

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

FERNANDA MENEGUZZO

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL PARA REDEFINIÇÃO DE ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE CURSOS D'ÁGUA EM ÁREA URBANA
CONSOLIDADA NO MUNICÍPIO DE SÃO MARCOS – RS**

CAXIAS DO SUL

2024

FERNANDA MENEGUZZO

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL PARA REDEFINIÇÃO DE ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE CURSOS D'ÁGUA EM ÁREA URBANA
CONSOLIDADA NO MUNICÍPIO DE SÃO MARCOS – RS**

Trabalho apresentado como requisito
parcial para aprovação na disciplina de
Trabalho de Conclusão de Curso II do
curso de Engenharia Ambiental da
Universidade de Caxias do Sul

Orientador: Prof. Dr. Eng. Ambiental Tiago
Panizzon

CAXIAS DO SUL

2024

FERNANDA MENEGUZZO

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL PARA REDEFINIÇÃO DE ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE CURSOS D'ÁGUA EM ÁREA URBANA
CONSOLIDADA NO MUNICÍPIO DE SÃO MARCOS – RS**

Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Caxias do Sul
Orientador: Prof. Dr. Eng. Ambiental Tiago Panizzon

Aprovada em: __/__/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Tiago Panizzon
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. Juliano Rodrigues Gimenez
Universidade de Caxias do Sul

Prof^a. Me. Geise Macedo dos Santos
Universidade de Caxias do Sul

Dedico aos meus pais, que, sob muito sol, fizeram-me chegar até aqui, na sombra. Em especial, ao meu pai, cuja ausência física é sentida diariamente, mas cujo amor e ensinamentos permanecem comigo, guiando-me sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir chegar até aqui e por me mostrar, a cada dia, a minha capacidade de superar desafios.

Agradeço à minha família, pelo apoio constante e pela compreensão nos momentos em que não pude estar presente. Em especial, ao meu pai, que, mesmo ausente fisicamente, esteve presente em cada palavra deste trabalho.

Ao meu namorado, Micael, agradeço por estar ao meu lado nos anos mais desafiadores da graduação, oferecendo-me carinho, apoio e compreensão.

Aos meus amigos, tanto os de longa data quanto os que fiz durante a graduação, agradeço pelos risos e pelas madrugadas compartilhadas nessa trajetória tão intensa da engenharia. Em especial, à Rochele, por sua parceria ao longo da graduação e pelo auxílio fundamental em cada etapa deste trabalho.

Aos professores, agradeço pela dedicação, compreensão e pelo conhecimento compartilhado ao longo dessa jornada. Em especial, ao meu orientador, Dr. Tiago Panizzon, cujo conhecimento, disciplina e apoio foram essenciais para a realização deste trabalho.

A Eng. Caroline Viganó Rech por compartilhar comigo sua metodologia e a Me. Geise Macedo dos Santos por suas contribuições e auxílio que enriqueceram esse trabalho.

Por fim, mas não menos importante, agradeço especialmente ao meu irmão Matias, por ter sido, ao longo de todos esses anos, meu maior exemplo.

RESUMO

Historicamente, as comunidades se estabeleceram próximas a cursos d'água devido à facilidade de acesso a esse recurso. Essas áreas, porém, são fundamentais para a preservação da qualidade hídrica, além de suscetíveis a inundações e deslizamentos. Desde 1934, no Brasil, as áreas próximas aos cursos d'água têm sua ocupação regulamentada. No entanto, alterações nas faixas de proteção introduzidas pelos diferentes Códigos Florestais, somadas ao avanço da urbanização, tornaram necessária a revisão dessas faixas em áreas urbanas consolidadas. Em 2021, com a promulgação da Lei Federal nº 14.285, foi permitido que os municípios redefiníssem suas faixas de áreas de preservação permanente (APPs) em área urbana consolidada, subsidiados pela elaboração de Diagnóstico Socioambiental (DSA). O presente trabalho teve como objetivo a elaboração do DSA para a redefinição das faixas de APPs dos cursos d'água em área urbana consolidada do município de São Marcos/RS. Para isso, utilizou-se a metodologia multicritérios de Rech (2023), a qual foi desenvolvida em parceria com o Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul. Inicialmente, realizou-se a caracterização socioambiental abrangente do município, abordando aspectos físicos, bióticos, econômicos e sociais por meio de dados oficiais e estudos de campo. Os cursos d'água foram segmentados em 25 trechos, considerando o tipo de curso hídrico (natural, retificado ou tubulado) e o grau de urbanização das APPs associadas. Para cada trecho, foram calculadas duas faixas de APP: uma de caráter mais conservacionista e outra menos restritiva, ambas ajustadas às condições específicas identificadas. Para facilitar sua aplicação, as faixas propostas foram agrupadas em três larguras máximas e três larguras mínimas. A análise das faixas propostas avaliou a vegetação em APP e o número de edificações afetadas. Os resultados indicaram que, ao adotar a faixa mais conservacionista, haveria uma redução de 23,75% na vegetação em APP e 66,67% menos edificações, em comparação com a faixa original de 30 metros. A faixa menos restritiva diminuiria a vegetação protegida em 33,35% e as edificações em 86,67%. Quanto à área total de APP, a faixa original de 30 m abrange 0,578 km². A faixa máxima sugerida reduziria essa área em 67,82%, já, adotando a faixa mínima, a redução seria de 84,78%. O estudo proposto buscou avançar na solução da problemática da ocupação irregular das APPs, conciliando a necessidade de expansão urbana com a preservação de recursos hídricos em áreas urbanas. Além disso, a proposta possibilita a regularização de edificações já existentes em APPs, promovendo o desenvolvimento ambientalmente responsável do município.

Palavras-chave: legislação ambiental; cursos hídricos; zonas ripárias.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo das principais leis ambientais brasileiras.....	23
Figura 2 - APPs para proteção à estabilidade geológica	45
Figura 3 - APP em Veredas	45
Figura 4 - Descrição detalhada de uma zona ripária.....	47
Figura 5 - Seção transversal de um curso d'água	49
Figura 6 - Representação do processo de inundação de planície.....	50
Figura 7 - A urbanização e os recursos hídricos nas cidades	58
Figura 8 - Etapas para elaboração do DSA.....	72
Figura 9 – Primeira Igreja Matriz de São Marcos, após sua construção, em 1922 ...	80
Figura 10 - Construção da Praça Dante Marcucci, em 1942.....	81
Figura 11 - Inauguração do Monte Calvário, em 1952	81
Figura 12 – Mapa de localização de São Marcos/RS.....	83
Figura 13 – Mapa de unidades geomorfológicas de São Marcos/RS.....	86
Figura 14 – Mapa de distribuição e classificação de solos em São Marcos/RS.....	87
Figura 15 - Comparativo de temperatura média para três normais climatológicas (°C) - Estação Caxias do Sul (83942).....	89
Figura 16 – Mapa hipsométrico de São Marcos/RS	90
Figura 17 – Mapa de declividade de São Marcos/RS	91
Figura 18 – Mapa de bacia e sub-bacias hidrográficas de São Marcos/RS	92
Figura 19 – Mapa de microbacias hidrográficas de São Marcos/RS.....	93
Figura 20 - Cursos d'água identificados na área urbana de São Marcos/RS	94
Figura 21 – Mapa de formações fitogeográficas em São Marcos/RS	95
Figura 22 – Mapa de zonas da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica em São Marcos/RS.....	96
Figura 23 - Perfil esquemático da FOM.....	97
Figura 24 - Perfil esquemático da FED	98
Figura 25 - Representação de formações da Estepe	99
Figura 26 - Zonas rural e urbana de São Marcos/RS	108
Figura 27 - Zoneamento urbano de São Marcos/RS.....	108
Figura 28 - Localização dos bairros de São Marcos/RS	109
Figura 29 - Estrutura territorial de São Marcos/RS.....	110
Figura 30 - Detalhamento de estruturas localizadas em APP	111

