

DELIBERAÇÃO Nº 16 de 12 de setembro de 2024.

Aprova o Parecer Técnico nº 01/2024 da Câmara Técnica Consultiva – CTC do Comitê Cubatão e Madre que dispõe sobre a análise do projeto “Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão 8.2 – Cubatão”.

O Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica dos Rios Cubatão, Madre e bacias contíguas, criado pelo Decreto Estadual nº 3.943, de 22 de setembro de 1993 e pelo Decreto Estadual nº 318, de 22 de Outubro de 2019, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, pela Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e pelo art. 2º do Decreto Estadual nº 669 de 17 de junho de 2020, em conformidade com a Resolução CERH nº 19 de 19 de setembro de 2017, com a Resolução CERH/SC Nº 61, de 26 de agosto de 2021 e no uso de suas atribuições legais e;

Considerando as diretrizes da estrutura e funcionamento dos comitês de bacia hidrográfica preconizadas na Resolução CERH nº 19, de 19 de setembro de 2017 e;

Considerando a importância fundamental da criação das Câmaras Técnicas, organismos de caráter consultivo, permanentes ou temporários, com função de assessoramento técnico-científico e institucional do Comitê de Bacia Hidrográfica, conforme disposto no Art. 48, IV, da Resolução CERH nº 19, de 19 de setembro de 2017 e;

Considerando a Resolução nº 17 de 12 de dezembro de 2023, que cria a Câmara Técnica Consultiva do Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Cubatão, Rio da Madre e bacias contíguas e;

Considerando a Resolução Nº 18 de 12 de dezembro de 2023, que estabelece a composição da Câmara Técnica Consultiva do Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Cubatão, do Rio da Madre e bacias contíguas e;

Considerando as temáticas dos projetos a serem elaborados no ano de 2023 pela Entidade Executiva, visando o cumprimento do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do rio Cubatão, do rio da Madre e bacias contíguas previstas na Deliberação nº 04, de 20 de setembro de 2023, deste Comitê de Bacia Hidrográfica e;

Considerando as metas do Plano de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos - UPG 8.2 - Cubatão, especialmente aquelas previstas nas ações do Programa 4.2 – Conservação, fiscalização e recuperação;

DELIBERA:

Art. 1º. Fica aprovado o Parecer Técnico nº 01/2024 da Câmara Técnica Consultiva – CTC do Comitê Cubatão e Madre, com a avaliação do projeto “Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão 8.2 – Cubatão”.

Parágrafo único. O parecer a que se refere o caput deste artigo constitui o anexo I desta Deliberação.

Art. 2º. Esta deliberação entra em vigor a partir da data de sua publicação no Sistema de Informações de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina - SIRHESC.

Santo Amaro da Imperatriz, 12 de setembro de 2024.



Morgana Ricciardi de Castilhos Eltz
Presidente do Comitê Cubatão e Madre

**CÂMARA TÉCNICA CONSULTIVA
COMITÊ DE GERENCIAMENTO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO
CUBATÃO, DO RIO DA MADRE E BACIAS CONTÍGUAS
COMITÊ CUBATÃO E MADRE**

PARECER TÉCNICO Nº 01/2024

Nº de requerimento de parecer: 01/2024

Proponente: Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Cubatão, Rio da Madre e Bacias Contíguas

Assunto: Avaliação do *Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão 8.2 – Cubatão*, elaborado pela entidade executiva Instituto Água Conecta de acordo com a Deliberação Nº 04 de 20 de setembro de 2023 do Comitê Cubatão e Madre.

1. APRESENTAÇÃO

O *Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão 8.2 – Cubatão* foi concebido pela Entidade Executiva do Comitê Cubatão e Madre, o Instituto Água Conecta, em acordo com a Deliberação Nº 04 de 20 de setembro de 2023 deste Comitê e em atendimento às metas previstas no Edital de Chamada Pública FAPESC Nº 32/2022. Uma primeira versão deste documento foi encaminhada pela entidade executiva à Presidência do Comitê, que por sua vez, a repassou para análise da Câmara Técnica Consultiva (CTC), via Requerimento de Parecer Nº 01/2024.

A CTC se reuniu em sua 3ª Reunião da Plenária em 09 de abril de 2023 e formou um Grupo de Trabalho (GT) responsável pela análise do documento em questão e redação de Relatório Técnico para dar apoio na elaboração deste parecer. Este GT analisou o documento, fez considerações e propôs algumas sugestões de melhorias ao texto, em diálogo direto com a equipe executora do estudo junto à entidade executiva.

Assim, chegou-se a uma versão atualizada do *Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão 8.2 – Cubatão*, que consta em anexo a este Parecer e constitui seu objeto de análise.

2. ANÁLISE

Levando em consideração os importantes serviços ecossistêmicos providos pelas APPs, o *Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão 8.2 – Cubatão* teve o objetivo de avaliar a atual situação das APPs fluviais (nascentes, cursos d'água e massas d'água) desta bacia. Para isso, o estudo delimitou as APPs fluviais, classificou o uso e ocupação do solo nestes locais e as quantificou por unidade de gestão e municípios da UPG 8.2 - Cubatão.

O estudo, ao quantificar, qualificar e espacializar as APPs fluviais, identificou que 66,7% das APPs fluviais estão conservadas e 33,3% estão degradadas pela ação humana. A partir desses resultados é possível a realização de um planejamento que norteie ações para a recuperação das funções ecossistêmicas dessas APPs. Dessa forma, possuindo um diagnóstico de qualidade, buscando modelos de governança para a conservação e recuperação dessas áreas e realizando uma mobilização social é possível a melhoria ambiental de nossos mananciais.

3. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se ao Comitê a publicação deste parecer e do ***Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão 8.2 – Cubatão*** no site do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina (SIRHESC), associado à ampla divulgação entre suas organizações membros, prefeituras municipais, universidades, órgãos de controle (Ministério Público, Defensoria Pública, Tribunal de Contas) e demais instituições afins à temática socioambiental atuantes na UPG 8.2 - Cubatão.

Recomenda-se a criação de um Grupo de Trabalho em nível do Comitê de Bacia do Cubatão e Madre com a finalidade de incentivar e orientar os órgãos municipais a buscarem maneiras efetivas de recuperação das áreas degradadas.

Recomenda-se a criação de um relatório síntese com linguagem para divulgação ao público em geral por meio do envio de releases e material de apoio à imprensa local, escolas, proprietários rurais e sociedade civil organizada.

Recomenda-se o monitoramento das APPs preservadas e da eficácia das ações empregadas para a recuperação das APPs degradadas por meio da utilização de indicadores socioambientais e econômicos.

4. CONCLUSÃO

Após análise do ***Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão 8.2 – Cubatão***, a conclusão é pela **APROVAÇÃO** do diagnóstico apresentado, sugerindo o atendimento às recomendações acima.

5. COMPOSIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO DA CÂMARA TÉCNICA CONSULTIVA QUE CONCEBEU O RELATÓRIO TÉCNICO QUE DEU APOIO PARA A ELABORAÇÃO DESTA PARECER

- I. ACESA - Associação Catarinense de Engenheiros Sanitaristas e Ambientais - Nadine Lory Bortolotto, Engenheira Sanitarista e Ambiental e Me. em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

- II. CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - Fabiane Andressa Tasca Goerl, Engenheira Sanitarista e Ambiental, Me. e Dra. em Engenharia Ambiental.
- III. IÇARA - Instituto Çarakura - Eduardo Schnitzler Moure, Engenheiro Sanitarista e Ambiental e Me. em Geografia.

6. COLABORADORES

- I. IMA-SC - Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina - Morgana Ricciardi de Castilhos Eltz
- II. Entidade Executiva Instituto Água Conecta – Alondra Beatriz Alvarez Perez, Engenheira Sanitarista e Ambiental e Me. em Engenharia Ambiental.

Santo Amaro da Imperatriz, 02 de julho de 2024.

Documento assinado digitalmente
gov.br LARISSA MARTINS
Data: 19/09/2024 16:19:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Larissa Martins

Coordenadora da Câmara Técnica Consultiva do Comitê Cubatão e madre

NADINE LORY | Assinado de forma digital
por NADINE LORY
BORTOLOTTTO:0 BORTOLOTTTO:04133450922
4133450922 | Dados: 2024.09.17 15:02:01
-03'00'

Nadine Lory Bortolotto

Relatora da Câmara Técnica Consultiva do Comitê Cubatão e madre

Comitê
Cubatão e Madre

MATA PROTEGIDA, ÁGUA GARANTIDA



Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente
relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de
Planejamento e Gestão 8.2 – Cubatão

Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente relacionadas aos recursos hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão 8.2 – Cubatão

Santa Catarina, 2024

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUBATÃO, DO RIO DA MADRE E BACIAS CONTÍGUAS

DECRETO DE CRIAÇÃO:

DECRETO ESTADUAL Nº 318 DE 22 DE OUTUBRO DE 2019

comitecubatao@gmail.com

<https://www.aguas.sc.gov.br/o-comite-rio-cubatao-sul/inicial-rio-cubatao-sul>

PRESIDÊNCIA

Presidente: MORGANA RICCIARDI DE CASTILHOS ELTZ

Vice-Presidente: RAPHAEL EWALDO DE SOUZA

SECRETARIA EXECUTIVA

Secretário Executivo: RAFAEL DOS SANTOS ULYSSEA

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



**FUNDAÇÃO 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

Talita Montagna

Eng. Civil, Dra. em Eng. Ambiental

Guilherme da Silva Ricardo

Eng. Ambiental, Me. Em Ciências ambientais

Gustavo Antonio Piazza

Eng. Ambiental, Dr. em Eng. Ambiental

Equipe de apoio

Alondra Beatriz Alvarez Perez

Eng. Sanitarista e ambiental, Ma. em Eng. Ambiental

Cintia Hoffer da Rocha

Eng. Agrônoma, Dra. em Produção Vegetal



ÁGUA CONECTA



ÁGUA CONECTA

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área das bacias hidrográficas que compõe a UPG 8.2 – Cubatão	18
Tabela 2 – Área das unidades de gestão da UPG 8.2 - Cubatão	20
Tabela 3 – Área dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão.....	22
Tabela 4 – Feições geográficas naturais tipo nascente por UG relativa à UPG 8.2 – Cubatão	28
Tabela 5 – Feições geográficas naturais tipo curso d’água por UG relativa à UPG 8.2 – Cubatão.....	29
Tabela 6 – Feições geográficas naturais tipo massa d’água por UG relativa à UPG 8.2 – Cubatão.....	29
Tabela 7 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão	41
Tabela 8 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais das UGs da UPG 8.2 – Cubatão.....	44
Tabela 9 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão.....	48
Tabela 10 - Qualificação do índice de kappa	63
Tabela 11 – Resultados das métricas de qualidade da classificação de uso da terra.....	65
Tabela 12 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão....	67
Tabela 13 – Dados tabulares do uso da terra em APPs das UGs da UPG 8.2 – Cubatão ..	69
Tabela 14 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de nascentes das UGs da UPG 8.2 – Cubatão.....	72
Tabela 15 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de cursos d’água das UGs da UPG 8.2 – Cubatão.....	74
Tabela 16 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de massas d’água das UGs da UPG 8.2 – Cubatão.....	76
Tabela 17 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão.....	78
Tabela 18 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de nascentes dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão.....	81
Tabela 19 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de curso d’água dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão.....	83

Tabela 20 - Dados tabulares do uso da terra em APPs de massa d'água dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão.....	86
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados de referência utilizados da classificação do uso e ocupação da terra em APPs	24
Quadro 2 - Classes de uso da terra adotadas	24
Quadro 3 - Dados de referência utilizados da delimitação de APPs fluviais	27
Quadro 4- Classes de uso da terra adotadas	54
Quadro 5- Dados de referência utilizados da classificação do uso e ocupação da terra em APPs	55
Quadro 6 - Imagens/cenas do satélite CBER-4ª selecionadas	56
Quadro 7 - Grade com limites dos blocos de classificação	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema conceitual de um sistema	13
Figura 2 – Influência da vegetação na geração de vazão	14
Figura 3 – Bacias hidrográficas da UPG 8.2 – Cubatão.....	19
Figura 4 – Unidades de gestão da UPG 8.2 – Cubatão	21
Figura 5 – Municípios da UPG 8.2 – Cubatão	23
Figura 6 – Esquema conceitual da sobreposição de informações espaciais em ambiente SIG	25
Figura 7 – Metodologia geral	26
Figura 8 – Feições geográficas naturais tipo nascente da UPG 8.2 – Cubatão	31
Figura 9 – Feições geográficas naturais tipo curso d’água da UPG 8.2 – Cubatão	32
Figura 10 – Feições geográficas naturais tipo massa d’água da UPG 8.2 – Cubatão	33
Figura 11 – Exemplo de delimitação da APP de duas nascente.....	36
Figura 12 – Exemplo de delimitação da APP de curso d’água	36
Figura 13 – Exemplo de delimitação da APP de massa d’água	37
Figura 14 – Secções de trechos de massas d’água com larguras de seções transversais diferentes	38
Figura 15 – Fluxograma detalhado do procedimento de delimitação das APPs de feições geográficas tipo nascente, curso d’água e massa d’água	40
Figura 16 – Distribuição das APPs fluviais de feições geográficas naturais da UPG 8.2 – Cubatão.....	42
Figura 17 – APPs fluviais das UGs da UPG 8.2 – Cubatão.....	45
Figura 18 – APPs fluviais dos municípios da UPG 8.2 - Cubatão.....	49
Figura 19 - Ranking das UGs em relação a participação das APPs no total de APPs da UPG 8.2 – Cubatão.....	51
Figura 20 - Ranking dos municípios em relação a participação das APPs no total de APPs da UPG 8.2 – Cubatão.....	52
Figura 21 - Grade com limites das imagens CBERS-4A	57
Figura 22 – Grade com limites dos blocos de classificação.....	60
Figura 23 – Amostras de classes de uso e ocupação da terra	62
Figura 24 – Fluxograma detalhado do procedimento de classificação de imagens de satélite	

.....	64
Figura 25 – Situação das APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão	67
Figura 26 – Situação das APPs das UGs da UPG 8.2 – Cubatão.....	68
Figura 27 – Situação das APPs de nascentes das UGs da UPG 8.2 – Cubatão.....	71
Figura 28 – Situação das APPs de cursos d’água das UGs da UPG 8.2 – Cubatão.....	73
Figura 29 – Situação das APPs de massas d’água das UGs da UPG 8.2 – Cubatão.....	75
Figura 30 – Situação das APPs dos municípios da UPG 8.2	79
Figura 31 – Situação das APPs de nascentes dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão.....	82
Figura 32 – Situação das APPs de cursos d’água dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão	84
Figura 33 – Situação das APPs de massas d’água dos municípios da UPG 8.2	87
Figura 34 - Ranking das UGs que mais preservam as APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão	88
Figura 35 – Ranking dos municípios que mais preservam as APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão.....	89

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>
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
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	EFEITO DA VEGETAÇÃO NAS VAZÕES DE UM RIO	13
2	JUSTIFICATIVA.....	16
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	OBJETIVO GERAL.....	17
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4	CARACTERIZAÇÃO BÁSICA DA ÁREA DE ESTUDO	18
4.1	ÁREA DE ABRANGÊNCIA.....	18
4.2	UNIDADES DE GESTÃO	20
4.3	MUNICÍPIOS.....	22
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
6	CAPÍTULO 1 – DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE FLUVIAIS DA UPG 8.2 – CUBATÃO	27
6.1	DADOS DE REFERÊNCIA UTILIZADOS.....	27
6.2	FEIÇÕES GEOGRÁFICAS RELACIONADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS	28
6.2.1	Nascente	28
6.2.2	Curso d'água	28
6.2.3	Massas d'água	29
6.3	FAIXAS DE APPs APLICADAS	34
6.4	DELIMITAÇÃO DAS FAIXAS DE APP FLUVIAIS	35
6.4.1	Fluxograma do procedimento de delimitação das faixas de APPs fluviais	39
6.5	APPs DOS RECURSOS HÍDRICOS DA UPG 8.2 – CUBATÃO.....	41
6.5.1	Unidades de Gestão (UGs) da UPG 8.2 – Cubatão.....	43
6.5.2	Municípios da UPG 8.2 – Cubatão.....	47
6.5.3	Ranking quantitativo das APPs fluviais	50
7	CAPÍTULO 2 - DIAGNÓSTICO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NAS APPs FLUVIAIS DA UPG 8.2 – CUBATÃO	53
7.1	DADOS	53
7.2	ÁREAS DE INTERESSE PARA CLASSIFICAÇÃO.....	53
7.3	CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA ADOTADAS	53
7.4	PROCEDIMENTO DE CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA.....	54
7.4.1	Seleção de imagens/cenas de satélite	54
7.4.2	Índices de apoio à classificação de imagens	58

7.4.3	Empilhamento (<i>Stack layer</i>) de bandas das imagens	58
7.4.4	Blocos de área para classificação	59
7.4.5	Amostras de classes e modelo de classificação.....	61
7.4.6	Métricas de avaliação da qualidade da classificação de uso da terra	63
7.4.7	Fluxograma do procedimento de classificação de imagem de satélite.....	63
7.5	USO DA TERRA NAS APPs FLUVIAIS DA UPG 8.2 – CUBATÃO	65
7.5.1	Métricas de avaliação da qualidade da classificação de uso da terra	65
7.5.2	UPG 8.2 – Cubatão.....	67
7.5.3	Unidades de gestão (UGs) da UPG 8. 2–Cubatão.....	68
7.5.3.1	Nascente nas Unidades de Gestão	71
7.5.3.2	Curso d’água nas Unidades de Gestão.....	73
7.5.3.3	Massa d’água nas Unidades de Gestão	75
7.5.4	Municípios da UPG 8.2 – Cubatão.....	77
7.5.4.1	Nascente nos municípios	80
7.5.4.2	Curso d’água nos municípios.....	82
7.5.4.3	Massa d’água nos municípios.....	84
7.5.5	Ranking qualitativo das APPs fluviais	88
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
10	APÊNDICES.....	94
	Unidade de Gestão 1 – Maruim	94
	Unidade de Gestão 2 – Cubatão.....	94
	Unidade de Gestão 3 – Foz do Cubatão	94
	Unidade de Gestão 4 – Vargem do Braço	94
	Unidade de Gestão 5 – Massiambu.....	94
	Unidade de Gestão 6 – Cachoeiras	94
	Unidade de Gestão 7 – Madre	94
	Unidade de Gestão 8 – Siriú	94

APRESENTAÇÃO

O Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Cubatão, do Rio da Madre e Bacias Contíguas (Comitê Cubatão e Madre) 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 nº 318 de 22 de outubro de 2019.

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 Cubatão, do Rio da Madre e bacias contíguas (Comitê Cubatão e Madre) a implementar projetos de recuperação de áreas degradadas. 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 nº 32/2022, Termo de Outorga Nº: 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 a processos naturais, o que a configura como uma unidade fundamental para a elaboração e desenvolvimento de projetos relacionados a recursos hídricos.

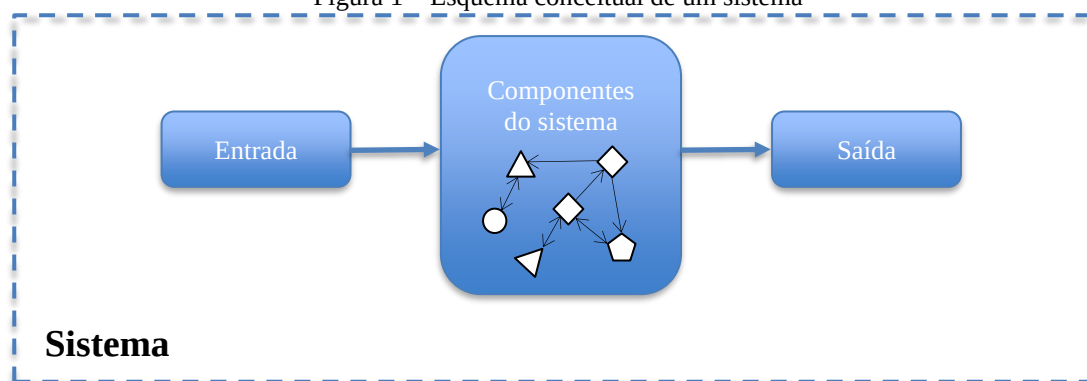
De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a Lei nº 9.433/1997, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implantação da PNRH e a atuação do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos (Brasil, 1997).

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 geográfico 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, 2003) (Figura 1).

Figura 1 – Esquema conceitual de um sistema



Fonte: Adaptado de Neto (2003).

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, talwegues de drenagem, reservatórios, vegetação, áreas urbanas, barramentos, estruturas hidráulicas, entre outros.

1.2 EFEITO DA VEGETAÇÃO NAS VAZÕES DE UM RIO

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.

