambientais de Reservatórios e Perspectivas de Uso Múltiplo. Tópicos Atuais. Revista Brasileira de Energia.

Vol.4, Nº1, Ano 1995. Sociedade Brasileira de Planejamento Energético. Disponível em http://www.sbpe.org.br/rbe/. Acesso realizado em agosto de 2011.

CURCIO, G. R. Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. 488p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006

DE FRANÇA, V. 2002. O rio Tibagi no contexto hidrogeográfico paranaense. In: Medri, M.E.; Bianchini, E.; Shibatta, O.A.; Pimenta, J.A.; (Eds.). A bacia do rio Tibagi. Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná. p. 45-61.

ELETROBRÁS. Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas. Ministério de Minas e Energia, CEPEL. Rio de Janeiro. 2007.

FERREIRA, J. C. V. Municípios Paranaenses – Origens e Significados de Seus Nomes. 2006. Disponível em: <http://www.prdagente.pr.gov.br/arquivos/File/municipios_origens_e_significados.pdf>. Acesso: abr. 2011.

FERREIRA, W. R.; PAIVA, L. T.; CALLISTO, M. 2011. Development of a benthic multimetric index for biomonitoring of a neotropical watershed. Brazilian Journal of Biology (Online), v. 71, p. 1-11.

FIGUEIREDO, M.C.B. DE et al. Análise de Vulnerabilidade Ambiental. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. 2010.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. 2013. Manual prático de análise de água. 4. ed. Brasília: FUNASA, 150 p.

GILES, V. & ASCHER, J.S. 2006. A survey of the bees of the Black Rock Forest Preserve, New York (Hymenoptera: Apidae). Journal of Hymenoptera Reserch 15 (2). 208-231.

GIULIATTI, T. L.; CARVALHO, E. M. 2009. Distribuição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos em dois trechos do Córrego Laranja Doce, Dourados/MS. Interbio v.3 n.1 2009 - ISSN 1981-3775 2009.

GONÇALVES R. B. & Oliveira P. S. Preliminary results of bowl trapping bees (Hymenoptera, Apoidea) in a southern Brazil forest fragment. Journal of Insect Biodiversity1: 1–9. 2013.

GRZEBIELUKA, D.; SAHR, C. L. L. Comunidades de Faxinal e suas Dinâmicas Sócio-Espaciais: da formação à desagregação de uma tradição do município de Tibagi (PR) – um estudo sobre o Faxinal dos Empoçados. Revista Geografar, Curitiba, v.4, n.1, p.34-58, jan./jun. 2009

GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. Erosão e conservação de solos: conceitos temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

HADDAD, N. Corridor lenght and patch colonization by a butterfly, Junonia coenia. Conservation Biology, v. 14, p. 738-745, 2000.

HEINO J, MELO AS, BINI LM. 2015. Reconceptualising the beta diversity-environmental heterogeneity relationship in running water systems. Freshwater Biology 60: 223-235.

HU R, HAN B, NASELLI-FLORES L. 2013. Comparing biological classifications of freshwater phytoplankton: a case study from South China. Hydrobiologia 701:219-233.

IAP. Instituto Ambiental Do Paraná. Plano de Manejo do Parque Estadual do Guartelá Curitiba, 2002. Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/pagina-1205.html. Acesso em: janeiro, 2018.

IAT Instituto Água e Terra. Portaria IAT 32/2020.

IAT Instituto Água e Terra. Outorga Eletrónica de Recursos Hídricos. http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Outorga-eletronica-de-recursos-hidricos. Acessado em setembro de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores Sociais Municipais. Uma Análise dos Resultados do Universo do Censo Demográfico 2010. 2011b. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores_sociais_municipais/indicadores_sociais_municipais.pdf>. Acesso: setembro de 2021

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores. https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/tibagi/pesquisa/36/30246. Acessado em setembro de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Vegetação e dos biomas do Brasil. 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Patrimônio Cultural. 2013a. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/portal/montarPaginaSecao.do?id=20&sigla=PatrimonioCultural&retorno=paginaIphan>. Acesso: mar. 2018.