Figura 31 - Sítios arqueológicos de São Marcos/RS.....	115
Figura 32 - Evolução do uso e cobertura do solo de São Marcos/RS entre 1985 e 2023	116
Figura 33 - Imagens de satélite da área urbana de São Marcos/RS (2002-2024) ..	117
Figura 34 - Classes de uso e ocupação do solo em São Marcos/RS – 1985-2023.	118
Figura 35 - Áreas de risco identificadas em São Marcos/RS	120
Figura 36 - Área urbana consolidada de São Marcos/RS	123
Figura 37 - Fluxograma para delimitação das APPs de cursos hídricos da zona urbana consolidada de São Marcos/RS	125
Figura 38 - Faixas de APP sugeridas – Trecho T_Grav_1 a N_Grav_5	127
Figura 39 - Faixas de APP sugeridas – Trecho N_Grav_5 a T_Grav_8	127
Figura 40 - Faixas de APP sugeridas – Trecho T_Grav_9 a N_Grav_12	128
Figura 41 - Faixas de APP sugeridas - Trechos T_Bontempo, R_Grav_13, T_Grav_14 e PT_Progresso	128
Figura 42 - Faixas de APP sugeridas – Trechos N_Cafundo, N_CampL e N_Michelon	129
Figura 43 - Faixas de APP sugeridas – Trechos de possíveis cursos d’água tubulados – Bairros Francisco Doncatto e Santini	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Serviços ecossistêmicos prestados pelas APPs	21
Quadro 2 – Resumos das alterações realizadas em métricas de faixas de APPs de cursos d'água nas legislações brasileiras	35
Quadro 3 - Larguras de faixas de APPs para cursos d'água e nascentes.....	44
Quadro 4 - Larguras de Faixas de APP para lagos e lagoas.....	44
Quadro 5 - Funções da vegetação ripária	47
Quadro 6 - Desastres naturais monitorados pelo CEMADEN	51
Quadro 7 – Dados do DSA de São Pedro da Serra/RS	64
Quadro 8 - Dados do DSA de Santa Terezinha do Progresso/SC.....	65
Quadro 9 - Dados do DSA de Rondinha/RS	65
Quadro 10 - Dados do DSA de Tangará/SC.....	66
Quadro 11 - Cenários propostos pela metodologia de Rech (2023), considerando o grau de edificação da área.....	69
Quadro 12 - Critérios para aumento, redução ou manutenção das faixas de APP de cursos hídricos	69
Quadro 13 - Fontes de informação para caracterização da área de estudo	73
Quadro 14 - Espécies arbóreas em área urbana do município	100
Quadro 15 - Fauna presente nas APPs urbanas do município.....	101
Quadro 16 - Área ocupada por cada zona no perímetro urbano - São Marcos/RS.	109
Quadro 17 - Instituições de ensino presentes no município.....	112
Quadro 18 - Sítios arqueológicos em São Marcos/RS	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de uso e ocupação do solo em São Marcos/RS – 1985-2023 ..	118
Tabela 2 - Larguras de faixas de APP sugeridas para cada trecho	125
Tabela 3 - Análise das faixas de APP	130

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADC	Ação Declaratória de Constitucionalidade
ADI	Ação Direta de Inconstitucionalidade
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
CNSA	Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos
CAPS	Centro de Atenção Psicossocial
CEMA	Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CEPSRM	Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia
CF	Código Florestal
CF 34	Código Florestal de 1934
CF 65	Código Florestal de 1965
CIMCATARINA	Consórcio Intermunicipal Catarinense
CO ₂	Dióxido de Carbono
COMDEMA	Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
CPRM	Companhia de Pesquisas e Recurso Minerais
CRAS	Centro de Referência da Assistência Social
CREAS	Centro de Referência Especializada de Assistência Social
CRVR	Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos
DSA	Diagnóstico Socioambiental
E.E.E.M.	Escola Estadual de Ensino Médio
E.J.A.	Educação de Jovens e Adultos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
E.M.E.F.	Escola Municipal de Ensino Fundamental
E.M.E.I.	Escola Municipal de Ensino Infantil
ESF	Estratégias Saúde da Família
ETA	Estação de Tratamento de Água

FED	Florestal Estacional Decidual
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
FOM	Floresta Ombrófila Mista
ha	Hectare
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDESE	Índice de Desenvolvimento Socioeconômico
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IGeo	Instituto de Geociências
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISAM/UCS	Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
km ²	Quilômetros quadrados
LR	Leito regular
m	Metros
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDE	Modelo Digital de Elevação
NCF	Novo Código Florestal
PL	Projeto de Lei
PMMA	Plano Municipal de Mata Atlântica
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PRA	Programa de Regularidade Ambiental
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
RL	Reservas Legais
Reurb	Regularização Fundiária Urbana
Reurb-E	Reurb de Interesse Específico
Reurb-S	Reurb de Interesse Social
RNP	Rede Nacional de Pesquisa e Ensino

RPPN	Reservas Particulares do Patrimônio Natural
SAC	Sistema de Abastecimento Coletivo
SAI	Sistema de Abastecimento Individual
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEMA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura
SGB/CPRM	Serviço Geológico do Brasil
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIGBio-RS	Sistema de Informações Geográficas da Biodiversidade do Rio Grande do Sul
SNIS	Sistema Nacional sobre Informações de Saneamento Básico
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SITES	Sistemas Individuais de Tratamento de Efluentes
STF	Superior Tribunal Federal
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UBS	Unidades Básicas de Saúde
UVS	Unidade de Valorização Sustentável
VIGIAGUA	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS	19
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1	ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APPs	20
3.1.1	Serviços ecossistêmicos fornecidos pelas APPs.....	21
3.1.2	Histórico de legislações federais brasileiras relacionadas às APPs	22
3.1.2.1	Decreto nº 23.793/1934 – Primeiro Código Florestal Brasileiro	23
3.1.2.2	Lei Federal nº 4.771/1965 – Segundo Código Florestal Brasileiro	24
3.1.2.3	Lei Federal nº 6.766/1979 – Lei do Parcelamento de Solo Urbano.....	25
3.1.2.4	Lei Federal nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente	26
3.1.2.5	Lei Federal nº 7.511/1986.....	27
3.1.2.6	Constituição Federal de 1988.....	28
3.1.2.7	Lei Federal nº 7.803/1989	29
3.1.2.8	Lei Federal nº 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais	30
3.1.2.9	Lei Federal nº 10.257/2001 - Estatuto das Cidades	30
3.1.2.10	Lei Federal nº 11.428/2006 – Lei da Mata Atlântica.....	30
3.1.2.11	Lei Federal nº 12.651/2012 – Novo Código Florestal Brasileiro	32
3.1.2.12	Lei Federal nº 13.465/2017 – Lei de Regularização Fundiária	37
3.1.2.13	Lei Federal nº 14.285/2021	40
3.1.3	Legislação ambiental relacionada às APPs no Rio Grande do Sul	41
3.1.3.1	Lei Estadual nº 15.434/2020 – Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul	42
3.1.3.2	Resolução CONSEMA/RS nº 485/2023	43
3.1.4	Síntese das faixas de APP definidas no Novo Código Florestal	44
3.1.5	Conceitos técnicos relacionados às APPs.....	46
3.1.5.1	Zonas ripárias.....	46
3.1.5.2	Planície de inundação	48
3.1.5.3	Áreas de risco ambiental	50
3.1.5.4	Intervenção e descaracterização de APPs	54
3.1.6	Ferramentas para monitoramento de APPs	56
3.2	ÁREAS URBANAS – OCUPAÇÃO EM APPs E IMPLICAÇÕES	57
3.2.1	Ocupações em áreas de risco	60
3.2.2	Gestão ambiental e de recursos naturais em APPs urbanas.....	61