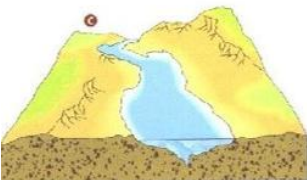
A mata ciliar protege o solo da erosão provocada pelas gotas de chuva que arrastam os sedimentos para os rios, alterando a dinâmica de assoreamento do canal e diminuindo sua capacidade de transporte. Além disso, a vegetação e suas raízes diminuem a velocidade do escoamento sobre o solo, permitindo sua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

Figura 2 –Influência da vegetação na geração de vazão

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

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

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

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

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 igualada ou superada 95% do tempo é denominada "vazão de 95% de permanência (Q_{95})".

2 JUSTIFICATIVA

Este projeto foi concebido para a Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) 8.2 – Cubatão (Santa Catarina, 2018.a), composta pelas bacias hidrográficas do Rio Cubatão, do Rio da Madre e pelas demais bacias hidrográficas contíguas.

Sua elaboração é justificada administrativamente pela aderência do projeto aos programas e ações/metastados no Plano de Recursos Hídricos (PRH) da UPG 8.2 – Cubatão, documento este que norteia a gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas do Rio Cubatão, do Rio da Madre e 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. Destaca-se que neste projeto foram mensuradas apenas as APPs de feições geográficas naturais relacionadas aos recursos hídricos: **nascentes, cursos d'água e massas d'água**, que foram denominadas neste estudo como **APPs fluviais**.

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

	Plano	Plano de recursos hídricos da UPG 8.2 – Cubatão formado pelas bacias hidrográficas dos do Rio Cubatão, do Rio da Madre e pelas demais bacias hidrográficas contíguas
	Estratégia	Linha estratégica 4 – Conservação de recursos naturais
	Programa	Programa 4.2 – Conservação, fiscalização e recuperação ambiental
	Ação/meta	Ação 4.2.3 – Promover a fiscalização, o monitoramento e o controle da ocupação irregular

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 8.2 – Cubatão, 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 8.2 – Cubatão;
- Classificar o uso e ocupação da terra nas APPs fluviais correspondentes às nascentes, curso d'água e massa d'água da UPG 8.2 – Cubatão.
- Quantificar as APPs fluviais por Unidade de Gestão (UGs) e municípios da UPG 8.2 - Cubatão.

4 CARACTERIZAÇÃO BÁSICA DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A Unidade de Planejamento e Gestão 8.2, denominada de **UPG 8.2 – Cubatão**, é composta pelas bacias hidrográficas do Rio Cubatão, do Rio da Madre e bacias contíguas com exutório no Oceano Atlântico localizados entre as coordenadas: 27°35'46 " e 27°52'50" S e as longitudes 48°38'24 "e 49°02'24" W, Sistema de Referência SIRGAS 2000 (Santa Catarina, 2018).

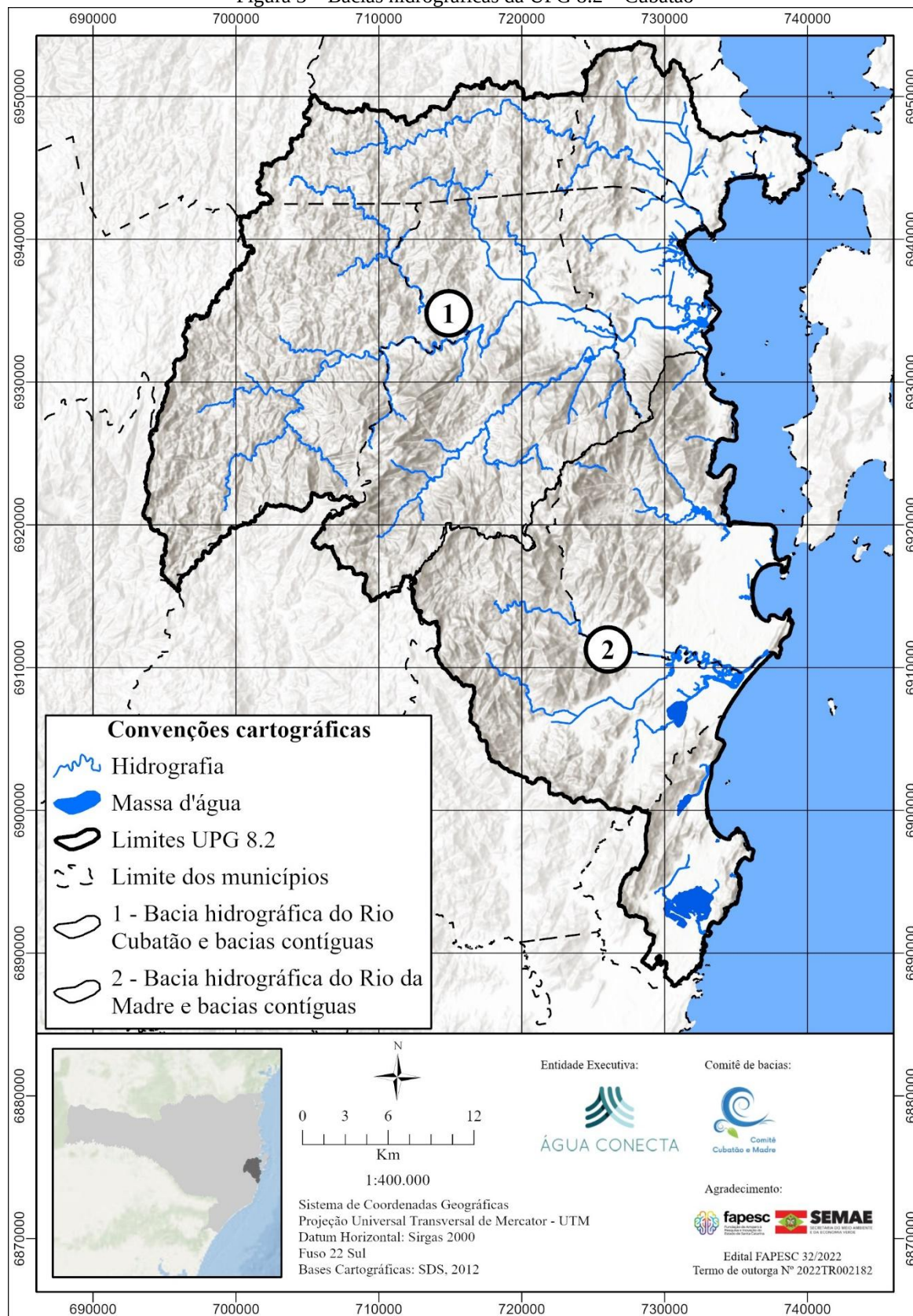
A bacia hidrográfica do Rio Cubatão e bacias contíguas ocupam a maior parte da UPG 8.2, conforme dados da Tabela 1 e Figura 3.

Tabela 1 – Área das bacias hidrográficas que compõe a UPG 8.2 – Cubatão

Descrição	Área (km ²)	Área relativa a UPG 8.2 (%)
Bacia hidrográfica do Rio Cubatão e bacias contíguas	1.028,2	64,8
Bacia hidrográfica do Rio da Madre e bacias contíguas	557,3	35,2
UPG 8.2 - Cubatão	~1585,5	100

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 3 – Bacias hidrográficas da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

4.2 UNIDADES DE GESTÃO

De acordo com o PRH² das Bacias Hidrográficas do Rio Cubatão, do Rio da Madre e bacias contíguas em sua etapa C - Diagnóstico dos Recursos Hídricos, a UPG 8.2 – Cubatão foi setorizada em **oito Unidades de Gestão** (Santa Catarina, 2018a).

As Unidades de Gestão (UG) foram definidas com objetivo de prover a UPG 8.2 – Cubatão de melhor estratégia na gestão dos seus recursos hídricos. A área de abrangência de cada UG pode ser verificada na Tabela 2 e Figura 4.

Tabela 2 – Área das unidades de gestão da UPG 8.2 - Cubatão

N	Descrição	Área (km²)	Área relativa a UPG 8.2 (%)
1	Maruim	283,9	18
2	Cubatão	519,0	33
3	Foz do Cubatão	17,0	1
4	Vargem do Braço	206,5	13
5	Massiambu	139,6	9
6	Cachoeiras	96,7	6
7	Madre	239,5	15
8	Siriú	84,3	5
	UPG 8.2	~1586,5	100

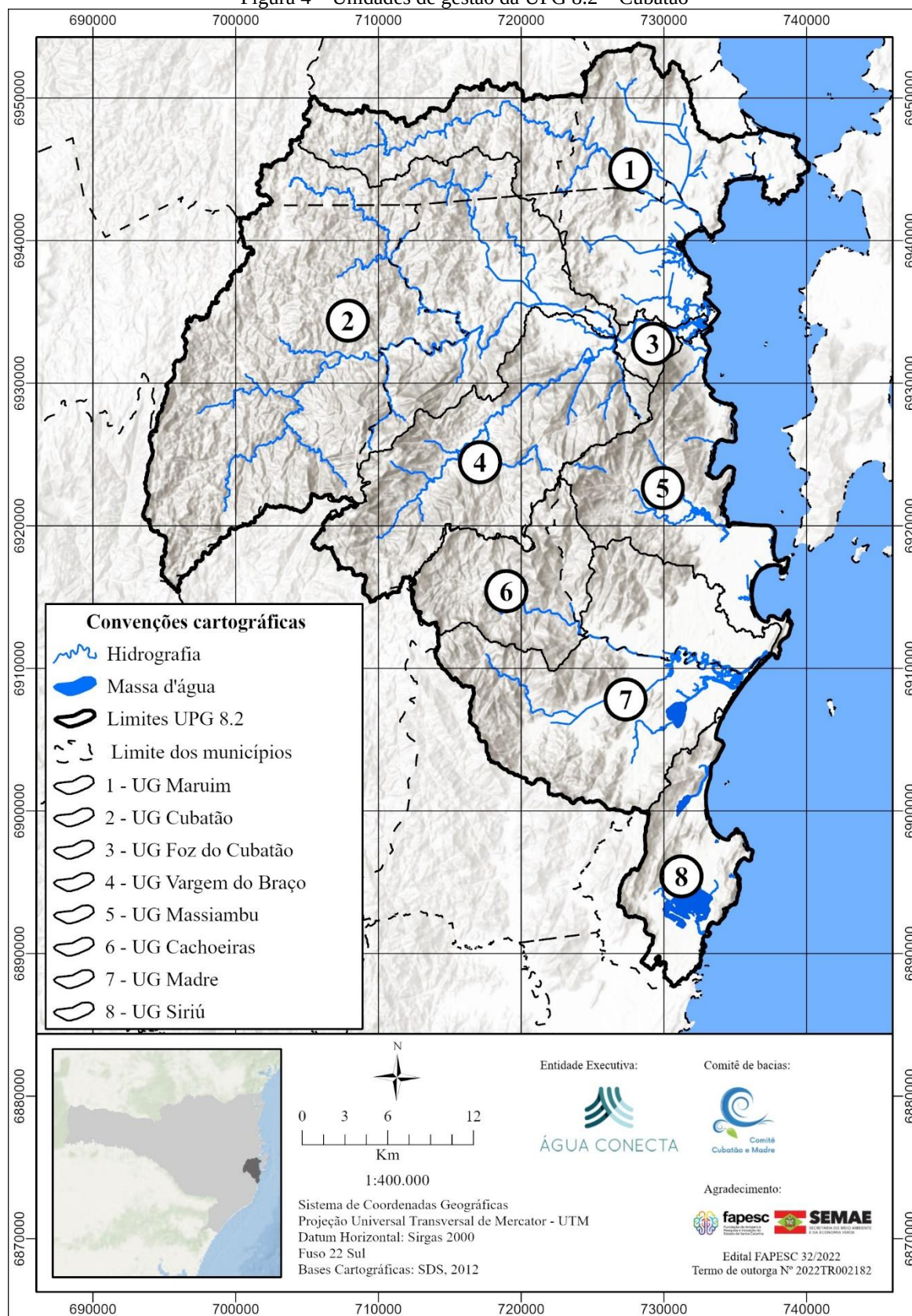
Fonte: Instituto Água Conecta (2024)



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.

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

Figura 4 – Unidades de gestão da UPG 8.2 – Cubatão



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 8.2 – Cubatão podem ser observados na Tabela 3 e Figura 5.

Tabela 3 – Área dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão

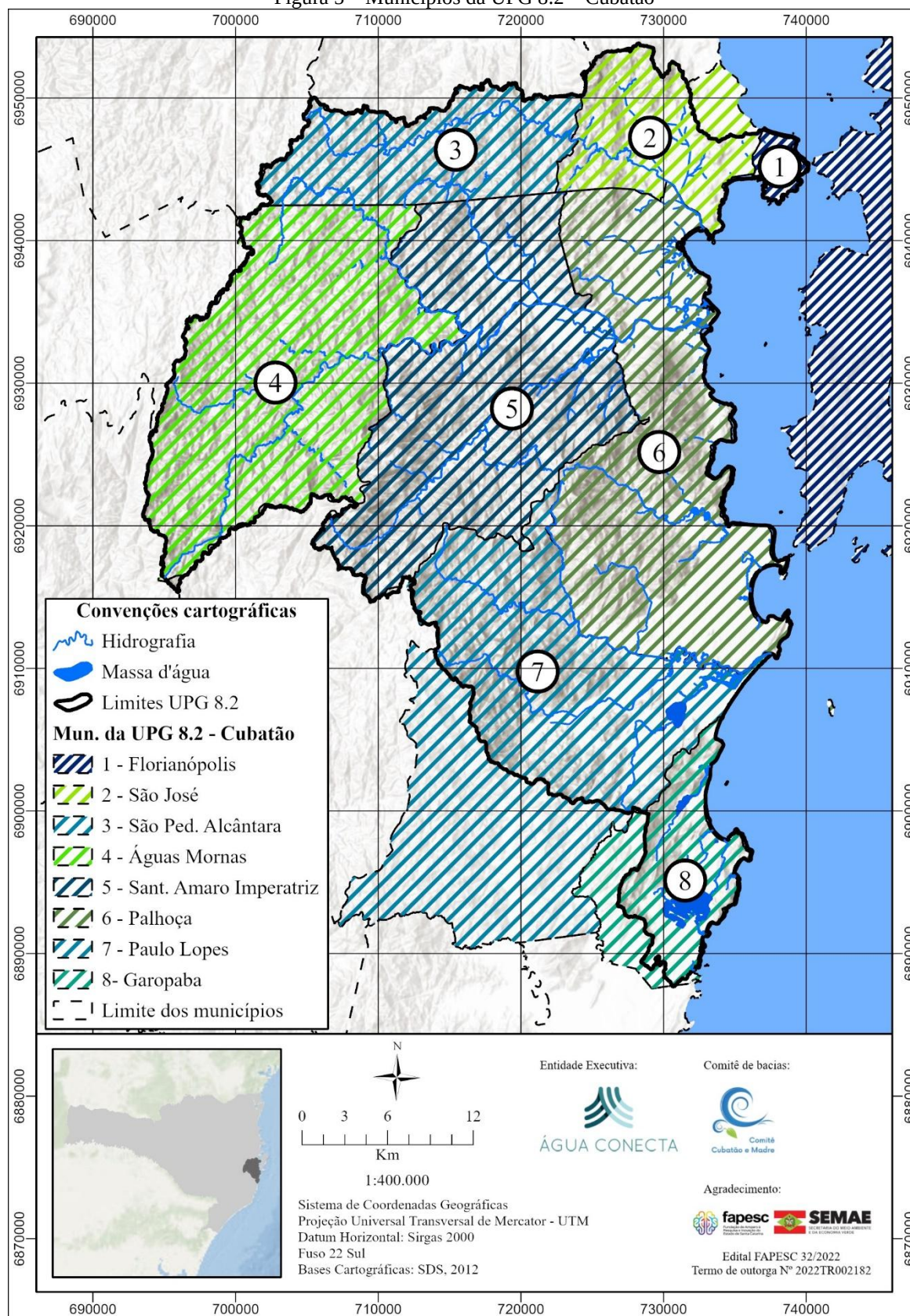
N.	Descrição	Área (km²)	Área inserida na UPG 8.2 (km²)	Área inserida na UPG 8.2 (%)	Área relativa a UPG 8.2 (%)
1	Águas Mornas	323,1	323,1	100	20,6
2	Florianópolis	437,6	11,7	2,7	0,7
3	Garopaba	114,7	80,7	70,4	5,1
4	Palhoça	325,9	325,9	100	20,8
5	Paulo Lopes	449,2	249,8	55,6	15,9
6	Santo Amaro da Imperatriz	344,2	344,2	100	21,9
7	São José	113,40	97,1	85,6	6,2
8	São Pedro de Alcântara	138,0	138,0	100	8,8
	UPG 8.2	2229,6	~1570,5	-	100

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os municípios de Águas Mornas, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz e São Pedro de Alcântara estão localizados em sua totalidade na UPG 8.2 – Cubatão. Quanto aos municípios de Florianópolis, Garopaba, Paulo Lopes e São José, sempre que forem citados neste documento, trata-se da área contida na UPG 8.2 – Cubatão.

Entre os municípios da UPG 8.2 – Cubatão, pode-se destacar por sua extensão territorial: Águas Mornas, Palhoça e Santo Amaro da Imperatriz. Por outro lado, São José, Garopaba e Florianópolis são os municípios com as três menores áreas dentro da UPG 8.2 – Cubatão. Cabe salientar que a área considerada para o município de Florianópolis, neste estudo, é a continental, pois somente esta pertence oficialmente à UPG 8.2 – Cubatão.

Figura 5 – Municípios da UPG 8.2 – Cubatão



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 8.2 – Cubatão, dados espaciais foram analisados em ambiente de 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. No Quadro 1, estão as principais informações do satélite CBERS 4A selecionado.

Quadro 1 - Dados de referência utilizados da classificação do uso e ocupação da terra em APPs

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).

As classes de uso da terra aplicadas foram: **vegetação natural, área degradada, área edificada e água**. As descrições destas classes podem ser observadas na Quadro 2.

Quadro 2 - Classes de uso da terra adotadas

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

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

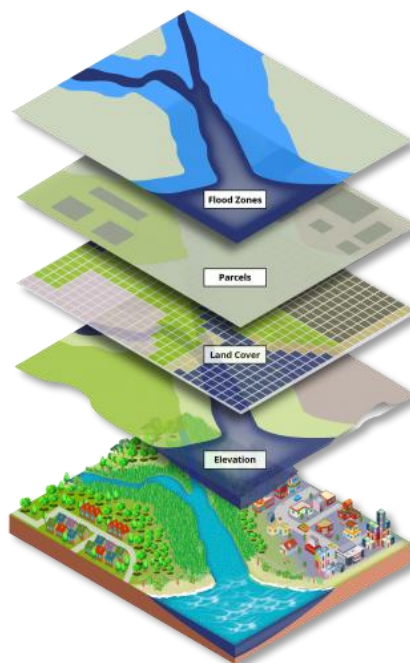
As informações espaciais resultantes das etapas de quantificação de APPs fluviais e qualificação do uso da terra em APPs fluviais, foram sobrepostas em ambiente SIG para a análise cruzada dos dados. (Figura 6).

Desta forma, pode-se obter informações sobre a situação das APPs fluviais das UPG 8.2 – Cubatão 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.

