

PACTO DA MATA CILIAR



Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente (APP) fluviais das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas para apoio à execução do Pacto da Mata Ciliar

Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente Fluviais das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas para apoio à execução do Pacto da Mata Ciliar

Santa Catarina, 2024

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO TIJUCAS, DO RIO BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS

DECRETO DE CRIAÇÃO: DECRETO ESTADUAL Nº 836/2020

comitetijucas@gmail.com

<http://www.aguas.sc.gov.br/o-comite-tijucas/inicial-tijucas>

PRESIDÊNCIA

Presidente: DANILO DA SILVA FUNKE

Vice-Presidente: RUBENS RIBEIRO DOS SANTOS

SECRETARIA EXECUTIVA

Secretário Executivo: WILLIAM WOLLINGER BRENUVIDA

ENTIDADE EXECUTIVA: INSTITUTO ÁGUA CONECTA



GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Jorginho dos Santos Mello

Governador

Marilisa Boehm

Vice-governadora

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DA ECONOMIA VERDE

Ricardo Zanatta Guidi

Secretário

Vinícius Tavares Constante

Gerente de Saneamento e Gestão dos
Recursos Hídricos

Guilherme Dallacosta

Secretário-Adjunto

César Rodolfo Seibt

Tiago Zanatta

Bruno Henrique Beilfuss

Equipe de Fortalecimento dos Comitês



FUNDO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA – FAPESC

Fábio Wagner Pinto

Presidente

Cristiane Fontinha Miranda

Coordenadora de projetos – eventos em CTI

Claudio Henschel de Matos

Coordenador de projetos – pesquisa



INSTITUTO ÁGUA CONECTA

Entidade Executiva

Equipe de projeto

Coordenação geral do projeto

Adilson Pinheiro

Eng. Civil, Dr. em Física e Química Ambiental

Coordenação técnica do projeto

Rubia Girardi

Química, Dra. em Eng. Ambiental

Equipe técnica responsável

Camila Marcon de Carvalho Leite

Eng. Ambiental, Dra. em Eng. Hidráulica e Saneamento

Débora Brasiliense Ferreira

Eng. Sanitarista e Ambiental

Guilherme da Silva Ricardo

Eng. Ambiental, Me. Em Ciências ambientais

Gustavo Antonio Piazza

Eng. Ambiental, Dr. em Eng. Ambiental

Talita Montagna

Eng. Civil, Dra. em Eng. Ambiental

Equipe de apoio

Aline Luiza Tomazi

Ciências biológicas, Ma. em Ecologia

Miriam Amorim

Jornalista



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema conceitual de um sistema	13
Figura 2 – Efeito da vegetação nas vazões de uma bacia hidrográfica	15
Figura 3 – Bacias hidrográficas da UPG 8.1 – Tijucas	21
Figura 4 – Unidades de gestão da UPG 8.1 – Tijucas	24
Figura 5 – Municípios da UPG 8.1 – Tijucas.....	26
Figura 6 – Esquema conceitual da sobreposição de informações espaciais em ambiente SIG	28
Figura 7 – Metodologia geral	29
Figura 8 – Feições geográficas naturais tipo nascente da UPG 8.1 – Tijucas.....	33
Figura 9 – Feições geográficas naturais tipo curso d’água da UPG 8.1 – Tijucas.....	34
Figura 10 – Feições geográficas naturais tipo massa d’água da UPG 8.1 – Tijucas.....	35
Figura 11 – Exemplo de APP de nascente	37
Figura 12 – Exemplo de APP de curso d’água.....	38
Figura 13 – Exemplo de APP de massa d’água	38
Figura 14 – Processo de secção de trechos de massas d’água com larguras de seções transversais diferentes	39
Figura 15 – Fluxograma detalhado do procedimento de delimitação das APPs fluviais...	40
Figura 16 – APPs fluviais das UGs da UPG 8.1 – Tijucas	44
Figura 17 – APPs fluviais dos municípios da UPG 8.1 - Tijucas	48
Figura 18 - Ranking dos municípios em relação a participação das APPs fluviais no total de APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas	50
Figura 19 - Grade com limites das imagens CBERS-4A	55
Figura 20 – Grade com limites dos blocos de classificação.....	58
Figura 21 – Amostras de classes de uso e ocupação da terra.....	60
Figura 22 – Fluxograma detalhado do procedimento de classificação de imagens de satélite	62
Figura 23 – Situação das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.....	64
Figura 24 – Situação das APPs fluviais das UGs da UPG 8.1 – Tijucas	65
Figura 25 – Situação das APPs de nascentes das UGs da UPG 8.1 – Tijucas	68
Figura 26 – Situação das APPs de cursos d’água das UGs da UPG 8.1 – Tijucas	70
Figura 27 – Situação das APPs de massas d’água das UGs da UPG 8.1 – Tijucas	72

Figura 28 – Situação das APPs fluviais dos municípios da UPG 8.1	76
Figura 29 – Situação das APPs de nascentes dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas	79
Figura 30 – Situação das APPs de cursos d’água dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas..	83
Figura 31 – Situação das APPs de massas d’água dos municípios da UPG 8.1	86
Figura 32 – Ranking dos municípios que mais preservam as APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área das bacias da UPG 8.1 – Tijucas	20
Tabela 2 – Área das unidades de gestão da UPG 8.1 – Tijucas	22
Tabela 3 – Área dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas	25
Tabela 4 – Feições geográficas naturais tipo nascente por UG relativa à UPG 8.1 – Tijucas.....	31
Tabela 5 – Feições geográficas naturais tipo curso d’água por UG relativa à UPG 8.1 – Tijucas ..	31
Tabela 6 – Feições geográficas naturais tipo massa d’água por UG relativa à UPG 8.1 – Tijucas ..	32
Tabela 7 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas	41
Tabela 8 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais das UGs da UPG 8.1 – Tijucas	43
Tabela 9 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas	47
Tabela 10 – Qualificação do índice de kappa.....	61
Tabela 11 – Resultados das métricas de qualidade da classificação de uso da terra	63
Tabela 12 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.....	64
Tabela 13 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais das UGs da UPG 8.1 – Tijucas	66
Tabela 14 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de nascentes das UGs da UPG 8.1 – Tijucas	69
Tabela 15 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de cursos d’água das UGs da UPG 8.1 – Tijucas	71
Tabela 16 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de massas d’água das UGs da UPG 8.1 – Tijucas	73
Tabela 17 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais dos municípios da UPG 8.1 UPG 8.1 – Tijucas	75
Tabela 18 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de nascentes dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas	78
Tabela 19 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais de curso d’água dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas.....	82
Tabela 20 - Dados tabulares do uso da terra em APPs de massa d’água dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classes de uso da terra adotadas	27
Quadro 2 - Dados de referência utilizados da delimitação de APPs fluviais	30
Quadro 3 - Classes de uso da terra adotadas	52
Quadro 4 - Dados de referência utilizados da classificação do uso e ocupação da terra em APPs fluviais	54
Quadro 5 - Imagens/cenas do satélite CBER-4ª selecionadas.....	54
Quadro 6 - Grade com limites dos blocos de classificação.....	57

LISTA DE SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
CBERS	<i>China-Brazil Earth Resources Satellite</i>
ExG	<i>Excess Green Index</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
PRH	Plano de Recursos Hídricos
SEPLAN	Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina
SIG-SC	Sistema de Informação Geográfica de Santa Catarina
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SC	Santa Catarina
UPG	Unidade de Planejamento e Gestão
UG	Unidade de Gestão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UM SISTEMA DE GESTÃO.....	12
1.2	O EFEITO DA VEGETAÇÃO NAS VAZÕES DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA 13	
2	JUSTIFICATIVA	16
3	OBJETIVOS.....	19
3.1	OBJETIVO GERAL	19
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4	CARACTERIZAÇÃO BÁSICA DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
4.1	ÁREA DE ABRANGÊNCIA	20
4.2	UNIDADES DE GESTÃO	22
4.3	MUNICÍPIOS	25
5	MATERIAIS E MÉTODOS	27
6	CAPÍTULO 1 – DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE FLUVIAIS DA UPG 8.1 – TIJUCAS.....	30
6.1	DADOS DE REFERÊNCIA UTILIZADOS	30
6.2	FEIÇÕES GEOGRÁFICAS RELACIONADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS	31
6.2.1	Feições tipo nascente	31
6.2.2	Feições tipo curso d’água	31
6.2.3	Feições tipo massas d’água	32
6.3	FAIXAS DE APPS APLICADAS	36
6.4	DELIMITAÇÃO DAS FAIXAS DE APP.....	36
6.4.1	Fluxograma do procedimento de delimitação das faixas de APPs fluviais.....	39
6.5	APPS DOS RECURSOS HÍDRICOS DA UPG 8.1 – TIJUCAS.....	41
6.5.1	Unidades de Gestão (UGs) da UPG 8.1 – Tijucas.....	42
6.5.2	Municípios da UPG 8.1 – Tijucas	45
6.5.3	Ranking quantitativo das APPs fluviais	49
7	CAPÍTULO 2 - DIAGNÓSTICO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NAS APPS FLUVIAIS DA UPG 8.1 – TIJUCAS	51
7.1	DADOS UTILIZADOS	51
7.2	ÁREAS DE INTERESSE PARA CLASSIFICAÇÃO	51
7.3	CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA ADOTADAS	51
7.4	PROCEDIMENTO DE CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA	53

7.4.1	Seleção de imagens/cenas de satélite	53
7.4.2	Índices de apoio a classificação de imagens.....	56
7.4.3	Empilhamento (<i>Stack layer</i>) de bandas das imagens	56
7.4.4	Blocos de área para classificação	57
7.4.5	Amostras de classes e modelo de classificação	59
7.4.6	Métricas de avaliação da qualidade da classificação de uso da terra	61
7.4.7	Fluxograma do procedimento de classificação de imagem de satélite.....	61
7.5	USO DA TERRA NAS APPs FLUVIAIS DA UPG 8.1 – TIJUCAS	63
7.5.1	Métricas de avaliação da qualidade da classificação de uso da terra	63
7.5.2	UPG 8.1 – Tijucas	64
7.5.3	Unidades de gestão (UGs) da UPG 8. 1–Tijucas	64
7.5.3.1	Nascente nas Unidades de Gestão.....	68
7.5.3.2	Curso d’água nas Unidades de Gestão	70
7.5.3.3	Massa d’água nas Unidades de Gestão	72
7.5.4	Municípios da UPG 8.1 – Tijucas	74
7.5.4.1	Nascente nos municípios.....	77
7.5.4.2	Curso d’água nos municípios	81
7.5.4.3	Massa d’água nos municípios	84
7.5.5	Ranking qualitativo das APPs fluviais	87
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
10	APÊNDICES	94
	Unidade de Gestão 1 – Perequê.....	94
	Unidade de Gestão 2 – Tijucas	94
	Unidade de Gestão 3 – Alto Braço	94
	Unidade de Gestão 4 – Garcia	94
	Unidade de Gestão 5 – Inferninho	94
	Unidade de Gestão 6 - Biguaçu	94

APRESENTAÇÃO

O Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos Rios Tijucas Biguaçu e Bacias Contíguas (Comitê Tijucas e Biguaçu) é um órgão colegiado de caráter consultivo e deliberativo, vinculado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH, criado através do Decreto do Governado do Estado de Santa Catarina n° 836 de 15 de setembro de 2020.

O Instituto Água Conecta é uma organização privada sem fins lucrativos, com autonomia administrativa e financeira. A missão do Instituto é apoiar o desenvolvimento sustentável de instituições públicas e privadas, mediante ações e serviços relacionados à governança da água e ao meio ambiente que promovam a qualidade de vida e a inovação. O Instituto Água Conecta visa ser reconhecido como referência em ações voltadas à governança da água e ao meio ambiente, por meio de uma relação profissional e confiável com as organizações e a sociedade. Para tal, suas ações são pautadas em valores como: ética, comprometimento, cooperação, diálogo, eficiência, equilíbrio, espírito de equipe, imparcialidade, independência, isonomia, responsabilidade social e ambiental, transparência e tecnicidade.

Este relatório visa subsidiar o Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas (Comitê Tijucas e Biguaçu) a implementar o programa Pacto da Mata Ciliar. Este é um dos produtos obtidos no âmbito do projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC); a partir do edital de chamada pública FAPESC n° 32/2022, Termo de Outorga N°: 2022TR002182, Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas do agrupamento leste de Santa Catarina, que conta com o apoio do órgão gestor de recursos hídricos por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Economia Verde (SEMAE).

1 INTRODUÇÃO

1.1 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UM SISTEMA DE GESTÃO

A bacia hidrográfica representa uma importante unidade de planejamento e gestão do território. Os seus limites físicos estão relacionados à processos naturais, o que a configura como uma unidade fundamental para a elaboração e desenvolvimento de projetos relacionados à recursos hídricos.

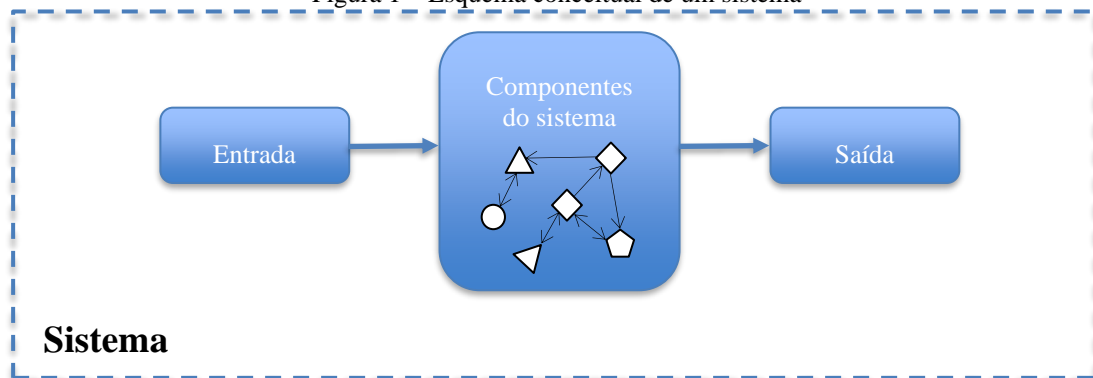
De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a Lei nº 9.433/1997, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implantação da PNRH e a atuação do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos (Brasil, 1997).

Entre as definições de bacia hidrográfica destacam-se as seguintes: “Área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório (Tucci, 2015)”.

Área limitada por um divisor de água, que a separa de outras bacias adjacentes e que serve de captação natural de água de precipitação através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d’água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exutório, seu único ponto de saída (Borsato; Martoni, 2004).

Por definição, um sistema é um conjunto de componentes que interagem para um determinado fim. Quando este conceito é aplicado à bacia hidrográfica, tem-se um sistema onde a entrada é o volume de água precipitado sobre a bacia e a saída é o volume de água escoado no seu ponto de saída ou exutório (Tucci, 2015), sendo os seus componentes os elementos que possuem uma posição espacial e uma função no sistema (Neto, 2000) (Figura 1).

Figura 1 – Esquema conceitual de um sistema



Fonte: Adaptado de Neto (2000).

Os componentes do sistema e suas interações influenciam direta ou indiretamente no produto do sistema. Em uma bacia hidrográfica podemos inferir que os produtos são a qualidade e quantidade de água no seu exutório.



Entre os componentes de um sistema de bacia hidrográfica estão: nascentes, rios, massas d'água, talvegues de drenagem, reservatórios, vegetação, áreas urbanas, barramentos, estruturas hidráulicas, entre outros.

1.2 O EFEITO DA VEGETAÇÃO NAS VAZÕES DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA

A vegetação é um importante componente do sistema de bacia hidrográfica, pois sua interação com a entrada do sistema (precipitação), produz efeitos na saída/resposta do sistema (vazão e qualidade da água no exutório). A vazão do curso d'água é a principal resposta deste sistema e reflete diretamente a conservação da vegetação, principalmente no que diz respeito às vazões mínimas, médias e máximas.

De acordo com Collischonn e Tassi (2008) a vazão mínima refere-se à menor quantidade de água que flui em um curso d'água em um período específico. A vazão mínima é importante para avaliar a sustentabilidade de ecossistemas aquáticos, a disponibilidade de água para consumo humano e a capacidade de suporte para diversas atividades econômicas (por meio da outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos), como a agricultura e a geração de energia elétrica. Os mesmos autores estabelecem a vazão média como a quantidade média de água que passa por um ponto em um curso d'água durante um período específico. A vazão média é utilizada, principalmente, para planejamento de recursos

hídricos, estudos de impacto ambiental e projetos de infraestrutura hidráulica. Tucci e Silveira (2015) definem a vazão máxima como a maior quantidade de água que flui em um rio ou córrego durante eventos extremos, como chuvas intensas e enchentes. A vazão máxima é crucial para o planejamento e a construção de estruturas de controle de cheias, como barragens e diques, e para a mitigação de riscos associados a inundações.

É interessante pontuar que existem várias formas de se analisar dados hidrológicos, no entanto, as mais comuns são as relações com a quantidade (volume, diretamente relacionado à vazão) e a frequência (ocorrência). A vazão volumétrica refere-se à quantidade total de água que passa por um ponto específico em um período determinado, geralmente medida em metros cúbicos por segundo (m^3/s) ou litros por segundo (l/s) (Collischonn; Tassi, 2008). No caso da frequência, sua aferição está relacionada à regularidade com que diferentes vazões ocorrem (Collischonn; Dorneles, 2015). A análise de frequência envolve a determinação da probabilidade de ocorrência de diferentes vazões ao longo do tempo. Por exemplo, uma vazão que é superada 95% do tempo é denominada "vazão de 95% de permanência (Q_{95})".

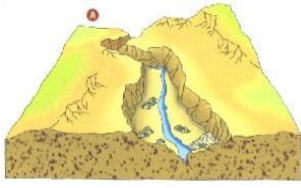
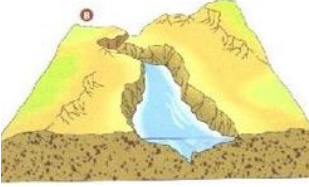
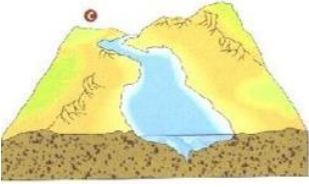
A mata ciliar protege o solo da erosão provocada pelas gotas de chuva que arrastam os sedimentos para os rios, alterando a dinâmica de assoreamento do canal e diminuindo sua capacidade de transporte. Além disso, a vegetação e suas raízes diminuem a velocidade do escoamento sobre o solo, permitindo sua infiltração e o abastecendo o lençol freático.

A remoção das matas ciliares propicia uma diminuição nas vazões mínimas e médias, pois o solo não consegue armazenar a água que abastecerá o rio após a chuva. Por outro lado, sem o amortecimento da vegetação sobre o escoamento no solo, os eventos de inundação são intensificados e se tornam mais recorrentes, com Tempos de Retorno (TR)¹ de 5 a 20 anos (Mcculloch; Robinson, 1993; Brooks *et al.*, 2003).

Estudos de investigação técnico-científica concluem que **a falta ou presença de vegetação em bacias hidrográficas influenciam nas vazões mínimas, médias e máximas** (Salemi *et al.*, 2012), e quanto trata-se de matas ciliares, o efeito é mais intenso. Conforme destaca a Figura 2.

¹ O tempo ou período de retorno é o tempo médio em que um determinado evento natural é igualado ou superado.

Figura 2 – Influência da vegetação na geração de vazão

mínimas	A falta de vegetação <u>diminui</u> as vazões mínimas, intensificando as estiagens e secas		A presença de vegetação <u>aumenta</u> as vazões mínimas, diminuindo o efeito das estiagens
médias	A falta de vegetação <u>diminui</u> as vazões médias		A presença de vegetação <u>aumenta</u> as vazões médias
máximas	A falta de vegetação <u>aumenta</u> as vazões máximas, aumentando o pico das enchentes		A presença de vegetação <u>diminui</u> as vazões máximas, diminuindo o pico das enchentes.





Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

2 JUSTIFICATIVA

Este projeto foi concebido para a Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) 8.1 – Tijucas (Santa Catarina, 2018), composta pelas bacias hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e suas bacias contíguas.

Sua elaboração é justificada administrativamente pela aderência do projeto aos programas e ações/metasp registradas no Plano de Recursos Hídricos (PRH) da UPG 8.1 – Tijucas, documento este que norteia a gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e suas bacias contíguas. Além do mais, tecnicamente, há a importância da componente vegetação nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) de feições geográficas relacionadas aos recursos hídricos nas bacias hidrográficas, visando a manutenção da quantidade e qualidade das suas águas. As APPs de feições geográficas naturais que foram levantadas neste documento são apenas aquelas relacionadas aos recursos hídricos: **nascentes, cursos d'água e massas d'água**, denominadas **APPs fluviais**.

Os programas e ações/metasp do PRH que justificam o desenvolvimento deste projeto são:

	Plano	Plano de recursos hídricos da UPG 8.1 – Tijucas formado pelas bacias hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e suas bacias contíguas
	Estratégica	Linha estratégica 3 - Conservação de recursos naturais
	Programa	Programa 3.1 – Incentivo e fomento à implementação de boas práticas relacionadas aos recursos hídricos
	Ação/meta	Ação 3.1.3 – Fomentar a adesão e ampliar o Pacto da Mata Ciliar

Ainda cabe destacar que o Comitê Tijucas e Biguaçu possui histórico consolidado

nas ações de proteção e recuperação de Áreas de Preservação Permanente por meio do **Programa Pacto da Mata Ciliar**

O Programa Pacto da Mata Ciliar foi concebido em resposta ao diagnóstico da situação das APPs de rios e nascentes frente aos aspectos legais vigentes à época da sua elaboração, a Lei nº 4.771/1965.

O estudo foi realizado por Santos (2009), a partir do uso de técnicas de geoprocessamento em Sistema de Informações Geográficas (SIG) para processar dados espaciais, com destaque para imagens de satélite dos anos de 1985 e 2006, o que permitiu comparar a situação das APPs nestes marcos temporais.

Os resultados do estudo foram apresentados ao público interessado no 1º Seminário sobre Mata Ciliar do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas que aconteceu no dia 14 de setembro de 2011, no Auditório da Univali no município de Tijucas, marcando o início do programa.



A bacia hidrográfica do rio Tijucas e suas bacias contíguas apresentaram um total de **526,67 km² de APPs de rios e nascentes**, sendo que no ano de 1985, um total de 253,97 km² (48,2 %) estavam degradadas, enquanto no ano de 2006, um total de 197,89 km² (37,6 %) estavam degradadas (Santos, 2009).

Os resultados obtidos por Santos (2009) motivaram, à época, o Comitê Tijucas a desenvolver o projeto Pacto das Matas Ciliares, com duração indeterminada. Cabe destacar que neste tempo a bacia do rio Biguaçu não integrava a área de abrangência do Comitê Tijucas, passando a incorporar somente após o ano de 2018, conforme Resolução CERH Nº 26 (Santa Catarina, 2018).



O programa **Pacto da Mata Ciliar** envolveu diversos segmentos da sociedade comprometidos com a restauração da mata ciliar, entre organizações e associações diversas, governos, empresas, instituições científicas, proprietários rurais e outros.

O programa inclui seis ações estratégicas:

- ações educativas;
- cadastro dos interessados em recuperar e financiar a recuperação da mata ciliar;
- diagnóstico das matas ciliares a serem recuperadas;
- implantação de projetos-piloto de recuperação de mata ciliar;
- criação de políticas municipais de incentivo à recuperação da mata ciliar;
- viabilização da implantação do pagamento por serviços ambientais.



Na sua elaboração, o projeto definiu a meta de **recuperar 50 km²** de mata ciliar até o ano de 2016.

No ano de 2016, o programa foi revisado e renovado, incluindo a alteração do nome de **Pacto pela Restauração da Mata Ciliar** para **Pacto da Mata Ciliar**.

Neste contexto, este projeto também justifica-se pela possibilidade de atualizar os dados referente à situação das APPs fluviais, frente ao novo aspecto legal vigente e a partir de dados mais precisos, em razão da evolução tecnológica e disponibilidade de dados atuais.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a atual situação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) fluviais correspondentes às nascentes, curso d'água e massa d'água da UPG 8.1 – Tijucas, do Estado de Santa Catarina.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar as APPs fluviais correspondentes às nascentes, curso d'água e massa d'água da UPG 8.1 – Tijucas;
- Classificar o uso e ocupação da terra nas APPs fluviais correspondentes às nascentes, curso d'água e massa d'água da UPG 8.1 – Tijucas.
- Quantificar as APPs fluviais por Unidade de Gestão (UGs) e municípios da UPG 8.1 – Tijucas.

4 CARACTERIZAÇÃO BÁSICA DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A Unidade de Planejamento e Gestão 8.1, denominada de **UPG 8.1 – Tijucas**, é composta pelas bacias hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e pelas demais bacias hidrográficas com exutório no Oceano Atlântico localizados entre as coordenadas: 738740E, 7004515N e 736993E, 6947799N no Sistema de Projeção UTM, Fuso 22 Sul, Sistema de Referência SIRGAS 2000 (Santa Catarina, 2018).