3.3	ASPECTOS DO DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL	62
3.3.1	Comparação entre DSAs - metodologias, resultados e implicações	64
3.3.2	Metodologia para redefinição de faixas de APPs	68
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	71
4.1	ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS.....	72
4.2	ASPECTOS DA INFRAESTRUTURA URBANA E DO SANEAMENTO BÁSICO 74	
4.3	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	74
4.4	ESTRUTURA TERRITORIAL.....	74
4.5	IDENTIFICAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO	75
4.5.1	Estudo da população em áreas de risco	76
4.6	DELIMITAÇÃO DE ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS	77
4.7	PROPOSIÇÃO DE NOVA FAIXAS DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	77
5	DIAGNÓSTICO.....	79
5.1	ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS.....	79
5.1.1	Caracterização histórica	79
5.1.2	Estrutura administrativa.....	81
5.1.3	Caracterização geográfica	82
5.1.4	Aspectos geomorfológicos.....	84
5.1.4.1	Geologia	84
5.1.4.2	Geomorfologia.....	85
5.1.4.3	Pedologia.....	87
5.1.5	Clima.....	88
5.1.6	Topografia	89
5.1.7	Hidrografia.....	91
5.1.8	Flora.....	95
5.1.8.1	Floresta Ombrófila Mista (FOM) – Floresta de Araucária	96
5.1.8.2	Floresta Estacional Decidual (FED) – Floresta Tropical Caducifólia.....	97
5.1.8.3	Estepe – Campos do Sul do Brasil	98
5.1.8.4	Vegetação presente nas APPs urbanas	99
5.1.9	Fauna	101
5.2	ASPECTOS DA INFRAESTRUTURA URBANA E DO SANEAMENTO BÁSICO 102	

5.2.1	Abastecimento de água.....	103
5.2.2	Esgotamento sanitário	104
5.2.3	Drenagem de águas pluviais	104
5.2.4	Manejo de resíduos sólidos	105
5.2.5	Infraestrutura urbana.....	106
5.3	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	106
5.4	ESTRUTURA TERRITORIAL.....	107
5.4.1	Zoneamento urbano	107
5.4.2	Equipamentos urbanos	109
5.4.2.1	Saúde	111
5.4.2.2	Educação.....	112
5.4.2.3	Lazer e turismo.....	113
5.4.3	Sítios históricos e comunidades tradicionais em APPs	114
5.4.4	Evolução do uso e cobertura do solo	115
5.5	ÁREAS DE RISCO	119
5.5.1	Estudo da população em áreas de risco	121
5.5.1.1	IDHM	121
5.5.1.2	IDESE.....	121
5.5.1.3	IVS.....	122
5.5.1.4	Localização das famílias em situação de vulnerabilidade	122
5.6	DELIMITAÇÃO DE ÁREA URBANA CONSOLIDADA.....	123
5.7	AVALIAÇÃO E PROPOSIÇÃO DE NOVAS FAIXAS DE APP PARA CURSOS HÍDRICOS EM ÁREA URBANA CONSOLIDADA	124
6	CONCLUSÕES.....	131
	REFERÊNCIAS.....	133
	APÊNDICE A - FAIXAS MÍNIMAS E MÁXIMAS SUGERIDAS PARA AS APPS DE CADA TRECHO	149

1 INTRODUÇÃO

Ao observar o contexto histórico da evolução das cidades, é notável que o processo de urbanização ocorreu de maneira desordenada, resultando em uma série de problemas sociais, ambientais e econômicos. As comunidades buscaram se estabelecer nas proximidades de corpos d'água, visando facilitar a captação e consumo desse recurso, além de utilizar essas áreas para a lançamento de efluentes (Peixoto, 2016).

Além de abrigar a construção de edificações, as margens dos cursos hídricos também foram ocupadas por atividades agrossilvipastoris, contribuindo para a supressão das florestas ripárias (Baptista e Cardoso, 2013).

Outra questão atrelada à ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) é a vulnerabilidade social das comunidades que tendem a ocupá-las. Pessoas em situação de fragilidade social por vezes ocupam áreas próximas aos rios urbanos, algumas consideradas como áreas de risco, devido a uma combinação de fatores, incluindo falta de moradia adequada, migração rural-urbana, desastres naturais anteriores, entre outros. Essas áreas são ocupadas informalmente, sem planejamento urbano adequado ou infraestrutura de segurança (Rosa Filho e Cortez, 2010).

As áreas próximas a rios podem ser particularmente propensas a inundações e deslizamentos de solo, especialmente durante períodos de chuvas intensas ou quando há elevação do nível dos rios. A ocupação dessas áreas aumenta o risco de danos materiais, lesões e mortes em caso de desastres naturais (Freitas, 2015).

A ocupação desordenada dessas áreas pode comprometer sua integridade ambiental, levando à erosão do solo, degradação dos recursos hídricos e perda de biodiversidade. Além disso, a falta de acesso ao saneamento básico pode contribuir para condições insalubres e propagação de doenças (Baptista e Cardoso, 2013).

As APPs desempenham um papel crucial na manutenção da qualidade dos corpos d'água e no ecossistema circundante, ao passo em que atuam na prevenção de impactos sobre a população urbana (Santos, 2019).

Até 1934, a ocupação das áreas marginais dos corpos d'água não possuía regulamentação federal. Foi somente nesse ano que o Poder Público brasileiro abordou a proteção das áreas florestais no país através do Decreto nº 23.793, marcando a aprovação do primeiro Código Florestal (Santos, 2019).

Posteriormente, em 1965, a Lei Federal nº 4.771 (Brasil, 1965) e, em 2012, a Lei Federal nº 12.651 (Brasil, 2012), trouxeram atualizações relacionadas às áreas de preservação permanente, incluindo aquelas situadas nas margens de corpos hídricos. No entanto, a Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), o Novo Código Florestal, não faz distinção entre as áreas de preservação permanente em áreas urbanas e rurais, tão pouco em áreas urbanas consolidadas, o que gera conflitos urbanos, considerando o histórico de ocupação das cidades.

Em 2019, o Projeto de Lei (PL) nº 2510 (Brasil, 2019) iniciou a discussão sobre as áreas urbanas, visando complementar o Novo Código Florestal, propondo que as faixas marginais fossem determinadas pelos planos diretores e leis municipais, concedendo aos municípios a responsabilidade de criar uma lei que dispusesse sobre os limites de proteção não edificável em áreas urbanas consolidadas.

Em dezembro de 2021, a Lei Federal nº 14.285 (Brasil, 2021) foi promulgada, definindo áreas urbanas consolidadas por critérios e permitindo que leis municipais ou distritais estabeleçam faixas de preservação permanente para cursos d'água, diferentes das previstas no Novo Código Florestal, para áreas urbanas consolidadas, conforme o art. 4º, inciso I.