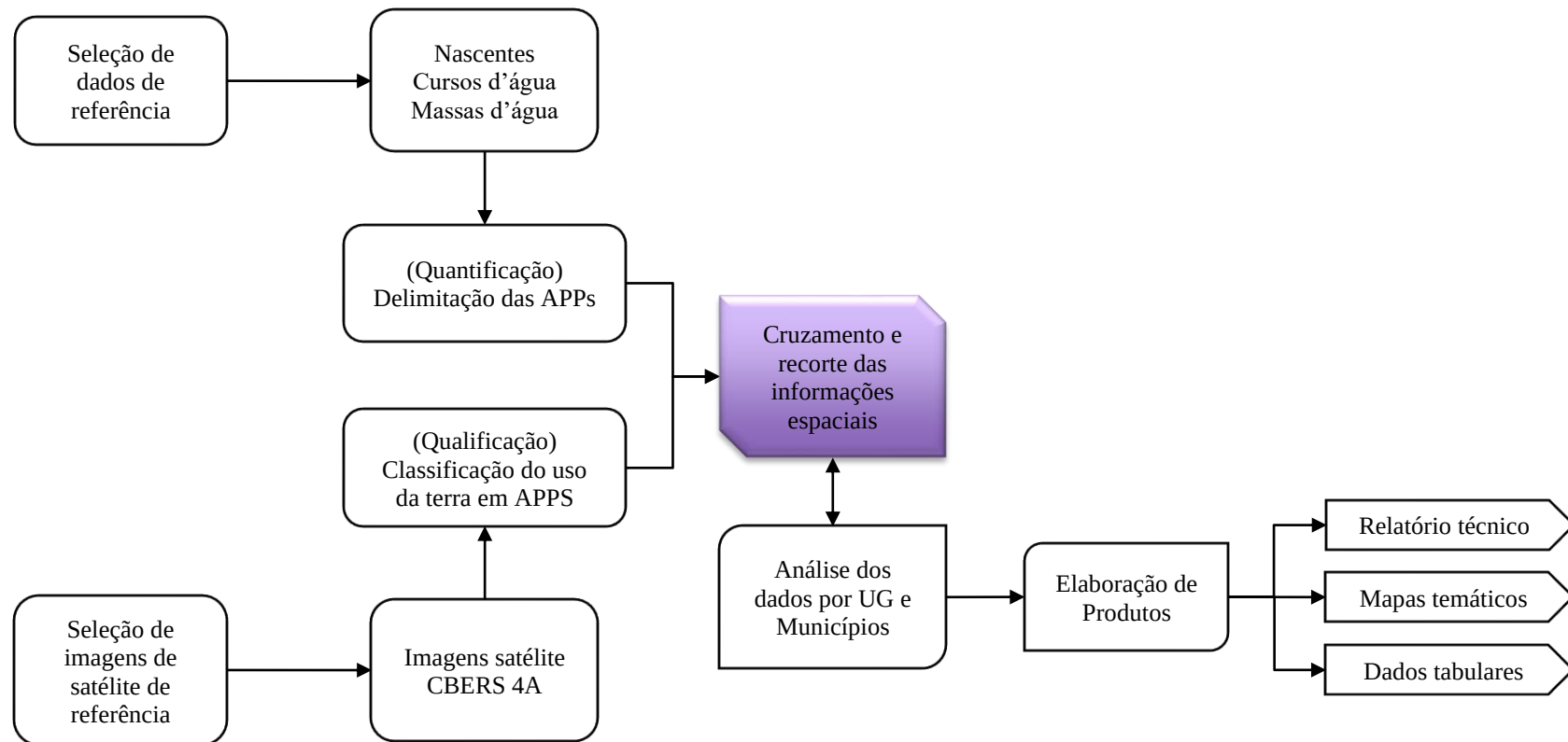
A incorporação de dados de geoprocessamento e técnicas de classificação de imagens é acompanhada por um grau de incerteza inerente, decorrente de fatores como a resolução dos dados, a precisão dos sensores, e a subjetividade inerente às técnicas de classificação (Silva; Deus, 2022). Essas incertezas, 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 8.2 – CUBATÃO

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 à 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 APPs fluviais **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 8.2 – Cubatão.

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 na Quadro 3.

Quadro 3 - 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 8.2	Unidades de gestão e gestão da UPG 8.2
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 8.2 – Cubatão 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 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 **2.965 unidades de pontos de nascentes na UPG 8.2 – Cubatão** (Figura 8), distribuídas nas UGs (Tabela 4).

Tabela 4 – Feições geográficas naturais tipo nascente por UG relativa à UPG 8.2 – Cubatão

N.	UG	Pontos de nascente (unid.)	Pontos de nascente (%)
1	Maruim	547,0	18,4
2	Cubatão	1.227,0	41,4
3	Foz do Cubatão	22,0	0,7
4	Vargem do Braço	395,0	13,3
5	Massiambu	167,0	5,6
6	Cachoeiras	193,0	6,5
7	Madre	293,0	9,9
8	Siriú	121,0	4,1
	UPG 8.2	~2.965,0	~100

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

6.2.2 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 **3.278 km de trechos de cursos d'água na UPG 8.2 – Cubatão** (Figura 9), distribuídos nas UGs conforme dados da Tabela 5.

Tabela 5 – Feições geográficas naturais tipo curso d'água por UG relativa à UPG 8.2 – Cubatão

N.	UG	Comprimento de trechos de curso d'água (km)	Comprimento de trechos de curso d'água (%)
1	Maruim	490,1	15
2	Cubatão	1.314,9	40,1
3	Foz do Cubatão	29,3	0,9
4	Vargem do Braço	475,0	14,5
5	Massiambu	212,1	6,5
6	Cachoeiras	248,7	7,6
7	Madre	392,9	12,0
8	Siriú	114,8	3,5
	UPG 8.2	~3278,0	~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 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 **19,1 km² de trechos massas d'água na UPG 8.2 – Cubatão** (Figura 10), distribuídos nas UGs conforme dados da Tabela 6.

Tabela 6 – Feições geográficas naturais tipo massa d'água por UG relativa à UPG 8.2 – Cubatão

N.	UG	Áreas de trechos de massa d'água (km ²)	Áreas de trechos de massa d'água relativa
1	Maruim	1,8	9,4
2	Cubatão	2,4	12,6
3	Foz do Cubatão	1,0	5,2
4	Vargem do Braço	1,4	7,3
5	Massiambu	1,0	5,2
6	Cachoeiras	0,3	1,6
7	Madre	4,8	25,1
8	Siriú	6,4	33,5
	UPG 8.2	~19,1	~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 que estão representados graficamente nas bases de dados georreferenciadas de recursos hídricos.

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 8.2 – Cubatão

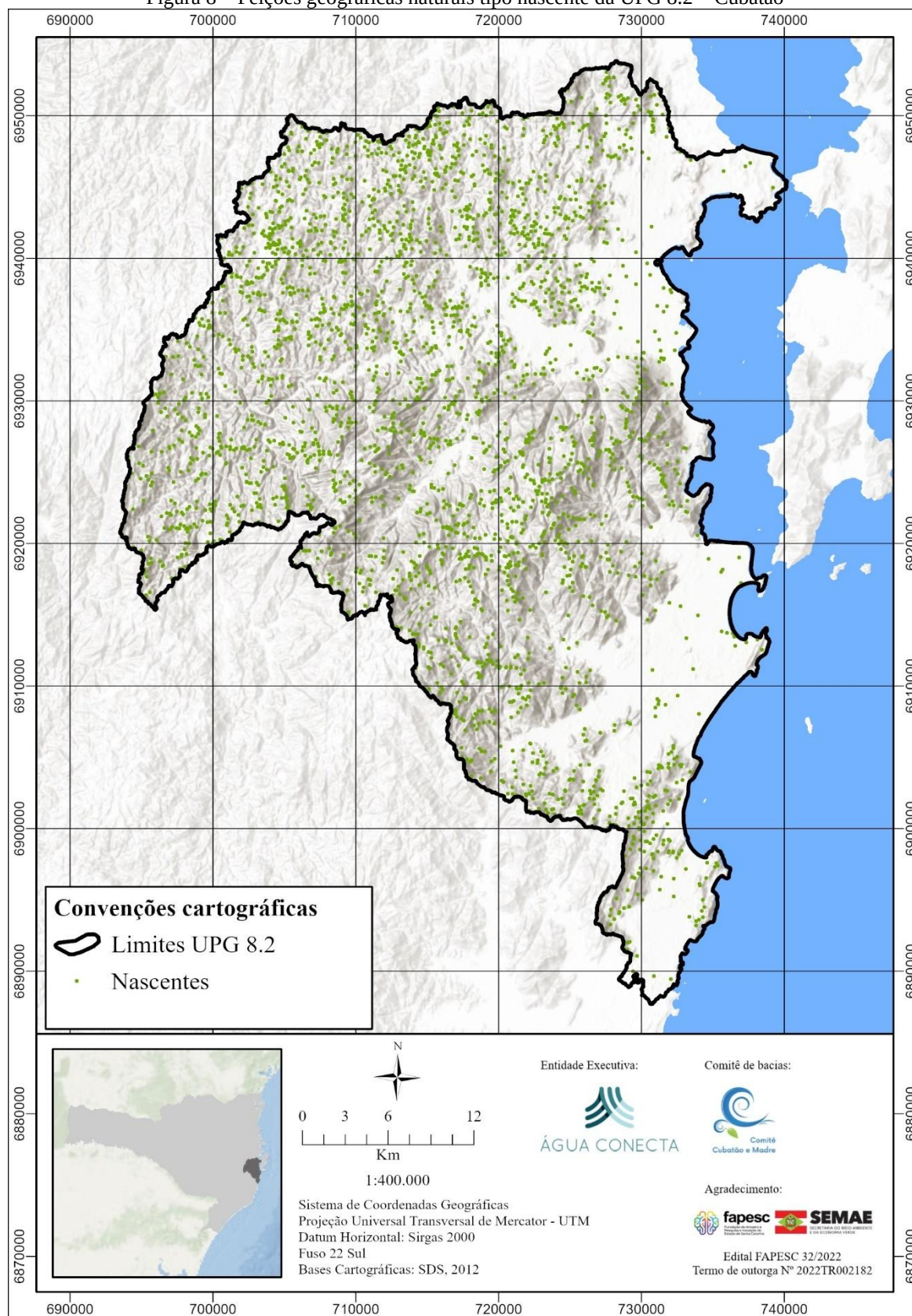


Figura 9 – Feições geográficas naturais tipo curso d'água da UPG 8.2 – Cubatão

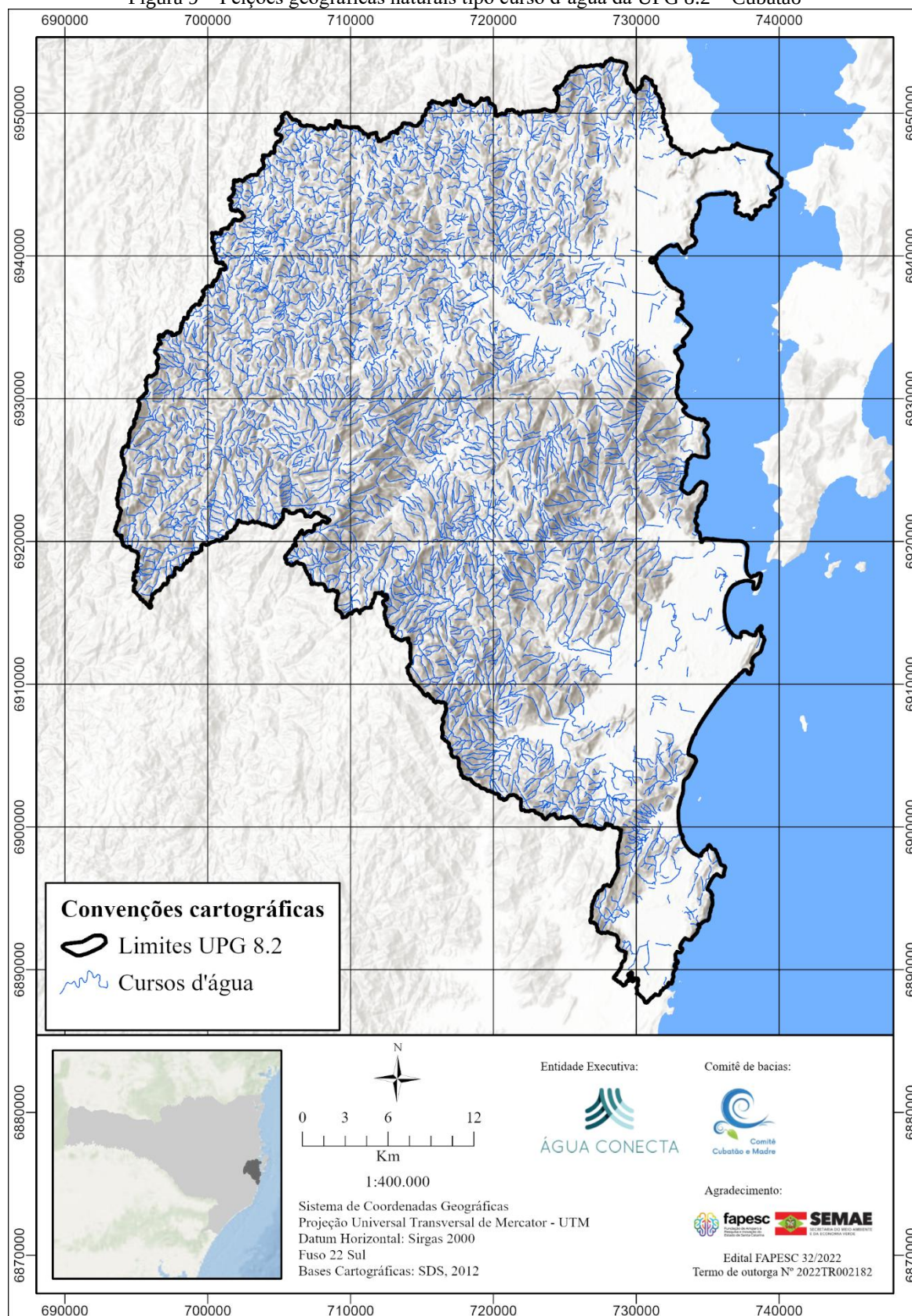
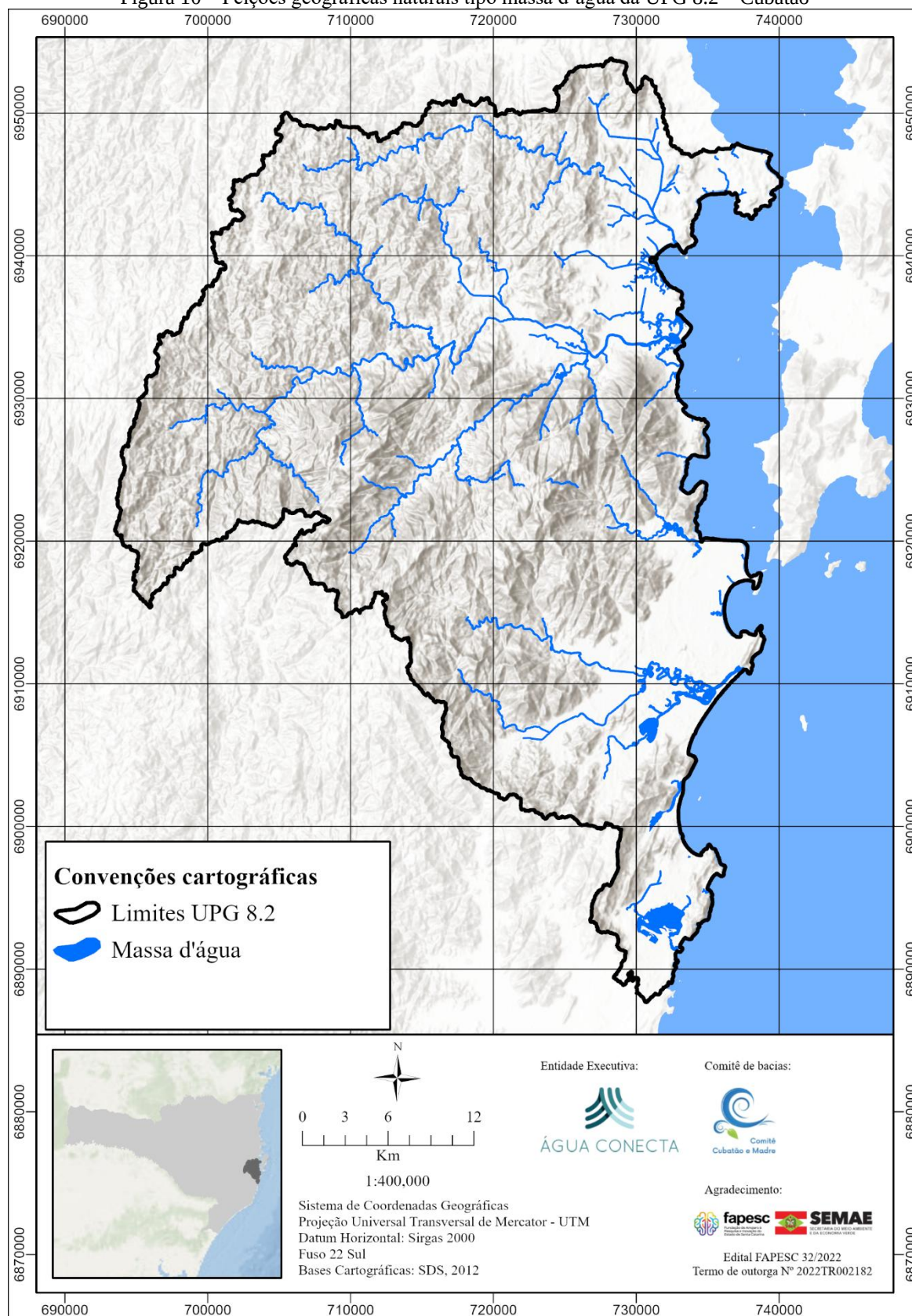


Figura 10 – Feições geográficas naturais tipo massa d'água da UPG 8.2 – Cubatão



6.3 FAIXAS DE APPs APLICADAS

No Brasil, as APPs são regulamentadas pela Lei Federal n. 12.651/2012 (Brasil, 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, de 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, de 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

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. Os municípios da UPG 8.2 não disponibilizaram informações sobre alterações de suas faixas de APPs até o início da execução deste trabalho, por isso, não foi adicionado variações de faixa de APPs além das consideradas pelo código florestal.



Ressalta-se que as alterações das faixas de APPs devem ser feitas com cautela por todas as razões já expostas, devendo ser utilizado como um meio de exigir que as APPs efetivas sejam recuperadas.

6.4 DELIMITAÇÃO DAS FAIXAS DE APP FLUVIAIS

Todo o procedimento de delimitação das APPs fluviais foi realizado em ambiente SIG no software de mapeamento *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 8.2 – Cubatão, 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 nascente



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 secções transversais diferentes



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.**



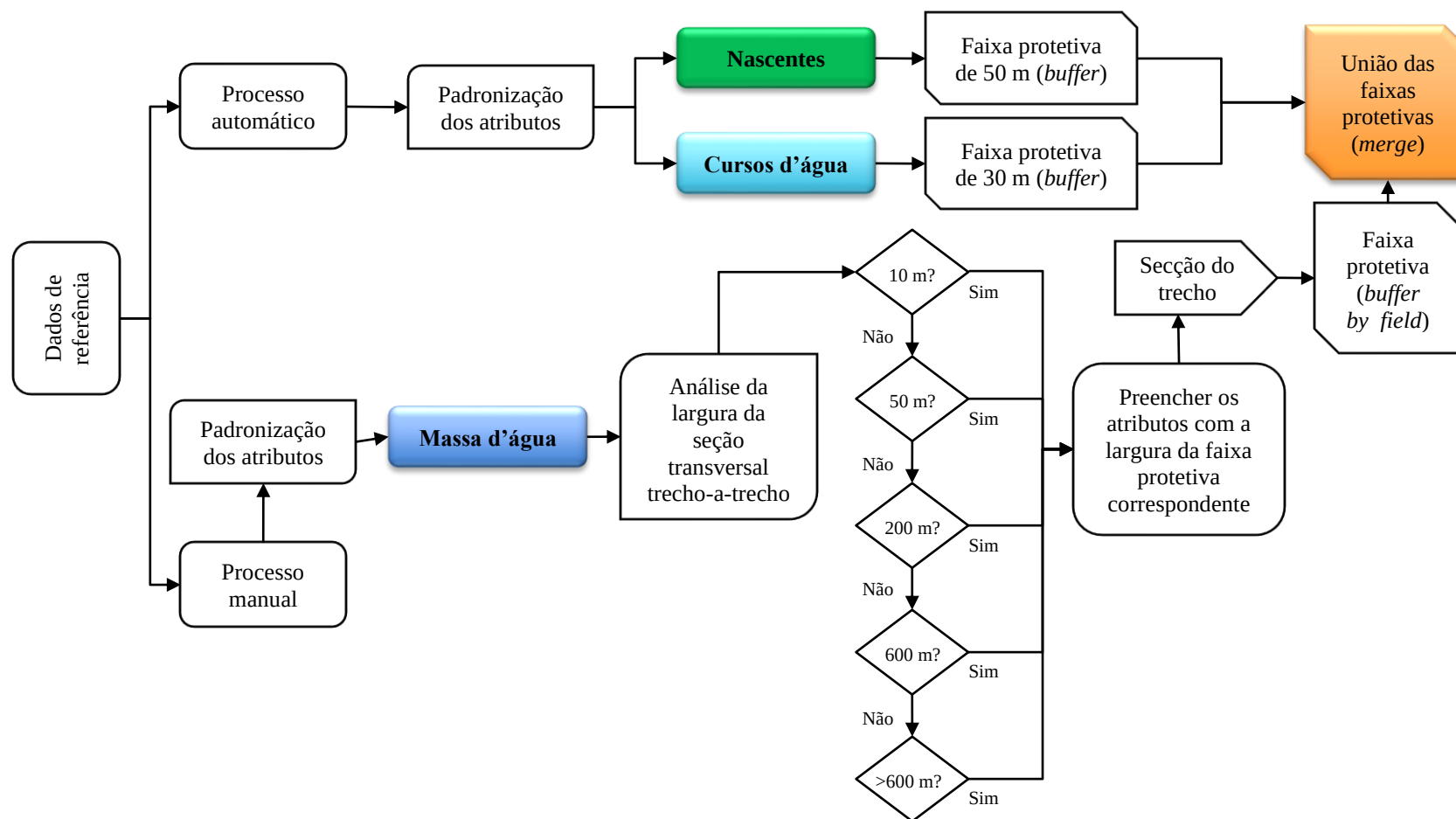
Considerando a resposta espectral das massas d'água e a resolução temporal da imagem de satélite utilizada, foi constatada que principalmente nas UG 7 – Madre e UG 8 – Siriú a classificação de uso da terra nos ambientes lagunares foi influenciada pela resposta espectral da zona de variação do nível de água, em situações pontuais dentro dos limites de APPs fluviais.