IPHAN. Patrimônio Cultural. Patrimônio Material. 2013b. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/portal/montarPaginaSecao.do?id=12297&retorno=paginaIphan>. Acesso: mar. 2019.

IUCN (International Union for the Conservtion of Nature). 2016. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. Disponível em: http://www.iucnredlist.org/. Acessado em 12 de maio de 2017.

KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. Sellowia, Itajaí, 12 (12): 17-44, maio. 1960.

KREBS, C. J. 1989. Ecological Methodology . New York: Harper-Collins Publ. 370p.

LEITE, P. & KLEIN, R. M. Vegetação. *In:* IBGE. Geografia do Brasil: região Sul. v. 2. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1990. p. 113-150.

LI, A. et al. Eco-environmental vulnerability evaluation in mountainous region using remote sensing and GIS—A case study in the upper reaches of Minjiang River, China. Ecological Modelling, 192. P. 175-187; 2006.

MAACK, R. 1981. Geografia física do estado do Paraná. 2a ed. J. Olympio/Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná. Rio de Janeiro/Curitiba.

MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 2.ed. Rio de Janeiro: José Olympio,1981. 450 p.

MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 2.ed. Rio de Janeiro: José Olympio,1981. 450 p.

MANTOVANI, W. Conceituação e fatores condicionantes. In Anais do 1o Simpósio sobre mata ciliar. (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargill, Campinas, p.11-19. 1989.

MARTINS A. C., Gonçalves R. B. & Melo G. A. R. Changes in wild bee fauna of a grassland in Brazil reveal negative effects associated with growing urbanization during the last 40 years. Zoologia30: 157–176. 2013.

MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A.; PIMENTA, J.A. (Eds.). 2002. A bacia do rio Tibagi. Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná. 601 p.

MENDONÇA, F. A.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Dinâmica atmosférica e tipos climáticos predominantes da Bacia do Rio Tibagi. In: MEDRI, M. E. et al. (Eds.). A Bacia do Rio Tibagi. Londrina: Ed. dos Editores, 2002. cap. 4, p. 63-66.

MICHENER C. D. The bees of the world. 2nd ed. Baltimore, Maryland, USA: The John Hopkins University Press. 2007.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Portaria n. 443 de 17/12/2014. Reconhece as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. 2014.

MORATO, S.A.A. 1995. Padrões de Distribuição da Fauna de Serpentes da Floresta de Araucária e Ecossistemas Associados na Região Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado em Zoologia, Universidade Federal do Paraná. 122 p.

MOREIRA, I.V.D. Vocabulário Básico do Meio Ambiente. Serviço de Comunicação Social da Petrobrás. 1990

MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Orgs). Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. Disponivel em: www.moure.cria.org.br/index. Acesso em: 12 maio. 2017.

PARANÁ, Governo do Estado. Leis Estaduais n° 17.048/2012 e 17.277/2012,

PEREIRA, L.C. Aptidão agrícola das terras e sensibilidade Ambiental: proposta metodológica. Faculdade de Engenharia Agricola – Universidade Estadual de Campinas , Campinas, março de 2002.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. Biologia da Conservação. Londrina: E. Rodrigues. 328 p, 2001.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa, 1995.

RAMÍREZ, J.J. 1999. Limnologia de represas de altitude em Colombia com énfasis em los embalses La Fe e El Peñol. In: HENRY, R. Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. FUNDIBIO, FAPESP, Botucatu, cap. 4, p. 77-108.

REICHARDT, K. Relações água-solo-planta em Mata Ciliar. In Simpósio sobre Mata Ciliar (L.M. Barbosa, ed.). Fundação Cargil, Campinas, p.20-24. 1989.

REYNOLDS, C.S. 1994. The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. Hydrobiologia 289: 9-21.

REYNOLDS, C.S. 2006. Ecology of phytoplankton. New York: Cambridge University Press.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; & HATSCHBACK, G. 2002. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. Ciência e Ambiente 24: 75-92.

ROSS, J.L.S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Depto. De Geografia, FFLCH/USP, 2004. Disponível em https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327, acessado em 21 de junho de 2021.