Após a promulgação da Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021), tem-se, em esfera estadual, a publicação da Resolução CONSEMA/RS nº 485 de 27 de abril de 2023 (Rio Grande do Sul, 2023), que tem por objetivo apresentar as diretrizes para a definição das faixas de áreas de preservação permanente pelos municípios.

Tanto a Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021), quanto a Resolução CONSEMA/RS nº 485/2023 (Rio Grande do Sul, 2023), dispõem que a definição das faixas de preservação permanente para cursos d'água em áreas urbanas consolidadas deve ser realizada mediante a apresentação de Diagnóstico Socioambiental (DSA).

Neste contexto, foi proposta a elaboração de um DSA voltado à redefinição das faixas de área de preservação permanente dos cursos hídricos situados em área urbana consolidada do município de São Marcos-RS, visto que o município se desenvolveu em torno de cursos d'água, dentre os quais alguns encontram-se parcialmente ou completamente retificados e tubulados, com edificações na faixa destinada à área de preservação permanente.

O estudo buscou identificar os locais onde a redução das faixas de APP possa acarretar em impactos negativos. Nessas áreas de maior fragilidade, busca-se

promover a preservação, com o intuito de evitar intervenções humanas. O objetivo é promover o desenvolvimento sustentável da cidade, de forma a permitir sua expansão e garantir a preservação dos recursos naturais.

Para a elaboração do DSA foram consideradas as diretrizes da Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021) e da Resolução CONSEMA/RS nº 485/2023 (Rio Grande do Sul, 2023). A conexão entre a legislação e a metodologia oferece embasamento jurídico e técnico para as possíveis alterações nas faixas de APP, mantendo as necessidades urbanas em sintonia com a preservação ambiental.

O trabalho em questão foi desenvolvido com o apoio do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, com o objetivo de elaborar o Diagnóstico Socioambiental para Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) do município.

Tendo em vista que a Resolução CONSEMA nº 485/2023 (Rio Grande do Sul, 2023), e a Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021) não apresentam diretrizes e orientações técnicas explícitas para a elaboração de um Diagnóstico Socioambiental (DSA), a metodologia utilizada neste estudo foi a elaborada por Rech (2023), juntamente com o ISAM/UCS. A metodologia, baseada em consultas com especialistas, estabelece parâmetros para a classificação das APPs existentes e critérios para sua redefinição.

Os resultados obtidos neste estudo oferecem ao município ferramentas para aprimorar seus instrumentos de planejamento urbano, permitindo a definição de diretrizes que promovam um desenvolvimento urbano sustentável. Ademais, possibilitará, em caso de redução das faixas de APP, a regularização de edificações situadas próximas a cursos d'água, promovendo uma ocupação ordenada e ambientalmente responsável.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho consiste em elaborar o Diagnóstico Socioambiental das Áreas de Preservação Permanentes de Cursos Hídricos Localizados em Área Urbana Consolidada, conforme Lei Federal nº 14.285/2021 e Resolução CONSEMA/RS nº 485/2023, para o município de São Marcos - RS, com vistas à proposição de novas faixas de APP.

A fim de alcançar o objetivo geral estabelecido, delineiam-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Caracterizar o município, especialmente as áreas de preservação permanente dos cursos d'água em área urbana consolidada, quanto aos seus aspectos sociais, de infraestrutura urbana, saneamento básico e de uso e ocupação do solo.
- b) Realizar levantamento de informações *in loco* para identificação e mapeamento dos cursos hídricos em território urbano consolidado, além de aspectos físicos e bióticos do município.
- c) Delimitar e validar a área urbana consolidada do município de São Marcos, seguindo o que dispõem a Lei Federal nº 14.285/2021 e a Resolução CONSEMA/RS nº 485/2023.
- d) Apresentar sugestões de novas faixas de preservação permanente para os cursos hídricos analisados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo oferece uma revisão bibliográfica acerca do tema de áreas de preservação permanente através da utilização de fontes diversas, como artigos científicos, legislações e literatura. Serão discutidos o conceito de áreas de preservação permanente, o histórico de legislações brasileiras que abordam o tema e os conceitos técnicos relacionados, de forma a estabelecer uma base para a pesquisa subsequente.

3.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APPs

Áreas de preservação permanente, segundo a Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), são áreas protegidas através de legislação, que têm como função ambiental preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações, possuindo ou não vegetação nativa.

Segundo dados disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (2012), o Brasil abriga grande biodiversidade, mais de 20% do número total de espécies do planeta. Com seus 8,5 milhões de km², abrangendo quase metade da América do Sul, o país se caracteriza por possuir zonas climáticas distintas, que propiciaram o desenvolvimento de diferentes biomas. Nesse contexto, as áreas de preservação permanente desempenham papel crucial para a preservação da biodiversidade do país através da proteção de locais naturalmente sensíveis, como nascentes, margens de corpos d'água, topos de morros, fundos de vales e encostas (Santos *et al.* 2017).

Entre os elementos mencionados e as responsabilidades atribuídas às APPs, é fundamental ressaltar a sua contribuição vital na preservação dos cursos hídricos. A legislação determina que toda a área adjacente aos corpos d'água deve ser protegida, visando a sustentação do equilíbrio dos benefícios e serviços fornecidos pelo ecossistema (Santos, 2019).

No entanto, Santos (2019) ressalta que a definição de APP pela Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), o Novo Código Florestal Brasileiro, é restritiva, devido ao fato de que este não se limita somente à preservação das florestas. Portanto, seria mais adequado compreendê-lo dentro do debate sobre a importância da conservação das diversas formações vegetais nativas, englobando não só as florestas, mas

também áreas arbustivas, herbáceas, vegetações litorâneas (manguezais e restingas) e ecossistemas mais complexos, como o Pantanal.

3.1.1 Serviços ecossistêmicos fornecidos pelas APPs

Os serviços ecossistêmicos são considerados como os benefícios, diretos e indiretos, gerados a partir do funcionamento dos ecossistemas que refletem positivamente na qualidade de vida da população, no que se refere à manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2022).

O conceito, que teve origem na Ecologia nos anos 1970, cresce em relevância à medida que a conscientização sobre a interdependência entre os seres humanos e os ecossistemas nos quais vivem gradualmente se expande, possivelmente devido aos impactos ambientais em diferentes escalas. Ao compreender a dinâmica dessa relação entre humanos e natureza, torna-se possível identificar os diversos benefícios e serviços fornecidos pelos ecossistemas, o que permite a formulação de decisões mais informadas sobre a gestão e preservação dos recursos e dos próprios ecossistemas (Muñoz e Freitas, 2017).

Analisando as APPs do ponto de vista ecológico, é possível observar suas funções nas esferas social, econômica e cultural (Santos, 2019). O Quadro 1 apresenta alguns dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelas APPs, relacionados às esferas social, econômica e cultural.

Quadro 1 – Serviços ecossistêmicos prestados pelas APPs

Esfera	Meio Rural	Meio Urbano
Social	Fornecem habitat para diversos elementos da fauna, atuam como barreira contra o assoreamento dos corpos d'água e a contaminação por poluentes advindos das atividades econômicas. Além disso, desempenham um papel crucial como corredores ecológicos, conectando diferentes maciços florestais.	Podem atuar preventivamente no controle de deslizamentos de terras e enchentes, de acordo com características do solo, topografia e vegetação. Constituem áreas verdes urbanas. Servem de abrigo para fauna remanescente.
Cultural	Promovem o desenvolvimento das relações entre o indivíduo e o ambiente, conectando-se com os conceitos de pertencimento e afetividade.	Podem ser vistas como um elemento integrante da identidade das cidades; Proporciona uma conexão com a natureza para os moradores urbanos. Oferecem oportunidades para lazer, adaptando-se às características do terreno e da vegetação.