Ressalta-se que ambientes lagunares são influenciados pela dinâmica hidrológica, incluindo os volumes de chuvas, oscilações de maré e recarga subterrânea. Ou seja, nestes locais, a dinâmica do nível de água é altamente variável, o que inviabiliza a definição de uma linha de contorno definitiva. Desta forma, foi constatada principalmente nas UGs 7 e 8, caracterizadas pelo alto número de ambientes lagunares, a ocorrência de áreas de vegetação natural dentro das APPs fluviais, principalmente no que diz respeito às massas de água. Isso pode causar uma superestimativa no cálculo das APPs fluviais, entretanto, após uma análise da equipe técnica do projeto, não foi considerado um viés para os resultados uma vez que a zona de variação (faixa variável de ambiente lagunar) também é considerada uma faixa prioritária a ser preservada.

6.4.1 Fluxograma do procedimento de delimitação das faixas de APPs fluviais

O procedimento de delimitação de faixas protetivas de APPs das feições geográficas tipo nascente, curso d'água e massa d'água, em SIG pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 – Fluxograma detalhado do procedimento de delimitação das APPs de feições geográficas tipo nascente, curso d'água e massa d'água



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

6.5 APPs DOS RECURSOS HÍDRICOS DA UPG 8.2 – CUBATÃO

Os resultados da delimitação das APPs são apresentados por recortes espaciais e por tipo de feição geográfica. Os recortes espaciais são: UPG 8.2 – Cubatão, 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 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 da UPG 8.2 – Cubatão.

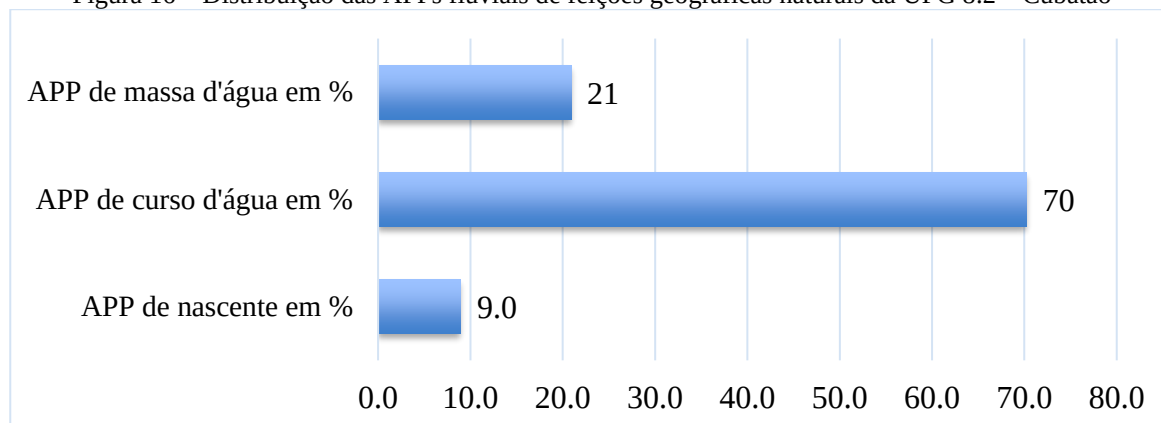
Os resultados da quantificação das APPs para o **recorte espacial UPG 8.2 – Cubatão**, podem ser observados na Tabela 7 e na Figura 16.

Tabela 7 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão						APPs fluviais					
Cód.	Nome	Área	APP		Densidade de APP	Nascente		Curso d'água		Massa d'água	
		km ²	km ²	%	Km ² / Km ²	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
UPG 8.2	UPG 8.2 Cubatão	1585,5	256,3	16,2	0,16	23,0	9,0	180,0	70,2	53,6	20,9

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 16 – Distribuição das APPs fluviais de feições geográficas naturais da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)



Os resultados indicam que a UPG 8.2 – Cubatão possui 256,3 km² de APPs fluviais ou 16,2 % da área total do seu território.

As feições geográficas do tipo **curso d'água** detem 70 % das APPs fluviais da UPG, as do tipo **massa d'água** representam 21 % e as do tipo **nascente** representam 9,0 %.

O quantitativo de APPs fluviais se destaca pela ampla rede de drenagem da UPG 8.2 – Cubatão, 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 8.2 – Cubatão, 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 são importantes para processos como retenção de água, controle e redução de processos erosivos ou de transporte de sedimentos.

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

6.5.1 Unidades de Gestão (UGs) da UPG 8.2 – Cubatão

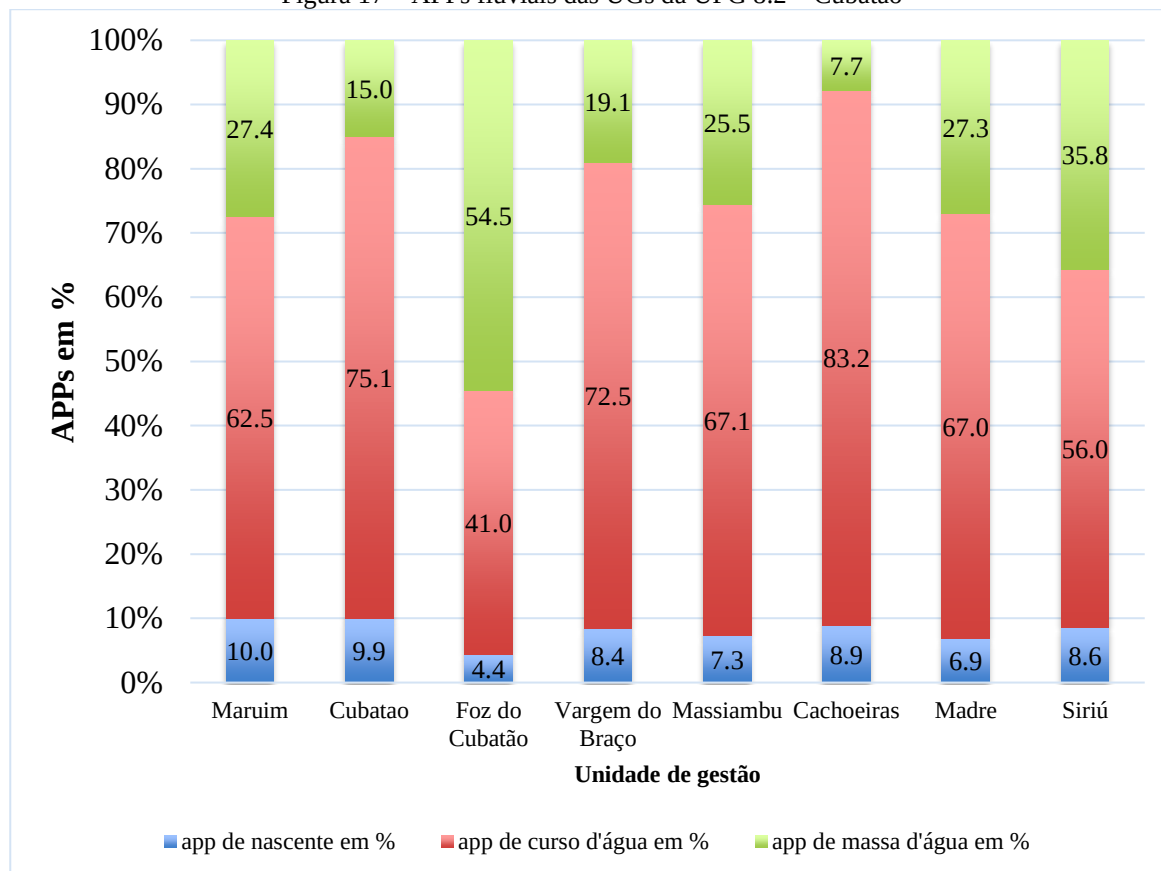
Os resultados da quantificação das APPs fluviais para o **recorte espacial das Unidades de Gestão (UG)** podem ser observados na Tabela 8 e na Figura 17.

Tabela 8 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais das UGs da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão					Unidades De Gestão								APPs fluviais							
Cód.	Nome	Área	APP fluvial		Cód.	Nome	Área		APP fluvial por UG		Densid. APP fluvial	APP fluvial UG/ UPG	Nascente		Curso d'água		Massa d'água			
		km²	Km²	%			Km²	%	Km²	%	km²/km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%		
UPG 8.2	UPG 8.2 Cubatão	1585,5	256,3	16,2	UG-1	Maruim	283,9	17,9	42,2	14,9	0,15	16,5	4,2	10,0	26,4	62,5	11,6	27,4		
					UG-2	Cubatão	519,0	32,7	95,8	18,5	0,18	37,4	9,5	9,9	71,9	75,1	14,3	15,0		
					UG-3	Foz do Cubatão	17,0	1,1	3,9	23,0	0,23	1,5	0,2	4,4	1,6	41,0	2,1	54,5		
					UG-4	Vargem do Braço	206,5	13,0	36,3	17,6	0,18	14,2	3,1	8,4	26,3	72,5	6,9	19,1		
					UG-5	Massiambu	139,5	8,8	17,7	12,7	0,13	6,9	1,3	7,3	11,9	67,1	4,5	25,5		
					UG-6	Cachoeiras	96,7	6,1	16,7	17,3	0,17	6,5	1,5	8,9	13,9	83,2	1,3	7,7		
					UG-7	Madre	239,5	15,1	32,8	13,7	0,14	12,8	2,3	6,9	22,0	67,0	8,9	27,3		
					UG-8	Siriú	84,3	5,3	10,9	12,9	0,13	4,3	0,9	8,6	6,1	56,0	3,9	35,8		

Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

Figura 17 – APPs fluviais das UGs da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Para as feições do tipo nascente a **UG 3 – Foz do Cubatão** possui o menor percentual (4,4 %) de APPs, enquanto a **UG 1 – Maruim** possui o maior percentual (10,0 %). Em relação às massas d'água, houve uma maior variação percentual entre as UGs, a **UG 6 – Cachoeiras** possui o menor percentual (7,7 %), enquanto a **UG 3 – Foz do Cubatão** o maior (54,5 %). A UG 3 – Foz do Cubatão possui essa característica por ser a parte baixa da maior bacia hidrográfica, consequentemente com a maior área de planície.

Para as feições do tipo curso da água tem-se a situação inversa, a **UG 6 – Cachoeiras**, possui o maior percentual de (83,2 %), enquanto a **UG 3 – Foz do Cubatão**, possui o menor percentual (41,0 %). De forma geral, UGs mais próximas do litoral tiveram fração mais expressiva para APPs de massa d'água quando comparadas às UGs localizadas na região oeste.

A **UG 2 – Cubatão**, com 95,8 km² de APPs e a **UG 1 – Maruim** com 42,2 km² de APPs, representam frações de 37,4 % e 16,5 % das APPs fluviais de toda a UPG 8.2 –

Cubatão.



Juntas, as **UGs 1 (Maruim) e 2 (Cubatão)**, somam 53,9 % do total de APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão

Do total de 2.962 nascentes, 1.227 (41,4%) ocorrem na **UG 2 – Cubatão** e 547 (18,4%) ocorrem na **UG 1 – Maruim** (Tabela 4). Dos 3.278 km de trechos de curso d'água, 1.315 (40,1%) ocorrem na **UG 2 – Cubatão** e 490 (15%) ocorrem na **UG 1 – Maruim** (Tabela 5). As UG 1 – Maruim e UG 2 - Cubatão se destacam tanto pela extensão de suas áreas totais, como pela proporção significativa de suas APPs fluviais, indicando a importância para a conservação dos recursos hídricos e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos locais.

Dos 19 km² de massas d'água, 6,4 km² (33,5%) ocorrem na **UG 8 – Siriú** e 4,8 km² (25%) ocorrem na **UG 7 – Madre** (Tabela 6); ambas localizadas ao sul da UPG 8.2 – Cubatão. Observa-se nestas UGs a ocorrência predominante de feições geográficas de massa d'água. De maneira geral as UGs 7 e 8 possuem também quantidades expressivas de APPs de trechos de massa d'água, quando comparadas proporcionalmente as demais UGs. Este fato pode ser explicado por estas UGs estarem distribuídas na região leste da UPG 8.2 – Cubatão, próximo a costa do Oceano Atlântico, e pela ocorrência de planícies topográficas.

A **UG 2 – Cubatão** e a **UG 4 – Vargem do Braço** possuem relação direta com a **UG 3 – Foz do Cubatão**, localizada a jusante, e devem ser avaliadas de forma integrada. O mesmo acontece com a **UG 6 – Cachoeiras** localizada a montante da **UG 7 – Madre**. Ou seja, neste contexto, é possível inferir, por exemplo, que a redução de áreas de APPs fluviais nas UGs 2, 4 e 6 irão provocar efeitos negativos na disponibilidade hídrica das UGs a jusante.

A proteção de APPs fluviais é importante para a estabilidade de taludes, controle de processos erosivos nas margens e redução de processos de assoreamento de canais. A variação nos percentuais e áreas absolutas entre diferentes UGs pode indicar diferenças na geografia, no uso da terra, nas pressões ambientais, entre outros.

6.5.2 Municípios da UPG 8.2 – Cubatão

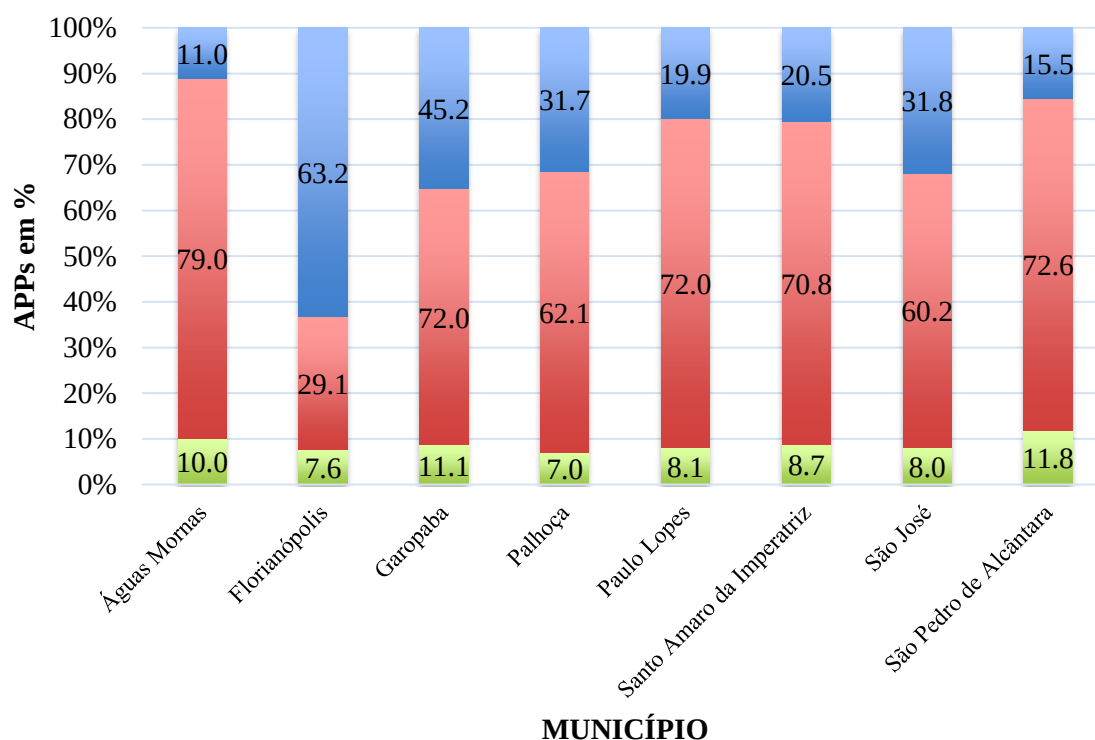
Os resultados da quantificação das APPs fluviais para o **recorte espacial limites Políticos dos municípios**, podem ser observados na Tabela 9 e na Figura 18.

Tabela 9 – Dados tabulares da quantificação de APPs fluviais dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão					Municípios* (Seplan, 2013)								Apps Fluviais						
Cód	Nome	Área		APP fluvial		Nome	Área inserida na UPG			APPs fluviais		Densid. APPs	APP fluvial Munic./ UPG	Nascente		Curso d'água		Massa d'água	
		km²	km²	%	km²		km²	%	Km²	%	km²/km²			%	Km²	%	Km²	%	Km²
UPG 8.2	UPG 8.2 Cubatão	1585,5	256,3	16,2		Águas Mornas	323,1	323,1	20,6	59,3	18,3	0,18	23,3	5,9	10,0	46,8	79,0	6,5	11,0
						Florianópolis	437,6	11,7	0,7	0,3	2,6	0,03	0,1	0,0	7,6	0,1	29,1	0,2	63,2
						Garopaba	114,7	80,7	5,1	10,8	13,4	0,10	4,2	0,9	8,7	6,1	56,2	3,8	35,2
						Palhoça	325,9	325,9	20,8	41,5	12,7	0,13	16,3	2,9	7,0	25,8	62,1	13,2	31,7
						Paulo Lopes	449,2	249,8	15,9	41,2	16,5	0,16	16,2	3,3	8,1	29,7	72,0	8,2	19,9
						Santo Amaro da Imperatriz	344,2	344,2	21,9	62,6	18,2	0,18	24,6	5,4	8,7	44,3	70,8	12,9	20,5
						São José	113,4	97,1	6,2	12,6	13,0	0,13	4,9	1,0	8,0	7,6	60,2	4,0	31,8
						São Pedro de Alcântara	138,0	138,0	8,8	26,4	19,1	0,19	10,4	3,1	11,8	19,2	72,6	4,1	15,5

*Os cálculos apresentados são referentes a parcela de cada município contido na área da UPG 8.2 – Cubatão.
Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

Figura 18 – APPs fluviais dos municípios da UPG 8.2 - Cubatão



■ app de nascente em % ■ app de curso d'água em % ■ app de massa d'água em %

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Em relação às nascentes, a parcela do município de **Florianópolis** (área continental) contida na UPG 8.2 – Cubatão, possui o menor percentual, 7,7%, de APPs. Dentre os municípios contidos integralmente na UPG 8.2, tem-se **Palhoça** com o menor percentual de nascentes (7,0%), enquanto o município de **São Pedro de Alcântara** possui o maior percentual (11,8%), Tabela 9 Tabela 10, por estar localizado na área de cabeceira, onde a ocorrência dessas feições é mais abundante.

Para as feições do tipo massa d'água, houve maior variação percentual entre os municípios. O município de **Águas Mornas** possui o menor percentual, 11% de APPs, enquanto o município de **Florianópolis** (63,2%), apesar de ter apenas 0,2 km² desse tipo de APP, e **Garopaba** (45,2%) possuem o maior percentual de APPs (Tabela 9). Destaca-se que estes dois últimos não possuem todo o seu território dentro dos limites das UPG 8.2 – Cubatão. O município de Águas Mornas também ocorre em uma região montanhosa, o que não favorece a ocorrência de feições tipo massa de água.

Para as feições do tipo curso da água, o município de **Florianópolis** (área

continental), possui o menor percentual (29,1%), enquanto o município de **Águas Mornas** possui o maior percentual (79,0%).



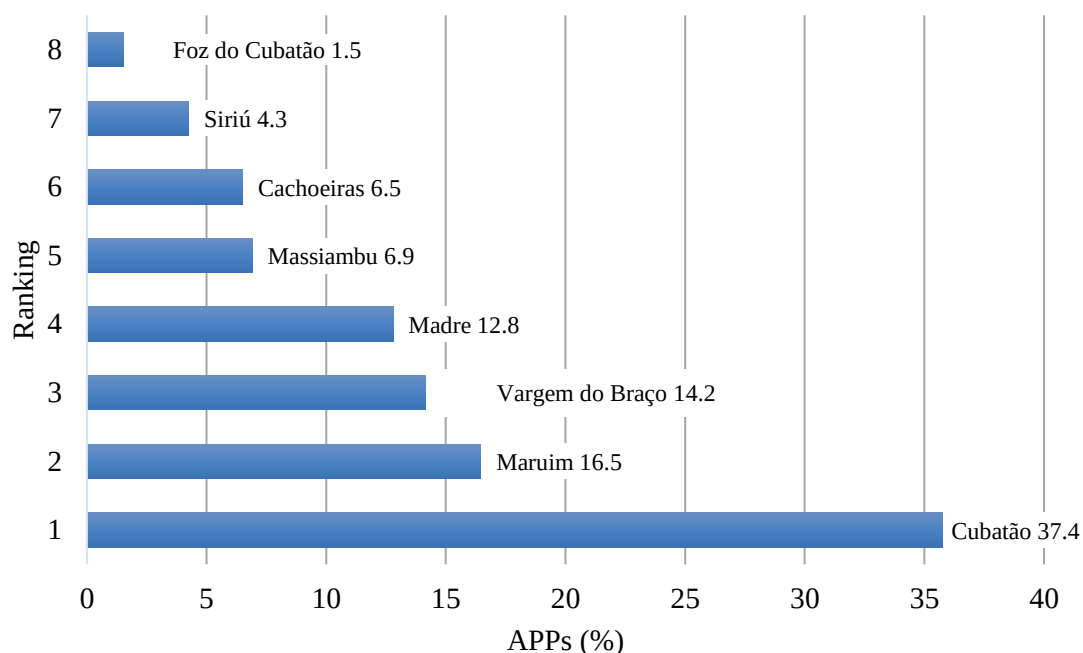
Em geral, a variação da fração percentual de APPs de nascentes, cursos d'água e massas d'água de município está relacionada à sua posição geográfica na UPG 8.2 – Cubatão.