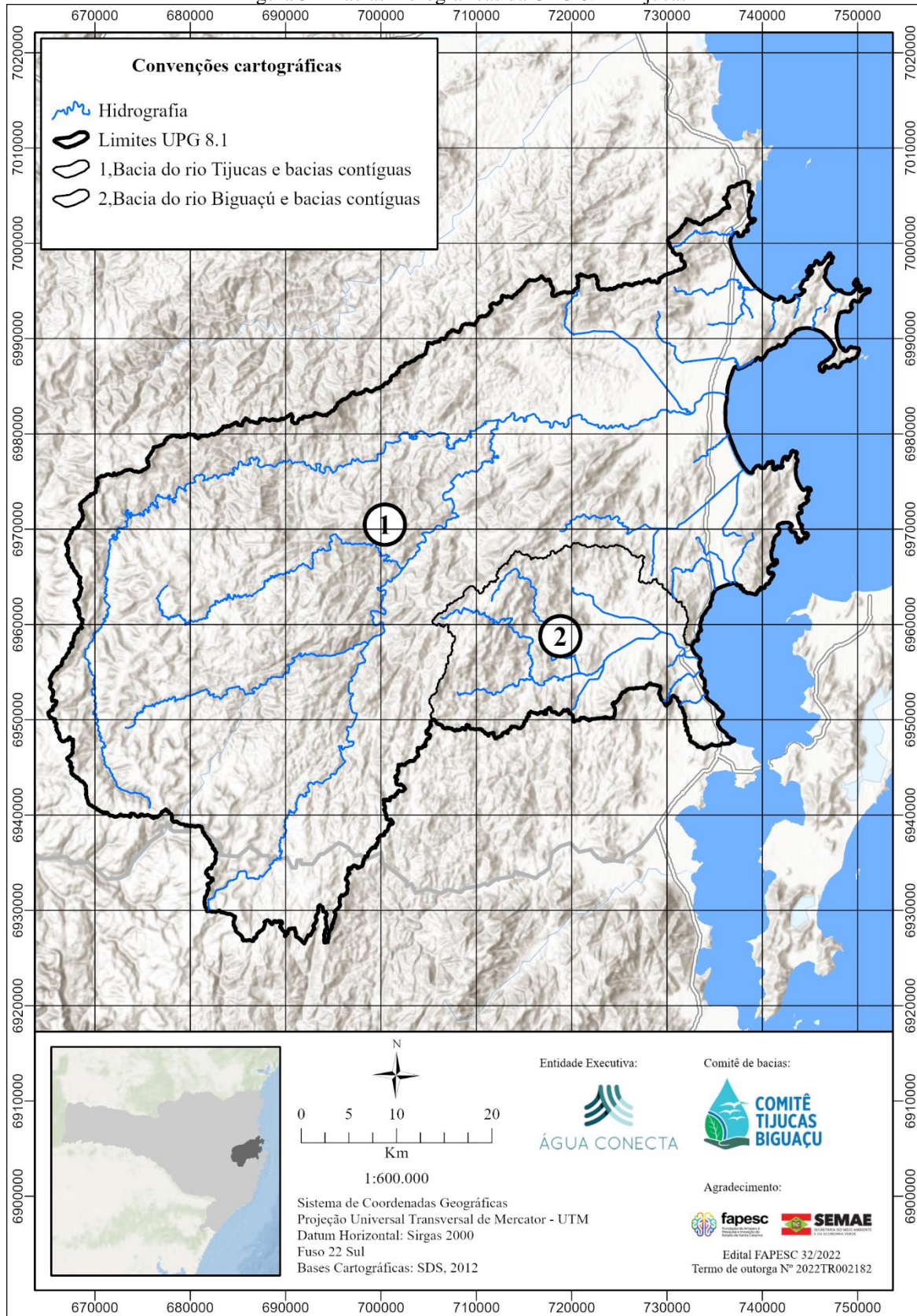
A Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas e bacias contíguas ocupam a maior parte da UPG 8.1, com uma área quase sete vezes maior do que a área da Bacia Hidrográfica do Rio Biguaçu e bacias contíguas, conforme dados da Tabela 1 e Figura 3.

Tabela 1 – Área das bacias hidrográficas que compõe a UPG 8.1 – Tijucas

Descrição	Área (km ²)	Área relativa a UPG 8.1 (%)
Bacia do rio Tijucas e bacias contíguas	2.860,3	87,2
Bacia do rio Biguaçu e bacias contíguas	419,3	12,8
UPG 8.1	~3.279,6	~100

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 3 – Bacias hidrográficas da UPG 8.1 – Tijucas



4.2 UNIDADES DE GESTÃO

De acordo com o Plano de Recursos Hídricos² das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas em sua etapa C - Diagnóstico dos Recursos Hídricos, a UPG 8.1 – Tijucas foi setorizada em **06 (seis) Unidades de Gestão** (Santa Catarina, 2018a).

As Unidades de Gestão (UG) foram definidas com objetivo de prover a UPG 8.1 – Tijucas de melhor estratégia na gestão dos seus recursos hídricos. A área de abrangência de cada UG pode ser verificada conforme dados da Tabela 2 e Figura 4.

Tabela 2 – Área das unidades de gestão da UPG 8.1 – Tijucas

N	Descrição	Área (km ²)	Área relativa a UPG 8.1 (%)
1	Perequê	213,3	6,5
2	Tijucas	470,3	14,3
3	Alto braço	672,9	20,5
4	Garcia	1.227,9	37,5
5	Inferninho	276,5	8,4
6	Biguaçu	417,6	12,7
	UPG 8.1	~3.279,6	~100

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

As Unidades de Gestão 3 – Alto Braço e 4 – Garcia são as maiores UGs e consideradas, conceitualmente, como bacias hidrográficas pois não recebem fluxos de quaisquer áreas à montante. A Unidades de Gestão 2 – Tijucas é considerada uma interbacia (Pfafstetter, 1989), pois recebe as contribuições das UGs 3 e 4.

Os canais principais das UGs 3 e 4, o Rio Alto Braço e Rio Garcia, respectivamente, confluem e formam o Rio Tijucas, canal principal da UG 2. Neste arranjo de setorização baseada no conceito de bacia e interbacia hidrográfica, há uma conexão direta entre estas UGs, portanto, as ações ou condição das UG 3 e 4 refletem na UG 2. Efeitos de UGs de montante podem ser diversos e estão relacionados a morfologia das UGs.

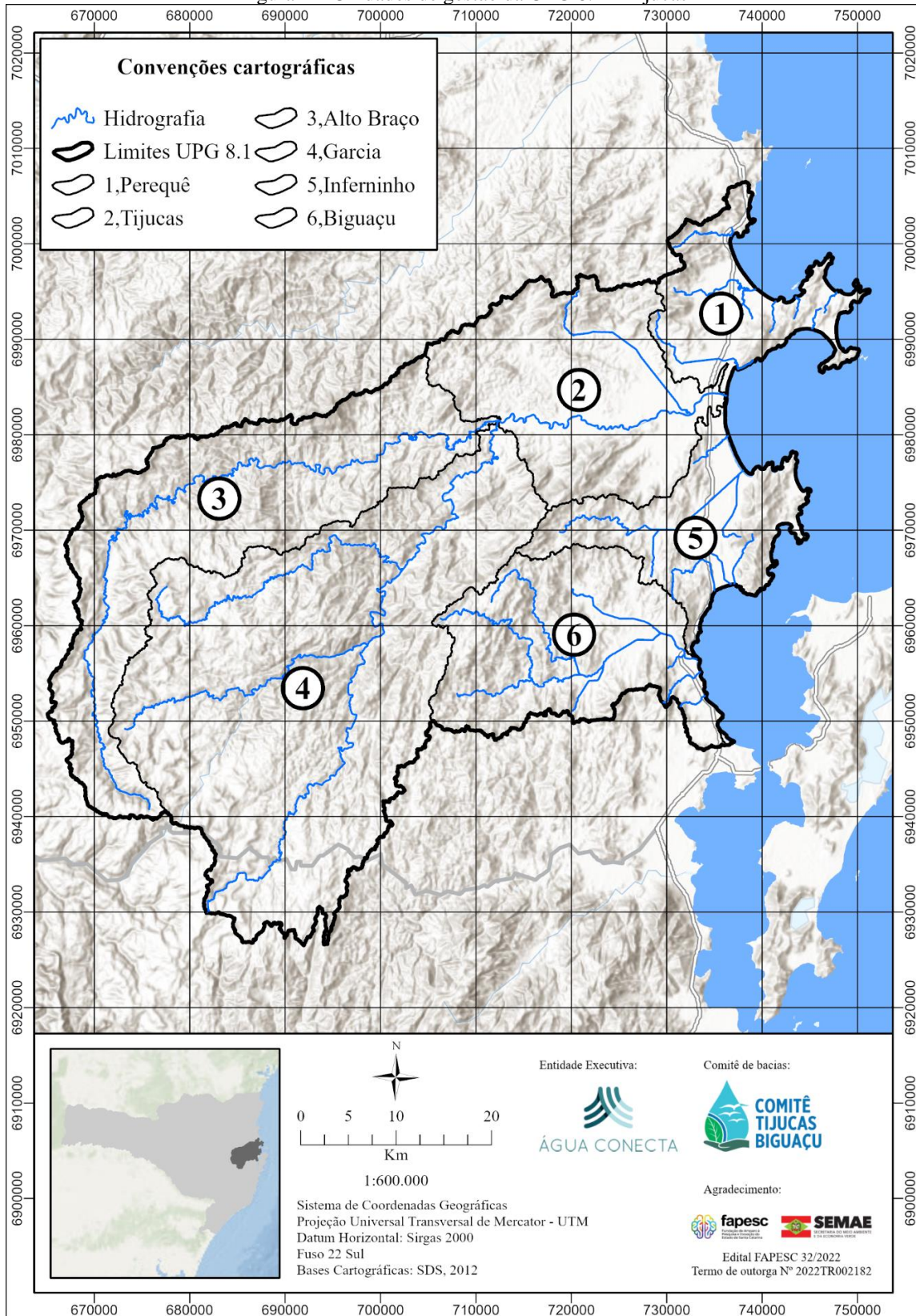
As UGs 1 – Perequê, 5 – Inferninho e 6 – Biguaçu são UGs que não recebem fluxos de áreas a montante. Assim, estas áreas podem ser avaliadas de forma individual, e elas se destacam por possuírem mais de um canal com exutório ou foz no Oceano Atlântico.

² Plano de Recursos Hídricos de bacias hidrográficas disponíveis no SIRHESC <https://www.aguas.sc.gov.br/base-documental/planos-de-bacias>



Pequenas diferenças nas quantificações são decorrentes da resolução espacial dos limites geográficos e políticos utilizados nos recortes espaciais. Ressalta-se que essas diferenças não são significativas.

Figura 4 – Unidades de gestão da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

4.3 MUNICÍPIOS

De acordo com os limites políticos definidos pela Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina (SEPLAN), a espacialização dos municípios e suas áreas em relação a UPG 8.1 – Tijucas podem ser observados na Tabela 3 e Figura 5.

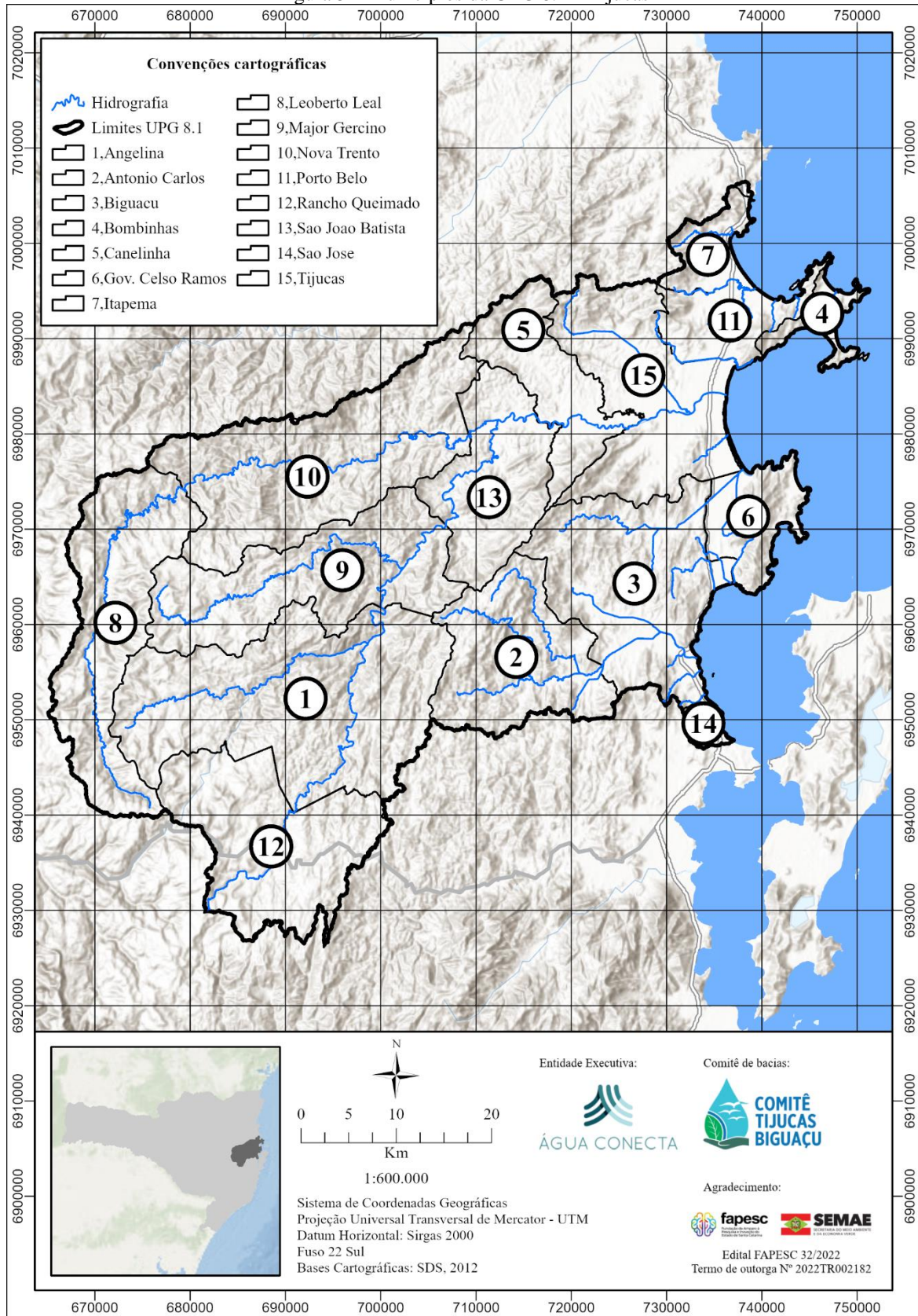
Tabela 3 – Área dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas

N.	Descrição	Área (km ²)	Área inserida na UPG 8.1 (km ²)	Área inserida na IPG 8.1 (%)	Área relativa a UPG 8.1 (%)
1	Angelina	501,7	501,7	100	15,3
2	Antônio Carlos	233,2	233,2	100	7,1
3	Biguaçu	318,0	318,0	100	9,7
4	Bombinhas	35,2	35,2	100	1,1
5	Canelinha	152,7	152,7	100	4,6
6	Gov. Celso Ramos	94,2	94,2	100	2,9
7	Itapema	58,8	58,8	100	1,8
8	Leoberto Leal	292,2	292,2	100	8,9
9	Major Gercino	304,4	304,4	100	9,3
10	Nova Trento	402,7	402,7	100	12,3
11	Porto Belo	94,1	94,1	100	2,9
12	Rancho Queimado	288,3	288,3	100	8,8
13	São João Batista	199,5	199,5	100	6,1
14	São José	113,4	16,3	14,4	0,5
15	Tijucas	279,8	279,8	100	8,5
	UPG 8.1	-	~3.279,6		~100

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Com exceção do município de São José, todos os demais possuem 100 % do seu território inserido na UPG 8.1 – Tijucas. Entre os municípios pode-se destacar o de Angelina, Nova Trento e Biguaçu com as três maiores áreas territoriais da UPG 8.1 – Tijucas. Por outro lado, São José, Bombinhas e Itapema, são os municípios com as três menores áreas da UPG 8.1 – Tijucas.

Figura 5 – Municípios da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

5 MATERIAIS E MÉTODOS

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) de feições geográficas naturais que foram levantadas neste documento são apenas aquelas relacionadas aos recursos hídricos: **nascentes, cursos d'água e massas d'água**, denominadas **APPs fluviais**.

Para avaliar a atual situação quantitativa e qualitativa das **APPs fluviais: nascentes, cursos d'água e massas d'água** da UPG 8.1 – Tijucas, dados espaciais foram analisados em ambiente Sistema de Informação Geográfica - SIG. As faixas de proteção aplicadas são aquelas previstas na Lei 12.651/2012, denominada de **Código Florestal Brasileiro**, e suas atualizações.

Na etapa de qualificação das APPs fluviais as imagens do satélite **CBERS-4A** do programa **China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS)**, foram utilizadas para a classificação do uso e ocupação da terra em APPs fluviais. As classes de uso da terra aplicadas foram: **área preservada, área antropizada, área edificada e água**. As descrições destas classes podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Classes de uso da terra adotadas

Classe	Descrição	Categoria
Área preservada	Representa as APPs fluviais ocupadas por vegetação nativa	Área preservada
Área antropizada	Representa as APPs fluviais ocupadas por agricultura, pastagens, solo exposto, reflorestamento (pinus e eucalipto), e outros	Área antropizada
Área edificada	Representa as APPs fluviais ocupadas por edificações e áreas impermeabilizadas.	
Água	Representa as águas como cursos e massas d'água	Água

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

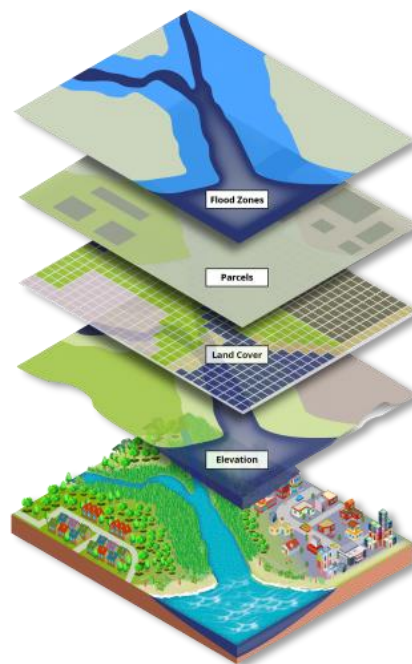
As informações espaciais resultantes das etapas de quantificação de APPs fluviais e qualificação do uso da terra em APPS fluviais, foram sobrepostas em ambiente SIG para a análise cruzada dos dados. (Figura 6).

Desta forma, pode-se obter informações sobre a situação das APPs fluviais das UPG 8.1 – Tijucas para diferentes combinações e recortes espaciais.

Os principais recortes espaciais utilizados foram os limites das **Unidades de Gestão (UG)** e dos municípios. A metodologia geral empregada pode ser observada na Figura 7.

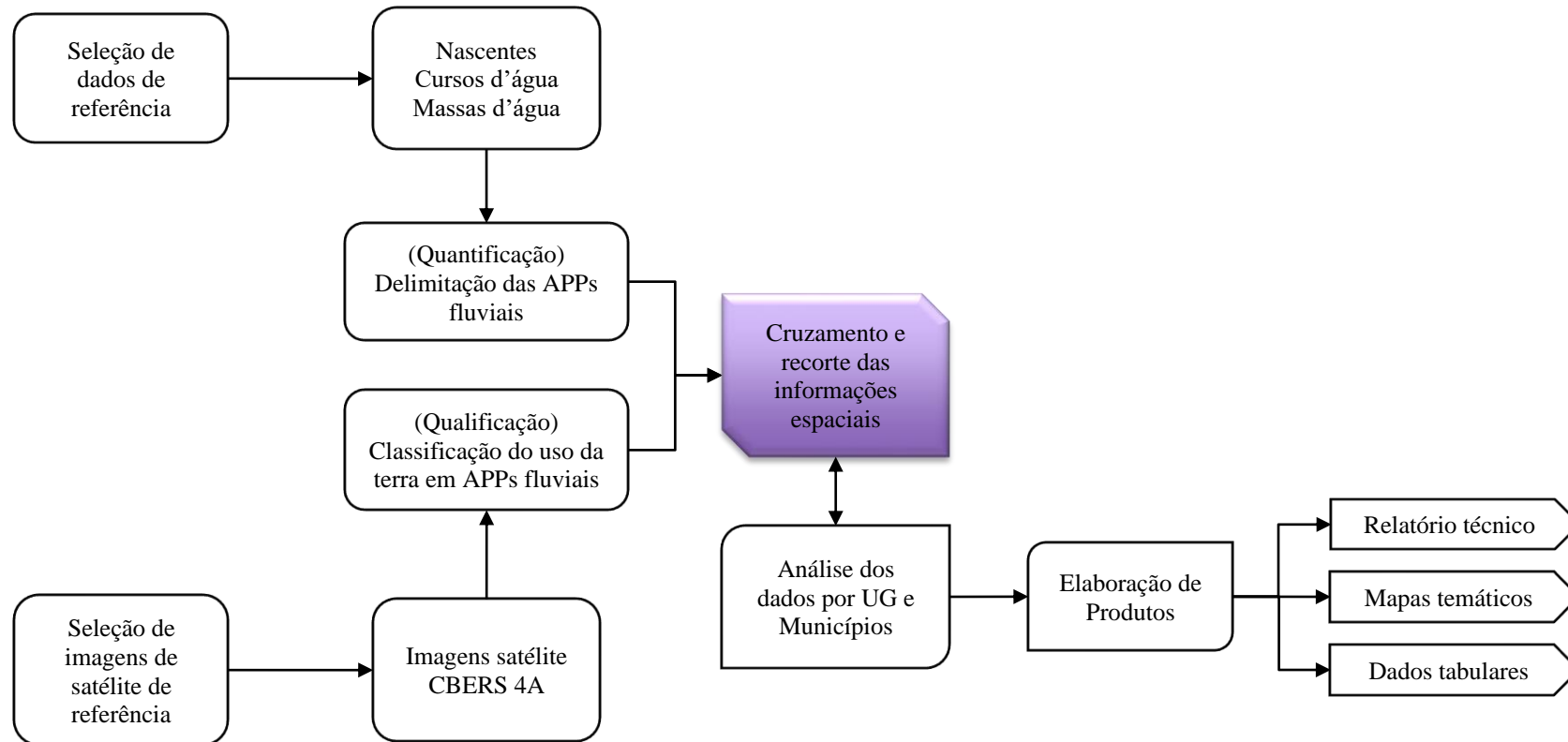
A incorporação de dados de geoprocessamento e técnicas de classificação de imagens é acompanhada por um grau de incerteza inerente, decorrente de fatores como a resolução dos dados, a precisão dos sensores, e a subjetividade inerente às técnicas de classificação (Silva; Deus, 2022). Essas incertezas, no entanto, não desqualificam a aplicabilidade dessas ferramentas. Pelo contrário, quando identificadas e geridas adequadamente, essas incertezas podem ser incorporadas no processo de análise, permitindo um entendimento mais aprofundado dos dados. Por meio da aplicação de métodos estatísticos para quantificar e mitigar essas incertezas, bem como a implementação de abordagens robustas de classificação e a combinação de múltiplas fontes de dados, é possível melhorar a confiabilidade dos resultados.

Figura 6 – Esquema conceitual da sobreposição de informações espaciais em ambiente SIG



Fonte: Adaptado de Gisgeography (2023).

Figura 7 – Metodologia geral



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

6 CAPÍTULO 1 – DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE FLUVIAIS DA UPG 8.1 – TIJUCAS

6.1 DADOS DE REFERÊNCIA UTILIZADOS

Os dados de referência utilizados na delimitação de APPs fluviais são de fontes oficiais, com destaque para o **Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina** denominado de **SIG-SC**, disponível em (<http://sigsc.sc.gov.br/>).



O **SIG-SC**, reúne dados espaciais do estado de Santa Catarina. Estes dados são importantes para o desenvolvimento de estudos técnicos e suporte às entidades público e privadas na gestão e fiscalização do território, com foco no desenvolvimento sustentável.

A partir do SIG-SC os dados de referência para as feições geográficas naturais do tipo **nascente**, **curso d'água** e **massa d'água**, foram obtidos e recortados para a área de interesse. Estes dados possuem detalhamento espacial e abrangência adequados, e representam a base do diagnóstico das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.

O detalhamento dos dados foi prioritário, de forma a compatibilizar o método com os objetivos do projeto, os detalhes técnicos dos dados espaciais de referência, como tipo de dado, escala de trabalho e fonte podem ser observados no Quadro 2.