Esfera	Meio Rural	Meio Urbano
Econômica	Promovem a manutenção de processos ecológicos que possibilitam a exploração econômica de áreas rurais para produção de alimentos e extração de matérias primas; Podem ser uma fonte econômica através do ecoturismo ou turismo rural, especialmente quando combinadas com atividades de baixo impacto ambiental.	Podem influenciar positiva ou negativamente nos valores de propriedades, de acordo com o tipo de vegetação existente e para que será utilizada a área. Podem gerar custos de manutenção.

Fonte: Santos (2019). Adaptado pela autora (2024).

3.1.2 Histórico de legislações federais brasileiras relacionadas às APPs

Questões como a poluição do ar, da água e do solo, as mudanças climáticas e a extinção de espécies são amplamente reconhecidas e têm motivado uma consciência coletiva em prol da conservação ambiental. Nesse contexto, as leis ambientais desempenham um papel crucial ao regulamentar as atividades humanas que causam impacto, não apenas em áreas rurais, mas também em zonas urbanas, onde a densidade populacional é mais alta (Campagnolo *et al.*, 2017).

A história da legislação ambiental no Brasil remonta ao ano de 1605, com a promulgação da primeira lei voltada para a proteção das florestas brasileiras, com destaque para o surgimento do Regimento Pau-Brasil, que tinha por objetivo proteger as florestas nacionais (Garvão e Baia, 2018).

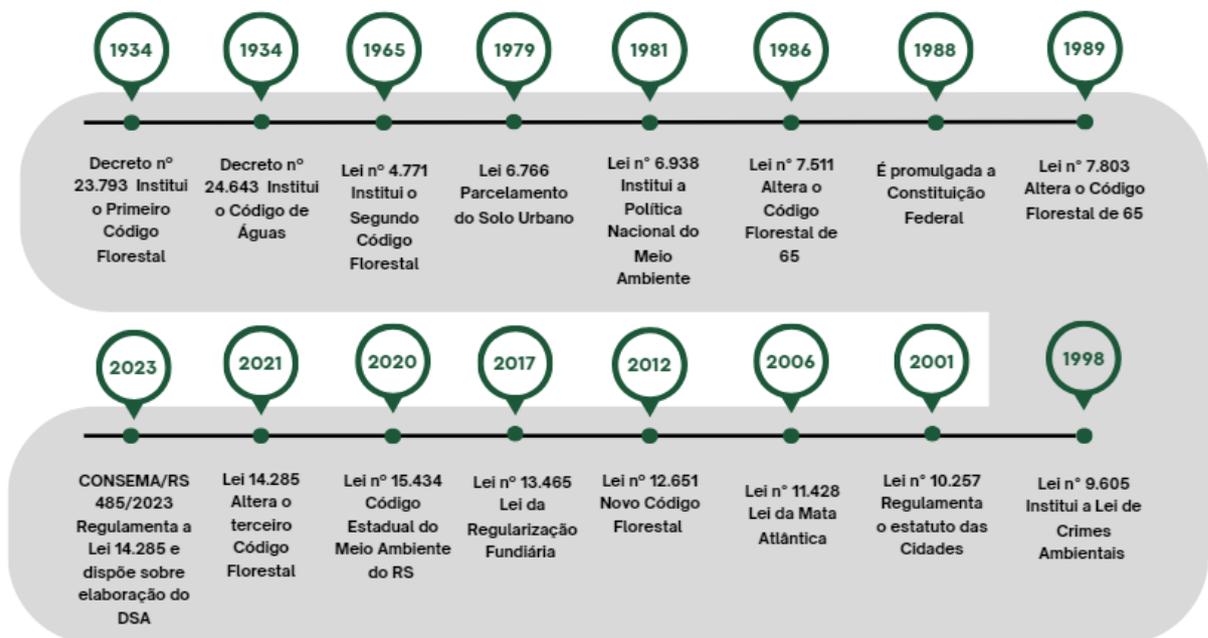
Ao longo dos anos, diversas legislações foram sendo criadas para lidar com diferentes aspectos da preservação ambiental, como a proteção aos rios, nascentes e encostas, estabelecida pela Carta Régia de 1797, e o Regimento de Corte de Madeiras de 1799, que impôs normas rígidas para a derrubada de árvores nobres, como cedro e mogno (Garvão e Baia, 2018).

Em 1850, surge a expressão "madeira de lei" devido ao fato de sua proteção por meio de legislação, e é promulgada a Lei Federal nº 601/1850, a primeira Lei de Terras do Brasil, que disciplinou a ocupação do solo e estabeleceu penalidades para sua utilização predatória (Garvão e Baia, 2018).

Ainda segundo Garvão e Baia (2018), o Código Civil Brasileiro de 1916, embora não tenha sido concebido com o propósito específico de tratar do meio ambiente, apresentava disposições que indiretamente influenciavam questões relacionadas à proteção ambiental. Contudo, sua abordagem refletia uma visão predominantemente patrimonialista e individualista, priorizando os interesses de propriedade e direitos individuais sobre a preservação dos recursos naturais. Essa

perspectiva limitada não considerava adequadamente os impactos ambientais das atividades humanas nem os interesses coletivos ligados à conservação da fauna e flora brasileira. Ao longo do tempo, essa abordagem foi evoluindo com a promulgação de legislações específicas e um maior reconhecimento da importância da sustentabilidade para o desenvolvimento nacional (Garvão e Baia, 2018). Na Figura 1 está apresentada uma linha do tempo com as principais leis ambientais brasileiras, que serão discutidas na sequência.

Figura 1 - Linha do tempo das principais leis ambientais brasileiras



Fonte: Rech (2023). Adaptado pela autora (2024).

3.1.2.1 Decreto nº 23.793/1934 – Primeiro Código Florestal Brasileiro

No século XX, mais precisamente em 1934, foram sancionados importantes projetos de lei, como o primeiro Código Florestal, por meio do Decreto nº 23.793/1934, impondo limites ao direito de propriedade, e o Código de Recursos Hídricos (Decreto nº 24.643/1934), também conhecido como Código das Águas, que trouxe normas para utilização dos recursos hídricos no Brasil (Garvão e Baia, 2018).

O Código das Águas, elaborado por Alfredo Valadão em 1907, visava criar um arcabouço jurídico para o desenvolvimento de usinas hidrelétricas no Brasil. Promulgado apenas em 1934, o Código tinha como principal objetivo fornecer recursos legais e econômico-financeiros para a expansão do setor hidrelétrico

nacional, aproveitando o grande potencial dos rios brasileiros e o crescimento dos serviços de distribuição de energia na época (Santos, 2019).

O Código Florestal Brasileiro de 1934 (CF 34) abriu precedente para o conceito de APP como é conhecido atualmente. O termo “preservação permanente” estava prescrito no art. 4º, que se referia às florestas protetoras, que tinham como função conservar o regime das águas, evitar erosão, garantir a salubridade pública, dentre outras (Brasil, 1934).

3.1.2.2 Lei Federal nº 4.771/1965 – Segundo Código Florestal Brasileiro

Após alguns anos da implementação do primeiro Código Florestal Brasileiro, durante a década de 1960, a comunidade científica brasileira foi fortemente influenciada pelos movimentos ambientalistas que ganhavam destaque internacionalmente. A persistência do problema crônico do desmatamento no país levou os legisladores a reformularem o Código Florestal de 1934 (Santos, 2019).