Os municípios com territórios em áreas de planície topográfica apresentam mais APPs relacionadas a feições do tipo massa d'água, enquanto os municípios com territórios próximos as áreas de divisores de água apresentam mais APPs relacionadas a feições do tipo nascente e curso d'água.

6.5.3 Ranking quantitativo das APPs fluviais

O *ranking* quantitativo das APPs fluviais por UG permite avaliar a fração das APPs fluviais das UGs em relação ao total de APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão (Figura 19). A UG com a maior área de APP fluvial na UPG 8.2 – Cubatão é **UG Cubatão**, com 95,8 km² de APPs, que representa a fração de 37,4% do total de APPs da UPG 8.2 – Cubatão. A UG com menos APPs fluviais é **UG Foz do Cubatão**, com 3,9 km², que representa a fração de 1,5 % do total da UPG 8.2 – Cubatão.

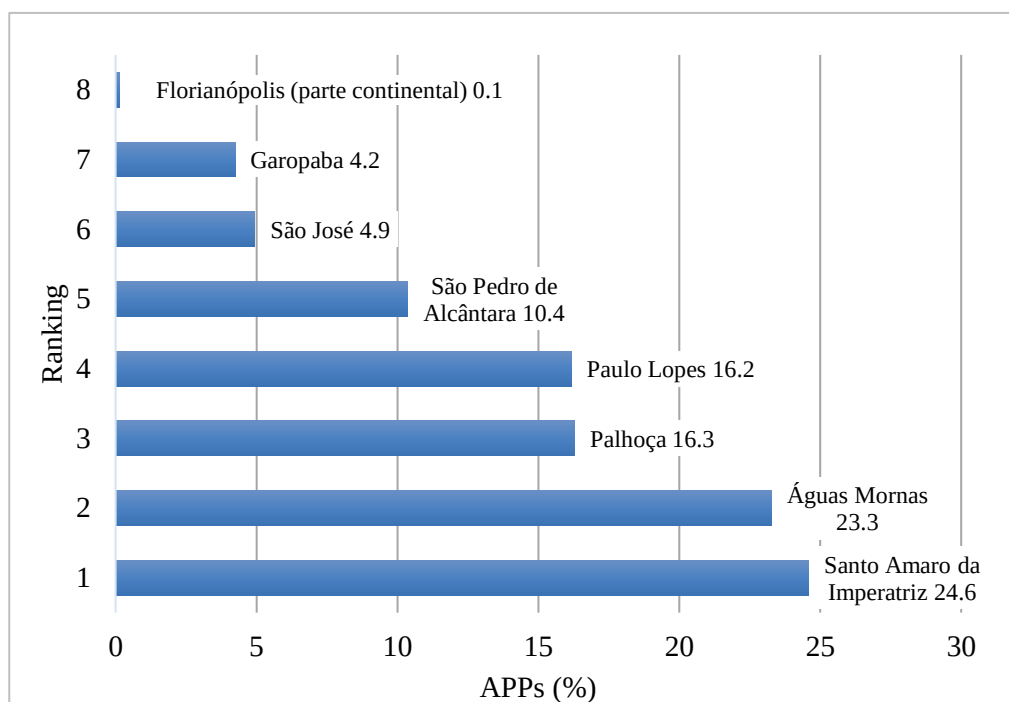
Figura 19 - Ranking das UGs em relação a participação das APPs no total de APPs da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Destaca-se também o *ranking* quantitativo das APPs fluviais por município que permite avaliar a fração das APPs fluviais dos municípios em relação ao total de APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão (Figura 20). O município com a maior área de APP fluvial na UPG 8.2 – Cubatão é **Santo Amaro da Imperatriz**, com 62,6 km² de APPs, que representa a fração de 24,6% do total de APPs da UPG 8.2 – Cubatão. O município com menos APPs fluviais é **Florianópolis** (parte continental), com 0,3 km², que representa a fração de 2,6 % do total da UPG 8.2 – Cubatão.

Figura 20 - Ranking dos municípios em relação a participação das APPs no total de APPs da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

7 CAPÍTULO 2 - DIAGNÓSTICO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NAS APPs FLUVIAIS DA UPG 8.2 – CUBATÃO

7.1 DADOS

Os dados utilizados na classificação do uso e ocupação da terra em APPs foram obtidos a partir de fontes oficiais, com destaque para o **Repositório de imagens de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)**, disponível em: <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/> (acesso em abril de 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 e etc.

7.2 ÁREAS DE INTERESSE PARA CLASSIFICAÇÃO

A área de interesse para a classificação de uso e ocupação da terra são as APPs fluviais de feições geográficas naturais tipo nascente, curso d'água e massa d'água da UPG 8.2 – Cubatão, composta pelas bacias hidrográficas do Rio Cubatão, do Rio da Madre e bacias contíguas (Santa Catarina, 2018).

As APPs fluviais somam 581,3 km². Seus limites espaciais são representados por arquivo espacial do tipo vetor na forma de polígono. Realizou-se a classificação da imagem apenas nas áreas de interesse, ou seja, ao longo dos recursos hídricos fluviais. Desta forma, para fins de segurança do processo de classificação, foi adicionado um contorno maior (*buffer*) ao limite das APPs a partir do geoprocessamento do dado espacial que a representa. Esta etapa evita que o pixel próximo do limite da APP seja cortado e não classificado em sua totalidade.

7.3 CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA ADOTADAS

As classes de uso e ocupação da terra adotadas foram: **vegetação natural**, **área degradada**, **área edificada** e **água**. As descrições destas classes podem ser observadas no

Quadro 4.

Quadro 4- Classes de uso da terra adotadas

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

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Foram adotados dois tipos de classes de áreas degradadas, pois se trata de usos da terra distintos. Estas duas classes foram definidas, pois em caso de ações de recuperação de APPs ocupadas, 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 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 **01/01/2022** e **31/05/2023**, de forma a obter cenas atualizadas da UPG 8.2 – Cubatão. 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 8.2 – Cubatão.

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 5, estão as principais informações do satélite CBERS 4A selecionado.

Quadro 5- Dados de referência utilizados da classificação do uso e ocupação da terra em APPs

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).

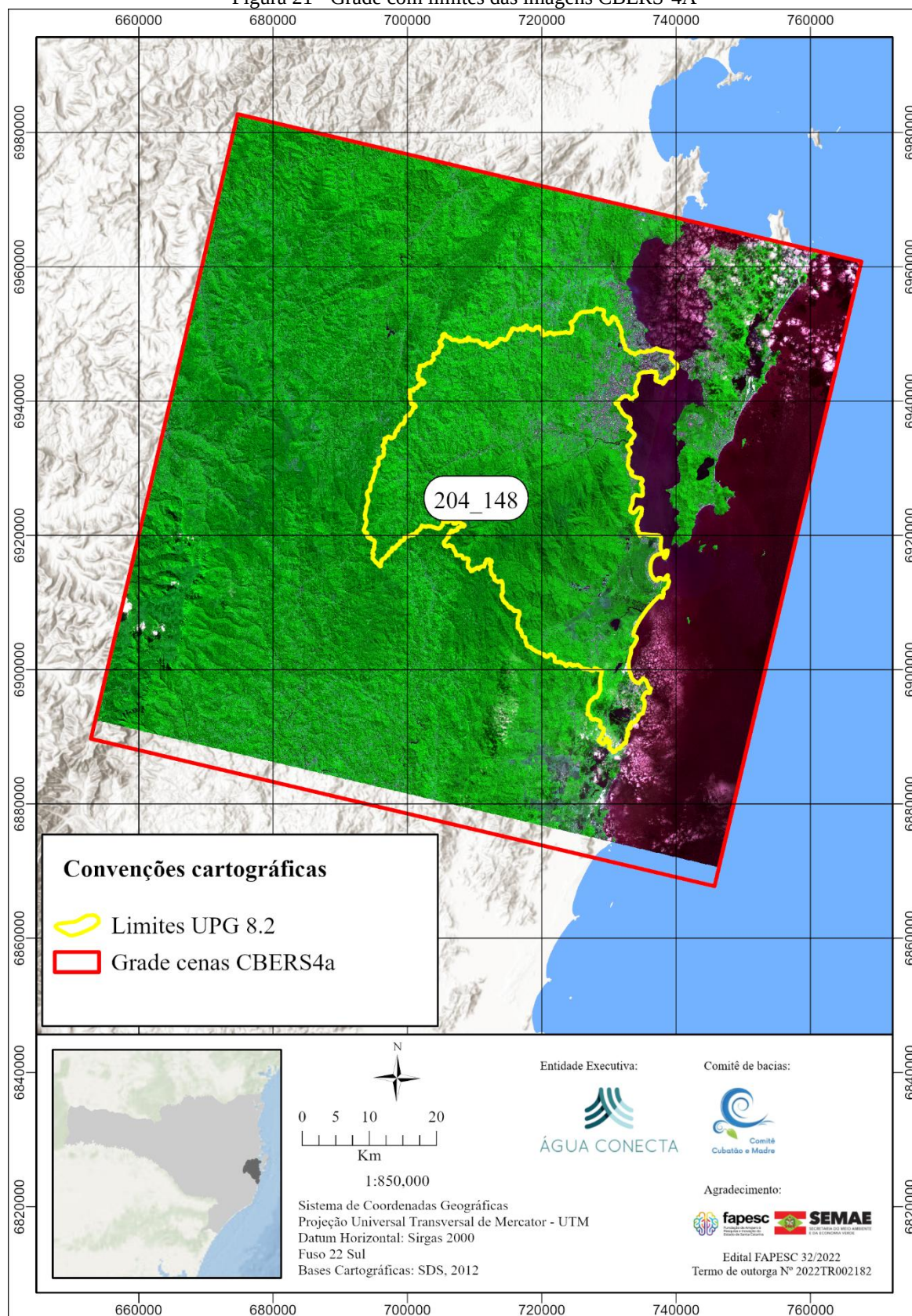
Foi selecionada 1 (uma) imagem ou cena, conforme Quadro 6 e Figura 21.

Quadro 6 - Imagens/cenas do satélite CBER-4ª selecionadas

Nome	Resolução temporal	Cobertura de nuvem
CBERS_4A_WPM_20230412_204_148_L4	12/04/2023	< 5%

Fonte: Adaptado de INPE/CBERS, 2023.

Figura 21 - Grade com limites das imagens CBERS-4A



Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

7.4.2 Índices de apoio à 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 a classe de vegetação natural na 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 proximo

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. Foram adicionados ao empilhamento os resultados de índices que destacaram a resposta espectral de vegetação, o que ajudou no processo de classificação.



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

7.4.4 Blocos de área para classificação

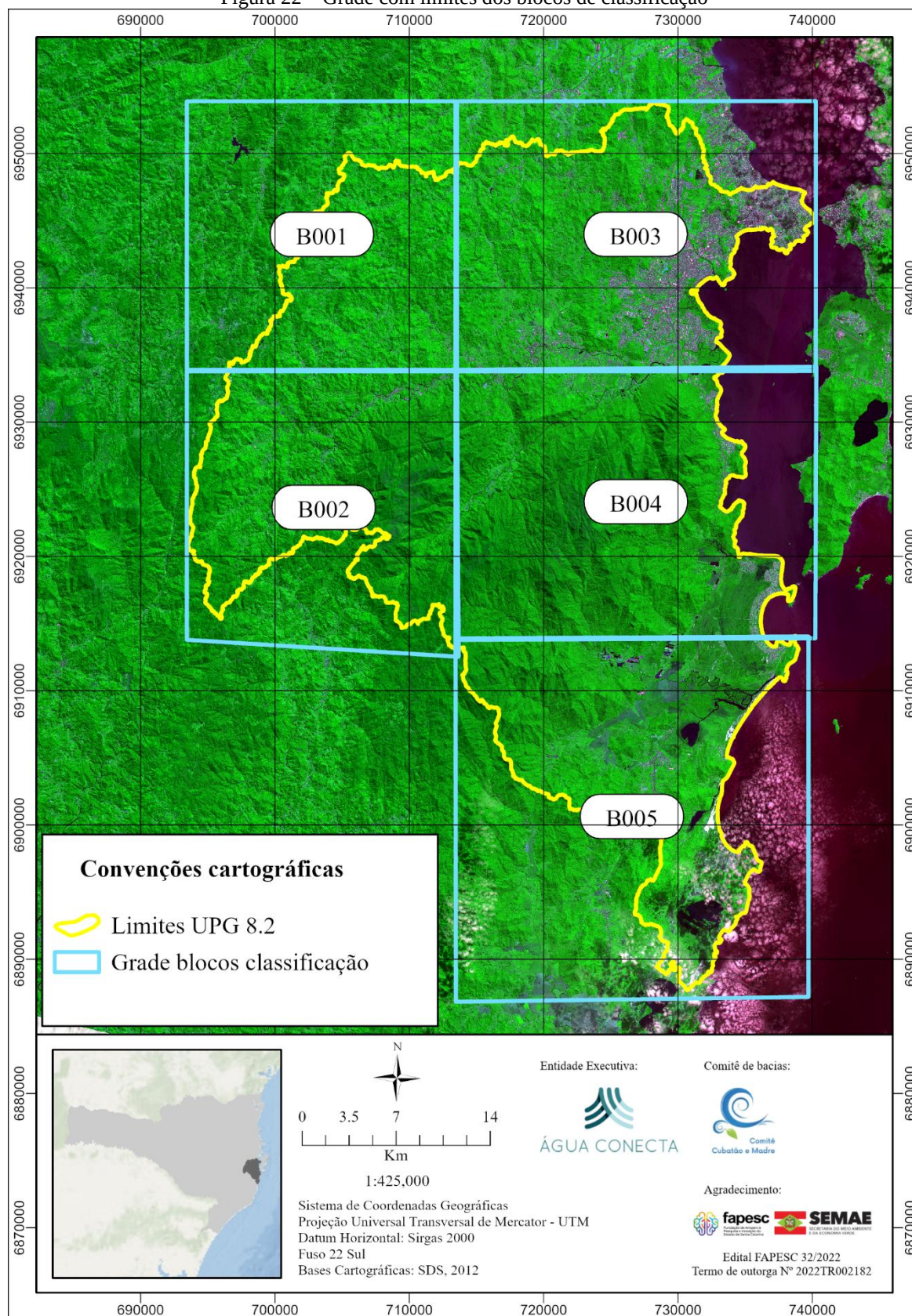
Para otimizar e prover o procedimento de classificação das imagens de satélite de melhor qualidade, a área de interesse foi dividida em blocos para evitar heterogeneidade dentro de uma mesma classe de uso e ocupação da terra. Ao todo, **05 blocos** foram criados e eles sobrepõe uma única cena. O Quadro 7 relaciona os blocos e a respectiva cena sobrepostas. A Figura 22 ilustra a espacialização dos blocos sobre área da UPG 8.2 – Cubatão.

Quadro 7 - Grade com limites dos blocos de classificação

Nome	Resolução temporal
B001	cena 204-148-12/04/2023
B002	cena 204-148-12/04/2023
B003	cena 204-148-12/04/2023
B004	cena 204-148-12/04/2023
B005	cena 204-148-12/04/2023

Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

Figura 22 – Grade com limites dos blocos de classificação



Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

7.4.5 Amostras de classes e modelo de classificação

O Modelo utilizado para classificação da imagem foi o *Random Forest*. Ele 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.



Amostra de treinamento são dados de treino que serão apresentados ao algoritmo para criação do modelo. Estes dados costumam representar cerca de 80% da totalidade dos dados.

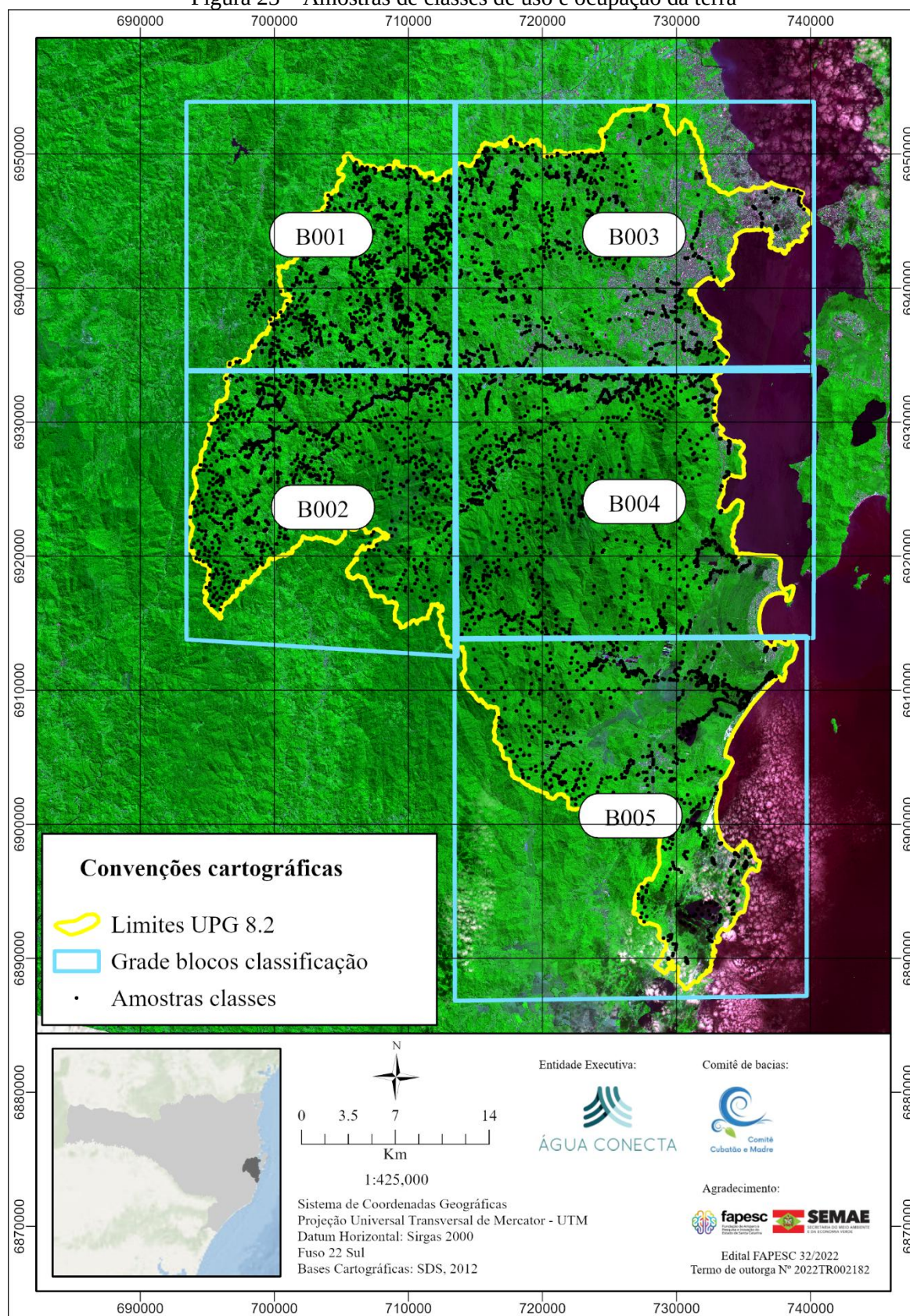
Amostras de validação este conjunto de dados é usado para avaliar o desempenho do modelo de classificação desenvolvido durante o treinamento. Geralmente, ele é separado do conjunto de treinamento. Estes dados costumam representar cerca de 20% da totalidade dos dados.

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: vegetação natural, área degradada, área edificada e água.

O conjunto de amostras foi dividido da seguinte forma: **80% para treinamento** do modelo de classificação e **20% para validação** deste. 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.

A Figura 23 ilustra a espacialização das amostras sobre área da UPG 8.2 – Cubatão.

Figura 23 – 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.