Quadro 2 - Dados de referência utilizados da delimitação de APPs fluviais

Dado	Arquivo	Feição	Escala	Fonte	Descrição
Nascente	vetor	ponto	1:10.000	SIG-SC	Nascentes do estado de SC
Cursos d'água	vetor	linha	1:10.000	SIG-SC	Hidrografia do estado de SC
Massas d'água	vetor	polígono	1:10.000	SIG-SC	Massas d'água do estado SC
Bacias	vetor	polígono	1:10.000	SIRHESC	Bacias hidrográficas do estado de SC
Unidades de planejamento e gestão	vetor	polígono	1:10.000	SIRHESC	Unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos do estado de SC
Unidades de gestão	vetor	polígono	1:10.000	PRH UPG 8.1	Unidades de gestão e gestão da UPG 8.1
Limites municípios	vetor	polígono	indefinido	SEPLAN	Limites dos municípios de SC
Sedes municípios	vetor	ponto	indefinido	SEPLAN	Sede dos municípios de SC

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

6.2 FEIÇÕES GEOGRÁFICAS RELACIONADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS

As feições geográficas naturais relacionadas aos recursos hídricos da UPG 8.1 – Tijucas utilizadas como referência para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente são as do tipo: nascente, curso d’água e massa d’água.

6.2.1 Feições tipo nascente

As feições do tipo nascente são representadas por pontos, e demarcam o início de um trecho de curso d’água. Ao todo, segundo o SIG-SC, são **7.389 unidades de pontos de nascentes na UPG 8.1 – Tijucas** (Figura 8), distribuídas nas UGs (Tabela 4).

Tabela 4 – Feições geográficas naturais tipo nascente por UG relativa à UPG 8.1 – Tijucas

N.	UG	Pontos de nascente (unid.)	Pontos de nascente relativa a UPG 8.1 (%)
1	Perequê	301	4,07
2	Tijucas	819	11,08
3	Alto braço	1.660	22,46
4	Garcia	3.198	43,28
5	Inferninho	498	6,74
6	Biguaçu	913	12,35
	UPG 8.1	~7.389,0	~100

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

6.2.2 Feições tipo curso d’água

As feições do tipo curso d’água são representadas por linhas e demarcam os trechos de curso d’água. Ao todo, segundo o SIG-SC, são **8.101,7 km de trechos de cursos d’água na UPG 8.1 – Tijucas** (Figura 9), distribuídos nas UGs conforme dados da Tabela 5.

Tabela 5 – Feições geográficas naturais tipo curso d’água por UG relativa à UPG 8.1 – Tijucas

N.	UG	Qtde de comprimento de trechos de curso d’água (km)	Qtde de comprimento de trechos de curso d’água relativa a UPG 8.1 (%)
1	Perequê	325,3	4,0
2	Tijucas	982,4	12,2
3	Alto braço	1.831,3	22,6
4	Garcia	3.425,3	42,3
5	Inferninho	564,3	6,9
6	Biguaçu	973,2	12,0
	UPG 8.1	~8.101,7	~100

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)



Neste estudo, os trechos de cursos d'água foram considerados como aqueles que representam os cursos hídricos de menor porte/ordenamento, com seção transversal de largura igual ou inferior a 10 metros.

6.2.3 Feições tipo massas d'água

As feições do tipo massa d'água são representadas por polígonos e demarcam os trechos de massas d'água. Ao todo são **14,2 km² de trechos massas d'água na UPG 8.1 – Tijucas** (Figura 10), distribuídos nas UGs conforme dados da Tabela 6. Considerando-se as massas d'água como linhas, estas somam 881,8 km de trechos de massas d'água.

Tabela 6 – Feições geográficas naturais tipo massa d'água por UG relativa à UPG 8.1 – Tijucas

N.	UG	Áreas de trechos de massa d'água (km ²)	Áreas de trechos de massa d'água relativa a UPG 8.1 (%)
1	Perequê	0,6	4,2
2	Tijucas	2,8	19,7
3	Alto braço	2,7	19,1
4	Garcia	5,7	40,1
5	Inferninho	0,8	5,6
6	Biguaçu	1,6	11,2
	UPG 8.1	~14,2	~100

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)



Neste estudo, os trechos de massas d'água foram considerados como aqueles que representam os cursos hídricos de maior porte/ordenamento com seção transversal de largura superior a 10 metros. Portanto, reservatórios e lagoas que não foram mapeados nestas massas d'água disponibilizadas no Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina não foram analisados neste estudo.

Cabe destacar que os dados espaciais foram tratados para eliminar as sobreposições de trechos de cursos d'água com trecho de massas d'água.



As **sobreposições de trechos de cursos d'água e massas d'água** foram eliminadas com prioridade de sobreposição para as feições na seguinte ordem **massas d'água > cursos d'água, a fim de evitar dupla quantificação.**

Figura 8 – Feições geográficas naturais tipo nascente da UPG 8.1 – Tijucas

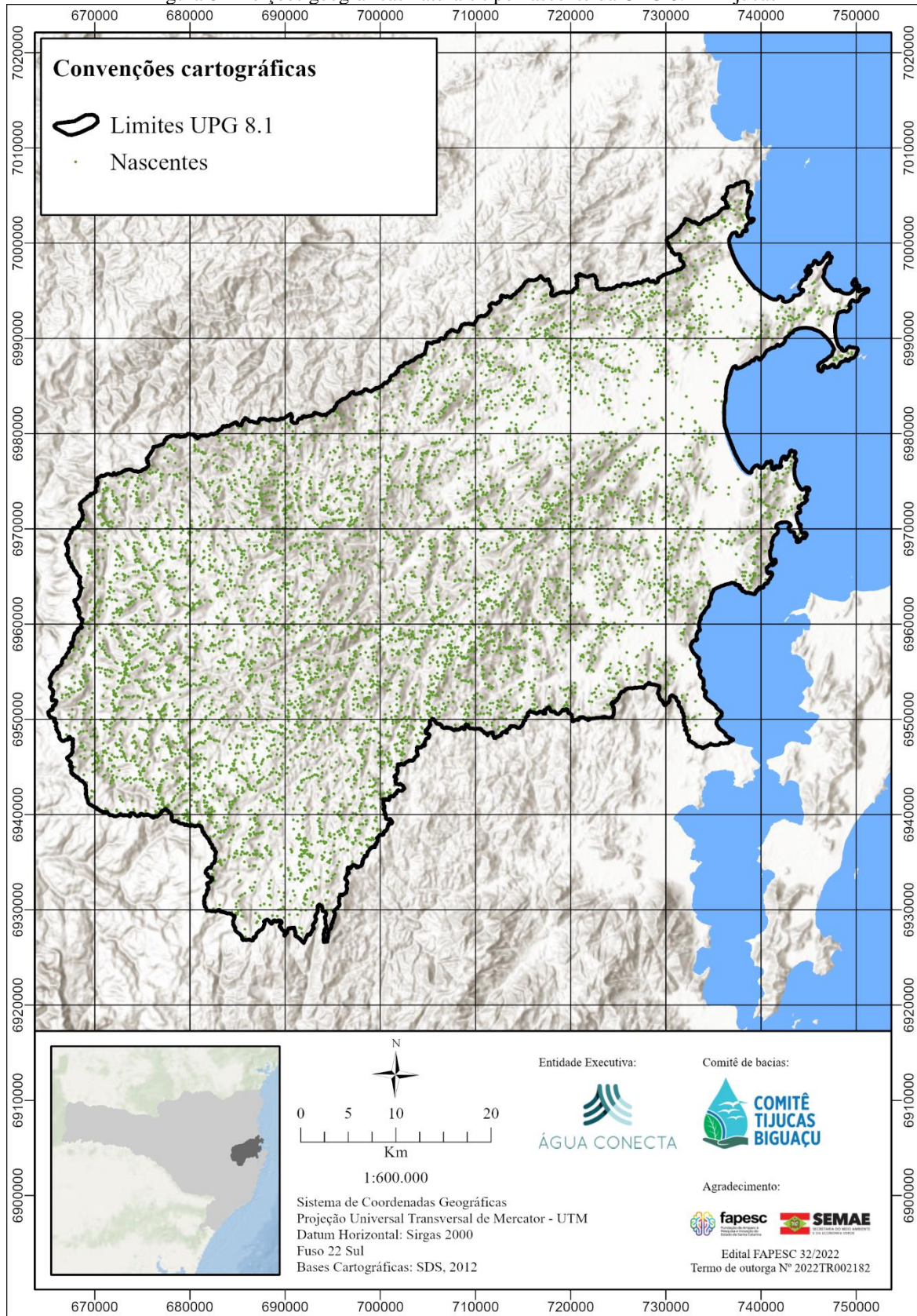


Figura 9 – Feições geográficas naturais tipo curso d'água da UPG 8.1 – Tijucas

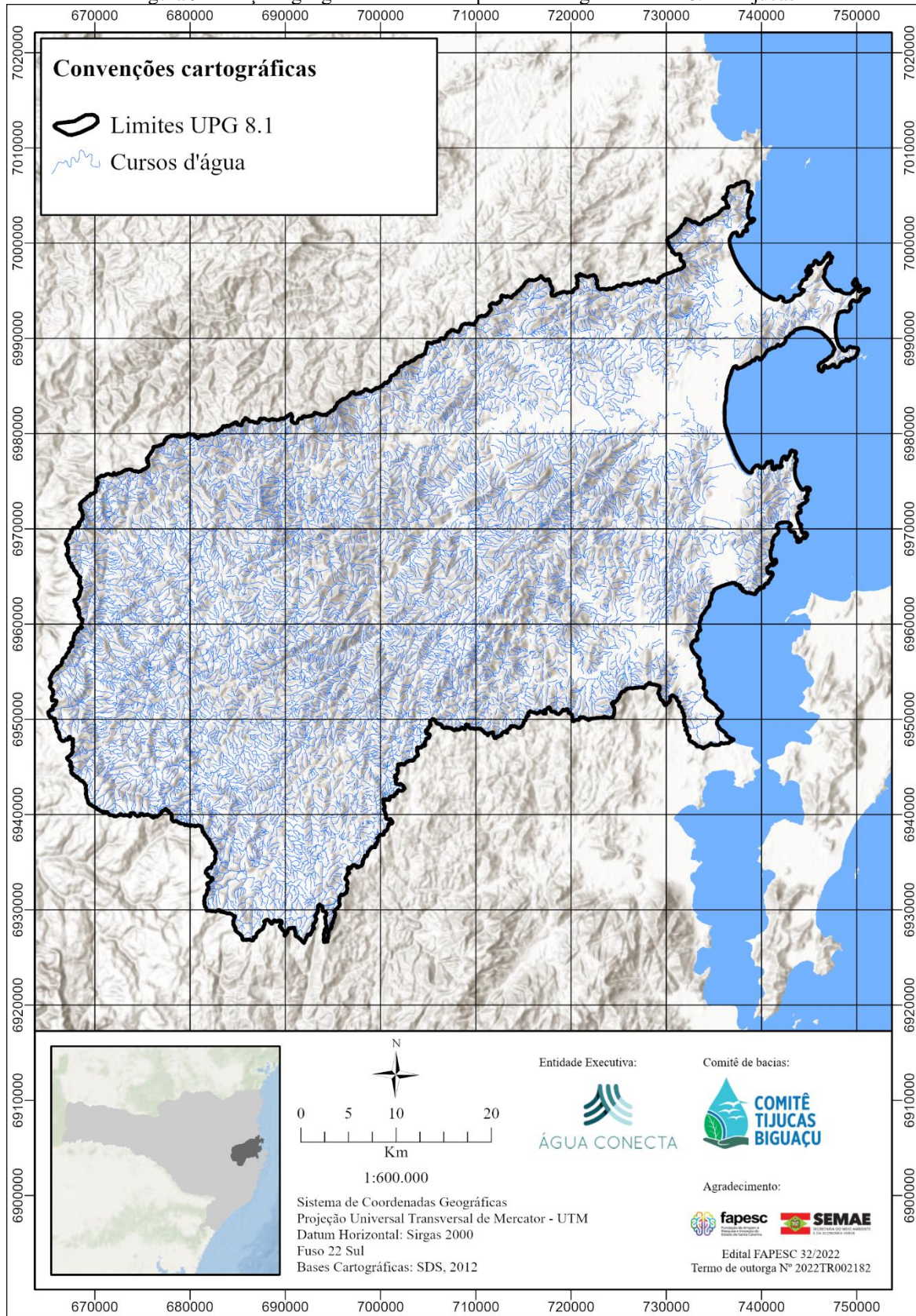
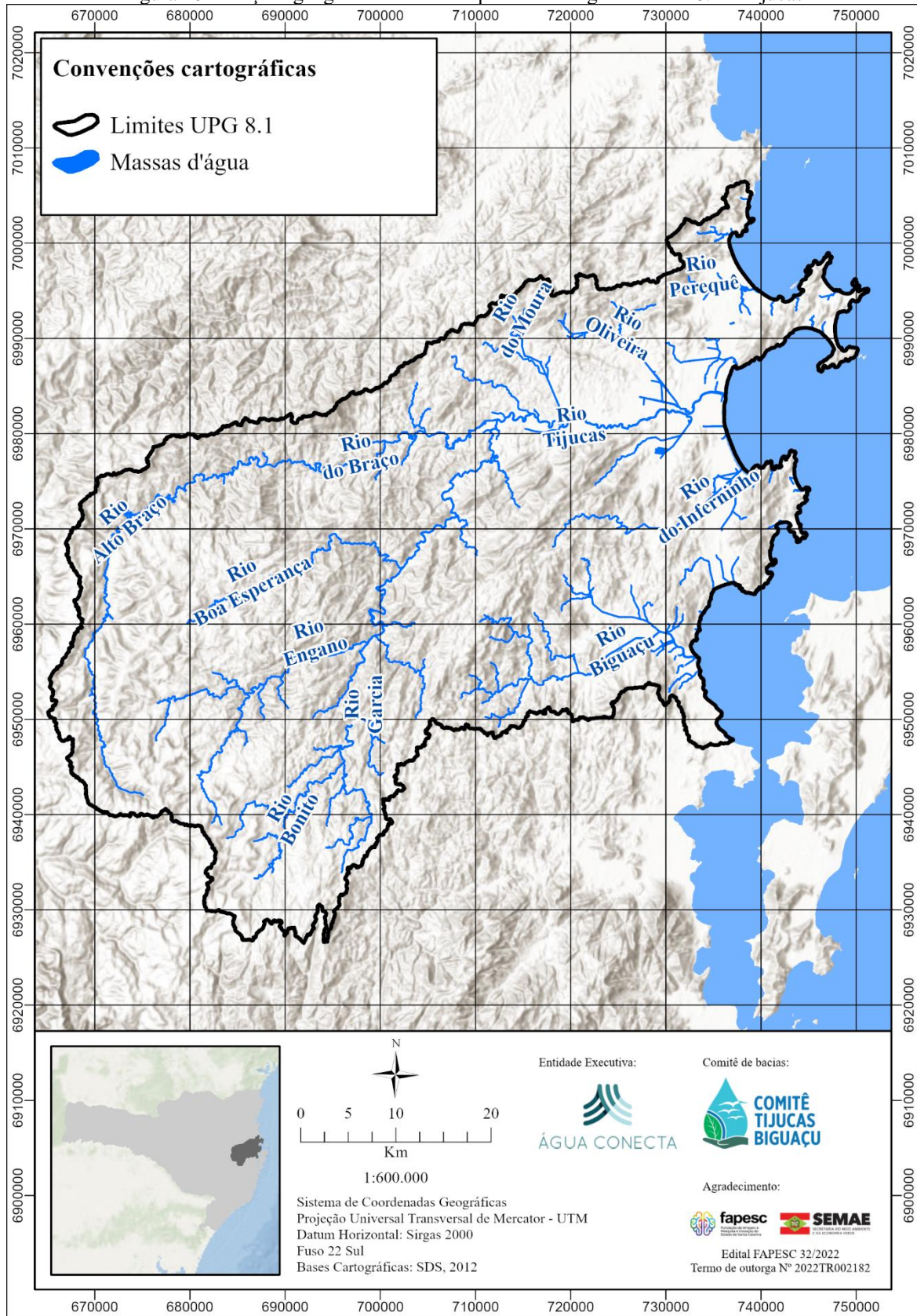


Figura 10 – Feições geográficas naturais tipo massa d'água da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

6.3 FAIXAS DE APPS APLICADAS

No Brasil, as APPs são regulamentadas pela Lei Federal nº 12.651/2012 e suas atualizações, conhecida como **Código Florestal Brasileiro**, especialmente em seu capítulo II, Seção I, Art. 4º. Este descreve o que é considerado Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas.

Para as feições geográficas naturais tipo **nascente**, considerou-se:

“IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (Redação dada pela Lei nº 12.727/2012).”

Para as feições geográficas naturais tipo **curso d’água**, considerou-se

I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;

Para as feições geográficas naturais tipo **massa d’água**, considerou-se

I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Redação dada pela Lei nº 12.727/2012).

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d’água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d’água que tenham largura

6.4 DELIMITAÇÃO DAS FAIXAS DE APP

Todo o procedimento de delimitação das APPs fluviais foi realizado em ambiente SIG no *software ArcGis-Pro*.

Os dados espaciais que representam as feições geográficas do tipo nascente, curso d’água e massa d’água foram inseridos em um banco de dados geoespacial (*geodatabase*), onde foram geoprocessados.

Inicialmente foi realizado o recorte dos dados para o limite espacial da UPG 8.1 – Tijucas, seguido pela verificação e consolidação. Após verificação, cada feição geográfica

foi geoprocessada individualmente. Para os dados de nascentes e cursos d'água foram aplicados processos automatizados, uma vez que para estas feições aplicou-se faixa protetiva de APP fixa de 50 m e 30 m, respectivamente.

Para os dados de massa d'água foram aplicados processos manuais, em razão da variação da faixa protetiva de APP de 30 m, 50 m, 100 m, 200 m e 500 m, para trechos com larguras de seções transversais de 0-10 m, 10-50 m, 50-200 m, 200-600 m e >600 m, respectivamente.

Nas Figura 11, Figura 12 e Figura 13 são demonstrados exemplos de faixas protetivas obtidas a partir da delimitação de APPs de nascente, curso d'água e massa d'água, respectivamente.

Figura 11 – Exemplo de delimitação da APP de duas nascentes



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 12 – Exemplo de delimitação da APP de curso d'água



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 13 – Exemplo de delimitação da APP de massa d'água



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

No processo manual de delimitação das faixas protetivas das massas d'água, o procedimento considerou a verificação **trecho-a-trecho**, a fim de seccionar os trechos de

massas d'água com seções transversais com larguras distintas.

A Figura 14 ilustra o resultado do processo manual com trechos de massas d'água e suas respectivas larguras.

Figura 14 – Secções de trechos de massas d'água com larguras de seções transversais



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

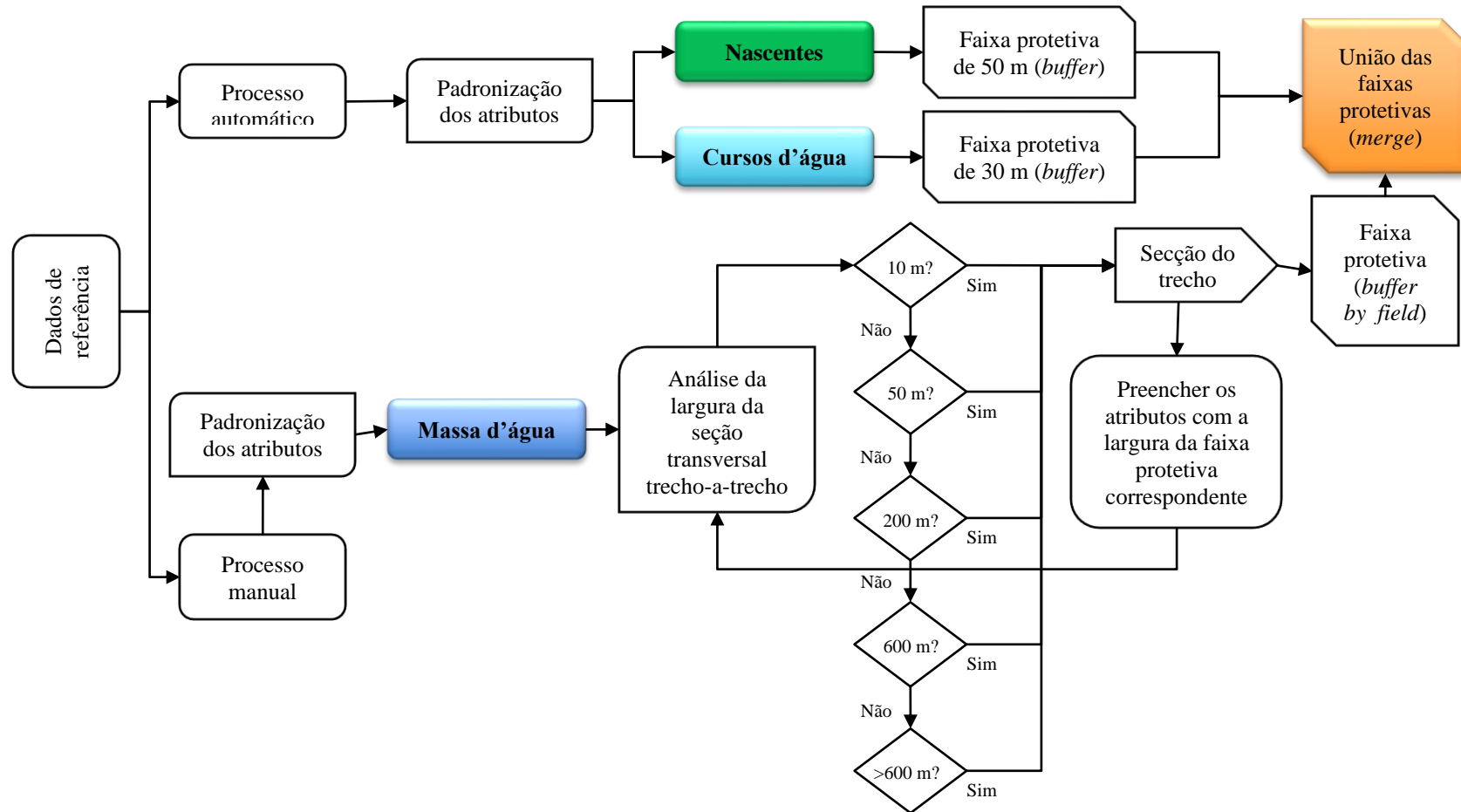


As sobreposições das faixas protetivas foram eliminadas para evitar dupla quantificação com prioridade de sobreposição para: APPs de nascente > APPs de massas d'água > APPs de cursos d'água.

6.4.1 Fluxograma do procedimento de delimitação das faixas de APPs fluviais

O procedimento de delimitação de faixas protetivas de APPs fluviais, em SIG pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 – Fluxograma detalhado do procedimento de delimitação das APPs fluviais



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

6.5 APPs DOS RECURSOS HÍDRICOS DA UPG 8.1 – TIJUCAS

Os resultados da delimitação das APPs fluviais são apresentados por recortes espaciais e por tipo de feição geográfica. Os recortes espaciais são: UPG 8.1 – Tijucas, Unidades de Gestão (UG) e municípios. Enquanto as feições geográficas são do tipo: nascente, curso d'água e massa d'água.

A partir dos dados é possível verificar a ocorrência de APPs fluviais em termos absolutos e relativos por feição geográfica de um recorte espacial e fazer comparações diretas entre os recortes espaciais e feições. Desta forma, tem-se um panorama da quantificação das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.

Os resultados da quantificação das APPs fluviais para o **recorte espacial UPG 8.1 – Tijucas**, podem ser observados numericamente na Tabela 7 e graficamente na Figura 16.

Tabela 7 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas

Unidade de Planejamento e Gestão		APPs fluviais									
Cód.	Nome	Área	APP fluvial		Densidade de APP fluvial	Nascente		Curso d'água		Massa d'água	
		km ²	km ²	%	Km ² / Km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%
UPG 8.1	UPG 8.1 Tijucas	3279,6	581,3	17,7	0,18	57,2	9,8	444,1	76,4	80,1	13,8

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)



Os resultados indicam que a UPG 8.1 – Tijucas possui 581,3 km² de APPs fluviais ou 17,7 % da área total do seu território.

As feições geográficas do tipo **curso d'água** detêm 76,4 % das APPs fluviais da UPG, as do tipo **massa d'água** representam 13,8 % e as do tipo **nascente** representam 9,8 %.

O quantitativo de APPs de curso d'água se destaca pela ampla rede de drenagem da UPG 8.1 – Tijucas, observada desde as regiões de montante, localizadas a oeste, até as de jusante, localizadas a leste.



As APPs de cursos d'água representam mais de 3/4 das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas, por isso são estratégicas para a conservação dos recursos hídricos.

As feições do tipo nascente e curso d'água ocorrem principalmente em áreas de maior declividade e suas APPs fluviais são importantes para processos como, retenção de água, controle e redução da erosão ou de transporte de sedimentos.