SÁ VOLATÃO, C. F. S. Trabalho de análise espacial – Métricas do Fragstats. INPE, São José dos Campos. 1998.

SANTOS, V.S. dos. Análise ambiental integrada do componente solo como subsídio para avaliação da sustentabilidade da bacia hidrográfica do rio Tenente Amaral em Jaciara–MT. 2007. 191f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2007GUERRA *et al.*, 1999

SEDEST / IAP – Resolução conjunta nº 23/2019.

SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Paraná. Procedimento Operacional Padrão, nº 5 de 20/06/2008.

SEMA / IAP – Resolução conjunta n° 005/2009.

SHIBATTA, O.A.; GEALH, A.M.; BENNEMANN, S.T. 2007. Ictiofauna dos trechos alto e médio da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. Biota Neotropica, v. 7, nº. 2, p. 125-134.

SILVA, S. M. Considerações Fitogeográficas e Conservacionistas sobre a Floresta Atlântica No Brasil. *In:* Conservation International do Brasil. Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos – 2002.

SOMA. Estudo de Impacto Ambiental da UHE Tibagi Montante. Rio Tibagi, Estado do Paraná. Curitiba, maio de 2013.

SOMA. Projeto Básico Ambiental da UHE Tibagi Montante. Curitiba, dezembro de 2015.

STIPP, N.A.F. Principais tipos de solos da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E. *et al.* (Eds). A bacia do rio Tibagi. Londrina: Universidade Estadual de Londrina/Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2002. p.39-43.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL – SUDERHSA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. Governo do Paraná. Relatório do Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Tibagi. Módulo 1. Versão final. Curitiba: SUDERHSA, 2009a. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=119>. Acesso em: jul. 2011.

SYDNEY N. V. & Gonçalves R. B. Is the capture success of orchid bees (Hymenoptera, Apoidea) influenced by different baited trap designs? A case study from southern Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 59: 32–36. 2015.

TRIVINHO-STRIXINO, S., SONADA, K. C. 2006. A new Tanytarsus species (Insecta, Diptera, Chironomidae) from São Paulo State, Brazil. Biota Neotropica 6(2):1-9.

TUCCI, C. E. M. Gestão da água no Brasil – Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; DUARTE, B.D.; NOGUEIRA, J.R.; VALLADARES, C.; ALMEIDA, J.; EIRADO SILVA, L.G.; MEDEIROS, S.R.; ALMEIDA, C.G.; MIRANDA, A.; RAGATKY, C.D.; MENDES, J., LUDKA, I. 2007. Geologia da Faixa Ribeira Setentrional: Estado da arte e conexões com a Faixa Araçuaí. Geonomos 15(1): 67-79.

TURISMO. Paraná Turismo. Campos Gerais do Paraná. O que Fazer na Região Turística Campos Gerais. 2012a. Disponível em:<http://www.turismo.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=456>. Acesso: out. 2012.

TURISMO. Roteiros Turísticos. 2012c. Disponível em:<http://www.turismo.pr.gov.br/arquivos/File/roteiros_turisticos.pdf>. Acesso: out. 2012.

TURISMO. Tibagi. 2012b. Disponível em:<http://www.turismo.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=82>. Acesso: out. 2012.

VALENTE, Roberta de Oliveira Averna. Analise da Estrutura da Paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, 2001”.

VANOTTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. 1980. The river commun concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 37. p. 130-137.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. & LIMA, J. C. Classificação da Vegetação Brasileira adaptada a um Sistema Universal. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123 p.

WHITFIELD C. W., Behura S. K., Berlocher S. H., Clark A. G., Johnston J. S., Sheppard W. S., Smith D. R., Suarez A. V, Weaver D. & Tsutsui N. D. Thrice out of Africa: ancient and recent expansions of the honey bee, Apis mellifera. Science 314: 642–645. 2006.

WILLIS, E.O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. Papeis Avulsos de Zoologia, São Paulo, 33 (1): 1-25. 1979.