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

Onde:

K = índice de kappa

P0 = taxa de aceitação relativa

Pc = a taxa hipotética de aceitação

Tabela 10 - Qualificação do índice de kappa

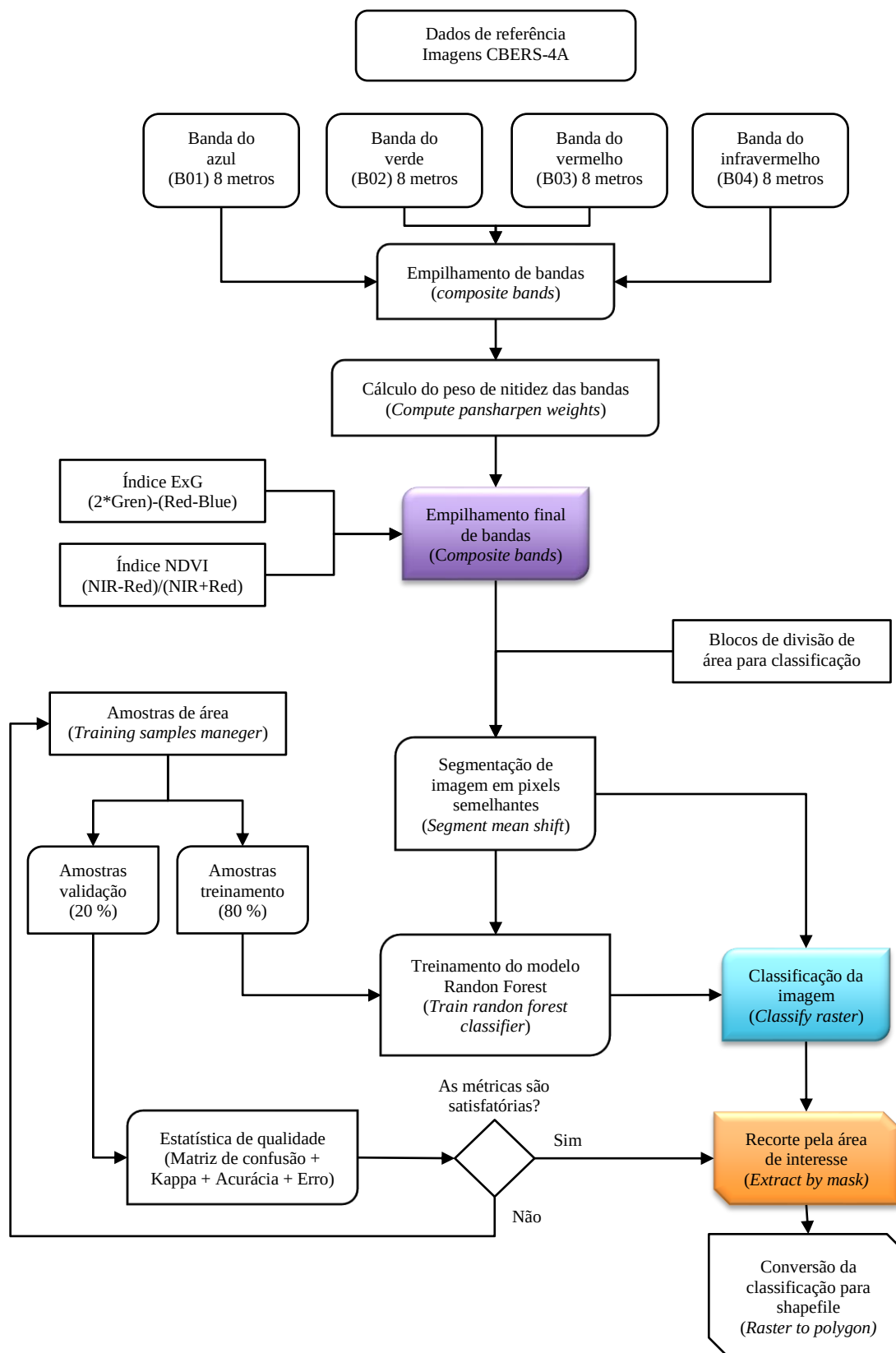
Faixa do índice	Qualify	Qualificação
< 0,00	Poor	Ruim
0,00 – 0,20	Slight	Fraco
0,21 – 0,40	Fair	Razoável
0,40 – 0,60	Moderate	Moderado
0,61 – 0,80	Substantial	Substancial
0,81 – 1,00	Almost Perfect	Quase perfeito

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 em áreas de faixas protetivas de APPs fluviais das feições geográficas do tipo nascente, curso d'água e massa d'água, em ambiente SIG pode ser observado na Figura 24.

Figura 24 – 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 8.2 – CUBATÃO

Os resultados do uso e ocupação da terra das APPs são apresentados por recortes espaciais e tipo de feição geográfica. Os recortes espaciais são: UPG 8.2 – Cubatão, Unidades de Gestão (UG) e limites políticos dos municípios (área contida dentro da UPG 8.2 – Cubatão); 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 8.2 – Cubatão.



A classificação de uso e ocupação da terra é apresentada para as APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão (nascente, curso d'água e massa d'água), de forma **individualizada e combinada**.

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 da UPG 8.2 – Cubatão atingiu ótima qualificação das métricas, 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 8.2 – Cubatão

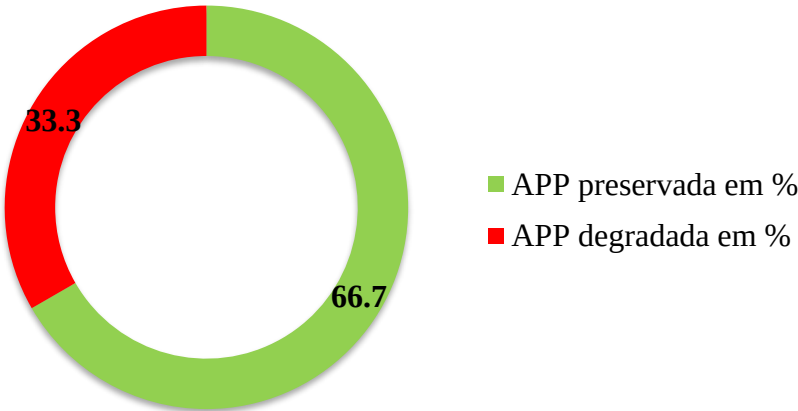
Os resultados da qualificação das APPs fluviais para a área de abrangência da UPG 8.2 – Cubatão podem ser observados numericamente na Tabela 12 e graficamente na Figura 25.

Tabela 12 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão (UPG)						APPs fluviais							
Cód.	Nome					Nascente + Curso d'água + Massa d'água							
		Área	APP fluvial		Densidade de APP	Vegetação natural		Área degradada		Área edificada		Área degradada + Área edificada	
		km ²	km ²	%	Km ² /km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
UPG 8.2	UPG 8.2 Cubatão	1585,5	256,3	16,2	0,16	170,9	66,7	68,1	26,6	17,4	6,8	85,5	33,3

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 25 – Situação das APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão

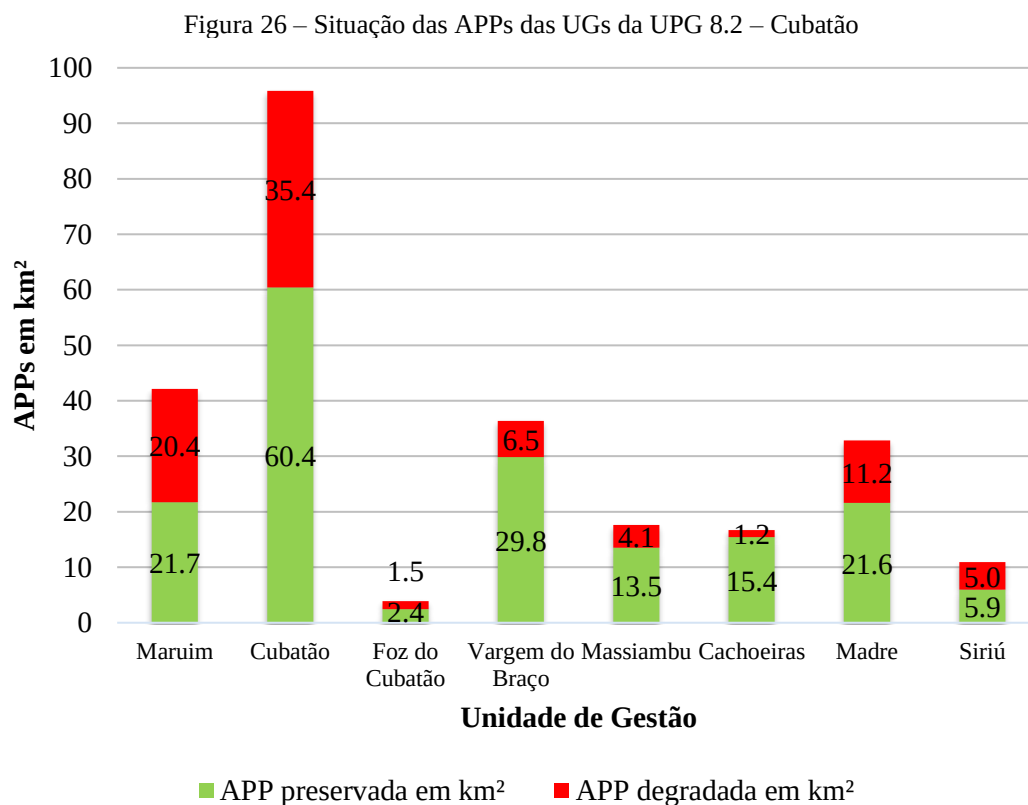


Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os resultados principais indicam que a UPG 8.2 – Cubatão possui 170,9 km² de APPs fluviais ocupadas por **vegetação natural**, que representam a fração de 66,7% do total de APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão. Entretanto, áreas de APPs fluviais ocupadas por diferentes usos da terra, classificadas como **área degradada**, somam 85,5 km², que representa 33,3 % do total de APPs da UPG 8.2 – Cubatão.

7.5.3 Unidades de gestão (UGs) da UPG 8. 2–Cubatão

Os resultados da qualificação das APPs fluviais para o **recorte espacial UG** podem ser observados nas Figura 26 e Figura 27, na Tabela 13, e por meio de mapas nos APÊNDICES.



Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

Tabela 13 – Dados tabulares do uso da terra em APPs das UGs da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão					Unidades de Gestão										APPs FLUVIAIS									
Cód.	Nome	Área			Cód.	Nome	Área			APP fluvial		Densid. APP	APP fluvial UG/ UPG	Nascente + Curso d'água + Massa d'água										
		km²	Km²	%			Km²	%	Km²	%	Km²/km²			%	Vegetação natural		Área degradada		Área edificada		Área degradada + Área edificada			
															Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%
UPG 8.2	UPG 8.2 Cubatão	1585,5	256,3	16,2	UG-1	Maruim	283,9	17,9	42,2	14,9	0,15	16,5	21,7	51,5	13,7	32,4	6,8	16,0	20,4	48,4				
					UG-2	Cubatão	519,0	32,7	95,8	18,5	0,18	37,4	60,4	63,1	29,8	31,1	5,6	5,9	35,4	37,0				
					UG-3	Foz do Cubatão	17,0	1,1	3,9	23,0	0,23	1,5	2,4	62,4	1,0	24,7	0,5	12,9	1,5	37,6				
					UG-4	Vargem do Braço	206,5	13,0	36,3	17,6	0,18	14,2	29,8	82,2	6,0	16,5	0,6	1,5	6,5	18,0				
					UG-5	Massiambu	139,5	8,8	17,7	12,7	0,13	6,9	13,5	76,4	2,8	15,9	1,3	7,4	4,1	23,3				
					UG-6	Cachoeiras	96,7	6,1	16,7	17,3	0,17	6,5	15,4	92,5	1,2	7,0	0,1	0,4	1,2	7,4				
					UG-7	Madre	239,5	15,1	32,8	13,7	0,14	12,8	21,6	65,8	10,1	30,6	1,2	3,6	11,2	34,2				
					UG-8	Siriú	84,3	5,3	10,9	12,9	0,13	4,3	5,9	54,5	3,6	33,2	1,4	12,5	5,0	45,7				

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

A **UG 6 – Cachoeiras** com 16,7 km² de APPs fluviais, representa a fração de 6,5% das APPs da UPG 8.2 - Cubatão, e possui 92,5 % de suas APPs fluviais ocupadas por vegetação natural e apenas 7,4% por área degradada + edificada. Esta é a UG com o melhor índice de preservação de APPs fluviais. Dentre as UGs, a Cachoeiras é a que possui menor área edificada nas APPs, atingindo 0,4%. Esse fato, tem influência da característica do local, com montanhas escarpadas próximas ao litoral, o que dificulta a utilização da terra nas áreas de APP fluviais.

Por outro lado, a **UG 1 – Maruim** representa a fração de 16,5 % das APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão (42,2 km²) e possui 51,5% de suas APPs ocupadas por vegetação natural e 48,4% por área degradada + edificada. Assim, esta é a UG com o pior índice de preservação de APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão, além de possuir a maior área edificada nas APPs fluviais, atingindo 16%. A UG 1 – Maruim é amplamente adensada e urbanizada, o que reflete também na ocupação das APPs fluviais desta unidade de gestão.



A análise da condição das APPs das UGs 2, 3, 4, 6 e 7 deve ser feita de forma integrada. Alterações no uso e ocupação da terra nas APPs das UGs 2 e 4 podem provocar impacto na UG 3, assim como alterações no uso e ocupação da terra nas APPs da UG 6 pode provocar impacto na UG 7.

O Rio Cubatão faz seu trajeto final, até desembocar no Oceano Atlântico, passando pela **UG 3 – Foz do Cubatão**, sendo uma massa d'água que se distribui em área de planície topográfica. A redução de vegetação em APPs nas UGs 2 e 4, à montante, pode intensificar o fluxo de sedimentos e acelerar o processo de assoreamento de canais.

As UGs **1 – Maruim**, **5 – Massiambu** e **8 – Siriú** não possuem conexão com UGs a montante ou jusante, portanto, podem ser avaliadas de forma individual. A **UG 5 – Massiambu** com 17,7 km² de APPs fluviais, representa a fração de 6,9 % das APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão, onde 76,4% de suas APPs estão ocupadas por vegetação natural e 23,3 % por área degradada + edificada.

A UG localizada mais ao Sul da UPG 8.2 Cubatão é a **UG 8 – Siriú** com 10,9 km² de APPs fluviais. Esta representa a fração de 4,3 % das APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão, sendo que das suas APPs fluviais, 54,5% estão ocupadas por vegetação natural e 45,7 % por

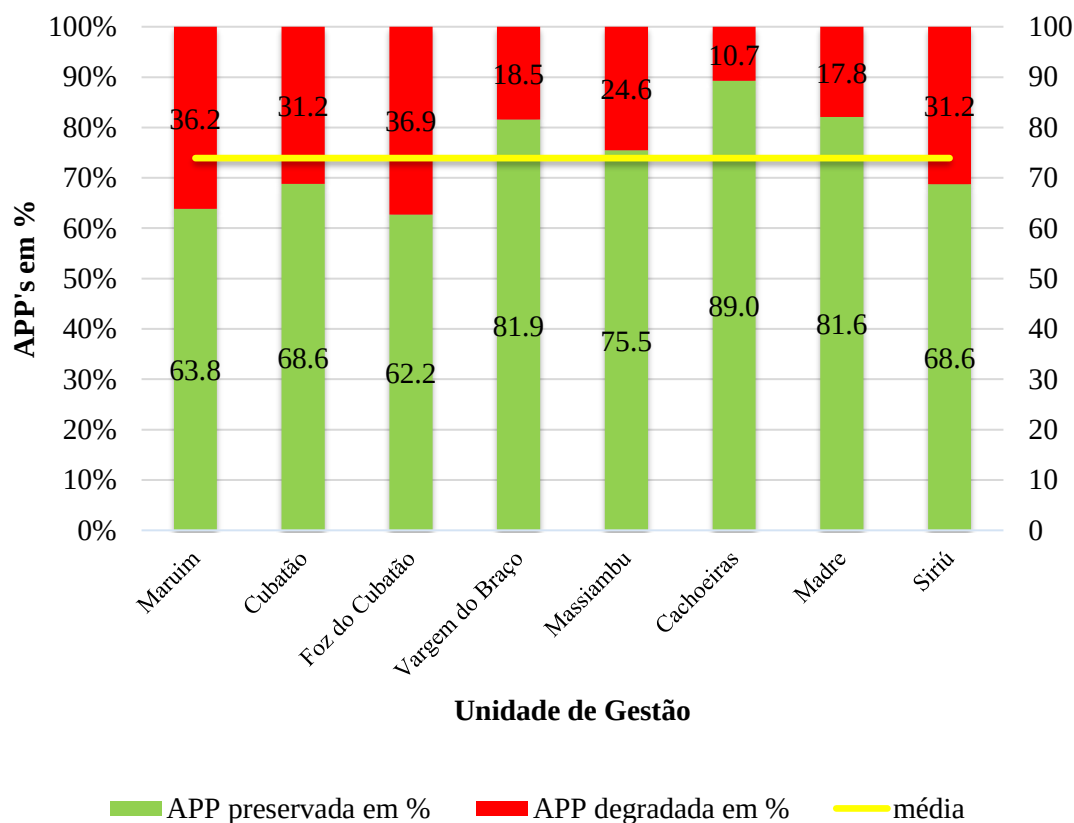
área degradada + edificada.

As UGs 1, 3, 5, 7 e 8 estão localizadas na região leste da UPG 8.2 – Cubatão, com maior ocupação urbana, próximo a zona costeira. Há fatores culturais e físicos como a condição topográfica favorável ao uso e ocupação da terra, o que gera um desafio para a preservação das APPs.

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 na Tabela 14 e na Figura 27.

Figura 27 – Situação das APPs de nascentes das UGs da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Tabela 14 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de nascentes das UGs da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão				Unidades de Gestão							APPs FLUVIAIS									
Cód.	Nome	Área		Cód.	Nome	Área		APP fluvial	Densid. APP fluvial	APP fluvial UG/ UPG	Nascente									
		km²	Km² %			Km²	%				Km²/Km²	%	Vegetação natural		Área degradada		Área edificada		Área degradada + Área edificada	
													Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%
UPG 8.2	UPG 8.2 Cubatão	1585,52	56,3 16,2	UG-1	Maruim	283,9	17,9	42,2	14,9	0,15	16,5	2,7	63,8	1,1	26,7	0,4	9,5	1,5	36,2	
				UG-2	Cubatão	519,0	32,7	95,8	18,5	0,18	37,4	6,5	68,6	2,6	27,3	0,4	3,9	3,0	31,2	
				UG-3	Foz do Cubatão	17,0	1,1	3,9	23,0	0,23	1,5	0,1	62,2	0,0	25,4	0,0	11,5	0,1	36,9	
				UG-4	Vargem do Braço	206,5	13,0	36,3	17,6	0,18	14,2	2,5	81,9	0,5	17,3	0,0	1,2	0,6	18,5	
				UG-5	Massiambu	139,5	8,8	17,7	12,7	0,13	6,9	1,0	75,5	0,2	18,9	0,1	5,6	0,3	24,6	
				UG-6	Cachoeiras	96,7	6,1	16,7	17,3	0,17	6,5	1,3	89,0	0,2	10,7	0,0	0,0	0,2	10,7	
				UG-7	Madre	239,5	15,1	32,8	13,7	0,14	12,8	1,8	81,6	0,4	15,5	0,1	2,3	0,4	17,8	
				UG-8	Siriú	84,3	5,3	10,9	12,9	0,13	4,3	0,6	68,6	0,2	19,8	0,1	11,4	0,3	31,2	

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

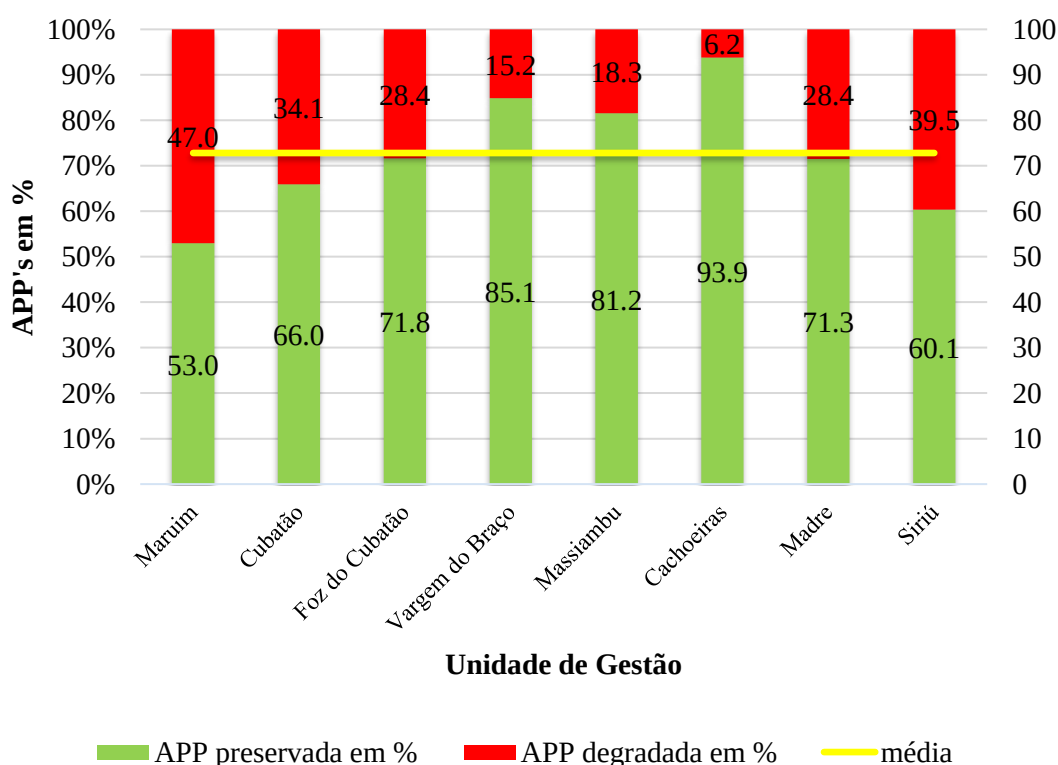
As **UG 1 – Maruim**, **UG 2 – Cubatão**, **UG 3 – Foz do Cubatão** e **UG 8 – Siriú**, apresentaram frações de preservação de APPs de nascente abaixo da média (74%). As **UGs 4 – Vargem do Braço**, **5 – Massiambu**, **6 – Cachoeiras** localizadas na região Central da UPG 8.2 – Cubatão, assim como a **UG 7- Madre**, apresentaram frações acima da média para as UGs.