As feições do tipo massa d'água ocorrem, preferencialmente, em locais com grandes áreas de drenagem e em planícies topográficas, representando rios com maior ordenamento e seções transversais mais largas. Suas APPs fluviais são importantes para a estabilidade de taludes e redução de processos de assoreamento de canais.

6.5.1 Unidades de Gestão (UGs) da UPG 8.1 – Tijucas

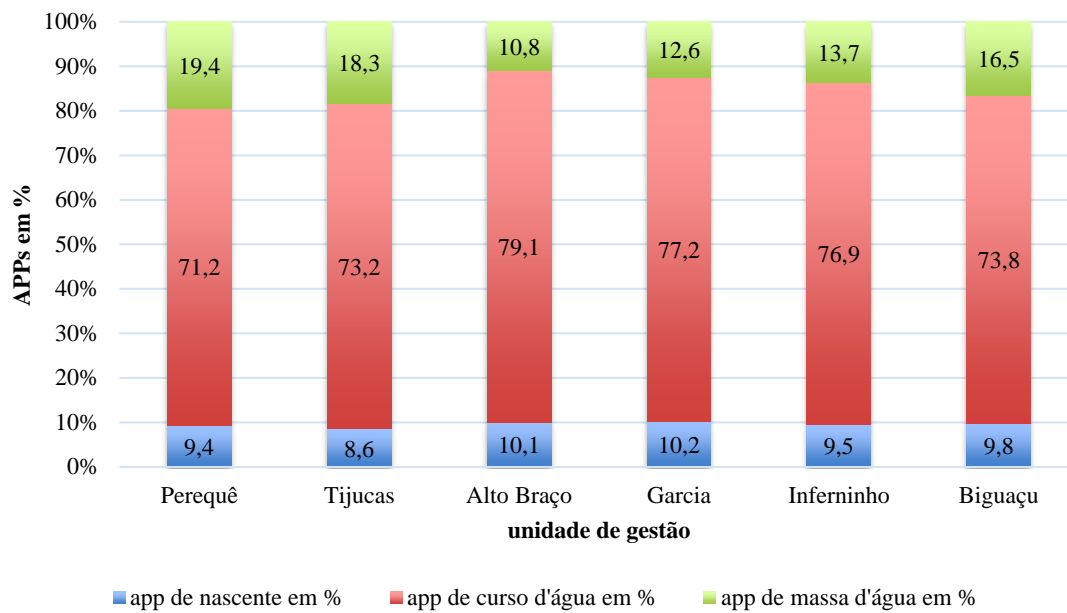
Os resultados da quantificação das APPs fluviais para o **recorte espacial das Unidades de Gestão (UG)** podem ser observados numericamente na Tabela 8 e graficamente na Figura 16.

Tabela 8 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais das UGs da UPG 8.1 – Tijucas

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO - UPG					UNIDADES DE GESTÃO							APPs fluviais						
Cód.	Nome	Área			Cód.	Nome	Área		APP fluvial		Densidade de APP fluvial km ² /km ²	APP UG/ UPG	Nascente		Curso d'água		Massa d'água	
		km ²	Km ²	%			Km ²	%	Km ²	%			Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
UPG 8.1	UPG 8.1 Tijucas	3279,6	581,3	17,7	UG-1	Perequê	213,3	6,5	25,2	11,8	0,12	4,3	2,4	9,4	17,9	71,2	4,9	19,4
					UG-2	Tijucas	470,3	14,3	74,3	15,8	0,16	12,8	6,4	8,6	54,4	73,2	13,6	18,3
					UG-3	Alto Braço	672,9	20,5	127,1	18,9	0,19	21,9	12,8	10,1	100,5	79,1	13,8	10,8
					UG-4	Garcia	1227,9	37,5	242,0	19,7	0,20	41,6	24,8	10,2	186,9	77,2	30,4	12,6
					UG-5	Inferinho	276,6	8,4	40,6	14,7	0,15	7,0	3,9	9,5	31,2	76,9	5,5	13,7
					UG-6	Biguaçu	417,7	12,7	72,1	17,3	0,17	12,4	7,1	9,8	53,2	73,8	11,9	16,5

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 16 – APPs fluviais das UGs da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os resultados indicam que há uma variação na quantidade de APPs fluviais nas Unidades de Gestão (UG) da UPG 8.1 – Tijucas.

Para as feições do tipo nascente a **UG 2 – Tijucas** possui o menor percentual (8,6 %) de APPs fluviais, enquanto a **UG 4 – Garcia** possui o maior percentual (10,2 %).

Para as feições do tipo massa de água, houve uma maior variação percentual entre as UGs, sendo que a **UG 3 – Alto Braço** possui o menor percentual (10,8 %), enquanto a **UG 1 – Perequê** o maior percentual (19,4%).

Para as feições do tipo curso da água tem-se a situação inversa, a **UG 3 - Alto Braço**, possui o maior percentual de (79,1 %), enquanto a **UG 1 – Perequê**, possui o menor percentual (71,2 %).

De forma geral, as UGs mais próximas do litoral, tiveram frações mais expressivas para APPs de massa d'água quando comparadas as UGs localizadas na região oeste.

Ao correlacionar os dados de distribuição de APPs fluviais por feição geográfica com as áreas das UGs, verifica-se que a **UG 3 – Alto Braço**, com 127,1 km² de APPs fluviais, e a **UG 4 – Garcia**, com 242 km² de APPs fluviais, representam frações de 41,6 % e 21,9 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.



Juntas estas UGs somam 63,5 % do total de APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.

Do total de 7.389 nascentes, 3.198 (43,3%) ocorrem na **UG 4 – Garcia** e 1.660 (22,5%) ocorrem na **UG 3 – Alto Braço**.

Dos 8.101,7 km de trechos de curso d'água, 3.425,3 (42,3%) ocorrem na **UG 4 – Garcia** e 1.831,3 (22,6%) ocorrem na **UG 3 – Alto Braço**.

As UGs 3 e 4 estão distribuídas na região oeste, em regiões de montante, e possuem os maiores índices de densidade de APP fluvial dentre as UGs, os números destas UGs indicam grande a importância para a conservação dos recursos hídricos. Ainda, sobre as UGs 3 e 4, estas possuem relação direta com a **UG 2 – Tijucas**, localizada a jusante, e devem ser avaliadas de forma integrada.

Ou seja, neste contexto, é possível inferir, por exemplo, que a redução de áreas de APPs fluviais nas UGs 3 e 4 pode provocar efeitos negativos na hidrologia da UG 2 (mais populosa).

A **UG 2 – Tijucas**, com 74,3 km² de APPs fluviais representa 15,8 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas e possui um trecho significativo de massa d'água, o Rio Tijucas, resultante da confluência dos rios Alto Braço e Garcia, em planície topográfica. A proteção das suas APPs fluviais é fundamental para garantir a estabilidade de taludes, controle de processos erosivos nas margens e redução de processos de assoreamento de canais.

As **UGs 1 – Perequê, 5 – Inferninho e 6 – Biguaçu**, não possuem conexão com UGs a montante ou jusante, portanto, podem ser avaliadas de forma individual. Suas APPs fluviais de 25,2 km², 40,6 km² e 72,1 km², respectivamente, representam as frações de 4,3 %, 7,0 % e 12,4 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.

De maneira geral estas UGs (1, 5 e 6) possuem quantidades expressivas de APPs fluviais de trechos de massa d'água, quando comparadas proporcionalmente as demais UGs, isto pode ser explicado por estarem distribuídas na região leste da UPG 8.1 – Tijucas, próximo a costa do Oceano Atlântico, e pela ocorrência de planícies topográficas.

6.5.2 Municípios da UPG 8.1 – Tijucas

Os resultados da quantificação das APPs fluviais para o **recorte espacial “limites**

políticos” dos municípios, podem ser observados numericamente na Tabela 9 e graficamente na Figura 17.

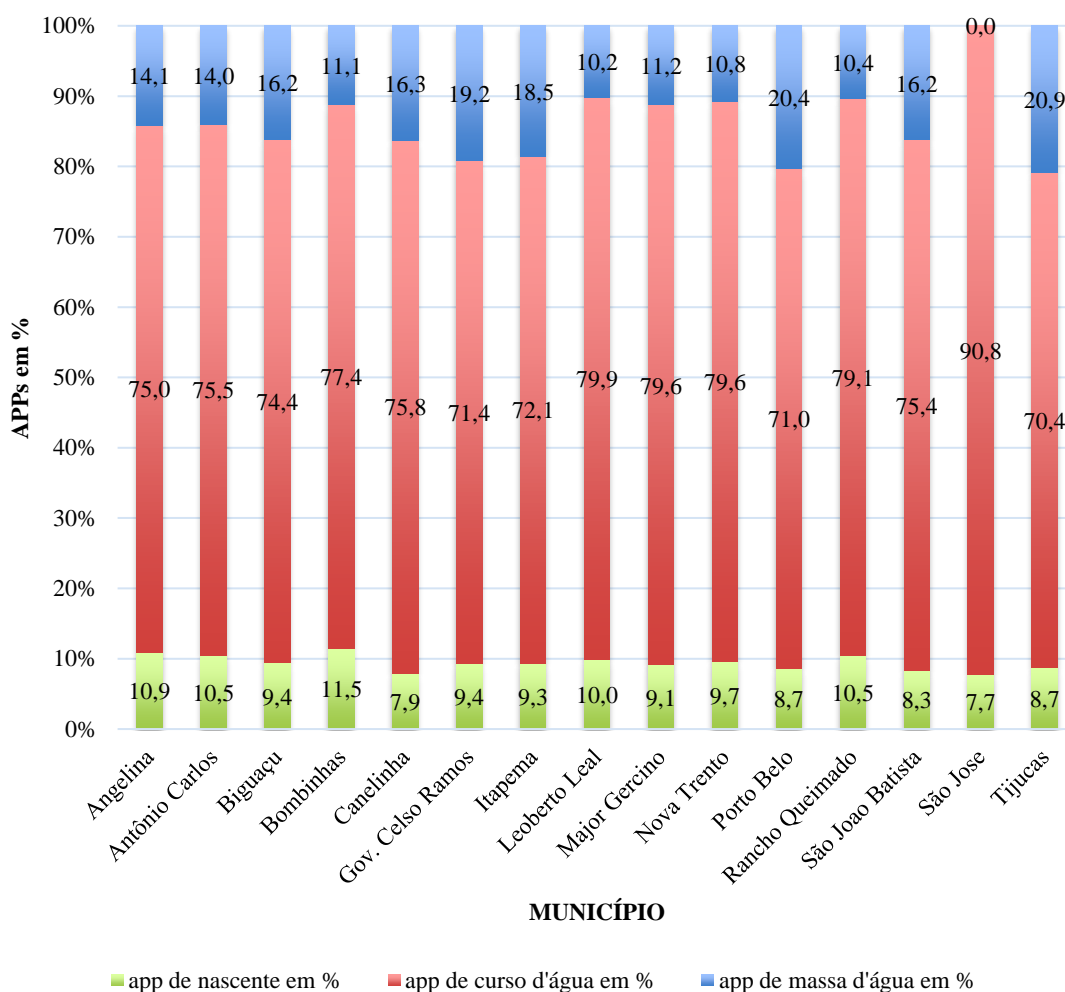
Tabela 9 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO			MUNICÍPIOS* (SEPLAN, 2013)							APPs FLUVIAIS								
Cód	Nome	Área APP fluvial	Nome	Área	Área inserida na UPG		APP fluvial		Densid. APP fluvial	APP fluvial Munic./UPG	Nascente		Curso d'água		Massa d'água			
		km ²		Km ²	%	km ²	km ²	%	Km ²	%	km ² /km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
UPGUPG 8.1 8.1 Tijucas		3279,6	581,3	17,7	Angelina	501,8	501,8	15,3	105,5	21,0	0,21	18,2	11,5	10,9	79,1	75,0	14,9	14,1
	Antônio Carlos				233,2	233,2	7,1	43,9	18,8	0,19	7,6	4,6	10,5	33,2	75,5	6,1	14,0	
	Biguaçu				318,0	318,0	9,7	52,4	16,5	0,16	9,0	4,9	9,4	39,0	74,4	8,5	16,2	
	Bombinhas				35,2	35,2	1,1	3,6	10,1	0,10	0,6	0,4	11,5	2,7	77,4	0,4	11,1	
	Canelinha				152,8	152,8	4,7	24,4	16,0	0,16	4,2	1,9	7,9	18,5	75,8	4,0	16,3	
	Gov. Celso Ramos				94,2	94,2	2,9	12,4	13,1	0,13	2,1	1,2	9,4	8,8	71,4	2,4	19,2	
	Itapema				58,9	58,9	1,8	8,0	13,6	0,14	1,4	0,8	9,3	5,8	72,1	1,5	18,5	
	Leoberto Leal				292,3	292,3	8,9	57,6	19,7	0,20	9,9	5,7	10,0	46,0	79,9	5,9	10,2	
	Major Gercino				304,4	304,4	9,3	54,0	17,7	0,18	9,3	4,9	9,1	43,0	79,6	6,1	11,2	
	Nova Trento				402,7	402,7	12,3	71,9	17,8	0,18	12,4	6,9	9,7	57,2	79,6	7,7	10,8	
	Porto Belo				94,1	94,1	2,9	11,8	12,5	0,13	2,0	1,0	8,7	8,4	71,0	2,4	20,4	
	Rancho Queimado				288,3	288,3	8,8	57,2	19,8	0,20	9,9	6,0	10,5	45,3	79,1	5,9	10,4	
	São Joao Batista				199,5	199,5	6,1	36,2	18,1	0,18	6,2	3,0	8,3	27,3	75,4	5,9	16,2	
	São José				113,4	16,3	0,5	1,3	8,0	0,08	0,2	0,1	7,7	1,2	90,8	0,0	0,0	
Tijucas	279,8	279,8	8,5	39,8	14,2	0,14	6,9	3,5	8,7	28,0	70,4	8,3	20,9					

*Os cálculos apresentados são referentes a parcela do município contido na área da UPG 8.1 – Tijucas.

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 17 – APPs fluviais dos municípios da UPG 8.1 - Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os resultados indicam variação na quantidade de APPs fluviais dos Municípios da UPG 8.1 – Tijucas.

Para as feições do tipo nascente, a parcela do município de **São José** contida na UPG 8.1 – Tijucas, possui o menor percentual, 7,7 % de APPs fluviais. Dentre os municípios contidos integralmente na UPG 8.1, tem-se Canelinha com o menor percentual de nascentes (7,9 %), enquanto o município de **Bombinhas** possui o maior percentual (11,5 %).

Para as feições do tipo massa d'água, houve maior variação percentual entre os municípios. Excluindo-se o município de São José, onde não há massa da água na área pertencente à UPG 8.1, Leoberto Leal possui o menor percentual, 10,2% de APPs fluviais, enquanto o município de **Tijucas** possui o maior percentual, 20,9 % de APPs fluviais.

Para as feições do tipo curso da água o município de **Tijucas** possui o menor

percentual (70,4 %), enquanto o município de **São José** possui o maior percentual (90,8 %). Após São José, tem-se **Leoberto Leal** com 79,9%, esse integralmente contido na UPG 8.1.



Em geral, a variação da fração percentual de APPs de nascentes, cursos d'água e massas d'água de município está relacionada à sua posição geográfica na UPG 8.1 – Tijucas.

Os municípios com territórios em áreas de planície topográfica apresentam mais APPs de massa d'água, enquanto os municípios com territórios próximos às áreas de divisores de água apresentam mais APPs de nascente e curso d'água.

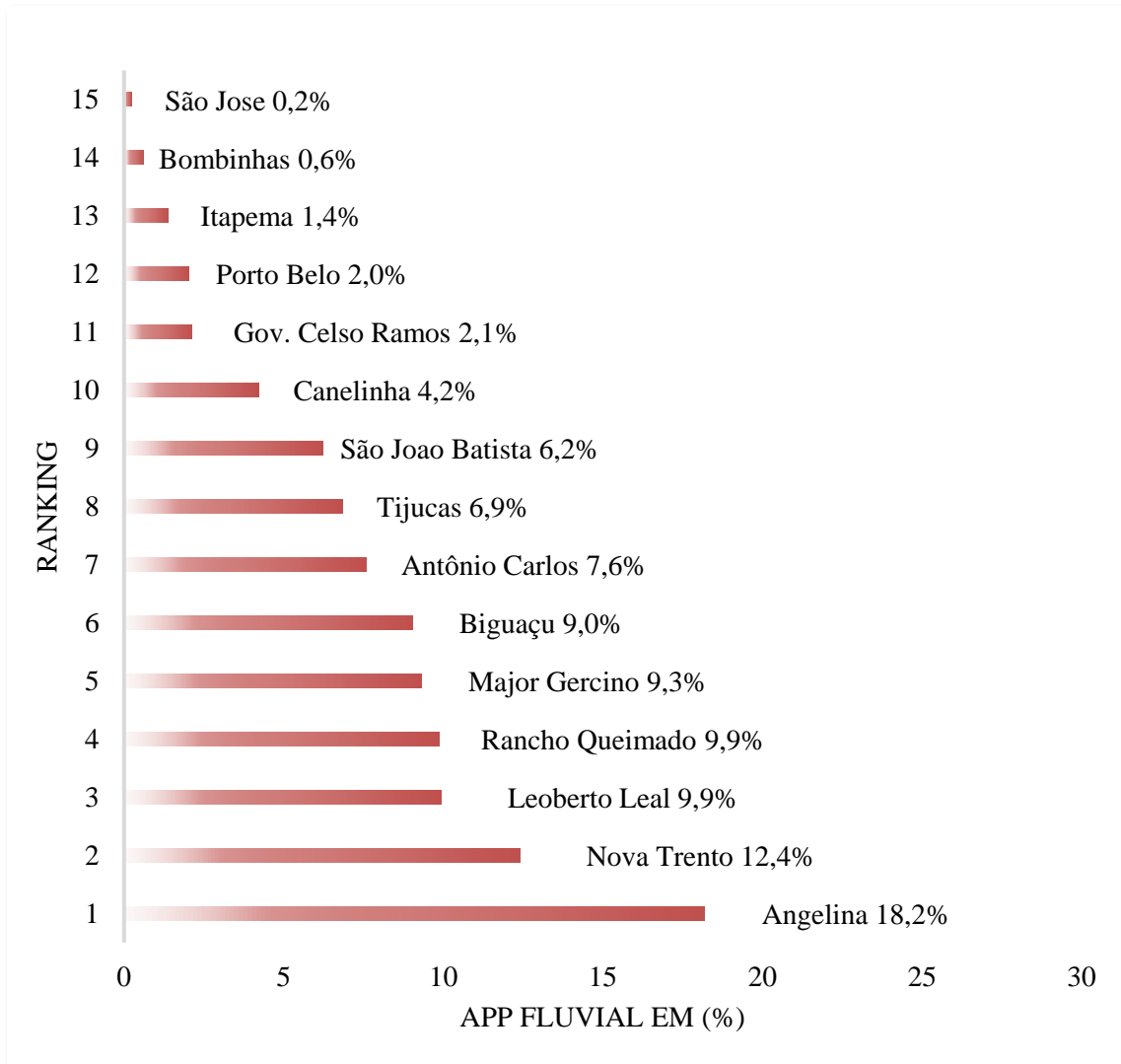
6.5.3 Ranking quantitativo das APPs fluviais

O *ranking* quantitativo das APPs fluviais por município permite avaliar a fração das APPs fluviais dos municípios relativa ao total de APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.

Em primeiro lugar está o município de **Angelina**, com 105 km² de APPs fluviais, que representa a fração de 18,2 % do total de APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.

Em último lugar está **São José**, com 1,3 km² de APPs fluviais, que representa a fração de 0,2 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.

Figura 18 - Ranking dos municípios em relação a participação das APPs fluviais no total de APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

7 CAPÍTULO 2 - DIAGNÓSTICO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NAS APPs FLUVIAIS DA UPG 8.1 – TIJUCAS

7.1 DADOS UTILIZADOS

Os dados utilizados na classificação do uso e ocupação da terra em APPs fluviais foram obtidos a partir de fontes oficiais, com destaque para o **Repositório de imagens de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2023)**.



O repositório de imagens de satélite do INPE é um sistema que reúne imagens de diferentes sensores orbitais, como por exemplo os satélites do programa **China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS)**. O repositório é uma fonte de dados de imageamento de grandes áreas, para estudos diversos em setores como agricultura, meio ambiente, recursos hídricos, florestas, geologia, entre outros.

7.2 ÁREAS DE INTERESSE PARA CLASSIFICAÇÃO

A área de interesse para a classificação de uso e ocupação da terra são as APPs de nascente, curso d'água e massa d'água relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão 8.1, denominada de **UPG 8.1 – Tijucas**, composta pelas bacias hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias hidrográficas contíguas (Santa Catarina, 2018).

As APPs fluviais destas feições geográficas somam 581,3 km². Seus limites espaciais são representados por arquivo espacial do tipo vetor na forma de polígono. Para fins de segurança do processo de classificação, foi adicionado uma faixa de segurança (*buffer*) ao limite das APPs fluviais a partir do geoprocessamento do dado espacial que a representa.

7.3 CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA ADOTADAS

As classes de uso e ocupação da terra adotadas foram: **área preservada, área antropizada, área edificada e água**. As descrições destas classes podem ser observadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Classes de uso da terra adotadas

Classe	Descrição	Categoria
Área preservada	Representa as APPs fluviais ocupadas por vegetação nativa	Área preservada
Área antropizada	Representa as APPs fluviais ocupadas por agricultura, pastagens, solo exposto, reflorestamento e outros	Área Antropizada
Área edificada	Representa as APPs fluviais ocupadas por edificações	
Água	Representa as águas como cursos e massas d'água	Água

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Para a categoria de área antropizada foram adotados dois tipos de classes diferentes, pois trata-se de usos da terra distintos. A primeira denominada área antropizada representa as APPs fluviais ocupadas por agricultura, pastagens, solo exposto, reflorestamento e outros. A segunda denominada área edificada representa as APPs fluviais ocupadas por edificações. Estas duas classes foram definidas, pois em caso de ações de recuperação de APPs fluviais edificadas, os desafios, procedimentos e condutas são diferentes. Optou-se assim, por isolar a classe área edificada, para que seja possível quantificá-la individualmente e obter um diagnóstico mais detalhado deste tipo de uso e ocupação da terra.



Recuperar APPs fluviais ocupadas por edificações representa um desafio maior quando se compara à recuperação de APPs fluviais ocupadas por atividades agrícolas, pastagens, solo exposto ou reflorestamento, por exemplo.

A classe “água” foi admitida por apresentar resposta espectral bem definida, o que é positivo para o procedimento de classificação de imagens de satélite em ambiente SIG. Sua resposta espectral permite obter os limites das áreas de espelho da água com maior precisão, e por consequência os limites das classes confrontantes. Desta forma, a classe água é utilizada como apoio ou artifício na identificação dos limites das demais classes, especialmente localizadas nas margens de feições geográficas do tipo massa d'água.

7.4 PROCEDIMENTO DE CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA

7.4.1 Seleção de imagens/cenas de satélite



Para a seleção das imagens ou cenas de satélite, o primeiro filtro aplicado foi o da resolução espacial. Este limitou a busca de imagens de satélites com câmeras embarcadas capazes de imagear a superfície terrestre e produzir cenas com tamanho de pixel inferior a 10 metros, configurando a alta resolução espacial das imagens.

O segundo filtro aplicado foi o temporal, que limitou à busca por imagens de satélites no período entre as datas **01/01/2022** e **31/05/2023**, de forma a obter cenas atualizadas da UPG 8.1 – Tijucas.

O terceiro filtro foi o de cobertura de nuvens, diretamente relacionado a qualidade das imagens de satélites para fins de classificação do uso e ocupação da terra. Foram admitidas imagens com índice máximo de cobertura de nuvens de 5% da área do sensor.

O quarto filtro foi o de localização espacial, que limitou a busca por imagens ou conjuntos de imagens com cobertura total ou parcial da área da UPG 8.1 – Tijucas.

A partir dos critérios supracitados, o satélite **CBERS-4A** foi o que atendeu as exigências técnicas do projeto.

	O termo CBERS significa China-Brazil Earth Resources Satellite, na tradução para português é Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres. O programa CBERS lançou seis satélites, sendo eles o CBERS 1, CBERS 2, CBERS 2B, CBERS 3, CBERS 4 e CBERS 4A.
	As imagens dos satélites CBERS são usadas em importantes campos, como o controle do desmatamento e queimadas na Amazônia Legal, no monitoramento de recursos hídricos, áreas agrícolas, crescimento urbano, ocupação do solo, em educação e em inúmeras outras aplicações. No Brasil, grandes projetos nacionais como o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), e o Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER), fazem uso dos produtos do satélite CBERS.

No Quadro 4, estão as principais informações do satélite CBERS 4A selecionado.