WINTERBOTTON, J.H.; ORTON S.E.; HILDREW G., LANCASTER J. 1997. Field experiments on flow refugia in streams. Freshwater Ecology, Holmen, 37:569-580.

ZERLIN, R.A.; HENRY, R. 2014. Does water level affect benthic macro-invertebrates of a marginal lake in a tropical river-reservoir transition zone?. Braz. J. Biol. [online], vol.74, n.2, pp. 408-419. ISSN 1519-6984.

ZILLER, S. R. As Formações Vegetais da Área de Influência do Futuro Reservatório do Rio Irai – Piraquara/ Quatro Barras – PR. IAP – Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, 1995. 87p. Relatório técnico.

## 14. GLOSSÁRIO

**Área de Preservação Permanente – APP (para reservatórios artificiais)** - a área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

**Área de Reserva Legal** - Área localizada no interior de uma propriedade rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas.

**Área Protegida** - Corresponde à unidade de conservação que constitui espaço territorial, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

**Área de Compensação Ambiental** - Área a ser implantada na propriedade do empreendedor, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada.

**Área de Influência** - Área externa de um dado território, sobre o qual exerce influência de ordem ecológica e/ou socioeconômica, podendo trazer alterações nos processos ecossistêmicos.

**Avaliação Ambiental** - Expressão utilizada com o mesmo significado da avaliação de impacto ambiental, em decorrência de terminologia adotada por algumas agências internacionais de cooperação técnica e econômica, correspondendo, às vezes, a um conceito amplo que inclui outras formas de avaliação, como a análise de risco, a auditoria ambiental e outros procedimentos de gestão ambiental.

**Biodiversidade** - Termo que se refere à variedade de genótipos, espécies, populações, comunidades, ecossistemas e processos ecológicos existentes em uma determinada região. Pode ser medida em diferentes níveis: genes, espécies,

níveis taxonômicos mais altos, comunidades e processos biológicos, ecossistemas, biomas, e em diferentes escalas temporais e espaciais.

**Cenário** - É uma previsão narrativa dos futuros estados de um determinado sistema.

**Componente Ambiental** - Na análise ambiental, usam-se, com freqüência os termos componente ou elemento para designar uma das partes que constituem o meio ambiente ou um ecossistema.

**Condições de Ocupação** - Refere-se a condições tais como, as atividades e empreendimentos que se assentam ou se implantam sobre um determinado território, estabelecendo interferências e intervenções sobre os elementos físicos e bióticos, definindo formas de manejo adequadas ou inadequadas à conservação dos recursos naturais.

**Conservação** - Entende-se por conservação da natureza o manejo da biosfera, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a melhoria do ambiente natural, para que este possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral.

**Desenvolvimento** - Aumento da capacidade de suprimento das necessidades humanas e a melhoria de qualidade de vida.

**Ecologia** - Ciência que estuda todas as relações entre os organismos atuais e os ambientes envolventes, a distribuição dos organismos nestes ambientes, bem como a natureza das suas interações.

**Ecossistema** - Complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e de microorganismos e o seu meio inorgânico, que interagem como uma unidade funcional.

**Empreendimento** - Empreendimento é definido como toda e qualquer ação física, pública ou privada que, com objetivos sociais ou econômicos específicos, cause

intervenções sobre o território, envolvendo determinadas condições de ocupação e manejo dos recursos naturais e alteração sobre as peculiaridades ambientais.

**Entorno** - Área que circunscreve um território, o qual tem limites estabelecidos, por constituir espaço ambiental ou por apresentar homogeneidade de funções.

**Fatores Ambientais** - São elementos ou componentes que exercem função específica ou influem diretamente no funcionamento do sistema ambiental.

**Gestão Ambiental** - Condução, direção, proteção da biodiversidade, controle do uso de recursos naturais, através de determinados instrumentos, que incluem regulamentos e normatização, investimentos públicos e financiamentos, requisitos interinstitucionais e jurídicos. Este conceito tem evoluído para uma perspectiva de gestão compartilhada pelos diferentes agentes envolvidos e articulados em seus diferentes papéis, a partir da perspectiva de que a responsabilidade pela conservação ambiental é de toda a sociedade e não apenas do governo, e baseada na busca de uma postura pró-ativa de todos os atores sociais envolvidos.