Todas as UGs devem manter estas áreas de nascentes protegidas em sua totalidade. A partir da análise do recorte espacial de UGs, as APPs de nascentes tornam-se ainda mais relevantes por fornecerem água para os córregos e rios que abastecem as cidades, além de serem essenciais para a manutenção do ecossistema aquático. Para que as nascentes continuem exercendo sua função, é necessário mantê-las preservadas, com pelo menos a área prevista pela legislação.

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 Figura 28 e na Tabela 15.

Figura 28 – Situação das APPs de cursos d'água das UGs da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Tabela 15 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de cursos d’água das UGs da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão		Unidades de Gestão								APPs fluviais									
Cód.	Nome	Área		Cód.	Nome	Área		Densid. APPs	APP fluvial UG/ UPG	Curso d'água									
		km²	Km² %			Km²	%			Km²	%	Vegetação natural		Área degradada		Área edificada		Área degradada + Área edificada	
												Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%
UPG 8.2	UPG 8.2 Cubatão	1585,5	256,3 16,2	UG-1	Maruim	283,9	17,9	42,2	14,9	0,15	16,5	14,0	53,0	8,9	33,8	3,5	13,3	12,4	47,0
				UG-2	Cubatão	519,0	32,7	95,8	18,5	0,18	37,4	47,5	66,0	21,4	29,8	3,1	4,3	24,5	34,1
				UG-3	Foz do Cubatão	17,0	1,1	3,9	23,0	0,23	1,5	1,1	71,8	0,3	20,6	0,1	7,8	0,5	28,4
				UG-4	Vargem do Braço	206,5	13,0	36,3	17,6	0,18	14,2	22,4	85,1	3,7	14,1	0,3	1,1	4,0	15,2
				UG-5	Massiambu	139,5	8,8	17,7	12,7	0,13	6,9	9,7	81,2	1,5	12,6	0,7	5,7	2,2	18,3
				UG-6	Cachoeiras	96,7	6,1	16,7	17,3	0,17	6,5	13,0	93,9	0,8	5,9	0,0	0,3	0,9	6,2
				UG-7	Madre	239,5	15,1	32,8	13,7	0,14	12,8	15,7	71,3	5,7	26,0	0,5	2,5	6,2	28,4
				UG-8	Siriú	84,3	5,3	10,9	12,9	0,13	4,3	3,7	60,1	1,8	29,0	0,6	10,5	2,4	39,5

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

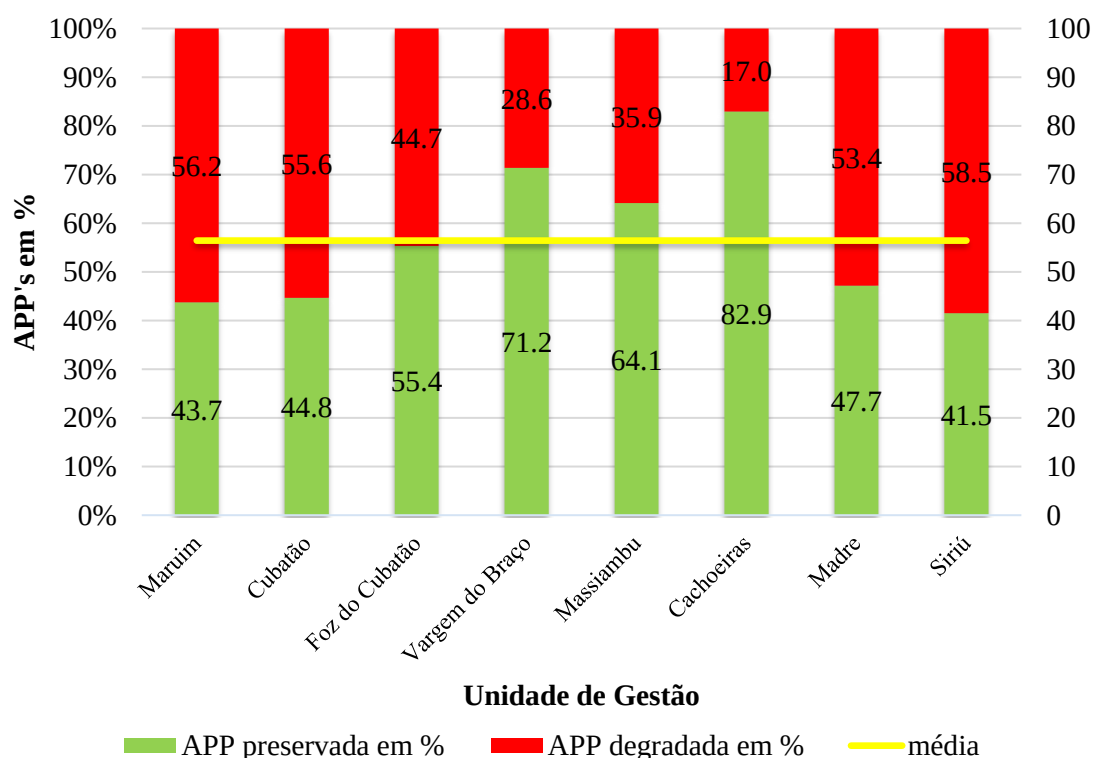
As **UGs 1 – Maruim**, **UG 2 – Cubatão**, **UG 3 – Foz do Cubatão**, **UG 7 – Madre** e **UG 8 -Siriú** apresentaram frações de preservação de APPs de cursos d'água abaixo da média (73%). A **UG-1 Maruim** é a que possui maior porcentagem de área edificada (13,3%), que correspondem a 3,5 km². A mesma UG também apresentou a maior área com APP degradada de curso d'água, com 8,9 km² (33,8%).

Em contrapartida, percebe-se que as APPs dos cursos d'água da **UG - 6 Cachoeiras** e **UG - 4 Vargem do Braço** são as que possuem menor percentual de área edificada, com 0,3% e 1,1%, respectivamente.

7.5.3.3 Massa d'água nas Unidades de Gestão

Os resultados da qualificação das APPs para o **recorte espacial UG e feição geográfica massa d'água** podem ser observados na Figura 29 e na Tabela 16.

Figura 29 – Situação das APPs de massas d'água das UGs da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

Tabela 16 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de massas d'água das UGs da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão					Unidades de Gestão						APPs fluviais									
											Massa d'água									
Cód.	Nome	Área	APP fluvial		Cód.	Nome	Área	APP fluvial		Densid. APPs	APP fluvial UG/ UPG	Vegetação natural		Área degradada		Área edificada		Área degradada + Área edificada		
		km²	Km²	%			Km²	%	Km²/Km²			%	Km²	%	Km²	%	Km²		%	
UPG 8.2	UPG 8.2 Cubatão	1585,5	256,3	16,2	UG-1	Maruim	283,9	17,9	42,2	14,9	0,15	16,5	5,1	43,7	3,7	31,5	2,9	24,7	6,5	56,2
					UG-2	Cubatão	519,0	32,7	95,8	18,5	0,18	37,4	6,4	44,8	5,8	40,4	2,2	15,1	8,0	55,6
					UG-3	Foz do Cubatão	17,0	1,1	3,9	23,0	0,23	1,5	1,2	55,4	0,6	27,8	0,4	17,0	1,0	44,7
					UG-4	Vargem do Braço	206,5	13,0	36,3	17,6	0,18	14,2	4,9	71,2	1,8	25,3	0,2	3,3	2,0	28,6
					UG-5	Massiambu	139,5	8,8	17,7	12,7	0,13	6,9	2,9	64,1	1,1	23,5	0,6	12,4	1,6	35,9
					UG-6	Cachoeiras	96,7	6,1	16,7	17,3	0,17	6,5	1,1	82,9	0,2	14,5	0,0	2,5	0,2	17,0
					UG-7	Madre	239,5	15,1	32,8	13,7	0,14	12,8	4,1	47,7	4,0	46,6	0,6	6,9	4,6	53,4
					UG-8	Siriú	84,3	5,3	10,9	12,9	0,13	4,3	1,6	41,5	1,7	42,6	0,6	15,9	2,3	58,5

Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

A UG com maior área degradada + edificada em suas APPs de massa d'água é a **UG 8 – Siriú**, com (58,5%).

A média de preservação de APPs de massas d'água foi de apenas 57%. Essas massas d'água ocorrem preferencialmente nas áreas de planície, onde também há condição topográfica e fatores históricos favoráveis ao desenvolvimento de atividades econômicas diversas.

7.5.4 Municípios da UPG 8.2 – Cubatão

Os resultados da qualificação das APPs fluviais para o **recorte espacial limites políticos**, podem ser observados na Tabela 17 e na Figura 30. Cabe salientar que a área considerada para os municípios, neste estudo, é a área contida na UPG 8.2 – Cubatão.

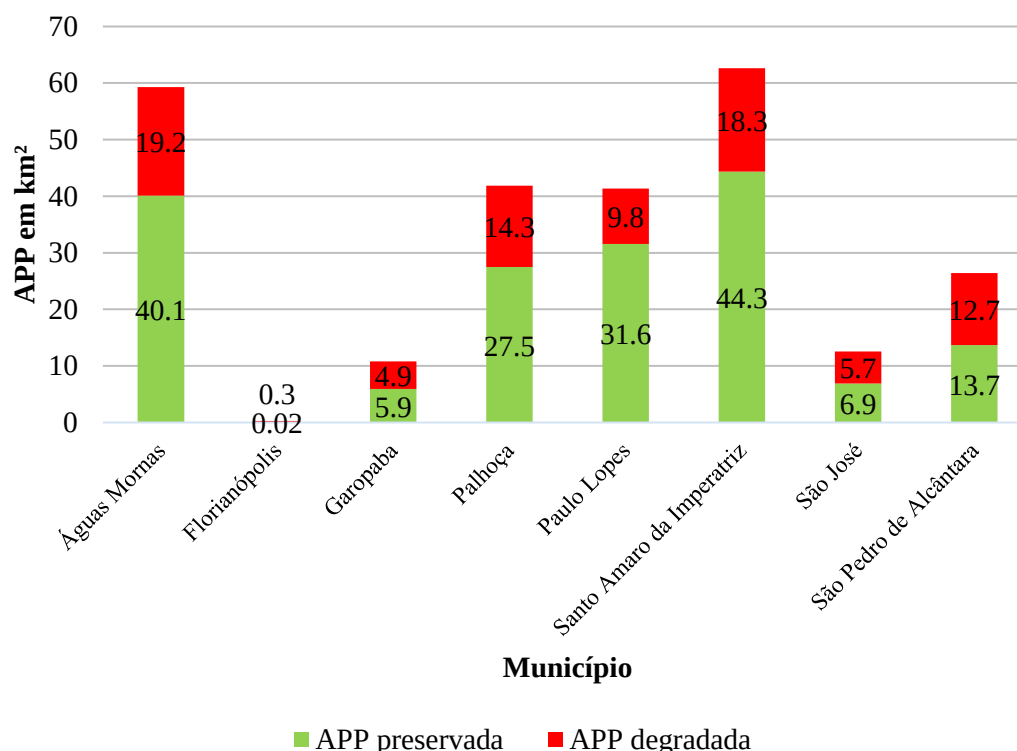
Tabela 17 – Dados tabulares do uso da terra em APPs fluviais dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão					Limites Políticos*							APPs fluviais									
Código	Nome	Área APP fluvial			Nome	Área		Área inserida na UPG		APPs fluviais		Densid. APPs	APP Munic./ UPG	Nascente + Curso d'água + Massa d'água							
		km²	Km²	%		Km²	Km²	%	Km²	%	Km²/Km²	%	Vegetação natural		Área degradada		Área edificada		Área degradada + Área edificada		
													Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%	
UPG 8.2	UPG 8.2 – Cubatão	1585,5	256,3	16,2	Águas Mornas	323,1	323,1	20,6	59,3	18,3	0,18	23,3	40,1	67,7	16,6	28,1	2,6	4,3	19,2	32,4	
					Florianópolis	437,6	11,7	0,7	0,3	2,6	0,03	0,1	0,02	7,7	0,1	20,5	0,2	71,5	0,3	92,0	
					Garopaba	114,7	80,7	5,1	10,8	13,4	0,13	4,2	5,9	54,7	3,6	33,4	1,3	11,8	4,9	45,2	
					Palhoça	325,9	325,9	20,8	41,5	12,7	0,13	16,3	27,5	66,3	9,4	22,7	4,9	11,9	14,3	34,6	
					Paulo Lopes	449,2	249,8	15,9	41,2	16,5	0,16	16,2	31,6	76,7	8,9	21,5	0,9	2,2	9,8	23,7	
					Santo Amaro da Imperatriz	344,2	344,2	21,9	62,6	18,2	0,18	24,6	44,3	70,8	15,2	24,2	3,1	5,0	18,3	29,2	
					São José	96,8	96,8	6,2	12,6	13,0	0,13	4,9	6,9	54,7	3,5	27,7	2,2	17,3	5,7	45,0	
					São Pedro de Alcântara	138,0	138,0	8,8	26,4	19,1	0,19	10,4	13,7	51,8	10,9	41,3	1,8	7,0	12,7	48,2	

*Os cálculos apresentados são referentes a parcela de cada município contido na área da UPG 8.2 – Cubatão.

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 30 – Situação das APPs dos municípios da UPG 8.2



Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

O município de **Paulo Lopes**, com 41,2 km² de APPs, que representa 16,5 % das APPs da UPG 8.2 – Cubatão, possui 76,7% de suas APPs ocupadas por vegetação natural, e 23,7% por área degradada + edificada, sendo o município com o melhor índice de preservação de APPs fluviais. Não obstante, o município de **Florianópolis**, parcialmente inserido na UPG 8.2 – Cubatão, com 0,3 km² de APPs fluviais, representa a fração de 0,1 % das APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão. Quando se analisa o % de APPs com relação à área inserida na UPG, Florianópolis possui 7,7 % de vegetação natural e 92 % por área degradada + edificada. Este alto indicador deve-se ao pequeno quantitativo de área (0,7%) dentro da UPG. Assim é o município com o pior índice de preservação de APPs. Por outro lado, quando se analisa a maior área degradada, os municípios de **Águas Mornas** e **Santo Amaro da Imperatriz** destacam-se com as maiores porções, 19,2km² e 18,3km² respectivamente, o que representam 32,4% e 29,2% das APPs fluviais destes territórios.

Em relação ao município totalmente inserido, o pior índice de preservação de APPs foi para o município de **São Pedro de Alcântara**, com 26,4 km² de APPs fluviais, que representa a fração de 10,5 % das APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão. Este município

possui 51,8 % de suas APPs fluviais ocupadas por vegetação natural e 48,2 % por área degradada + edificada.

7.5.4.1 Nascente nos municípios

Os resultados da qualificação das APPs para o **recorte espacial limites políticos**, e tipo de **feição geográfica tipo nascente**, podem ser observados na Tabela 18 e na Figura 31. Ressalta-se que os resultados são referentes a área do município que pertence à UPG 8.2 – Cubatão.

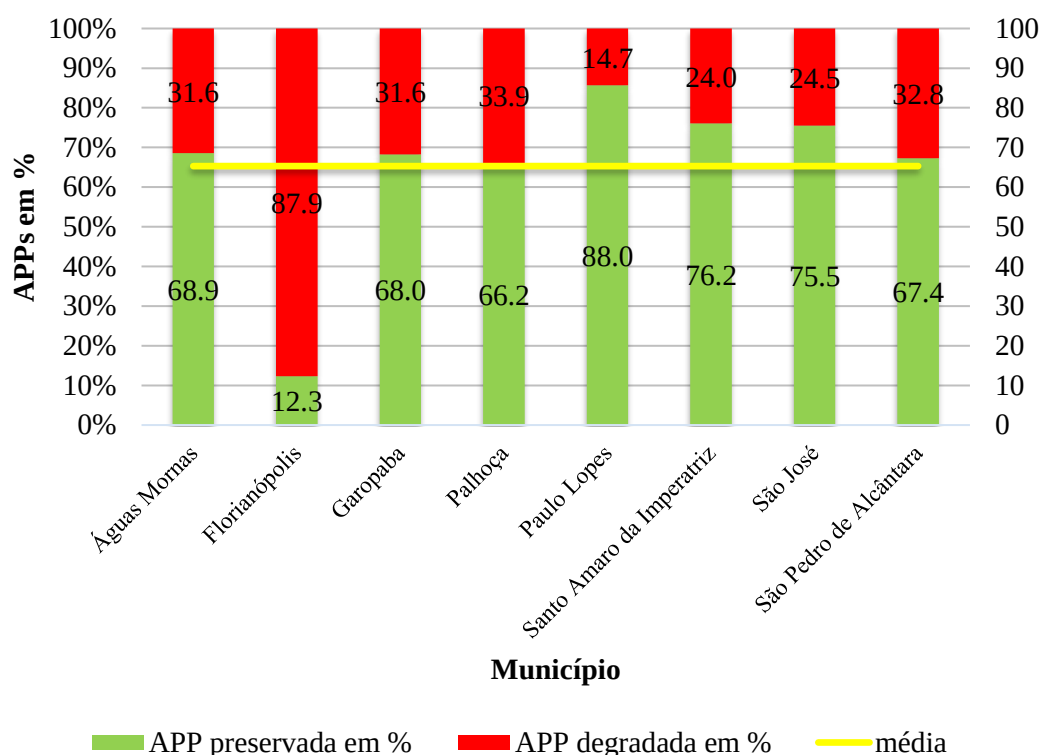
Tabela 18 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de nascentes dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão		Limites Políticos*										APPs fluviais								
Código	Nome	Área APP fluvial			Nome	Área	Área inserida na UPG	APPs fluviais		Densidad e de APPs	APP Municípi o/ UPG	Nascente								
		km²	Km²	%				Vegetação natural	Área degradada			Área edificada		Área degradada + Área edificada						
									Km²			%	Km²	%	Km²	%	Km²	%		
UPG 8.2	UPG 8.2 – Cubatão	1585,5	256,3	16,2	Águas Mornas	323,1	323,1	20,6	59,3	18,3	0,18	23,3	4,1	68,9	1,7	28,3	0,2	3,3	1,9	31,6
					Florianópolis	437,6	11,7	0,7	0,3	2,6	0,03	0,1	0,003	12,3	0,009	39,5	0,01	48,4	0,02	87,9
					Garopaba	114,7	80,7	5,1	10,8	13,4	0,13	4,2	0,6	68,0	0,2	20,1	0,1	11,5	0,3	31,6
					Palhoça	325,9	325,9	20,8	41,5	12,7	0,13	16,3	1,9	66,2	0,7	22,6	0,3	11,3	1,0	33,9
					Paulo Lopes	449,2	249,8	15,9	41,2	16,5	0,16	16,2	2,9	88,0	0,5	13,5	0,0	1,2	0,5	14,7
					Santo Amaro da Imperatriz	344,2	344,2	21,9	62,6	18,2	0,18	24,6	4,1	76,2	1,1	20,4	0,2	3,6	1,3	24,0
					São José	96,8	96,8	6,2	12,6	13,0	0,13	4,9	0,8	75,5	0,2	16,3	0,1	8,2	0,2	24,5
					São Pedro de Alcântara	138,0	138,0	8,8	26,4	19,1	0,19	10,4	2,1	67,4	0,9	30,1	0,1	2,7	1,0	32,8

*Os cálculos apresentados são referentes a parcela de cada município contido na área da UPG 8.2 – Cubatão.

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 31 – Situação das APPs de nascentes dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

O município de **Florianópolis**, área continental, possui seu índice de APPs de nascentes preservadas muito abaixo da média dos municípios, que é 65,3%. Por outro lado, o município que se destacou com maior APP de nascentes preservada foi **Paulo Lopes** (88%).

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 as áreas de jusante. A preservação das APPs de nascentes é fundamental para a manutenção dos recursos hídricos.

7.5.4.2 Curso d'água nos municípios

Os resultados da qualificação das APPs 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 32. Salienta-se que as áreas consideradas dos municípios são aquelas contidas na UPG 8.2 – Cubatão.