Quadro 4 - Dados de referência utilizados da classificação do uso e ocupação da terra em APPs fluviais

Dado	Satélite	Descrição	Tipo de arquivo	Resolução espacial	Resolução Temporal	Fonte
Imagens ou cenas de satélite	CBERS-4A	WPN multiespectral e pancromática de ampla varredura, com cenas com largura de faixa imageada de 92 km	Matriz	8 m	De 01/01/2022 a 31/05/2023	INPE

Fonte: Adaptado de INPE/CBERS (2023).

Foram selecionadas 4 (quatro) imagens ou cenas, conforme Quadro 5 e Figura 19.

Quadro 5 - Imagens/cenas do satélite CBERS-4ª selecionadas

Nome	Resolução temporal	Cobertura de nuvem
CBERS_4A_WPM_20230412_204_147_L4	12/04/2023	< 5%
CBERS_4A_WPM_20230412_204_148_L4	12/04/2023	< 5%
CBERS_4A_WPM_20220802_205_147_L4	02/08/2022	n/a*
CBERS_4A_WPM_20220802_205_148_L4	02/08/2022	n/a*

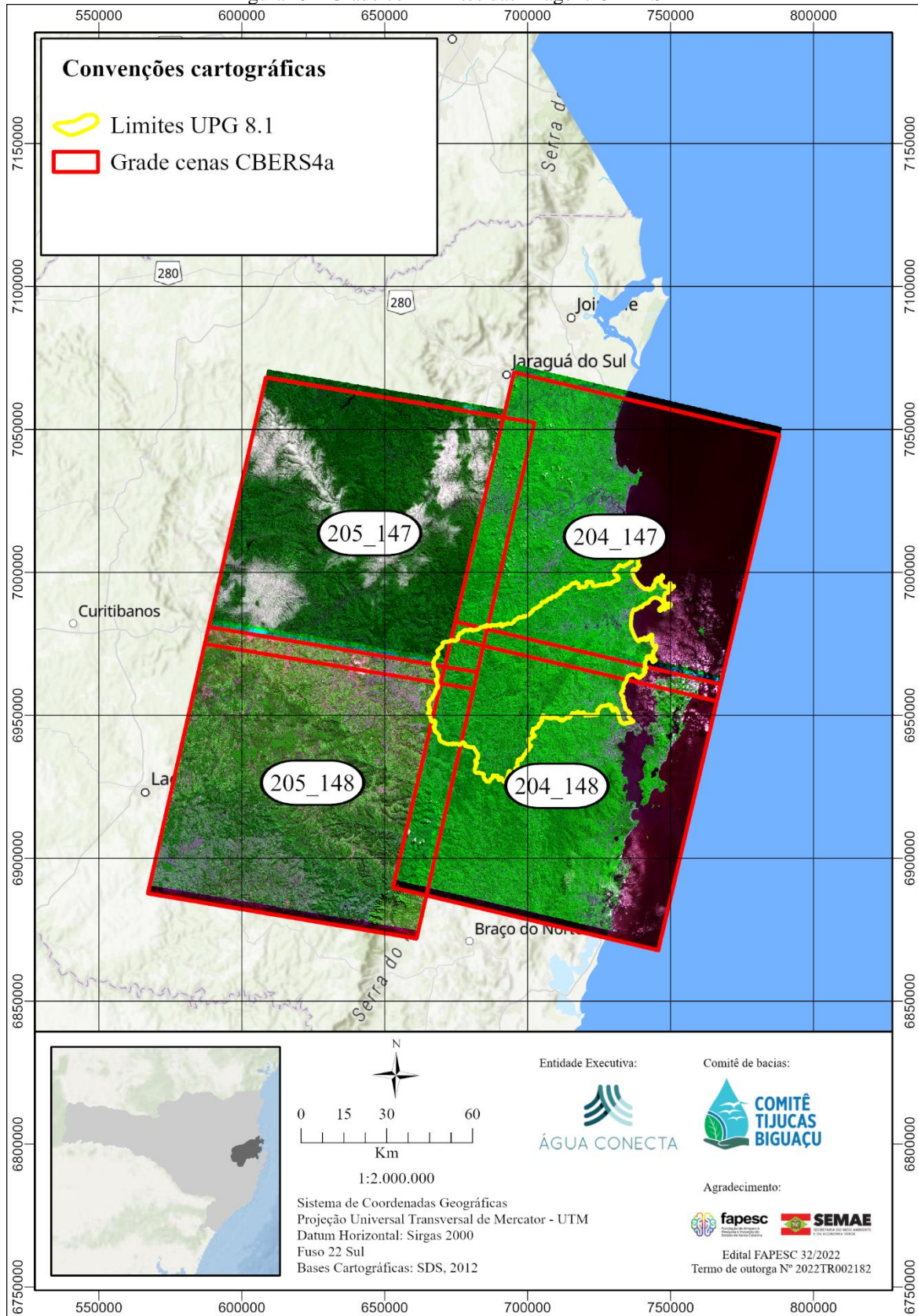
*não foi aplicado critério de cobertura de nuvens.

Fonte: Adaptado de INPE/CBERS, 2023.



As cenas **204_147** e **204_148** abrangem praticamente toda a área da UPG 8.1 - Tijucas, com exceção do limite oeste, que foi completado com as cenas **205_147** e **205_148**. Nesta condição, foi admitido coberturas de nuvem superiores a 5% para atender a área não representada, desde que as nuvens não a sombreassem, o que permitiu a seleção de imagens mais recentes.

Figura 19 - Grade com limites das imagens CBERS-4A



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

7.4.2 Índices de apoio a classificação de imagens

Índices de apoio são resultado de operações entre bandas espectrais das imagens com objetivo de realçar ou destacar determinada classe ou conjunto de classes de interesse para classificação. Com isso, é possível melhorar o contraste entre as classes de forma que o algoritmo de classificação consiga distingui-las mais facilmente, melhorando assim o resultado do processo de classificação.

Os índices de vegetação **Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)** (Equação 1) e **Excess Green Index (ExG)** (Equação 2) foram aplicados com o objetivo de realçar classes de interesse para a classificação.

$$NDVI = \frac{(NIR - red)}{(NIR + red)} \quad \text{Equação 1}$$

NDVI = índice de vegetação por diferença normalizada

NIR = banda do infravermelho próximo ou luz refletida na faixa infravermelha próximo

RED = banda do vermelho ou luz refletida na faixa vermelha

$$ExG = 2 * green - red - blue \quad \text{Equação 2}$$

ExG = índice de excesso de verde

green = banda do verde ou luz refletida na faixa do verde

red = banda do vermelho ou luz refletida na faixa do vermelho

blue = banda do azul ou luz refletida na faixa do azul

7.4.3 Empilhamento (*Stack layer*) de bandas das imagens

Cada imagem possui as suas respectivas bandas com comprimentos de ondas diferentes. A câmera multiespectral e pancromática de ampla varredura (WPM), possui resolução espacial de 8 metros nas bandas multiespectrais **Azul/Blue (B01)**, **Verde/Green (B02)**, **Vermelho/Red (B03)**, **Infravermelho próximo/Near infrared (B04)**, e 2 metros na banda pancromática, **Pancromática/Pancromático (B0)**.

O empilhamento/combinção de bandas produz imagens com respostas espectrais distintas, denominados de *Stack layers*, além das bandas que compõem a imagem. Pode-se adicionar ao empilhamento os resultados de índices que destacam a resposta espectral de determinadas classes de uso e ocupação da terra, o que ajuda no processo de classificação.



O empilhamento de bandas (*Stack layers*) considerou as bandas **B01, B02, B03, B04** e os **índices de apoio a classificação**, e descartou a banda Pancromática B0, pois os testes realizados indicaram perda de qualidade na classificação ao utilizar a banda B0, devido ao aumento na confusão de pixel analisada pela matriz de confusão.

7.4.4 Blocos de área para classificação

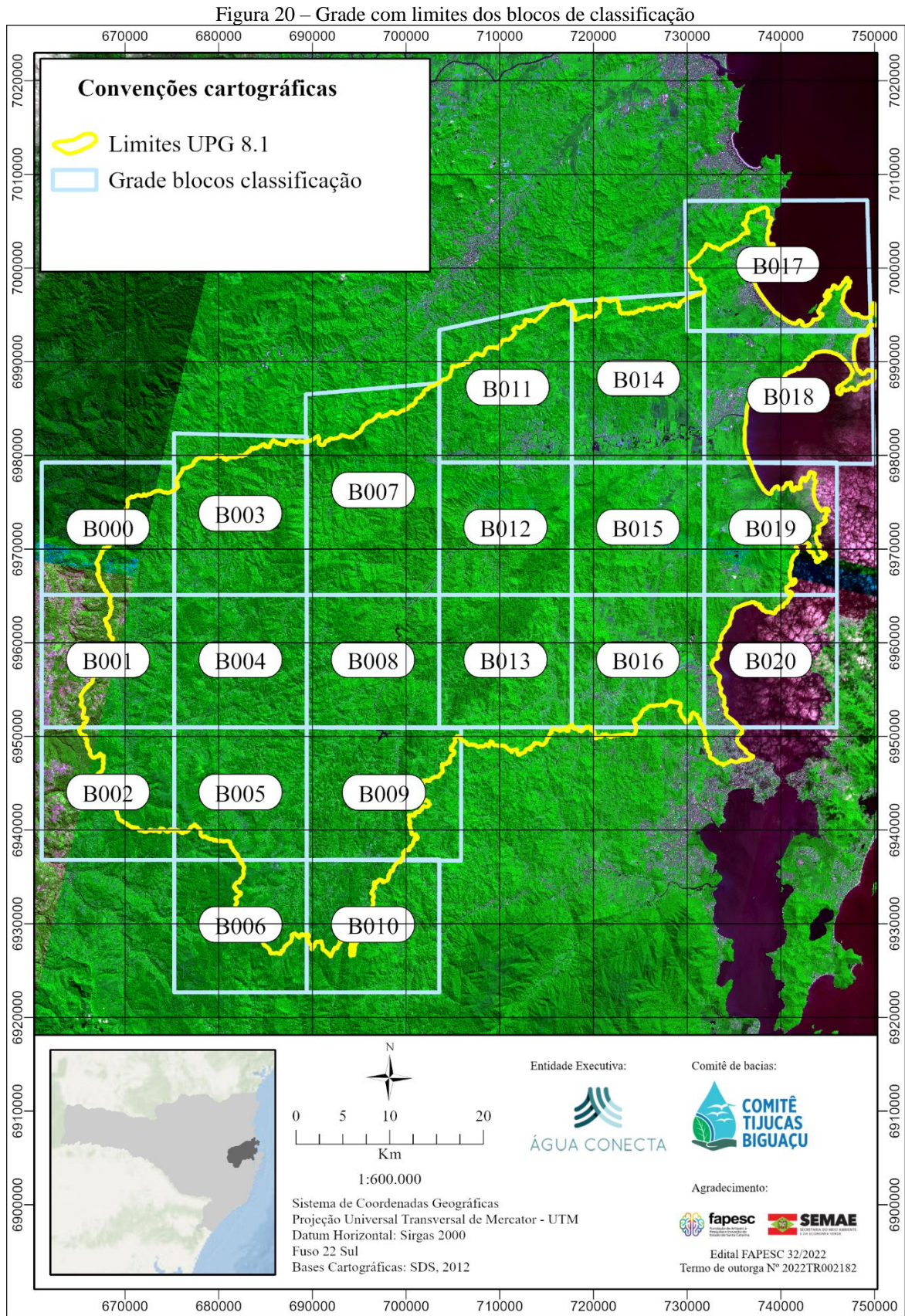
Para otimizar e prover o procedimento de classificação das imagens de satélite de melhor qualidade, a área de interesse foi dividida em blocos para evitar heterogeneidade dentro de uma mesma classe de uso e ocupação da terra. Ao todo 21 blocos foram criados. Há blocos com área de classificação que sobrepõe uma única cena e blocos que sobrepõe mais de uma cena. Nestes casos as cenas foram mosaicadas.

Quadro 6 relaciona os blocos e as respectivas cenas sobrepostas. A Figura 20 ilustra a espacialização dos blocos sobre área da UPG 8.1 – Tijuças.

Quadro 6 - Grade com limites dos blocos de classificação

Nome	Resolução temporal
B000	cena 205-147-02/08/2022
B001	cena 205-148-02/08/2022
B002	cena 205-148-02/08/2022
B003	cena 204-147-12/04/2023 e cena 204-148-12/04/2023
B004	cena 204-148-12/04/2023
B005	cena 204-148-12/04/2023
B006	cena 204-148-12/04/2023
B007	cena 204-147-12/04/2023 e cena 204-148-12/04/2023
B008	cena 204-148-12/04/2023
B009	cena 204-148-12/04/2023
B010	cena 204-148-12/04/2023
B011	cena 204-147-12/04/2023
B012	cena 204-147-12/04/2023 e cena 204-148-12/04/2023
B013	cena 204-148-12/04/2023
B014	cena 204-147-12/04/2023
B015	cena 204-147-12/04/2023 e cena 204-148-12/04/2023
B016	cena 204-148-12/04/2023
B017	cena 204-147-12/04/2023
B018	cena 204-147-12/04/2023
B019	cena 204-147-12/04/2023 e cena 204-148-12/04/2023
B020	cena 204-148-12/04/2023

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)



7.4.5 Amostras de classes e modelo de classificação

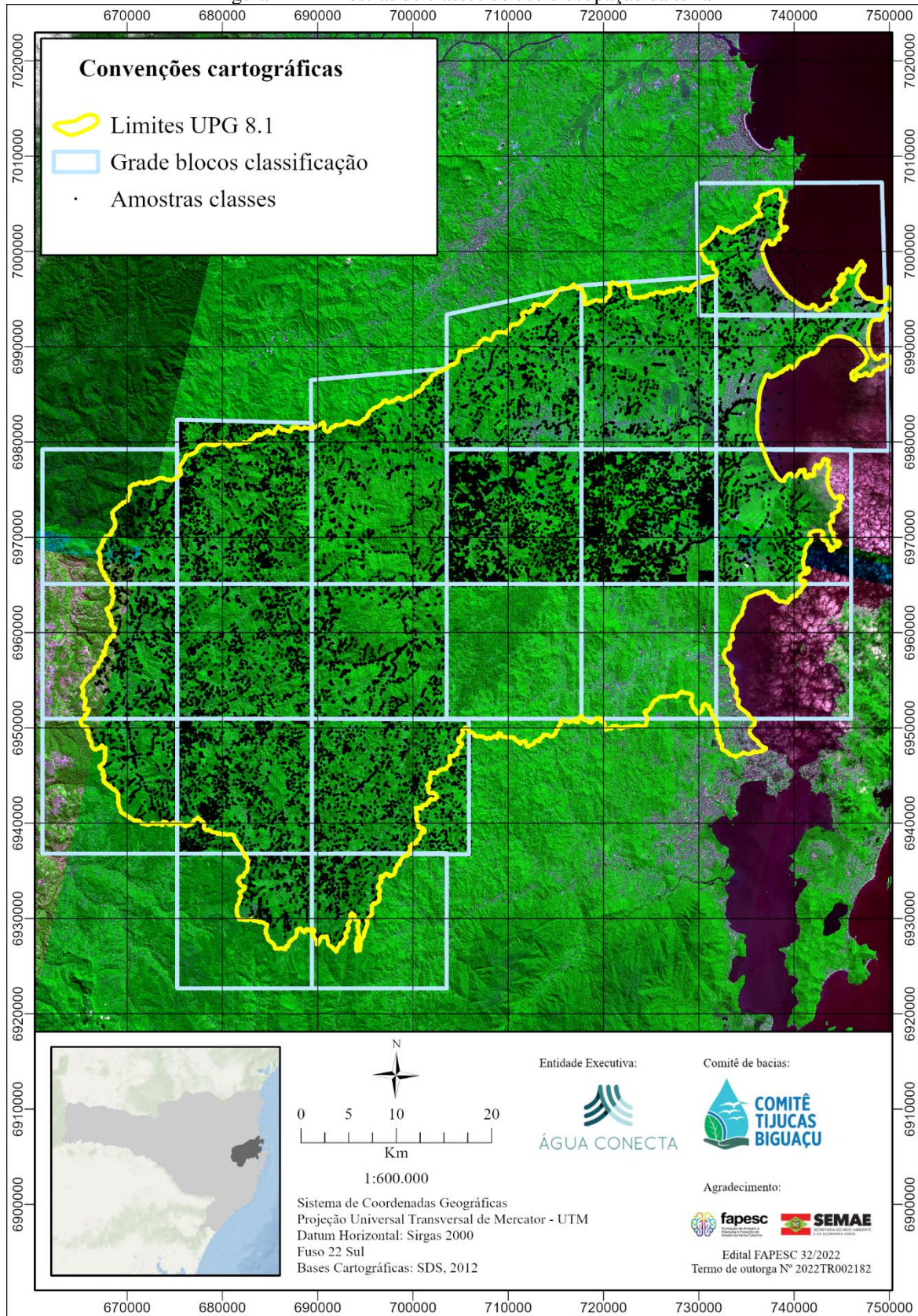
Para fornecer as informações ao modelo de classificação sobre as classes de uso e ocupação da terra, **25.130 amostras** ou pixels foram selecionados utilizando técnicas de fotointerpretação, para as seguintes classes: área preservada, área antropizada, área edificações e água.

O conjunto de amostras foi dividido da seguinte forma: **80% para treinamento** do modelo de classificação e **20% para validação** do modelo de classificação. Antes de aplicar o modelo de classificação, a imagem empilhada (*Stack layer*) foi submetida ao processo de segmentação por meio do algoritmo *Simple Linear Iterative Clustering (SLIC)*, com o objetivo de gerar segmentos de áreas homogêneas com base na reflectância dos pixels vizinhos e para o treinamento do modelo de classificação *Random Forest* utilizado.

O Modelo *Random Forest* funciona a partir da criação de múltiplas árvores de decisão durante o processo de treinamento e depois agrega as suas saídas para fazer uma predição final. Cada árvore de decisão é construída a partir de um subconjunto dos dados que são representados por diferentes combinações de amostras e um subconjunto dos dados aleatórios a partir do empilhamento de imagens (*Stack layer*). Essa aleatoriedade ajuda a melhorar a capacidade de generalização do modelo e produzir resultados melhores.

A Figura 21 ilustra a espacialização das amostras sobre área da UPG 8.1 – Tijucas.

Figura 21 – Amostras de classes de uso e ocupação da terra



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

7.4.6 Métricas de avaliação da qualidade da classificação de uso da terra

Para a avaliação dos resultados da classificação foi utilizada a matriz de confusão, índice kappa, acurácia global e erro global, sendo essas métricas geradas a partir da comparação entre as amostras de validação e os resultados da classificação.

Um dos principais indicadores de qualidade é o índice kappa (Equação 3), que é qualificado conforme Tabela 10.

$$k = \frac{(P_0 - P_c)}{(1 - P_c)} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

K = índice de kappa

P0 = taxa de aceitação relativa

Pc = a taxa hipotética de aceitação

Tabela 10 – Qualificação do índice de kappa

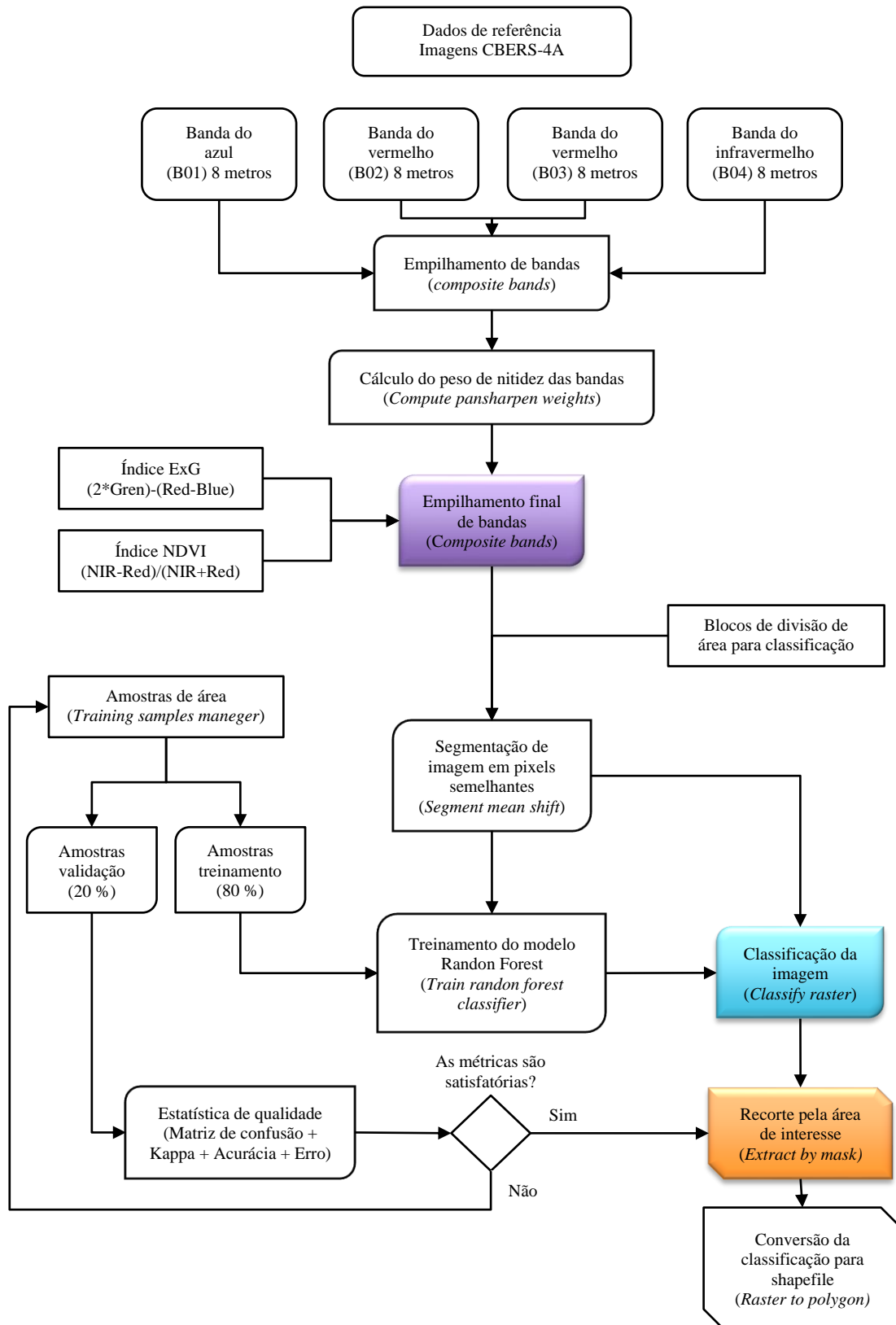
Faixa do índice	Qualify	Qualificação
< 0,00	Poor	Ruim
0,00 – 0,20	Slight	Fraco
0,21 – 0,40	Fair	Razoável
0,40 – 0,60	Moderate	Moderado
0,61 – 0,80	Substantial	Substancial
0,81 – 1,00	Almost Perfect	Quase perfeito

Fonte: Cohen (1960).

7.4.7 Fluxograma do procedimento de classificação de imagem de satélite

O procedimento de classificação de imagem de satélite para determinação do uso e ocupação da terra nas faixas protetivas de APPs de nascente, curso d'água e massa d'água, em ambiente SIG pode ser observado na Figura 22.

Figura 22 – Fluxograma detalhado do procedimento de classificação de imagens de satélite



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

7.5 USO DA TERRA NAS APPs FLUVIAIS DA UPG 8.1 – TIJUCAS

Os resultados do uso e ocupação da terra das APPs fluviais são apresentados por recortes espaciais e tipo de feição geográfica. Os recortes espaciais são: UPG 8.1 – Tijucas, Unidades de Gestão (UG) e limites políticos dos municípios; e as feições geográficas são as do tipo: nascente, curso d'água e massa d'água.

A partir dos dados é possível verificar a ocorrência de classes de uso e ocupação da terra em APPs fluviais em termos absolutos e relativos por feição geográfica de um recorte espacial e fazer comparações diretas entre os recortes espaciais e feições.

Desta forma, tem-se um panorama do uso e ocupação da terra em APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.



A classificação de uso e ocupação da terra é apresentada para as APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas, dos tipos: nascente, curso d'água e massa d'água de forma **individualizada e combinada** o que permite atestar a situação das APPs fluviais destas feições e recortes espaciais.

7.5.1 Métricas de avaliação da qualidade da classificação de uso da terra

Os resultados da avaliação de qualidade indicam que a classificação das imagens de satélite para obtenção do uso e ocupação da terra nas APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas atingiu métricas significativamente boas, provendo o estudo de maior qualidade e consistência, conforme dados da Tabela 11.

Tabela 11 – Resultados das métricas de qualidade da classificação de uso da terra

Métrica	Valor	Qualificação
Índice de Kappa	0,861	Quase perfeito
Acurácia global	0,906	Maior do que 90%
Erro global	0,094	Menor do que 10%

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Com base nas métricas de qualidade, pode-se concluir que a classificação da imagem de satélite obteve resultados satisfatórios, com boa acurácia e baixo erro, qualificada pelo índice de Kappa como quase perfeito.