Em 1965, foi promulgado o novo Código Florestal (CF 65), por meio da Lei Federal nº 4.771/1965 (Brasil, 1965), representando um marco na regulamentação ambiental do Brasil. Este código foi concebido para substituir o anterior, trazendo consigo medidas mais rigorosas para o controle ambiental no país. Pela primeira vez, o CF 65 introduziu o termo “área de preservação permanente” e estabeleceu diretrizes para sua demarcação.

De acordo com a redação do Código Florestal de 1965 (Brasil, 1965), são consideradas Áreas de Preservação Permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura mínima será:
 - 1- de 5 (cinco) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - 2- igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de distância entre as margens;
 - 3- de 100 (cem) metros para todos os cursos cuja largura seja superior a 200 (duzentos) metros.
- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, mesmo nos chamados "olhos d'água", seja qual for a sua situação topográfica;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas;
- h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, nos campos naturais ou artificiais, as florestas nativas e as vegetações campestres.

Outro aspecto relevante foi a introdução do conceito de Reserva Legal, referindo-se a uma área dentro de uma propriedade rural, excluindo as de preservação permanente, destinada a garantir o uso sustentável dos recursos naturais, a preservação dos ecossistemas, a conservação da biodiversidade e o habitat de espécies nativas (Brasil, 1965).

A Reserva Legal tem como finalidade promover o uso sustentável dos recursos naturais, além de contribuir para a conservação e a recuperação dos processos ecológicos, a preservação da biodiversidade e a proteção da fauna e flora nativas. Enquanto isso, as Áreas de Preservação Permanente têm o papel específico de salvaguardar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade e o fluxo genético de fauna e flora, ao mesmo tempo em que protegem o solo e garantem o bem-estar das comunidades humanas (Silva *et al.*, 2012).

Além disso, o Código definiu punições criminais, infrações e penas para os delitos ambientais (Brasil, 1965).

3.1.2.3 Lei Federal nº 6.766/1979 – Lei do Parcelamento de Solo Urbano

Em resposta à crescente necessidade de regulamentação do parcelamento do solo urbano, foi promulgada em 1979 a Lei Federal nº 6.766, posteriormente atualizada pela Lei nº 9.785 de 1999. A Lei foi criada visando aprimorar o planejamento das novas áreas urbanas dos municípios e se destaca por estabelecer critérios mínimos e condições para a implementação de novos loteamentos. Esta legislação estabelece diretrizes gerais, enquanto cabe aos estados, Distrito Federal e municípios a elaboração de normas complementares para melhor adaptação às particularidades regionais e locais. O parcelamento do solo consiste na subdivisão de terrenos com o propósito de desenvolver projetos habitacionais, comerciais ou industriais (Barreiros e Abiko, 1998).

No que tange o assunto de áreas de preservação permanente, a redação da Lei Federal nº 6.766/1979 proíbe o parcelamento do solo urbano em terrenos sujeitos a inundações, alagamentos, aterros com materiais prejudiciais à saúde pública, declividade igual ou superior a 30%, áreas geologicamente desfavoráveis e locais com alta poluição, a menos que atendam exigências específicas para adaptação. Também estabelece a obrigatoriedade de uma faixa não edificável de 15 m de cada lado ao longo de corpos d'água e faixas de domínio público de rodovias e ferrovias,

respeitando-se eventuais exigências adicionais estipuladas em legislação específica (Brasil, 1979).

3.1.2.4 Lei Federal nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente

Na década de 1980, em meio a debates internacionais sobre questões ambientais e à formação de grupos de trabalho nacional focados no cenário hídrico e energético, foi promulgada a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), por meio da Lei Federal nº 6.938/1981. Antes disso, as leis brasileiras visavam principalmente a potencialização da produção de energia elétrica, não necessariamente a utilização sustentável dos recursos hídricos. A PNMA trouxe um destaque sobre a necessidade urgente da utilização racionalizada e consciente desses recursos, estabelecendo, por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), regras, critérios e padrões normativos para a manutenção de um ambiente ecologicamente equilibrado (Santos, 2019).

Através da fundamentação nos incisos VI e VII do artigo 23 e no artigo 225 da Constituição Federal, a PNMA define conceitos, princípios, objetivos, instrumentos, penalidades e mecanismos para formulação e aplicação de normas voltadas à gestão e proteção dos recursos ambientais, sendo instrumento de referência para a gestão ambiental brasileira. (Rossi, 2009).

O CONAMA, criado pela PNMA, é responsável por assessorar e propor diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente, além de deliberar sobre normas e padrões compatíveis com um ambiente ecologicamente equilibrado e essencial para uma qualidade de vida saudável (Séguin, 2002). A partir da criação do CONAMA, foram estabelecidas resoluções específicas sobre recursos hídricos, como a Resolução nº 01/86, que regulamenta a obrigatoriedade do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para empreendimentos de potencial poluidor, e a Resolução nº 20/86, que trata da classificação e enquadramento das águas (Santos, 2019).

A PNMA, além de estabelecer diretrizes para a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e instituiu o Cadastro de Defesa Ambiental (Brasil, 1981). Sua implementação visou tornar o Código Florestal e as normas ambientais mais executáveis, por meio do CONAMA (Borges *et al.*, 2011).

A principal pretensão da Política Nacional do Meio Ambiente foi estabelecida no artigo 9º, onde foram listados treze instrumentos destinados a viabilizar a

implementação da política ambiental no Brasil. Alguns desses instrumentos foram devidamente regulamentados por leis complementares, enquanto outros foram incorporados em instruções normativas, havendo ainda aqueles que carecem de regulamentações mais abrangentes (Valadão *et al.*, 2022).

Os instrumentos aos que Valadão *et al.* (2022) se referem são os seguintes (Brasil, 1981):

- I - O estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- II - O zoneamento ambiental;
- III - A avaliação de impactos ambientais;
- IV - O licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- V - Os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- VI - A criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;
- VII - O sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;
- VIII - O Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- IX - As penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.
- X - A instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA;
- XI - A garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes;
- XII - O Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais.
- XIII - Instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros.

3.1.2.5 Lei Federal nº 7.511/1986

Em 1986, através da Lei Federal nº 7.511 de sete de julho de 1986 (Brasil, 1986), alteraram-se alguns dos dispositivos do Código Florestal de 1965. A lei dispunha sobre a preservação de espécies nativas e reflorestamento de áreas degradadas e também contemplava a revisão das faixas de APPs para cursos hídricos, que foram definidas da seguinte forma:

1. de 30 (trinta) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura;
2. de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
3. de 100 (cem) metros para os cursos d'água que meçam entre 50 (cinquenta) e 100 (cem) metros de largura;
4. de 150 (cento e cinquenta) metros para os cursos d'água que possuam entre 100 (cem) e 200 (duzentos) metros de largura; igual à distância entre as margens para os cursos d'água com largura superior a 200 (duzentos) metros.

Segundo Ellinger e Barreto (2020), apesar de necessária, a mudança nas larguras de APP tornou ilegal a ocupação de áreas que antes eram regulares. Como exemplo cita-se a faixa de APP que antes era de 5 m para cursos d'água de até 10 m de largura, passando a ser de 30 m com a publicação da lei em questão. O caput da lei não traz dispositivos para tratar da supressão de vegetação e uso do solo dessas áreas, ocorridos antes de sete de julho de 1986. Em caso de proposição de que a lei não deve retroagir e que não cabem multas, surge a questão de qual deve ser o procedimento frente a adequação das propriedades à nova legislação, visto que a intervenção, no momento em que ocorreu, não era ilegal, além da questão operacional de como identificar essas situações e distingui-las de desmatamentos feitos após a promulgação da Lei Federal nº 7.511/1986.