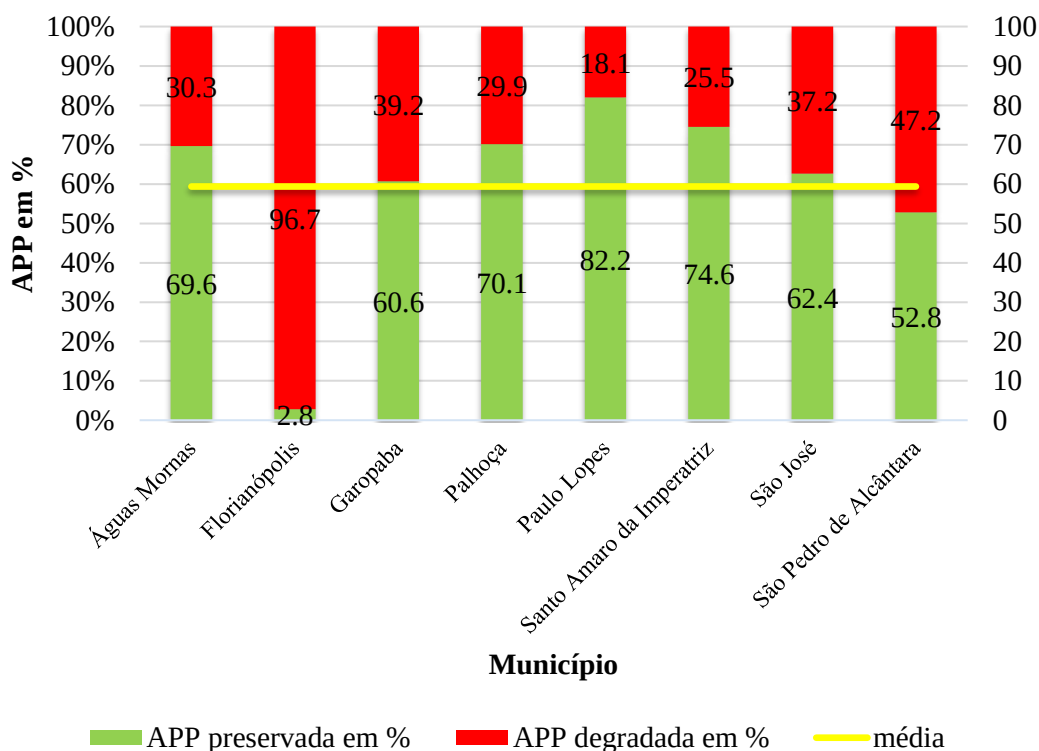
Tabela 19 – Dados tabulares do uso da terra em APPs de curso d'água dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão		Limites Políticos*										APPs fluviais									
												Curso d'água									
Código	Nome	Área	APP fluvial			Nome	Área	Área inserida na UPG		APPs fluviais		Densid. APP fluvial	APP Munic./ UPG	Vegetação natural		Área degradada		Área edificada		Área degradada + Área edificada	
		km²	Km²	%	Km²		Km²	%	Km²	%	Km²/Km²			%	Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²
UPG 8.2	UPG 8.2 Cubatão	1585,5	256,3	16,2	Águas Mornas	323,1	323,1	20,6	59,3	18,3	0,18	23,3	32,6	69,6	12,7	27,1	1,5	3,2	14,2	30,3	
					Florianópolis	437,6	11,7	0,7	0,3	2,6	0,03	0,1	0,0	2,8	0,0	15,4	0,1	81,3	0,1	96,7	
					Garopaba	114,7	80,7	5,1	10,8	13,4	0,13	4,2	3,7	60,6	1,8	29,0	0,6	10,2	2,4	39,2	
					Palhoça	325,9	325,9	20,8	41,5	12,7	0,13	16,3	18,1	70,1	5,3	20,6	2,4	9,3	7,7	29,9	
					Paulo Lopes	449,2	249,8	15,9	41,2	16,5	0,16	16,2	24,4	82,2	4,9	16,5	0,5	1,6	5,4	18,1	
					Santo Amaro da Imperatriz	344,2	344,2	21,9	62,6	18,2	0,18	24,6	33,0	74,6	9,6	21,7	1,7	3,8	11,3	25,5	
					São José	96,8	96,8	6,2	12,6	13,0	0,13	4,9	4,7	62,4	1,9	25,3	0,9	11,9	2,8	37,2	
					São Pedro de Alcântara	138,0	138,0	8,8	26,4	19,1	0,19	10,4	10,1	52,8	7,9	41,2	1,2	6,0	9,1	47,2	

*Os cálculos apresentados são referentes a parcela de cada município contido na área da UPG 8.2 – Cubatão.

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 32 – Situação das APPs de cursos d'água dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Florianópolis (continente) novamente apareceu com baixa preservação de suas APPs fluviais, neste caso, dos cursos d'água, apenas 2,8% preservado. Destaca-se ainda que a maior parte, 81,3%, é de área edificada. **São Pedro de Alcântara** aparece na sequência com 47,2% de degradação, mas com apenas 6% de área edificada contra 41,2% de áreas degradadas por pastagem, agricultura, entre outros. Em compensação, **Paulo Lopes**, assim como nas APPs de nascentes, possui a maior parcela das APPs preservadas da feição curso de água, apresentando 82,2 %.

A quantidade de APPs de feições geográficas do tipo curso d'água é muito superior a quantidade de APPs de nascente e massa d'água. Assim, esforços mais significativos precisam acontecer para produzir impactos positivos sobre estas áreas, em termos de uso e ocupação da terra.

7.5.4.3 Massa d'água nos municípios

Os resultados da qualificação das APPs para o **recorte espacial limites políticos**,

e tipo de **feição geográfica tipo massa d'água**, podem ser observados na Tabela 20 e na Figura 33. Salienta-se que se contabilizou apenas as áreas dos municípios presentes na UPG 8.2 – Cubatão.

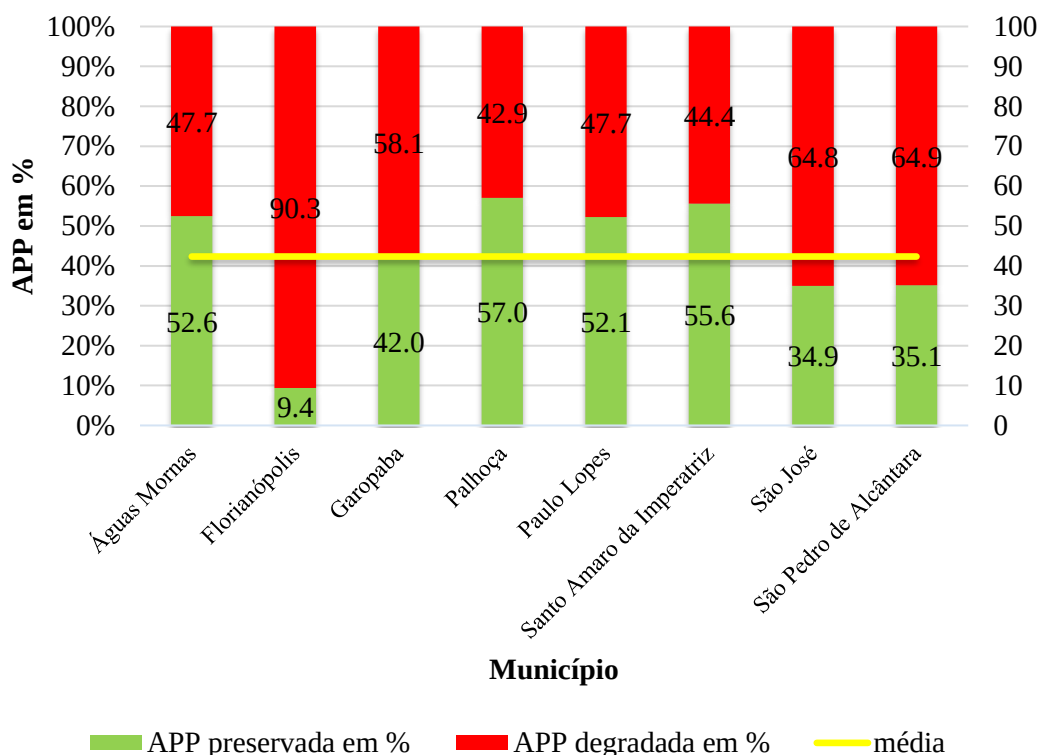
Tabela 20 - Dados tabulares do uso da terra em APPs de massa d'água dos municípios da UPG 8.2 – Cubatão

Unidade de Planejamento e Gestão			Limites Políticos*								APPs fluviais Massa d'água									
Código	Nome	Área		APP	Nome	Área	Área inserida na UPG		APPs fluviais		Densid. APP fluvial	APP Munic./ UPG	Vegetação natural		Área degradada		Área edificada		Área degradada + Área edificada	
		km²	Km²			%	Km²	Km²	%	Km²	%	Km²/Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²	%	Km²
UPG 8.2	UPG 8.2 Cubatão	1585,5	256,3	16,2	Águas Mornas	323,1	323,1	20,6	59,3	18,3	0,18	23,3	3,4	52,6	2,3	34,5	0,9	13,2	3,1	47,7
					Florianópolis	437,6	11,7	0,7	0,3	2,6	0,03	0,1	0,0	9,4	0,0	20,5	0,1	69,8	0,2	90,3
					Garopaba	114,7	80,7	5,1	10,8	13,4	0,13	4,2	1,6	42,0	1,7	43,6	0,6	14,4	2,2	58,1
					Palhoça	325,9	325,9	20,8	41,5	12,7	0,13	16,3	7,5	57,0	3,5	26,2	2,2	16,7	5,7	42,9
					Paulo Lopes	449,2	249,8	15,9	41,2	16,5	0,16	16,2	4,3	52,1	3,5	42,7	0,4	5,0	3,9	47,7
					Santo Amaro da Imperatriz	344,2	344,2	21,9	62,6	18,2	0,18	24,6	7,2	55,6	4,5	34,6	1,3	9,8	5,7	44,4
					São José	96,8	96,8	6,2	12,6	13,0	0,13	4,9	1,4	34,9	1,4	34,9	1,2	29,9	2,6	64,8
					São Pedro de Alcântara	138,0	138,0	8,8	26,4	19,1	0,19	10,4	1,4	35,1	2,1	50,2	0,6	14,6	2,7	64,9

*Os cálculos apresentados são referentes a parcela de cada município contido na área da UPG 8.2 – Cubatão.

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 33 – Situação das APPs de massas d'água dos municípios da UPG 8.2



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Os municípios de **Florianópolis**, **Garopaba**, **São José** e **São Pedro de Alcântara**, possuem índices de APPs de massa d'água degradadas maiores do que 50%. Ressalta-se que muitas dessas áreas estão edificadas como em São José (29,9%) e Florianópolis (69,8%)

Entre as feições geográficas analisadas, as do tipo massa d'água são as que apresentam maior conflito de usos e ocupações de terra das 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. Neste caso, é relevante considerar quais dessas áreas possuem legislação municipal específica, com redução de áreas de APPs das áreas urbanas consolidadas.

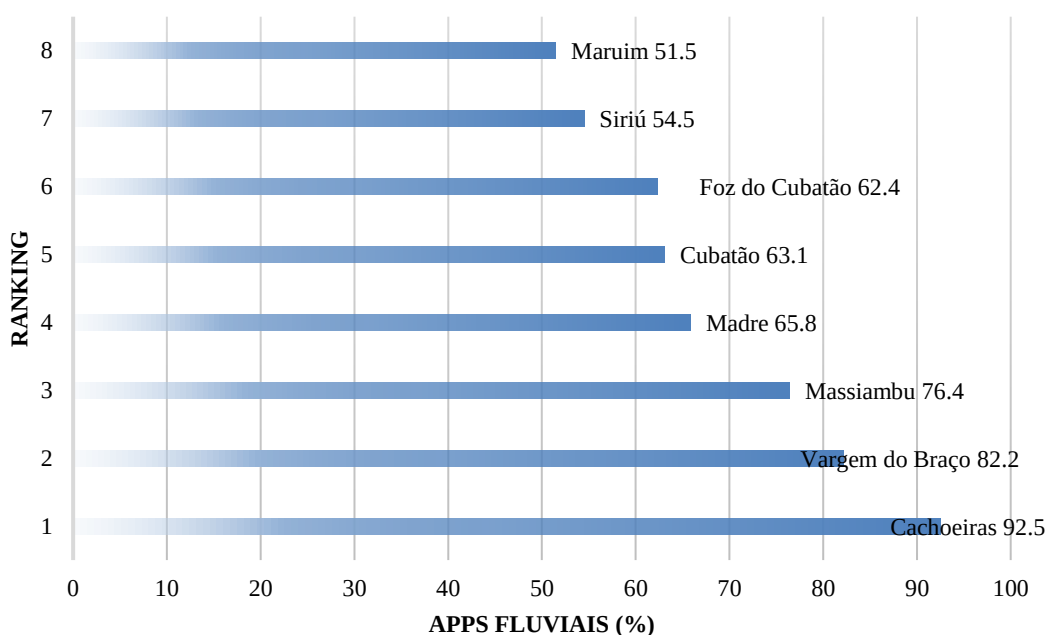
As faixas protetivas maiores são necessárias para o controle dos processos erosivos, redução da entrada de sedimentos e poluentes nos canais, disponibilidade de áreas para a água ocupar em períodos de cheia e/ou inundação, entre outras funções que as APPs fluviais possuem.

7.5.5 Ranking qualitativo das APPs fluviais

O *ranking* qualitativo das APPs fluviais por UG permite avaliar a fração destas áreas ocupadas por vegetação natural, classificadas como preservadas (Figura 34). O **UG-6 Cachoeiras** possui 16,7 km² de APPs fluviais, destas, 92,5% estão ocupadas por vegetação natural. A **UG-2 Cubatão** com a maior área de APP fluvial, 95,8 km², está na quinta posição, com 63,2% de APPs fluviais preservadas.

Em último lugar está a **UG-1 Maruim**, com 42,2 km² de APPs, sendo a fração de 51,5% de APPs fluviais preservadas. A **UG-8 Siriu** com 10,9 km² de APPs fluviais possui quase metade desta área degradada (45,5%).

Figura 34 - Ranking das UGs que mais preservam as APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão

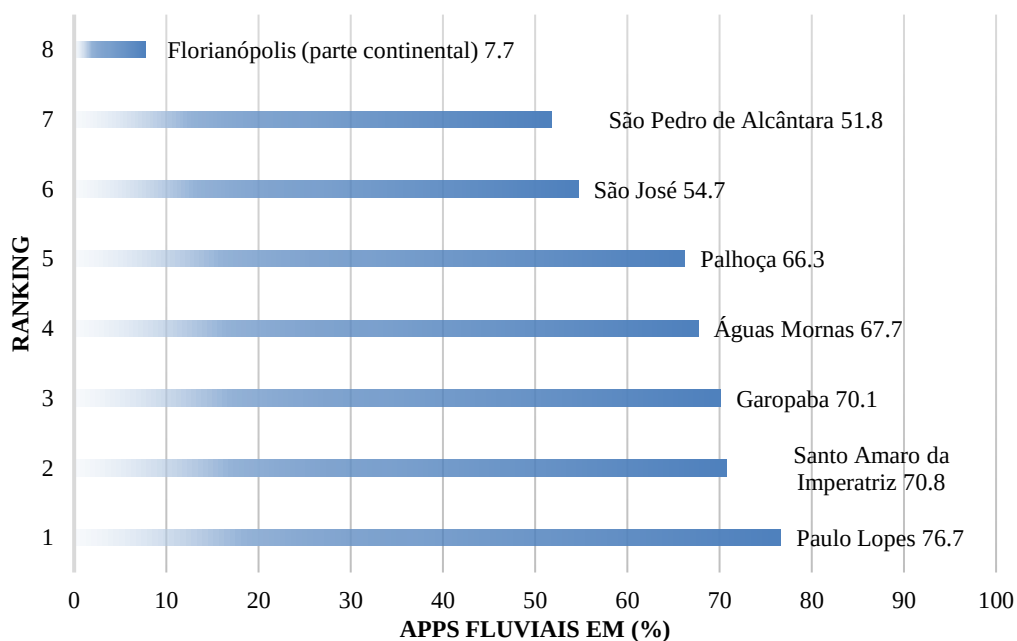


Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

O *ranking* qualitativo das APPs fluviais por município permite avaliar a fração destas ocupadas por vegetação natural, classificadas como preservadas (Figura 35). O município de **Paulo Lopes** possui 41,2 km² de APPs fluviais, estas possuem 76,7% ocupadas por vegetação natural. O Município de **Santo Amaro da Imperatriz** com a maior área de APP fluvial, 62,6 km², está na segunda posição, com 70,8% de APPs fluviais preservadas.

Em último lugar está o município de **Florianópolis**, com 0,3 km² de APPs, sendo a fração de 7,7% de APPs fluviais preservadas. Vale lembrar que este resultado é influenciado pela área no município de apenas 11 km² contido na UPG 8.2 – Cubatão. São Pedro de Alcântara com 26,4 km² de APPs fluviais possui quase metade desta área degradada (48,2%). São José também apresenta desafios, apesar de possuir 54,7% de APPs fluviais preservadas (vegetação natural), observou-se que o restante das APPs (45,0%) está descaracterizado: 27,7% está degradada e 17,3% possuem edificações.

Figura 35 – Ranking dos municípios que mais preservam as APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Focados na delimitação, quantificação e classificação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) fluviais na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPG) 8.2 – Cubatão, este estudo representa um marco significativo para a gestão ambiental e o planejamento territorial na região.

Ao que se refere à classificação do uso e ocupação da terra nas APPs fluviais observou-se que, enquanto algumas áreas mantêm um alto grau de naturalidade com vegetação nativa preservada, outras sofrem com a pressão antrópica, incluindo atividades agrícolas, urbanização e industrialização. Identificou-se uma cobertura de 66,7% de APPs fluvias, que devem ser mantidas e 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 33,3% das áreas de APPs fluviais estão degradadas pela ocupação humana. Esta informação fornece um panorama das interações entre atividades humanas e ecossistemas fluviais, apontando áreas de pressão intensa.



Os resultados indicam que uma parte das APPs fluviais da UPG 8.2 – Cubatão estão ocupadas por usos da terra que não promovem a manutenção e conservação dos recursos hídricos.

A quantificação das APPs fluviais por Unidade de Gestão (UGs) e municípios proporcionou um entendimento da distribuição espacial destas áreas dentro da UPG 8.2 – Cubatão. Este aspecto é crucial para a alocação eficiente de recursos e esforços de conservação. Além disso, promove uma gestão integrada e colaborativa entre os diferentes municípios e setores envolvidos, fortalecendo a governança ambiental na região. 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. Algumas ações podem ser destacadas, como:

	Promoção de estrutura e procedimento para recuperação de áreas degradadas em APP fluvial, a partir da produção de mudas de espécies nativas como suporte a ação contínua de revegetação de áreas.
	Uso da base de dados de diagnóstico, por entidades gestoras do meio ambiente, para o direcionamento adequado de ações de revegetação.
	Fortalecimento de ações para revegetação de APPs fluviais por meio de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e sua execução.

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 na UPG 8.2 - Cubatão. 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 Cubatão, do Rio da Madre 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

ANDREÁSSIAN, V. 2004. **Water and Forest: from historical controversy to scientific debate**. Journal of Hydrology, Vol. 291, pp. 1-27

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

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. 4.771/1965, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo código florestal**, 1965.

BRASIL. Lei n. 6.938/81, 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 nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989**, 1997.

BRASIL. Lei n. 12.651/2012, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências**, 2012.

BACK, Á. J. **Bacias hidrográficas: classificação e caracterização física (com o programa HydroBacias para cálculos)**. Florianópolis: Epagri, 2014, 162p.

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

COLLISCHON, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais** / Walter Collischonn, Fernando Dornelles. Porto Alegre: 2ª edição revisada e ampliada, Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2015. 336p.

COLLISCHON, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Porto Alegre, Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2015. 336p.

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

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

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.a, 10p.

SANTA CATARINA (2018a). **Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e bacias contíguas - Diagnóstico dos Recursos Hídricos TOMO I**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE). Elaboração: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC). 260p. agosto de 2018.b.

SANTA CATARINA (2018b). **Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e bacias contíguas - Diagnóstico dos Recursos Hídricos TOMO II**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE). Elaboração: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC). 345p. agosto de 2018.c.

SILVA, W. A.; DEUS, L. A. B. A Incerteza no Mapeamento dos Limites Espaciais das Feições Geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, vol. 74, n. 2, 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.14393/rbcv74n2-59979>.

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.

NETO, S. L. **Uma estrutura conceitual para análise e seleção de problemas espaciais em geoprocessamento**. Lages, Revista de Ciências Agroveterinária, v.2, n.1, p.1-29, 2003

10 APÊNDICES

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

[Unidade de Gestão 1 – Maruim](#)

[Unidade de Gestão 2 – Cubatão](#)

[Unidade de Gestão 3 – Foz do Cubatão](#)

[Unidade de Gestão 4 – Vargem do Braço](#)

[Unidade de Gestão 5 – Massiambu](#)

[Unidade de Gestão 6 – Cachoeiras](#)

[Unidade de Gestão 7 – Madre](#)

[Unidade de Gestão 8 – Siriú](#)