7.5.2 UPG 8.1 – Tijucas

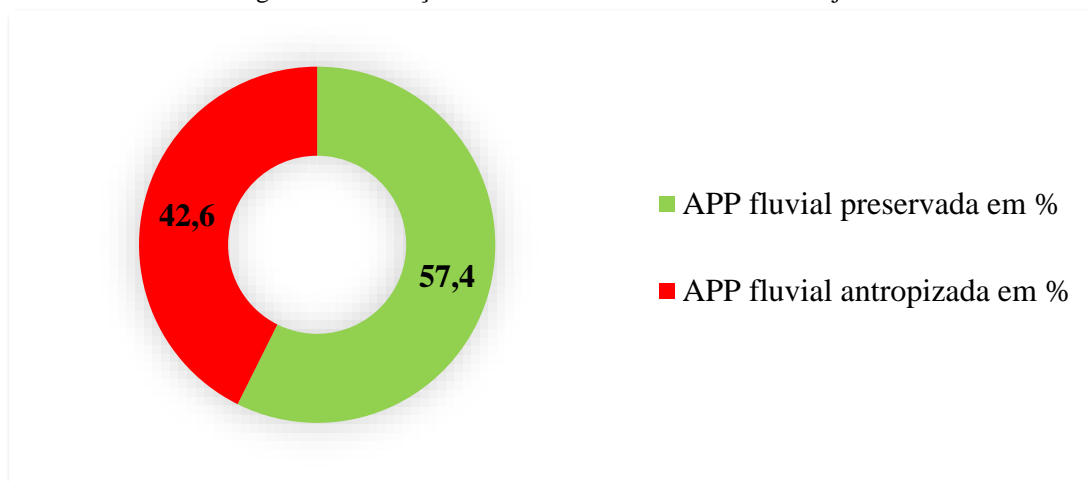
Os resultados da qualificação das APPs fluviais para a área de abrangência da UPG 8.1 – Tijucas podem ser observados numericamente na Tabela 12 e graficamente na Figura 23.

Tabela 12 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas

Unidade de Planejamento e Gestão						APPs fluviais							
Cód.	Nome	Área	APP fluviais			Nascente + Curso d'água + Massa d'água							
			km ²	km ²	%	Área preservada	Área antropizada	Área edificada	Área antropizada + Área edificada				
			km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
UPG 8.1	UPG 8.1 Tijucas	3279,6	581,3	17,7	333,4	333,4	57,4	222,6	38,3	25,2	4,3	247,8	42,6

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 23 – Situação das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas



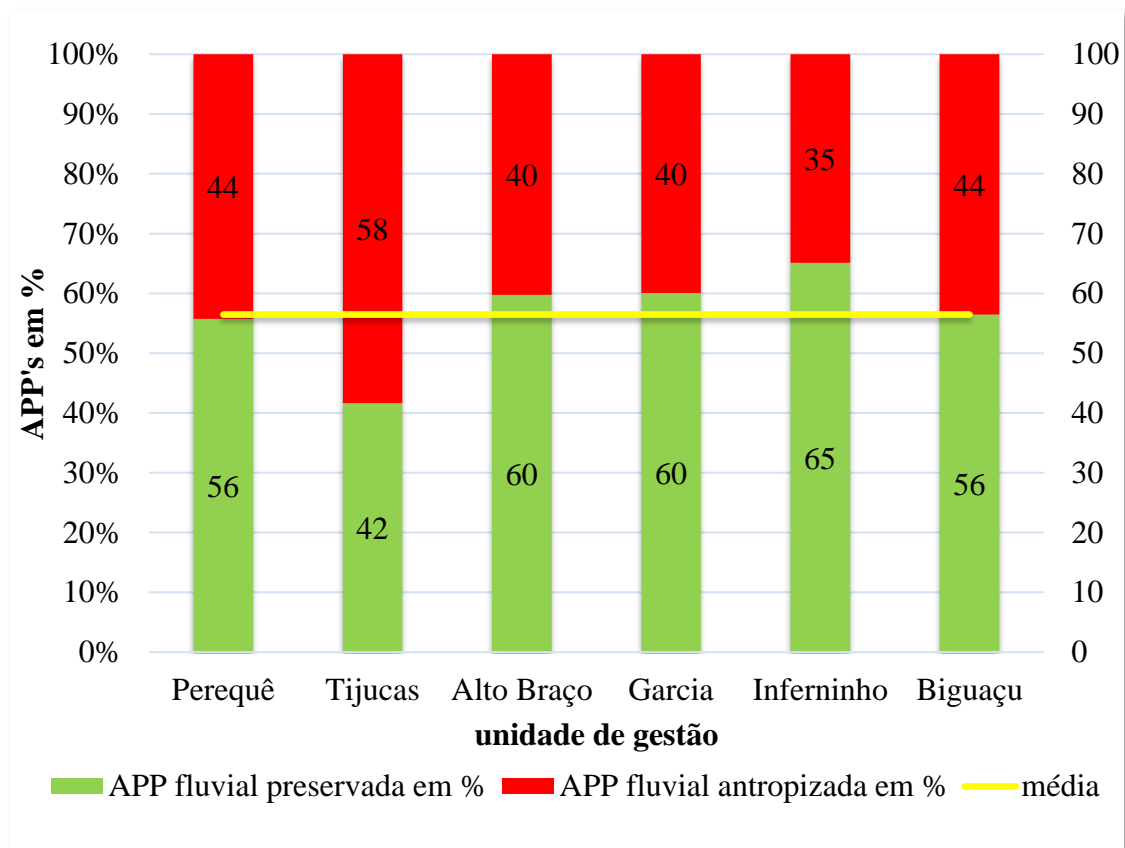
Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os resultados principais indicam que a UPG 8.1 – Tijucas possui 333,4 km² de APPs fluviais ocupadas por **área preservada**, que representam a fração de 57,4% do total de APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas. Entretanto, as APPs fluviais ocupadas por diferentes usos da terra, classificadas como **área antropizada**, somam 247,8 km², que representa 42,6 % do total de APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.

7.5.3 Unidades de gestão (UGs) da UPG 8.1–Tijucas

Os resultados da qualificação das APPs fluviais para o **recorte espacial UG** podem ser observados numericamente na Tabela 13, graficamente nas Figura 24 e Figura 25 e por meio de mapas nos APÊNDICES.

Figura 24 – Situação das APPs fluviais das UGs da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Tabela 13 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais das UGs da UPG 8.1 – Tijucas

Unidade de Planejamento e Gestão			Unidades de Gestão							APPs fluviais										
Cód.	Nome	Área APP fluvial			Cód.	Nome	Área		Densid. de APP fluvial	APP fluvial UG/ UPG	Nascente + Curso d'água + Massa d'água									
		km ²	Km ²	%			Km ²	%			Área preservada	Área antropizada	Área edificada		Área antropizada + Área edificada					
										Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%			
UPG 8.1	UPG 8.1 Tijucas	3279,6	581,3	17,7	UG-1	Perequê	213,3	6,5	25,2	11,8	0,12	4,3	14,0	55,7	7,6	30,0	3,6	14,2	11,1	44,2
					UG-2	Tijucas	470,3	14,3	74,3	15,8	0,16	12,8	31,0	41,7	38,8	52,2	4,6	6,2	43,4	58,4
					UG-3	Alto Braço	672,9	20,5	127,1	18,9	0,19	21,9	75,9	59,7	47,7	37,5	3,4	2,7	51,1	40,2
					UG-4	Garcia	1227,9	37,5	242,0	19,7	0,20	41,6	145,4	60,1	89,3	36,9	7,3	3,0	96,6	39,9
					UG-5	Inferninho	276,6	8,4	40,6	14,7	0,15	7,0	26,4	65,1	12,9	31,8	1,2	3,1	14,1	34,8
					UG-6	Biguaçu	417,7	12,7	72,1	17,3	0,17	12,4	40,7	56,5	26,3	36,5	5,1	7,1	31,4	43,6

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os resultados indicam variação no uso e ocupação das APPs de nascente, curso d'água e massas d'água, das UGs da UPG 8.1 – Tijucas.

A **UG 5 – Inferninho** com 40,6 km² de APPs fluviais, representa a fração de 7,0 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas, possui 65,1 % de suas APPs fluviais ocupadas por área preservada, e 34,8% por área antropizada. Esta é a UG com o melhor índice de preservação de APPs fluviais.

A **UG 2 – Tijucas** representa a fração de 12,8 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas (74,3 km²) e possui 41,7% de suas APPs fluviais ocupadas por área preservada e 58,4% por área antropizada. Assim, esta é a UG com o pior índice de preservação de APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas.

A **UG 3 – Garcia** e **UG 4 – Alto Braço** localizadas na região oeste da UPG 8.1 – Tijucas, com 242,0 km² e 127,1 km² de APPs fluviais, e frações de 60,1 % e 59,7 % ocupadas por área preservada, respectivamente, possuem índices de APPs fluviais preservadas pouco acima da média das UGs. Essas áreas são importantes, dado os seus tamanhos.



A análise da condição das APPs fluviais das UGs 2, 3 e 4 deve ser feita de forma integrada, pois alterações no uso e ocupação da terra nas APPs fluviais das UGs 3 e 4 podem provocar efeitos na UG 2.

O Rio Tijucas, formado da confluência dos rios Garcia e Alto Braço, é o canal principal da **UG 2 – Tijucas**, sendo uma massa d'água que se distribui em área de planície topográfica. A redução de vegetação em APPs fluviais nas UGs 3 e 4, à montante, pode intensificar o fluxo de sedimentos e acelerar o processo de assoreamento de canais.

As **UGs 1 – Perequê, 5 – Inferninho e 6 – Biguaçu** não possuem conexão com UGs a montante ou jusante, portanto, podem ser avaliadas de forma individual. A **UG 1 – Perequê** com 25,2 km² de APPs fluviais, representa a fração de 4,3 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas. Das suas APPs fluviais 55,7 % estão ocupadas por área preservada e 44,2 % por área antropizada. Dentre as UGs, a Perequê é a que possui maior área edificada nas APPs fluviais, chegando a 14,2 %.

A **UG 6 – Biguaçu**, com 72,1 km² de APPs fluviais (fração de 12,4 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas) tem 56,5 % de suas APPs fluviais ocupadas por área

preservada e 43,6 % por área antropizada, com 7,1 % de áreas edificadas.

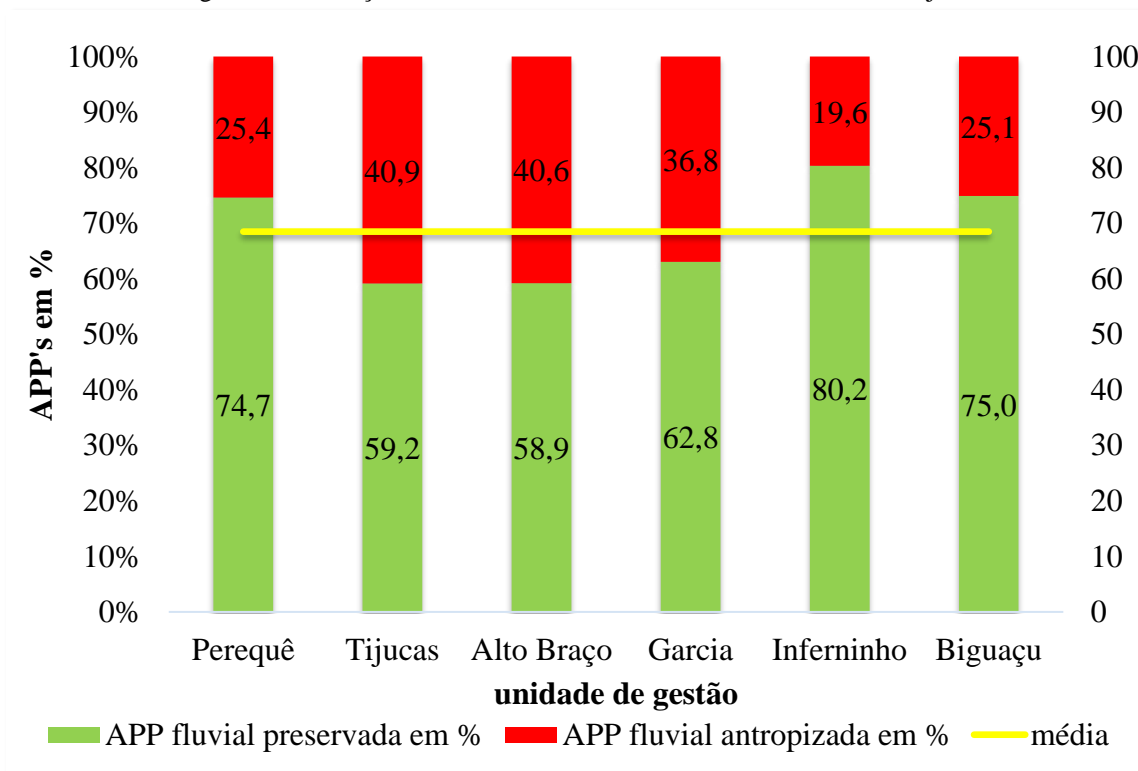
As UGs 1, 2, 5 e 6 estão localizadas na região leste da UPG 8.1 – Tijucas, com maior ocupação urbana (próximo a zona costeira). Há fatores como a condição topográfica favorável ao uso e ocupação da terra, além de questões históricas, o que gera um desafio para a preservação das APPs fluviais. Por outro lado, seus territórios são menores em comparação aos das UGs 3 e 4, localizadas na região oeste, menos ocupada, o que teoricamente confere a elas mais facilidade no controle e gestão das APPs fluviais.

As UGs 3 e 4, estão distribuídas em áreas com topografia mais restritiva ao uso e ocupação da terra, o que é um ponto positivo para a conservação das APPs fluviais. Entretanto, por ser uma área maior exige mais recursos para o controle, fiscalização e gestão das APPs fluviais.

7.5.3.1 Nascente nas Unidades de Gestão

Os resultados da qualificação das APPs fluviais para o **recorte espacial UG** e **feição geográfica nascente** podem ser observados numericamente na Tabela 14 e graficamente na Figura 25.

Figura 25 – Situação das APPs de nascentes das UGs da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Tabela 14 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de nascentes das UGs da UPG 8.1 – Tijucas

Unidade de Planejamento e Gestão			Unidades de Gestão						APPs fluviais											
Cód.	Nome	APP fluvial			Cód.	Nome	Área		Densid. APP fluvial	APP fluvial UG/ UPG	Nascente									
		km ²	Km ²	%			Km ²	%			Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Área antropizada + Área edificada	
UPG 8.1 - Tijucas	UPG 8.1 - Tijucas	3279,6	581,3	17,7	UG-1	Perequê	213,3	6,5	25,2	11,8	0,12	4,3	1,8	74,7	0,4	17,4	0,2	8,1	0,6	25,4
					UG-2	Tijucas	470,3	14,3	74,3	15,8	0,16	12,8	3,8	59,2	2,4	37,6	0,2	3,3	2,6	40,9
					UG-3	Alto Braço	672,9	20,5	127,1	18,9	0,19	21,9	7,5	58,9	4,9	38,3	0,3	2,3	5,2	40,6
					UG-4	Garcia	1227,9	37,5	242,0	19,7	0,20	41,6	15,6	62,8	8,5	34,3	0,6	2,5	9,1	36,8
					UG-5	Inferninho	276,6	8,4	40,6	14,7	0,15	7,0	3,1	80,2	0,7	18,4	0,0	1,3	0,8	19,6
					UG-6	Biguaçu	417,7	12,7	72,1	17,3	0,17	12,4	5,3	75,0	1,5	21,5	0,3	3,7	1,8	25,1

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

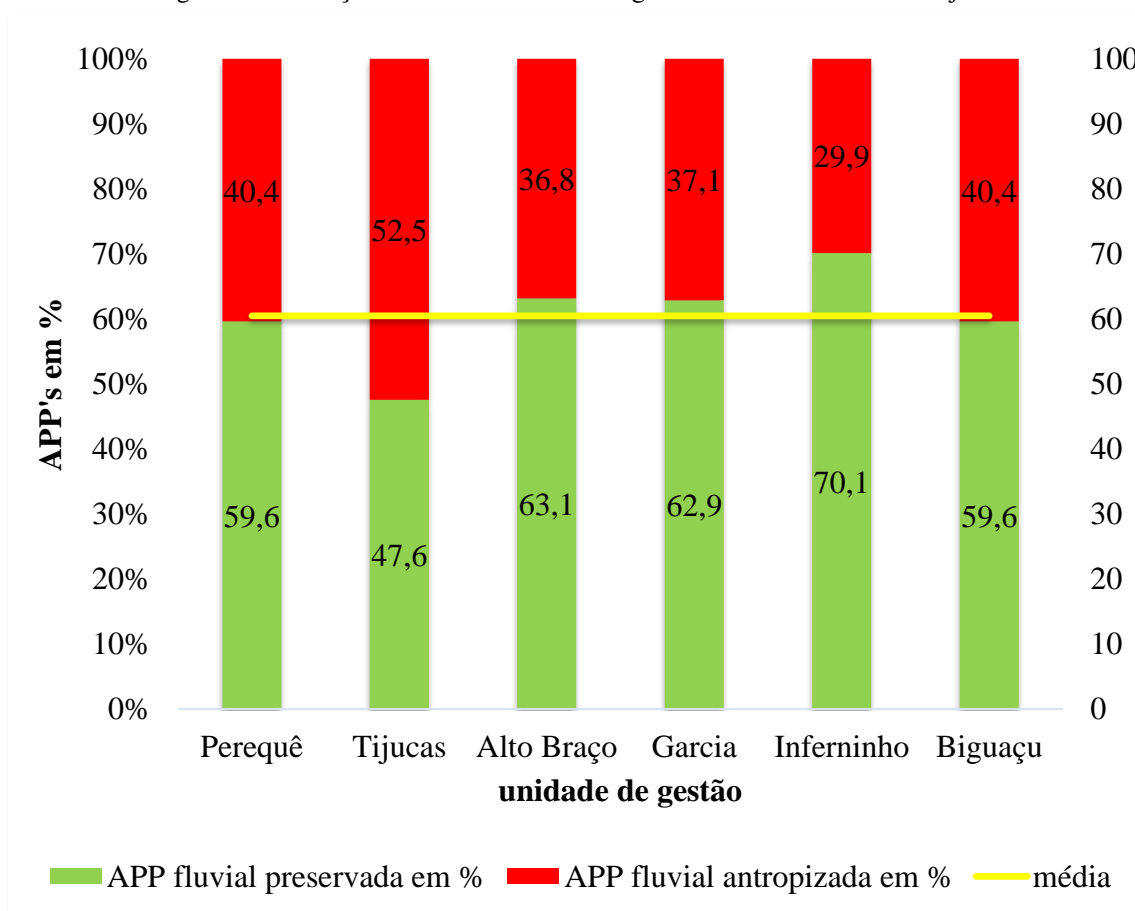
As **UG 3 – Alto Braço** e **UG 4 – Garcia** localizadas na região oeste da UPG 8.1 – Tijucas, com menor ocupação urbana, apresentam frações de preservação de APPs de nascente abaixo da média, assim como a **UG 2 – Tijucas** localizada na região leste. As **UGs 1 – Perequê, 5 – Inferninho e 6 – Biguaçu**, localizadas na região leste da UPG 8.1 – Tijucas, apresentam frações acima da média para as UGs.

A explicação para a situação das UGs 3 e 4 pode estar na localização, em áreas de cabeceira, com maior ocorrência de nascentes. As **UGs 3 – Alto Braço** e **4 – Garcia** correspondem a 22,5 % e 43,3 % do total de nascentes da UPG 8.1 – Tijucas, respectivamente. As UGs 3 e 4 somam 65,7 % das nascentes da UPG 8.1 – Tijucas.

7.5.3.2 Curso d’água nas Unidades de Gestão

Os resultados da qualificação das APPs fluviais para o **recorte espacial UG e feição geográfica curso d’água**, podem ser observados na Tabela 15 e graficamente na Figura 26.

Figura 26 – Situação das APPs de cursos d’água das UGs da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Tabela 15 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de cursos d’água das UGs da UPG 8.1 – Tijucas

Unidade de Planejamento e Gestão			Unidades de Gestão							APPs fluviais Curso d’água										
Cód.	Nome	Área APP fluvial			Cód.	Nome	Área		Densid. de APP fluvial	APP fluvial UG/ UPG	Área preservada		Área antropizada		Área edificada		Área antropizada + Área edificada			
		km ²	Km ²	%			Km ²	%			Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
UPG 8.1 – Tijucas	UPG 8.1 – Tijucas	3279,6	581,3	17,7	UG-1	Perequê	213,3	6,5	25,2	11,8	0,12	4,3	10,7	59,6	5,3	29,5	1,9	10,8	7,2	40,4
					UG-2	Tijucas	470,3	14,3	74,3	15,8	0,16	12,8	25,9	47,6	25,9	47,6	2,6	4,8	28,5	52,5
					UG-3	Alto Braço	672,9	20,5	127,1	18,9	0,19	21,9	63,4	63,1	35,1	34,9	1,9	1,9	37,0	36,8
					UG-4	Garcia	1227,9	37,5	242,0	19,7	0,20	41,6	117,5	62,9	65,3	34,9	4,1	2,2	69,4	37,1
					UG-5	Inferninho	276,6	8,4	40,6	14,7	0,15	7,0	21,9	70,1	8,4	26,9	0,9	2,9	9,3	29,9
					UG-6	Biguaçu	417,7	12,7	72,1	17,3	0,17	12,4	31,7	59,6	18,4	34,6	3,1	5,8	21,5	40,4

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

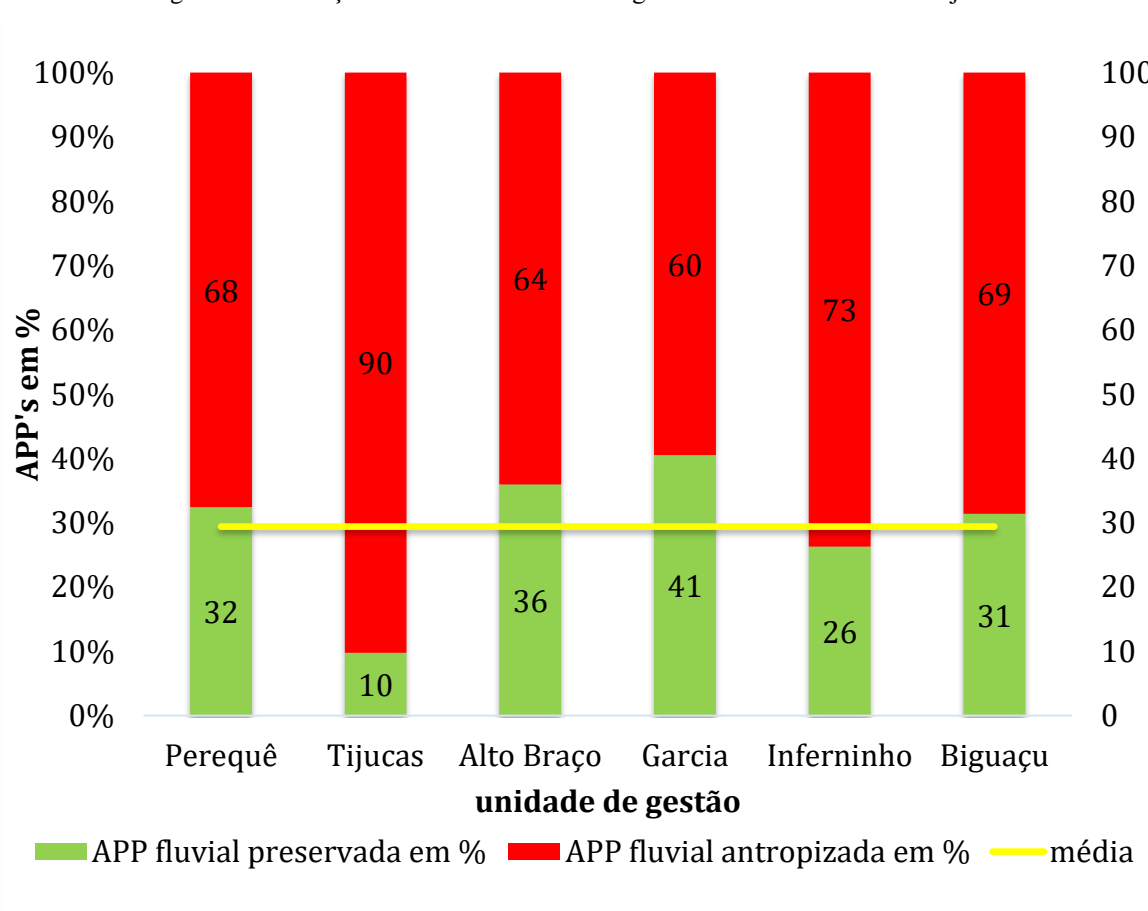
As **UGs 1 – Perequê**, **UG 2 – Tijucas** e **UG 6 – Biguaçu** localizadas na região leste da UPG 8.1 – Tijucas, apresentam frações de preservação de APPs de cursos d’água abaixo da média para as UGs, com 40,4%, 52,5% e 40,4%, respectivamente. A **UG-1 Perequê** é a que possui maior porcentagem de área edificada (10,8%), que correspondem a 1,9 km². Na sequência, em termos de área há a **UG - 6 Biguaçu** com 3,1 km². Por outro lado, a **UG 2 - Tijucas** possui 25,9 km² de área antropizada de APPs de curso d’água, mas sem edificação.