3.1.2.6 Constituição Federal de 1988

O fim da década de 1980 foi um marco relevante no processo de constitucionalização das leis ambientais no Brasil, a partir da Constituição Federal de 1988, que destinou um capítulo específico para questões ambientais, o “Capítulo VI – Do meio ambiente”, e estabelecendo o dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações garantindo-lhes o direito de usufruí-las da melhor forma possível (Garvão e Baia, 2018).

Santos (2019), aponta que o segundo Código Florestal Brasileiro foi um precursor para a Constituição Federal de 1988 devido ao fato de definir o meio ambiente como bem de uso e interesse comum à nação, e que, por isso, teria regime jurídico especial.

A Constituição estabelece diretrizes para a Política Nacional de Meio Ambiente, incluindo a proteção da diversidade biológica e o combate à poluição em suas diversas formas. Também prevê a participação da população na preservação ambiental, incentivando a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública sobre a importância da conservação dos recursos naturais. Ainda, estabelece a competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios para proteger o meio ambiente e combater a poluição em todas as suas formas. Também determina que os recursos hídricos são bens públicos federais e estaduais (Brasil, 1988).

3.1.2.7 Lei Federal nº 7.803/1989

Outra alteração ao Código Florestal de 1965 foi feita através da Lei Federal nº 7.803/1989. A partir de sua promulgação, o Código passou por novas alterações significativas. Destacam-se o aumento das métricas relacionadas à preservação de nascentes e olhos d'água, anteriormente não contempladas, e a inclusão de novas categorias de APP. Ressalta-se o acréscimo que contemplou, na legislação, critérios para a definição de áreas de preservação ao longo dos rios ou cursos d'água, agora medidos "desde o seu nível mais alto". Isso evidencia a preocupação do legislador em especificar o limite mínimo de preservação a partir do leito principal do rio, abrangendo o período em que o curso d'água atinge sua média máxima de vazão, inclusive durante eventuais inundações (Santos, 2019).

Além disso, a lei também propôs regras mais rigorosas para a comercialização de materiais provenientes da exploração florestal e ampliou as faixas de APPs (Brasil, 1989).

Após a publicação dessa lei, o Código Florestal (Brasil, 1989) passou a definir as larguras de faixas de APPs da seguinte forma:

- Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:
- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:
 - 1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - 2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - 3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - 4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - 5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
 - b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
 - c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
 - d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
 - e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
 - f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
 - g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
 - h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
 - i) nas áreas metropolitanas definidas em lei.

3.1.2.8 Lei Federal nº 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais

Em 1998, entrou em vigor a Lei Federal nº 9.605/1998, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, que versa sobre as punições tanto penais quanto administrativas decorrentes de condutas lesivas ao meio ambiente. Esta legislação categoriza e delimita os crimes ambientais, impondo penalidades a indivíduos e empresas que os cometem. Dentre os delitos previstos estão a poluição, a exploração ilegal de recursos naturais, a devastação de áreas de preservação permanente, bem como atividades como caça e pesca clandestinas. As sanções incluem desde multas até detenção e reclusão, dependendo da gravidade do crime (Brasil, 1998).

3.1.2.9 Lei Federal nº 10.257/2001 - Estatuto das Cidades

Em 2001 foi criado o Estatuto da Cidade, instituído pela Lei Federal nº 10.257/2001. Essa legislação estabelece diretrizes gerais para a política urbana no Brasil. Seu principal objetivo é promover o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, garantindo o acesso democrático à terra, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos. O Estatuto da Cidade define instrumentos urbanísticos e financeiros para regular o uso do solo e promover a justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização, visando a uma gestão mais democrática e participativa das cidades (Brasil, 2001).

No que tange as APPs, o Estatuto das Cidades visa a ordenar o crescimento urbano, buscando prevenir a ocupação irregular do solo. A falta de acesso à habitação muitas vezes leva as pessoas a recorrerem ao mercado imobiliário informal, que frequentemente opera em áreas ambientalmente sensíveis, como encostas, topos de morros, matas nativas e margens de rios e córregos. Para lidar com essas situações, a legislação estabelece instrumentos jurídicos e urbanísticos, atribuindo aos planos diretores municipais a responsabilidade pela organização urbana (Alfonsin, 2001).

3.1.2.10 Lei Federal nº 11.428/2006 – Lei da Mata Atlântica

A Lei Federal nº 11.428/2006, conhecida como Lei da Mata Atlântica, foi aprovada em 22 de dezembro de 2006, após um longo processo no Congresso. Originada de um projeto apresentado pelo deputado federal Fábio Feldeman, a lei

original contava com apenas 12 artigos, mas ao ser aprovada, expandiu-se para 51 artigos, com cinco vetos (Bastos, 2007).

Reconhecida como um dos ecossistemas mais diversos do mundo, a Mata Atlântica abriga aproximadamente 1,6 milhão de espécies animais (vertebrados e invertebrados) e cerca de 20 mil espécies vegetais, sendo metade delas endêmicas (Bastos, 2007) (Ministério do Meio Ambiente, 2015). No entanto, é o segundo bioma mais ameaçado de extinção no mundo, devido à ocupação e atividades humanas na região. Originalmente, o bioma ocupava mais de 1,3 milhões de km² em 17 estados do território brasileiro, porém, atualmente resta cerca de 29% de sua cobertura original (Ministério do Meio Ambiente, 2015).

A Constituição Federal de 1988 reconheceu a Mata Atlântica como patrimônio nacional, atribuindo ao Poder Público a responsabilidade de protegê-la e manter o equilíbrio ecológico da região, atualmente regulamentada pela Lei Federal nº 11.428/2006 (Brasil, 2006). Antes dessa lei, estava em vigor o Decreto nº 750/1993, que substituiu a ausência de regulamentação específica até a edição do Decreto nº 99.547 em 1990 (Varjabedian, 2010).

Notáveis diferenças entre o Decreto nº 750/1993 e a Lei Federal nº 11.428/2006 dizem respeito à exploração da vegetação. Enquanto o decreto estabelecia requisitos para a exploração seletiva das vegetações primária e secundária em estágio avançado e médio de regeneração, a lei é mais detalhada, permitindo exceções limitadas para essa exploração. Por exemplo, a supressão da vegetação primária só é permitida em casos de utilidade pública, pesquisa científica ou prática preservacionista, com a obrigação de realização de estudos de impacto ambiental. Quanto à vegetação em estágio médio de regeneração, além dos requisitos mencionados, o interesse social é considerado uma exceção à proibição de corte, desde que respeitada a área de preservação permanente e a destinada à reserva legal. No entanto, a exploração é restrita em estados que possuam menos de 5% de sua cobertura original de Mata Atlântica, nos estágios de vegetação primária e secundária. Essas normativas visam proteger e preservar o bioma, embora haja preocupações sobre seu impacto na criação de corredores ecológicos (Bastos, 2007).

A Lei Federal nº 11.428/2006 determina, em seu art. 17, que a supressão de vegetação primária e secundária nos estágios avançado e médio, desde que autorizadas legalmente, deverá realizar compensação ambiental. A compensação poderá ser feita através de “destinação de área equivalente à extensão da área

desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica” (Brasil, 2006). No entanto, Varjabedian (2010) é contra a medida, no sentido de que se há subtração de floresta nativa, a compensação não pode ser feita por floresta já existente, pois permanece o passivo ambiental e a área de Mata Atlântica continuará a ser reduzida.