**IAP –** Instituto Ambiental do Paraná, antigo órgão ambiental licenciador do estado do Parará.

**IAT –** Instituto Água e Terra, atual órgão ambiental licenciador do Paraná.

**Indicador** - São variáveis perfeitamente identificáveis, utilizadas para caracterizar (quantificar ou qualificar) os objetivos, metas ou resultados.

**Jusante** - Direção que acompanha o mesmo sentido de uma corrente d'água.

**Manejo** - É o ato de intervir ou não no meio natural com base em conhecimentos científicos e técnicos, com o propósito de promover e garantir a conservação da natureza. Medidas de proteção aos recursos, sem atos de interferência direta nestes, também fazem parte do manejo.

**Medidas Compensatórias** - Medidas tomadas pelos responsáveis pela execução de um projeto destinadas a compensar impactos ambientais negativos, notadamente alguns custos sociais que não podem ser evitados ou uso de recursos ambientais não renováveis.

**Medidas Corretivas** - Ações para a recuperação de impactos ambientais causados por qualquer empreendimento ou causa natural. Significam todas as medidas tomadas para proceder à remoção do poluente do meio ambiente, bem como restaurar o ambiente que sofreu degradação resultante destas medidas.

**Medidas Mitigadoras** - São aquelas destinadas a prevenir impactos negativos ou reduzir sua magnitude. É preferível usar a expressão “medida mitigadora” em vez de “medida corretiva”, uma vez que a maioria dos danos ao meio ambiente, quando não pode ser evitada, pode apenas ser mitigada ou compensada.

**Medidas Preventivas** - Medidas destinadas a prevenir a degradação de um componente do meio ou de um sistema ambiental.

**Monitoramento Ambiental** - Coleta, para um propósito predeterminado, de medições ou observações sistemáticas e intercomparáveis, em uma série espaço-temporal, de qualquer variável ou atributo ambiental, que forneça instrumentos técnicos e científicos para definir manejo ambiental adequado á área monitorada.

**Monitoramento** - Supervisão permanente ou periódica da implementação física, financeira e temporal de um projeto, para se assegurar que os recursos, as ações, os resultados, e os fatores externos estão ocorrendo de acordo com o plano.

**Montante** - Direção contrária ao sentido de uma corrente d’água.

**Padrões ambientais** - Estabelecem o nível ou grau de qualidade exigido pela legislação ambiental para parâmetros de um determinado componente ambiental. Em sentido restrito, padrão é o nível ou grau de qualidade de um elemento (substância, produto ou serviço) que é próprio ou adequado a um determinado propósito. Os padrões são estabelecidos pelas autoridades como regra para medidas de quantidade, peso, extensão ou valor dos elementos. Na gestão ambiental, são de uso corrente os padrões de qualidade ambiental e dos componentes do meio ambiente, bem como os padrões de emissão de poluentes.

**Plano Ambiental** - conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial.

**Preservação** - Conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visam à proteção em longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais.

**Programa** - Um conjunto de atividades, projetos ou serviços dirigidos à realização de objetivos específicos, geralmente similares ou relacionados.

**Proteção** - Salvaguarda dos atributos ou amostras de um ecossistema com vistas a objetivos específicos definidos.

**Qualidade Ambiental** - O termo pode ser conceituado como juízo de valor atribuído ao quadro atual ou às condições do meio ambiente. A qualidade do ambiente refere-se ao resultado dos processos dinâmicos e interativos dos componentes do sistema ambiental, e define-se como o estado do meio ambiente numa determinada área ou região, como é percebido objetivamente em função da medição de qualidade de alguns de seus componentes, ou mesmo subjetivamente em relação a determinados atributos, como a beleza da paisagem, o conforto, o bem-estar.