De forma positiva, percebe-se que as APPs dos cursos d’água da **UG - 3 Alto Braço** e **UG - 4 Garcia** são as que possuem menor percentual de área edificada, 1,9% e 2,2%, respectivamente.

7.5.3.3 Massa d’água nas Unidades de Gestão

Os resultados da qualificação das APPs fluviais para o **recorte espacial UG e feição geográfica massa d’água** podem ser observados na Tabela 16 e na Figura 27.

Figura 27 – Situação das APPs de massas d’água das UGs da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Tabela 16 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de massas d’água das UGs da UPG 8.1 – Tijucas

Unidade de Planejamento e Gestão			Unidades de Gestão							APPs fluviais Massa d’água										
Cód.	Nome	Área APP fluvial		Cód.	Nome	Área APP fluvial		Densid. de APP fluvial	APP fluvial UG/ UPG	Área preservada		Área antropizada		Área edificada		Área antropizada + Área edificada				
		km ²	Km ² %			Km ²	%			Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	
UPG 8.1 - Tijucas	UPG 8.1 - Tijucas	3279,6	581,3	17,7	UG-1	Perequê	213,3	6,5	25,2	11,8	0,12	4,3	1,6	32,4	1,9	38,1	1,4	29,5	3,3	67,5
					UG-2	Tijucas	470,3	14,3	74,3	15,8	0,16	12,8	1,3	9,8	10,5	77,4	1,8	13,0	12,3	90,4
					UG-3	Alto Braço	672,9	20,5	127,1	18,9	0,19	21,9	5,0	36,1	7,7	55,9	1,2	8,4	8,9	64,3
					UG-4	Garcia	1227,9	37,5	242,0	19,7	0,20	41,6	12,3	40,5	15,5	51,0	2,6	8,6	18,1	59,6
					UG-5	Inferninho	276,6	8,4	40,6	14,7	0,15	7,0	1,5	26,2	3,8	68,5	0,3	4,9	4,1	73,4
					UG-6	Biguaçu	417,7	12,7	72,1	17,3	0,17	12,4	3,7	31,4	6,4	53,9	1,8	14,8	8,2	68,7

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

A **UG 2 – Tijucas** se destaca por possuir grande parte das suas APPs de massa d'água ocupadas por diferentes usos da terra, classificadas como área antropizada.

Isto pode ser explicado pela posição das UGs em relação à UPG 8.1 – Tijucas. A UGs 2 está localizada em áreas à jusante, na região leste da UPG, onde há maior ocupação urbana e por consequência maior risco por conflitos de uso da terra nas APPs de massa d'água destas feições geográficas.

A média de preservação de APPs de massas d'água é baixa, pois as massas d'água ocorrem preferencialmente nas áreas de planície, onde também há condição topográfica e histórica mais favorável ao desenvolvimento de atividades econômicas diversas. Apesar de haver um alto índice de antropização de APP de massa d'água nesta UG, a maior parte destas APPs ainda não está edificada, implicando na iminente necessidade de controle da ocupação da terra nestas áreas por parte dos municípios.

A Lei Federal 14.285/2021 amplia a autonomia do Município para disciplinar novas metragens de faixas não edificáveis e APP das margens de cursos d'água em área urbana. Contudo os estudos socioambientais devem orientar a delimitação destas metragens. Ressalta-se que isso deve ser feito com cautela por todas as razões já expostas, devendo ser utilizado como um meio de exigir que as APP efetivas sejam recuperadas.

7.5.4 Municípios da UPG 8.1 – Tijucas

Os resultados da qualificação das APPs fluviais para o **recorte espacial LIMITES POLÍTICOS**, podem ser observados numericamente na Tabela 17 e graficamente na Figura 29 e na Figura 30.

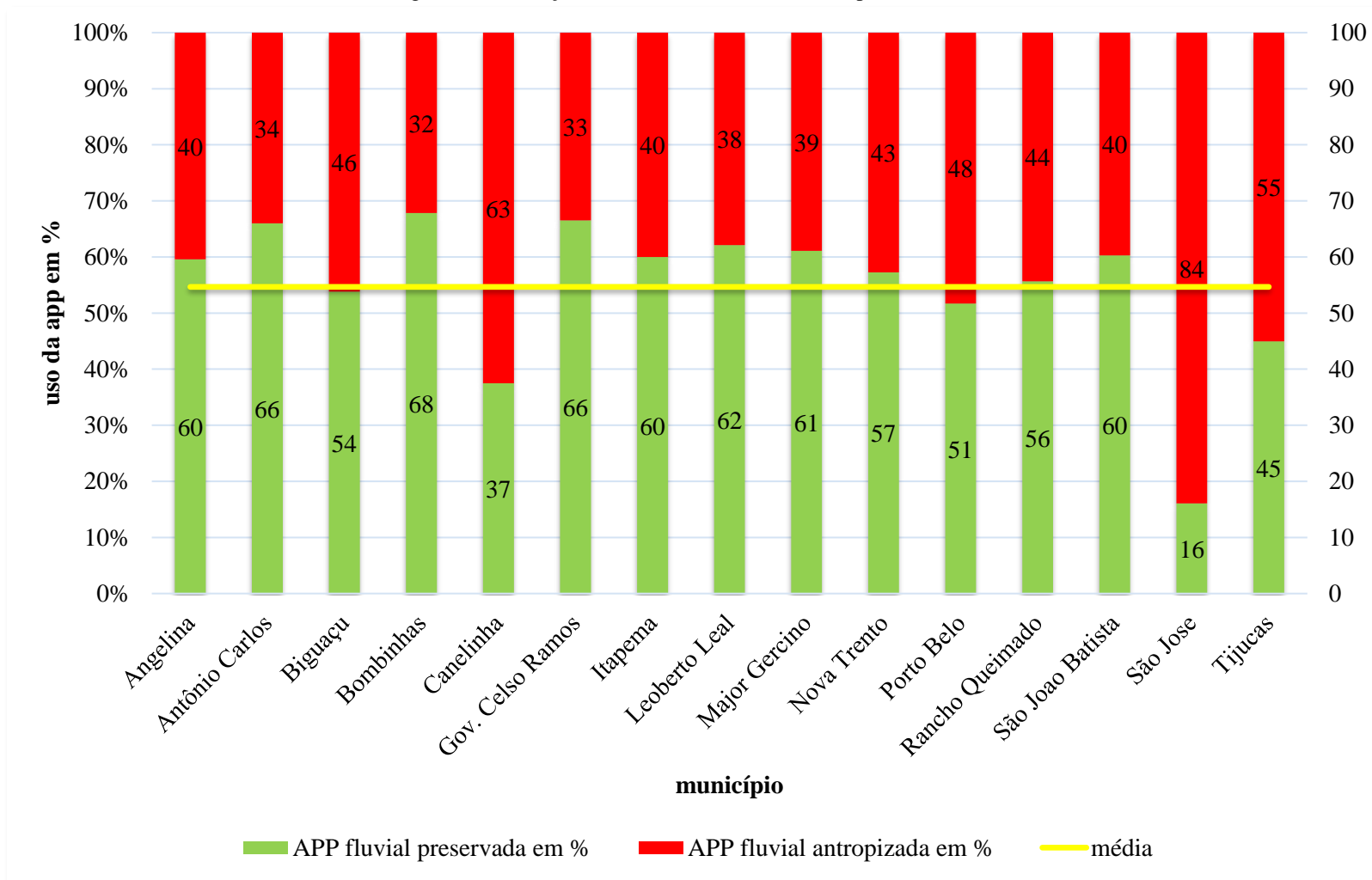
Tabela 17 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais dos municípios da UPG 8.1 UPG 8.1 – Tijucas

Unidade de Planejamento e Gestão			Limites Políticos*							APPs fluviais										
Código	Nome	Área APP fluvial		Nome	Área inserida na UPG			Densid. APP fluvial	APP fluvial Munic./ UPG	Nascente + Curso d'água + Massa d'água										
		km²	Km² %		Área	Área inserida na UPG	APP fluvial			Área preservada	Área antropizada	Área edificada	Área antropizada + Área edificada							
					Km²	Km²	%	Km²	%	Km²/Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%	
UPG 8.1	UPG 8.1 - Tijucas	3279,6	581,3	17,7	Angelina	501,8	501,8	15,3	105,5	21,0	0,21	18,2	62,8	59,5	39,7	37,6	2,9	2,8	42,6	40,4
					Antônio Carlos	233,2	233,2	7,1	43,9	18,8	0,19	7,6	28,9	65,8	12,1	27,6	2,8	6,3	14,9	33,9
					Biguaçu	318,0	318,0	9,7	52,4	16,5	0,16	9,0	28,2	53,8	21,6	41,3	2,6	4,9	24,2	46,2
					Bombinhas	35,2	35,2	1,1	3,6	10,1	0,10	0,6	2,4	68,1	0,3	8,1	0,9	24,1	1,1	32,3
					Canelinha	152,8	152,8	4,7	24,4	16,0	0,16	4,2	9,1	37,5	13,9	57,0	1,3	5,5	15,3	62,5
					Gov. Celso Ramos	94,2	94,2	2,9	12,4	13,1	0,13	2,1	8,2	66,4	3,7	30,2	0,4	3,2	4,1	33,4
					Itapema	58,9	58,9	1,8	8,0	13,6	0,14	1,4	4,8	59,9	1,7	21,0	1,5	19,0	3,2	40,0
					Leoberto Leal	292,3	292,3	8,9	57,6	19,7	0,20	9,9	35,8	62,2	20,8	36,1	1,0	1,8	21,8	37,9
					Major Gercino	304,4	304,4	9,3	54,0	17,7	0,18	9,3	33,0	61,1	19,6	36,3	1,4	2,6	21,0	38,9
					Nova Trento	402,7	402,7	12,3	71,9	17,8	0,18	12,4	41,1	57,2	27,9	38,8	2,8	3,9	30,7	42,7
					Porto Belo	94,1	94,1	2,9	11,8	12,5	0,13	2,0	6,1	51,5	4,8	40,7	0,9	7,4	5,7	48,1
					Rancho Queimado	288,3	288,3	8,8	57,2	19,8	0,20	9,9	31,8	55,7	23,8	41,6	1,6	2,8	25,4	44,3
					São Joao Batista	199,5	199,5	6,1	36,2	18,1	0,18	6,2	21,8	60,2	11,8	32,6	2,6	7,1	14,4	39,7
					São José	113,4	16,3	0,5	1,3	8,0	0,08	0,2	0,2	16,1	0,7	52,6	0,4	31,4	1,1	79,5
Tijucas	279,8	279,8	8,5	39,8	14,2	0,14	6,9	17,9	45,0	19,9	50,0	2,0	5,0	21,9	55,0					

*Os cálculos apresentados são referentes a parcela do município contido na área da UPG 8.1 – Tijucas.

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 28 – Situação das APPs fluviais dos municípios da UPG 8.1



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os resultados indicam que há uma variação na ocupação das APPs das feições geográficas Nascente, Curso d'água e Massas d'água, dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas.

O município de **Bombinhas**, com 3,6 km² de APPs fluviais, que representa 0,6 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas, possui 68,1 % de suas APPs fluviais ocupadas por área preservada, e 32,3 % por outros usos, sendo o município com o melhor índice de preservação de APPs fluviais.

O município de **São José**, com 1,3 km² de APPs fluviais, que representa a fração de 0,2 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas, possui 16,1 % de suas APPs fluviais ocupadas por área preservada, e 84,0 % por outros usos, sendo o município com o pior índice de preservação de APPs fluviais.

Os municípios de **Biguaçu**, **Canelinha**, **Porto Belo** e **Tijucas** com 52,4 km², 24,4 km², 11,8 km² e 39,8 km² de APPs fluviais, respectivamente, que representam as frações de 9,0%, 4,2 %, 2,0 % e 6,9 % das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas, respectivamente, possuem índices de APPs fluviais preservadas abaixo da média dos municípios.

Destaca-se os municípios de **Canelinha** e **Tijucas** com mais do que 50 % de suas APPs fluviais ocupadas por outros usos e ocupações da terra, classificados como **área antropizada**.

7.5.4.1 Nascente nos municípios

Os resultados da qualificação das APPs fluviais para o **recorte espacial LIMITES POLÍTICOS**, e tipo de **feição geográfica tipo nascente**, podem ser observados numericamente na Tabela 18 e graficamente na Figura 30.

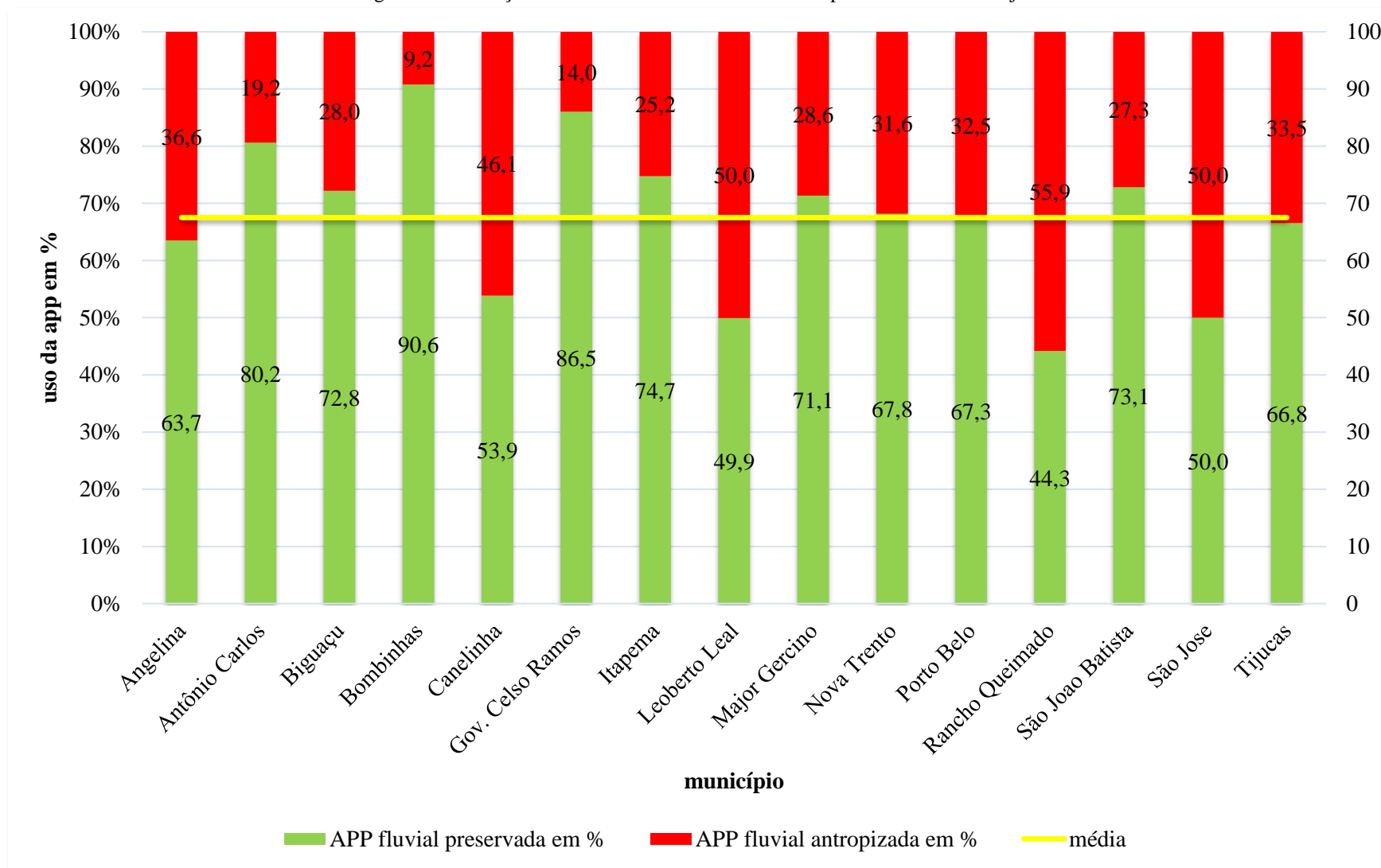
Tabela 18 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de nascentes dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas

Unidade de Planejamento e Gestão		Limites Políticos										APPs fluviais										
Código	Nome	Área			Nome	Área inserida na UPG			APP fluvial		Densid. APP fluvial	APP fluvial Munic./ UPG	Área preservada		Área antropizada		Área edificada		Área antropizada + Área edificada			
		km²	Km²	%		Km²	Km²	%	Km²	%			Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%
		UPG 8.1	UPG 8.1 - Tijucas	3279,6		581,3	17,7	Angelina	501,8	501,8			15,3	105,5	21,0	0,21	18,2	7,3	63,7	4,0	34,8	0,2
					Antônio Carlos	233,2	233,2	7,1	43,9	18,8	0,19	7,6	3,7	80,2	0,8	16,2	0,1	3,0	0,9	19,2		
					Biguaçu	318,0	318,0	9,7	52,4	16,5	0,16	9,0	3,6	72,8	1,2	25,1	0,1	2,9	1,4	28,0		
					Bombinhas	35,2	35,2	1,1	3,6	10,1	0,10	0,6	0,4	90,6	0,0	3,6	0,0	5,6	0,0	9,2		
					Canelinha	152,8	152,8	4,7	24,4	16,0	0,16	4,2	1,0	53,9	0,8	42,3	0,1	3,9	0,9	46,1		
					Gov. Celso Ramos	94,2	94,2	2,9	12,4	13,1	0,13	2,1	1,0	86,5	0,1	12,7	0,0	1,3	0,2	14,0		
					Itapema	58,9	58,9	1,8	8,0	13,6	0,14	1,4	0,6	74,7	0,1	11,3	0,1	13,9	0,2	25,2		
					Leoberto Leal	292,3	292,3	8,9	57,6	19,7	0,20	9,9	2,9	49,9	2,7	47,1	0,2	3,0	2,9	50,0		
					Major Gercino	304,4	304,4	9,3	54,0	17,7	0,18	9,3	3,5	71,1	1,3	26,7	0,1	1,8	1,4	28,6		
					Nova Trento	402,7	402,7	12,3	71,9	17,8	0,18	12,4	4,7	67,8	2,1	30,3	0,1	1,3	2,2	31,6		
					Porto Belo	94,1	94,1	2,9	11,8	12,5	0,13	2,0	0,7	67,3	0,3	27,4	0,1	5,2	0,3	32,5		
					Rancho Queimado	288,3	288,3	8,8	57,2	19,8	0,20	9,9	2,7	44,3	3,1	51,1	0,3	4,8	3,4	55,9		
					São Joao Batista	199,5	199,5	6,1	36,2	18,1	0,18	6,2	2,2	73,1	0,7	23,5	0,1	3,8	0,8	27,3		
					São Jose	113,4	16,3	0,5	1,3	8,0	0,08	0,2	0,1	50,0	0,0	43,0	0,0	7,0	0,1	50,0		
					Tijucas	279,8	279,8	8,5	39,8	14,2	0,14	6,9	2,3	66,8	1,1	31,7	0,1	1,8	1,2	33,5		

*Os cálculos apresentados são referentes a parcela do município contido na área da UPG 8.1 – Tijucas.

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 29 – Situação das APPs de nascentes dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os resultados indicam que há uma variação no uso e ocupação das APPs de **nascente**, dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas.

Os municípios de **Angelina**, **Canelinha**, **Leoberto Leal**, **Porto Belo**, **Rancho Queimado**, **São José** e **Tijucas**, possuem índices de APPs de nascentes preservadas abaixo da média dos municípios.

Destaca-se os municípios de **Leoberto Leal** e **Rancho Queimado** com mais do que 50 % de suas APPs de nascentes ocupadas por outros usos e ocupações da terra, classificados como **área antropizada**. Estes municípios localizam-se nas cabeceiras da bacia hidrográfica, tornando estes índices ainda mais preocupantes. As APPs fluviais a montantes das bacias hidrográficas desempenham um papel fundamental na manutenção do equilíbrio hídrico, atuando como filtros naturais e garantindo a qualidade dos recursos hídricos que fluem para todo o sistema. Sua ausência pode, dentre outros fatores, comprometer a capacidade de regulação dos mananciais.

As feições geográficas do tipo nascente são de grande importância, pois demarcam o início de uma feição do tipo curso d'água, a densidade de nascentes tende a ser maior em áreas de montante de bacias hidrográficas quando comparada às áreas em jusante.

A preservação das suas APPs fluviais é fundamental para a manutenção dos recursos hídricos. Quando se observa nas APP de nascentes índices de uso e ocupação da terra conflitantes e acima da fração de 40 %, isto pode ser um alerta para as nascentes, e por consequência para os demais tipos de feições geográficas, portanto a conservação de nascentes é prioritárias.

7.5.4.2 Curso d'água nos municípios

Os resultados da qualificação das APPs fluviais para o **recorte espacial “limites políticos”**, e tipo de **feição geográfica tipo curso d'água**, podem ser observados numericamente na Tabela 19 e graficamente na Figura 31.

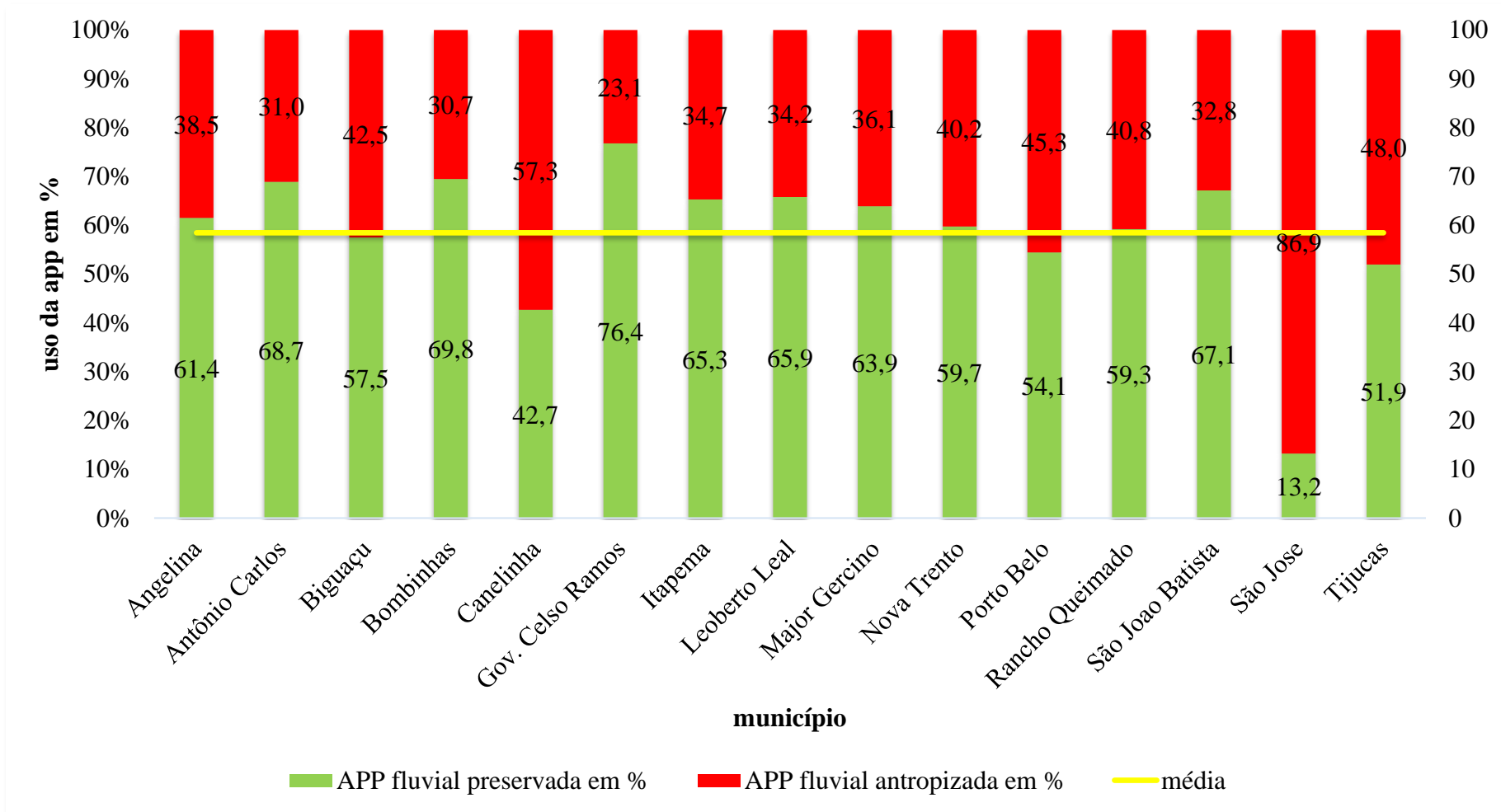
Tabela 19 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais de curso d’água dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas

Unidade de Planejamento e Gestão					Limites Políticos					APPs fluviais Curso d’água										
Código	Nome	Área		APP fluvial	Nome	Área			Densid. APP fluvial	APP fluvia Munic./ UPG	Área preservada		Área antropizada		Área edificada		Área antropizada + Área edificada			
		km ²	Km ²			%	Km ²	Km ²			%	Km ² /Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²
UPG 8.1	UPG 8.1 - Tijucas	3279,6	581,3	17,7	Angelina	501,8	501,8	15,3	105,5	21,0	0,21	18,2	48,6	61,4	28,9	36,5	1,5	1,9	30,4	38,5
					Antônio Carlos	233,2	233,2	7,1	43,9	18,8	0,19	7,6	22,8	68,7	8,7	26,2	1,6	4,8	10,3	31,0
					Biguaçu	318,0	318,0	9,7	52,4	16,5	0,16	9,0	22,4	57,5	15,0	38,5	1,6	4,0	16,6	42,5
					Bombinhas	35,2	35,2	1,1	3,6	10,1	0,10	0,6	1,9	69,8	0,2	8,5	0,6	22,2	0,8	30,7
					Canelinha	152,8	152,8	4,7	24,4	16,0	0,16	4,2	7,9	42,7	9,8	53,0	0,8	4,3	10,6	57,3
					Gov. Celso Ramos	94,2	94,2	2,9	12,4	13,1	0,13	2,1	6,7	76,4	1,8	19,8	0,3	3,3	2,0	23,1
					Itapema	58,9	58,9	1,8	8,0	13,6	0,14	1,4	3,8	65,3	1,2	19,9	0,9	14,8	2,0	34,7
					Leoberto Leal	292,3	292,3	8,9	57,6	19,7	0,20	9,9	30,3	65,9	15,1	32,8	0,7	1,4	15,8	34,2
					Major Gercino	304,4	304,4	9,3	54,0	17,7	0,18	9,3	27,5	63,9	14,7	34,2	0,8	1,9	15,5	36,1
					Nova Trento	402,7	402,7	12,3	71,9	17,8	0,18	12,4	34,2	59,7	21,3	37,2	1,7	3,0	23,0	40,2
					Porto Belo	94,1	94,1	2,9	11,8	12,5	0,13	2,0	4,5	54,1	3,4	40,6	0,4	4,7	3,8	45,3
					Rancho Queimado	288,3	288,3	8,8	57,2	19,8	0,20	9,9	26,8	59,3	17,5	38,7	1,0	2,1	18,5	40,8
					São Joao Batista	199,5	199,5	6,1	36,2	18,1	0,18	6,2	18,3	67,1	7,5	27,5	1,5	5,3	9,0	32,8
					São José	113,4	16,3	0,5	1,3	8,0	0,08	0,2	0,2	13,2	0,6	53,4	0,4	33,5	1,0	83,3
Tijucas	279,8	279,8	8,5	39,8	14,2	0,14	6,9	14,5	51,9	12,6	45,0	0,8	3,0	13,4	48,0					

*Os cálculos apresentados são referentes a parcela do município contido na área da UPG 8.1 – Tijucas.

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 30 – Situação das APPs de cursos d'água dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os resultados indicam que há uma variação na ocupação das APPs de **curso d'água**, dos Municípios da UPG 8.1 – Tijucas.

Os municípios de **Biguaçu**, **Canelinha**, **Porto Belo**, **São José** e **Tijucas**, possuem índices de APPs de curso d'água preservadas abaixo da média dos municípios.

Destaca-se os municípios de **Canelinha** e **São José** com mais do que 50 % de suas APPs de curso d'água ocupadas por **outros usos e ocupações da terra**, classificados como **área antropizada**.

Como a quantidade de APPs de curso d'água é muito superior a quantidade de APPs de nascente e massa d'água, produzir impactos significativos sobre estas áreas, em termos de uso e ocupação da terra, é mais difícil, sendo esta uma feição mais resiliente em razão da sua abrangência.

Quando observa-se índices de uso e ocupação da terra conflitantes e acima da fração de 40 %, isto pode ser um alerta, pois significa que grandes APPs de curso d'água estão na condição de área antropizada, o que por sua vez, pode gerar efeitos adversos e negativos aos recursos hídricos.

7.5.4.3 Massa d'água nos municípios

Os resultados da qualificação das APPs fluviais para o **recorte espacial “limites políticos”**, e tipo de **feição geográfica tipo massa d'água**, podem ser observados numericamente na Tabela 20 e graficamente na Figura 32.

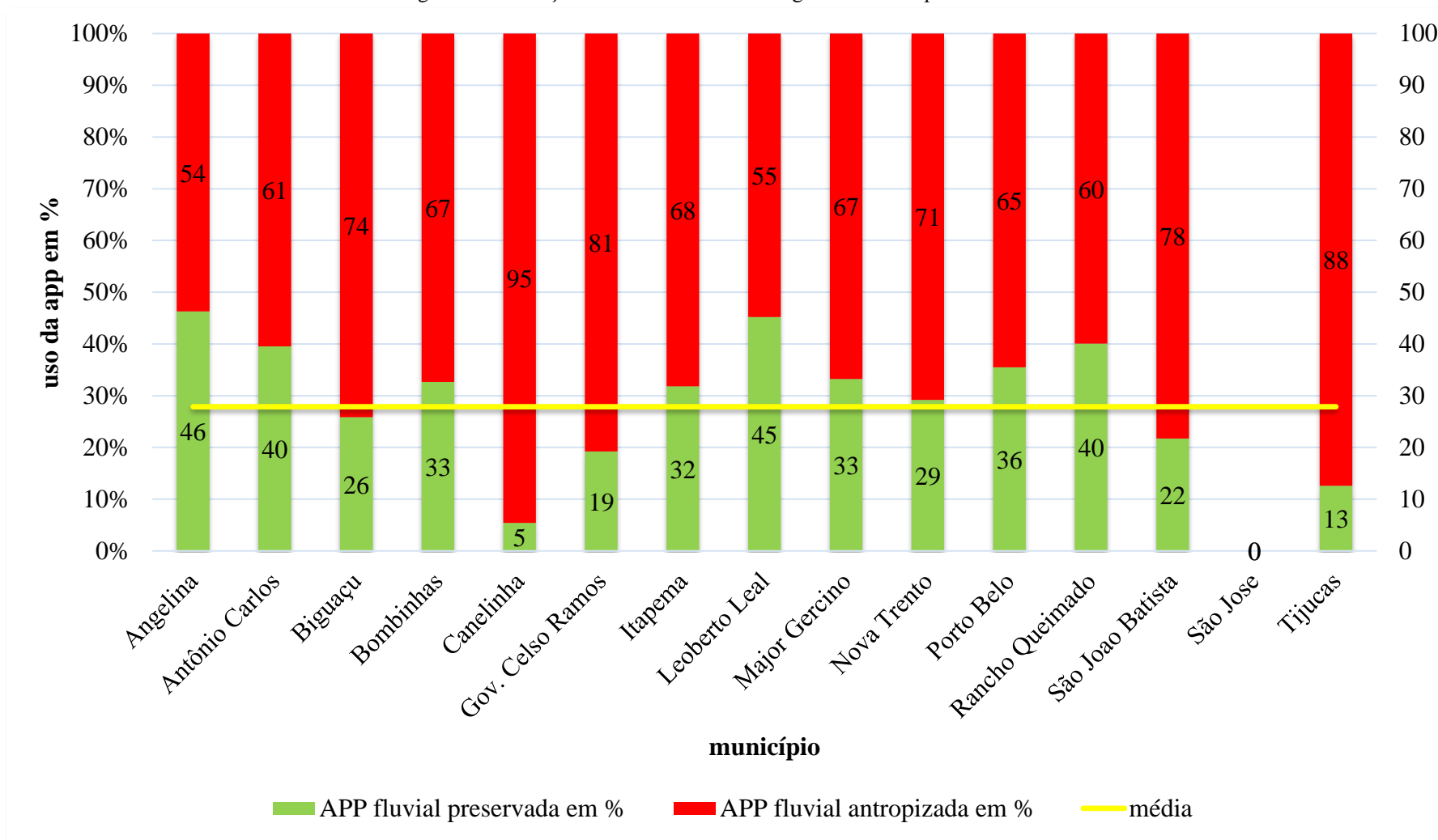
Tabela 20 - Dados tabulares do uso da terra em APPs de massa d'água dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas

Unidade de Planejamento e Gestão		Limites Políticos								APPs fluviais Massa d'água								
Código	Nome	Área		Nome	Área inserida na UPG			Densidade de APP fluvial	APP fluvial Munic./UPG	Área preservada		Área antropizada		Área edificada		Área antropizada + Área edificada		
		km ²	Km ² %		Km ²	Km ²	%			Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²
UPG 8.1	UPG 8.1 - Tijucas	3279,6	581,3 17,7	Angelina	501,8	501,8 15,3	105,5	21,0	0,21	18,2	6,9	46,3	6,8	45,6	1,2	8,0	8,0	53,6
				Antônio Carlos	233,2	233,2 7,1	43,9	18,8	0,19	7,6	2,4	39,6	2,7	43,5	1,1	17,1	3,7	60,6
				Biguaçu	318,0	318,0 9,7	52,4	16,5	0,16	9,0	2,2	25,8	5,4	63,8	0,9	10,2	6,3	74,0
				Bombinhas	35,2	35,2 1,1	3,6	10,1	0,10	0,6	0,1	32,6	0,0	10,4	0,2	56,9	0,3	67,3
				Canelinha	152,8	152,8 4,7	24,4	16,0	0,16	4,2	0,2	5,4	3,3	83,0	0,5	12,1	3,8	95,1
				Gov. Celso Ramos	94,2	94,2 2,9	12,4	13,1	0,13	2,1	0,5	19,3	1,8	77,1	0,1	4,0	1,9	81,1
				Itapema	58,9	58,9 1,8	8,0	13,6	0,14	1,4	0,5	31,7	0,5	30,2	0,6	37,6	1,0	67,8
				Leoberto Leal	292,3	292,3 8,9	57,6	19,7	0,20	9,9	2,7	45,3	3,0	51,3	0,2	3,6	3,2	54,9
				Major Gercino	304,4	304,4 9,3	54,0	17,7	0,18	9,3	2,0	33,3	3,6	58,7	0,5	8,2	4,1	66,9
				Nova Trento	402,7	402,7 12,3	71,9	17,8	0,18	12,4	2,3	29,1	4,5	58,1	1,0	12,4	5,5	70,5
				Porto Belo	94,1	94,1 2,9	11,8	12,5	0,13	2,0	0,9	35,5	1,1	46,7	0,4	17,9	1,6	64,6
				Rancho Queimado	288,3	288,3 8,8	57,2	19,8	0,20	9,9	2,4	39,9	3,2	53,9	0,3	5,7	3,5	59,7
				São Joao Batista	199,5	199,5 6,1	36,2	18,1	0,18	6,2	1,3	21,6	3,6	61,3	1,0	16,7	4,6	78,0
São Jose	113,4	16,3 0,5	1,3	8,0	0,08	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Tijucas	279,8	279,8 8,5	39,8	14,2	0,14	6,9	1,1	12,6	6,2	74,6	1,1	13,0	7,3	87,6				

*Os cálculos apresentados são referentes a parcela do município contido na área da UPG 8.1 – Tijucas.

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 31 – Situação das APPs de massas d’água dos municípios da UPG 8.1



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os resultados indicam que há uma variação na ocupação das APPs de **massa d'água**, dos Municípios da UPG 8.1 – Tijucas.

Os municípios de **Biguaçu**, **Canelinha**, **Gov. Celso Ramos**, **São João Batista** e **Tijucas**, possuem índices de APPs de massa d'água preservadas abaixo da média dos municípios.

Destaca-se que todos os municípios estão com mais do que 50 % de suas APPs massa d'água ocupadas por outros usos e ocupações da terra, classificados como **área antropizada**.

Entre as feições geográficas analisadas, as do tipo massa d'água são as que apresentam maior conflito de usos e ocupações de terra em APPs fluviais. A situação geral é preocupante, pois as massas d'água são representadas por rios de maior porte, e que possuem faixas protetivas maiores, de acordo com a largura dos seus trechos.

As faixas protetivas maiores são necessárias para o controle dos processos erosivos, redução da entrada de sedimentos nos canais, disponibilidade de áreas para a água ocupar em períodos de cheia e/ou inundação, entre outras funções que as APPs fluviais possuem.

7.5.5 Ranking qualitativo das APPs fluviais

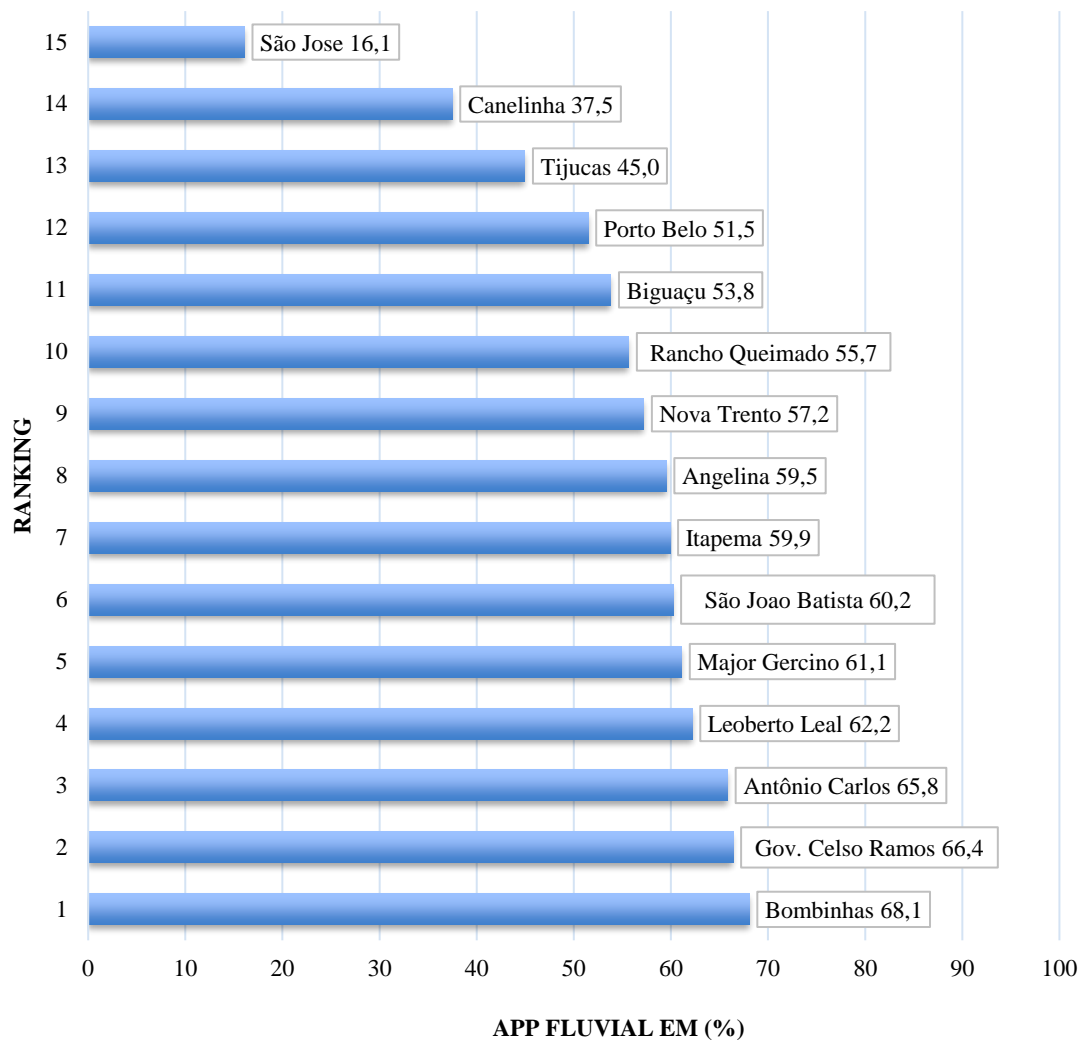
O *ranking* qualitativo das APPs fluviais por município permite avaliar a fração destas APPs dos municípios ocupadas por área preservada, classificadas como preservadas (Figura 32).

Em primeiro lugar está o município de **Bombinhas**, com 3,6 km² de APPs fluviais, sendo a fração de 68,1% de APPs fluviais preservadas.

Em último lugar está o município de **São José**, com 1,3 km² de APPs fluviais, sendo a fração de 0,2% de APPs fluviais preservadas.

O Município de **Angelina** com a maior faixa protetiva de APP fluvias, de 105,5 km², está na oitava posição, com a fração de 59,5% de APPs fluviais preservadas.

Figura 32 – Ranking dos municípios que mais preservam as APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, a delimitação quantitativa e qualitativa das Áreas de Preservação Permanente (APPs) fluviais na UPG 8.1 - Tijucas foi instituído como fator fundamental nas ações de proteção e gestão sustentável dos recursos hídricos e ecossistemas associados. Ao mapear as APPs de nascentes, cursos d'água e massas d'água, identificou-se uma cobertura de 57,4% de APPs fluviais que devem ser conservadas para manter a integridade ecológica e hidrológica. O principal resultado do produto é a classificação detalhada do uso e ocupação da terra nas APPs, revelando que 42,6% das áreas de APPs fluviais estão antropizadas, por diversas atividades, como por exemplo, agricultura, pastagem, agropecuária, mineração, solo exposto e urbanização. Esta informação fornece um panorama das interações entre atividades humanas e ecossistemas fluviais, apontando áreas de pressão intensa.








Estes resultados, indicam que grande parte das APPs fluviais da UPG 8.1 – Tijucas estão ocupadas por usos da terra que não promovem a manutenção e conservação dos recursos hídricos.

A delimitação das áreas de APPs fluviais revelou não apenas sua extensão e limites geográficos, mas também o potencial de áreas para processos de recuperação, já que desempenham um papel vital no fornecimento de serviços ecossistêmicos, como a regulação do ciclo hidrológico, a filtragem de poluentes e a manutenção da biodiversidade.

A análise destacou também a interconexão entre as APPs fluviais e as áreas urbanas e rurais adjacentes, indicando a necessidade de uma gestão integrada que equilibre conservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico. Essas informações são essenciais para órgãos de licenciamento ambiental, incluindo áreas potenciais para a recuperação de áreas degradadas e programas de educação ambiental. Regiões com as melhores práticas sustentáveis podem servir como modelos para novas diretrizes de conservação.

Esses resultados são fundamentais para políticas de gestão ambiental, como por exemplo, áreas que podem vir, por meio de programas ambientais, ser alvo de ações de recuperação e programas de educação ambiental. A partir dos resultados obtidos estas informações podem auxiliar na criação de políticas públicas mais eficazes e na alocação de recursos para a conservação ambiental. Esses resultados são essenciais para o planejamento

e para a tomada de decisões estratégicas em níveis local e regional. Algumas ações podem ser destacadas, como:

	Promoção de estrutura e procedimento para recuperação de áreas antropizadas em APP fluvial, a partir da produção de mudas de espécies nativas como suporte a ação continuada de revegetação destas áreas.
	Observar as orientações expressas na “Recomendação 01” do Comitê (Comitê Tijucas; Biguaçu, 2023), sobre a adoção de medidas de preservação e recuperação das matas ciliares em áreas urbanas, em consonância ao Pacto da Mata Ciliar.
	Promoção de ações de sensibilização ambiental e disseminação dos resultados principais deste estudo
	Uso da base de dados de diagnóstico, por entidades gestoras do meio ambiente, para o direcionamento correto de ações de revegetação e políticas públicas de preservação destas áreas.
	Fortalecimento de ações para recuperação de APPs fluviais por meio de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e sua execução. Destaca-se em primeiro momento as ações para paralisar os fatores de degradação, tais como a agricultura, pastagem, invasão por espécies exóticas. Também são indicadas soluções de recuperação a partir de fragmentos florestais próximos que podem servir de fonte de sementes e dispersores.

A metodologia empregada, que incluiu o uso de dados georreferenciados e sensoriamento remoto, proporcionou um ganho significativo em tempo e escala de observação, tornando-se um recurso essencial para o planejamento estratégico por meio da pesquisa científica. Recomenda-se que os resultados sejam divulgados e utilizados em ações práticas, compartilhados com instituições do governo e de pesquisa para fomentar estudos adicionais e colaborações.

Além disso, é vital a continuidade e atualização do monitoramento com a mesma metodologia empregada no sentido de acompanhar o processo de diminuição/acréscimo de áreas de APP fluvial na UPG 8.1 - Tijucas. Apenas dessa forma será possível fazer o

gerenciamento dessas áreas para assegurar a proteção dos recursos hídricos e a preservação dos ecossistemas locais. O Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas desempenha um papel fundamental na execução das metas do Plano de Recurso Hídricos. Os resultados deste estudo são fundamentais para a gestão de conflitos relacionados ao uso da água e da terra, identificação de áreas prioritárias para projetos de conservação e recuperação, e para a tomada de decisões participativa e baseada em evidências.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORSATO, F.H.; MARTONI, A. M. **Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, estado do Paraná.** Acta Scientiarum: Human and Social Science, Maringá, v.26, n.2, p.273-286.2004.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências, 2012.**

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo código florestal, 1965.**

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pela Lei n. 7.804, de 18 de julho de 1989. **Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Presidência da República Federativa do Brasil, 1981.

BRASIL. Lei n° 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1° da Lei n° 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989, 1997.**

BROOKS, K. N.; FFOLLIO, P. F.; GREGERSEN, H. M.; DEBANO, L. F. 2003. **Hydrology and the management of water sheds.** Blackwell. 574pp.

COHEN, J. A coefficient of agrément for nominal scales. New York University. Education and Psychological Measurement. Vol. XX,n 1, 1960.

COMITÊ TIJUCAS E BIGUAÇU. **Recomendação n° 01, de 02 de maio de 2023.** Tijucas, 2023. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/Comite%20Tijucas/Legislacoes/Comite/recomendacoes/Recomendacao_01_2023_Aos_Municipios_Referente_Protecao_Mata_Ciliar_Urbana.pdf. Acesso em: 10 de novembro de 2023.

COMITÊ TIJUCAS E BIGUAÇU. **Pacto Pela Restauração da Mata Ciliar da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas e Bacias Contíguas.** Tijucas, 2011. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=2093&Itemid=342&jsmallfib=1&dir=JSROOT/Comite+Tijucas/Publicacoes. Acesso em: 10 de novembro de 2023.

GISGEOGRAPH, Learn GIS and Geography, Disponível em: <https://gisgeography.com/>. Acesso em: 29 de nov. de 2023.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Catálogo de imagens. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. Acesso em: 15/05/2023.

McCULLOCH, J.S.G; ROBINSON, M. 1993. History of forest hydrology. *Journal of Hydrology*, V 150, p. 189-216.

NETO, S. L. **Uma estrutura conceitual para análise e seleção de problemas espaciais em geoprocessamento**. Lages, Revista de Ciências Agroveterinárias, v.2, n.1, p.1-29, 2000

PFRAFSTETTER, O. **Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia e Codificação**. Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), 1989.

SALEMI, L. F.; GROppo, J. D.; TREVISAN, R.; MORAES, J. M.; LIMA, W. P.; MARTINELLI, L. A. Vegetação ripária e produção de água: Síntese. *Journal of Hydrology*, p. 195-202, 2012.

SANTA CATARINA, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) – Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH); Resolução nº 26, de 20 de agosto de 2018. **Dispõe sobre a Divisão Hidrográfica Estadual, em Regiões Hidrográficas e Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos, com a finalidade de orientar e implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos**, 2018, 10p.

SANTA CATARINA, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) – **Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas, ETAPA C – Diagnóstico dos Recursos Hídricos TOMO I**, 2018a, 278p.

SANTOS, J. S. M. 2009. **Governança da água e tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento para a construção de cenários ambientais na bacia hidrográfica do Rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009, 235pp

TUCCI, C. E. M.; DA SILVEIRA, A. L. L. **Hidrologia; ciência e aplicação** / organizado por Carlos E. M. Tucci; André L. L. Da Silveira ... [et al.]. 4ª edição. 7ª reimpressão. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH. 2015.

10 APÊNDICES

Os mapas gerados nos estudos de cada unidade de gestão estão disponíveis nos links que seguem.

[Unidade de Gestão 1 – Perequê](#)

[Unidade de Gestão 2 – Tijucas](#)

[Unidade de Gestão 3 – Alto Braço](#)

[Unidade de Gestão 4 – Garcia](#)

[Unidade de Gestão 5 – Inferninho](#)

[Unidade de Gestão 6 - Biguaçu](#)