**Recurso Natural** - Qualquer elemento, matéria e energia que não tenha sofrido processo de transformação, que seja usado diretamente para assegurar necessidades fisiológicas socioeconômicas ou culturais. Um Recurso Renovável pode se auto renovar ou ser renovado a um ritmo constante, porque se recicla rapidamente, ou porque está vivo e pode propagar-se ou ser propagado. Um Recurso Não-renovável é aquele cujo consumo envolve necessariamente seu esgotamento, pois não tem mecanismos físico-químicos ou biológicos de geração, regeneração ou de propagação.

**Região** - Porção de território contínua e homogênea em relação a determinados critérios pelos quais se distingue das regiões vizinhas. As regiões têm seus limites estabelecidos pela coerência e homogeneidade de determinados fatores, enquanto uma área tem limites arbitrados de acordo com as conveniências.

**Remanso** – Porção final do reservatório.

**Uso do Solo** - É definido como o resultado de toda ação humana, envolvendo qualquer parte ou conjunto do território, que implique na realização ou implantação de atividades e empreendimentos.

**Zoneamento Ambiental** - Integração sistemática e interdisciplinar da análise ambiental ao planejamento dos usos do solo, com o objetivo de definir a melhor gestão dos recursos ambientais identificados.

# 15. EQUIPE TÉCNICA

| EQUIPE TÉCNICA | |
|---|---|
| **NOME DO PROFISSIONAL** | **ATIVIDADES REALIZADAS** |
| **Paulo Procópio Burian**<br>Sociólogo Ph.D. - DRT - PR 259<br>CTF: 96666 | Coordenação geral para elaboração do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório da UHE Tibagi Montante |
| **MEIO FÍSICO** | |
| **Marcelo Moglia Dutra**<br>Engenheiro Agrônomo – CREA/RS 112320/D<br>ART N°20191899139 | Coordenação do meio físico para o estudo de zoneamento e elaboração das diretrizes para os usos múltiplos das águas e ocupação do entorno do reservatório para o |
| **Elis Daiane de Sousa**<br>Química Ambiental - CRQ-IX nº 09201270<br>ART N°2019-1031551965 | Elaboração do estudo dos recursos hídricos e qualidade da água para o zoneamento e elaboração das diretrizes para os usos múltiplos das águas e ocupação do entorno do reservatório |
| **MEIO BIÓTICO** | |
| **Maira Avila Fonseca**<br>Bióloga - CRBio nº 28813/07-D<br>ART Nº 07-0826/19 | Coordenação do meio biótico para o estudo de zoneamento e elaboração das diretrizes para os usos múltiplos das águas e ocupação do entorno do reservatório |
| **David Augusto Roher**<br>Biólogo – CRBio n°83346/07-D<br>ART N°07-0838/19 | Elaboração do estudo do meio biótico para zoneamento e elaboração das diretrizes para os usos múltiplos das águas e ocupação do entorno do reservatório |
| **Lamaisson Matheus dos Santos**<br>Engenheiro Florestal – CREA/PR 91659-D<br>ART N°20191925652 | Elaboração do estudo de flora para o zoneamento e elaboração das diretrizes para os usos múltiplos das águas e ocupação do entorno do reservatório |
| **MEIO SOCIOECONÔMICO** | |
| **Roni Wunder**<br>Sociólogo, M.Sc. – DRT/PR 258<br>CTF: 96680 | Coordenação do meio socioeconômico para o estudo de zoneamento e elaboração das diretrizes para os usos múltiplos das águas e ocupação do entorno do reservatório |

| EQUIPE TÉCNICA | | |
|---|---|---|
| **NOME DO PROFISSIONAL** | **ATIVIDADES REALIZADAS** | |
| **CARTOGRAFIA** | | |
| **Angelo Hartmann Pires**<br><br>Geógrafo -CREA-PR-127090/D<br><br>ART Nº 20161790595 | - Produção de mapas temáticos e participação de equipe multidisciplinar, para a elaboração do plano de conservação e uso de reservatório artificial | |

# 16 ANEXOS

# ANEXO 1 – RELATÓRIO FINAL DE COMUNICAÇÃO E REALIZAÇÃO DA CONSULTA PÚBLICA