Em caso de não ser possível realizar a compensação por área equivalente, esta poderá ser feita por “reposição florestal, com espécies nativas, em área equivalente à desmatada, na mesma bacia hidrográfica” (Brasil, 2006), ao passo que Bastos (2007) ressalta que legislador não deu atenção ao fato da dificuldade de reconstruir um ecossistema em bom estado de regeneração através de uma reposição florestal.

É importante ressaltar que há outra legislação referente a compensação ambiental vigente no país, determinada pela Lei Federal nº 9.985/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Porém, Bastos (2007) ressalta que a compensação da lei da Mata Atlântica foi mais bem construída, sendo clara quanto a sua natureza indenizatória e detalhista sobre como deverá ser paga, o que facilita a sua aplicação.

3.1.2.11 Lei Federal nº 12.651/2012 – Novo Código Florestal Brasileiro

Após a promulgação da Lei de Crimes Ambientais em 1999, teve início um debate nacional para reformular o Código Florestal Brasileiro de 1965. Diversos autores, incluindo pesquisadores, ambientalistas e ruralistas, com interesses diversos na questão ambiental, participaram desse debate. Surgiu o Projeto de Lei nº 1.876/1999, focado na reformulação do Código Florestal e na Lei de Crimes Ambientais, especialmente sobre as Áreas de Preservação Permanente (APPs), as Reservas Legais (RL) e a exploração florestal. Essa tentativa de substituição do Código Florestal e as mudanças propostas na Lei de Crimes Ambientais foram amplamente criticadas por pesquisadores e juristas, que viam a iniciativa como uma maneira de flexibilizar o desmatamento e promover a expansão agrícola sem sanções (Roriz e Fearnside, 2015).

Dez anos após uma tentativa de reformular o Código Florestal Brasileiro, uma Comissão Especial foi formada, em 2009, na Câmara dos Deputados para impulsionar a criação de um novo código. Esta comissão uniu 11 Projetos de Lei, incluindo o PL nº 1.876/1999, que visavam modificar o Código Florestal de 1965. O deputado federal

Aldo Rebelo foi responsável pela relatoria do projeto substitutivo e argumentou que as leis ambientais, especialmente o Código Florestal, estavam prejudicando a produção agropecuária e os pequenos agricultores. Após extensos debates e discussões, o projeto foi aprovado no final de 2011, resultando no Novo Código Florestal Brasileiro, sancionado pela presidente Dilma Rousseff em maio de 2012 com ajustes e vetos no texto original (Rebelo, 2010; Santos, 2019).

Em 25 de maio de 2012 foi publicado o Novo Código Florestal (NCF), através da Lei Federal nº 12.651/2012, posteriormente modificado pela Lei Federal nº 12.727/2012, ambas revogando a Lei Federal nº 4.771/1965. O objetivo central do Código Florestal Brasileiro, em todas as suas edições, é preservar a qualidade de vida de toda a sociedade brasileira, reconhecendo que a conservação dos ecossistemas e a proteção dos recursos naturais são de interesse coletivo. Nesse contexto, o Novo Código Florestal manteve a definição de Área de Preservação Permanente (Campagnolo *et al.*, 2017).

Dentre os conceitos dispostos no Novo Código Florestal (Brasil, 2012), se destacam:

[...] II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

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

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

XVII - nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água;

XVIII - olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;

XIX - leito regular: a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano; [...]

XXII - faixa de passagem de inundação: área de várzea ou planície de inundação adjacente a cursos d'água que permite o escoamento da enchente;

A redação do Novo Código Florestal (Brasil, 2012) considera como APPs, em zonas rurais e urbanas:

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:

- 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 superior a 600 (seiscentos) metros;
- II - As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
 - b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
- III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
- 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;
- V - As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
- VI - As restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- VII - Os manguezais, em toda a sua extensão;
- VIII - As bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
- IX - No topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
- X - As áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
- XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

Ainda, o Novo Código Florestal considera como áreas de preservação permanente, quando de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades (Brasil, 2012):

- I - conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha;
- II - proteger as restingas ou veredas;
- III - proteger várzeas;
- IV - abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção;
- V - proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico;
- VI - formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- VII - assegurar condições de bem-estar público;
- VIII - auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares.
- IX - proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional.

É importante ressaltar que o NCF traz disposições com enfoque em áreas rurais, não definindo procedimento para as áreas urbanas (Brasil, 2012).

A Lei também define que a largura das APPs ao longo de um curso d'água é determinada a partir da borda da calha do leito regular (LR), com sua extensão variando de acordo com o tamanho da propriedade. Isso significa que propriedades menores podem ter uma faixa de proteção menor ao longo do curso d'água. O leito regular refere-se à calha pela qual as águas fluem regularmente ao longo do ano, representando seu nível normal (Terezan, 2005).

Apesar disso, o texto da nova legislação continua, assim como no Código Florestal anterior, não descrevendo o procedimento e as características que devem ser observadas para definição de leito regular (Campagnolo *et al.*, 2017). O Quadro 2, a seguir, traz um compilado das larguras de faixas de APP desde o CF 65 até o NCF, de 2012.

Quadro 2 – Resumos das alterações realizadas em métricas de faixas de APPs de cursos d'água nas legislações brasileiras

Legislação	Largura do curso d'água ou recurso hídrico	Definição de faixa de APP	Observação
Lei Federal nº4.771/1965	Menos de 10 m	5 m	Ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal.
	De 10 a 200 m	Igual à metade da largura dos cursos	
	Superior a 200 m	100 m	
Lei Federal nº7.511/1986	Menos de 10 m	30 m	Ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal.
	De 10 a 50 m	50 m	
	De 50 a 100 m	100 m	
	De 100 a 200 m	150 m	
	Superior a 200 m	Igual à distância entre as margens	
Lei Federal nº7.803/1989	Menos de 10 m	30 m	Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal.
	De 10 a 50 m	50 m	
	De 50 a 200 m	100 m	
	De 200 a 600 m	200 m	
	Superior a 600 m	500 m	
	Nascentes	Raio mínimo de 50 m	Aplica-se também a nascentes intermitentes e olhos d'água em qualquer situação topográfica.
Lei Federal nº 12.651/2012	Menos de 10 m	30 m	As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os
	De 10 a 50 m	50 m	
	De 50 a 200 m	100 m	

Legislação	Largura do curso d'água ou recurso hídrico	Definição de faixa de APP	Observação
Lei Federal nº 12.651/2012	De 200 a 600 m	200 m	efêmeros, desde a borda da calha do leito regular.
	Mais de 600 m	500 m	
	Lagos e lagoas naturais situados em áreas rurais, com até 20 hectares de área	50 m	As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais.
	Lagos e lagoas naturais situados em zonas rurais, com mais de 20 hectares de área	100 m	
	Lagos e lagoas naturais situados em zonas urbanas	30 m	
	Nascentes e olhos d'água perenes	50 m de raio	As áreas no entorno das nascentes qualquer que seja sua situação topográfica.

Fonte: Santos (2019). Adaptado pela autora (2024).

Segundo Santos (2019), o Novo Código Florestal foi duramente criticado por especialistas da área, que o apontaram a redação da Lei como permissiva à degradação ambiental, alegando que o texto permite diferentes interpretações e gera dúvidas. Ainda, o autor destaca que é possível notar que o legislador se preocupou em atender aos interesses de ordem socioeconômica em detrimento aos interesses relacionados à proteção ambiental, resultando na flexibilização das restrições para o uso de espaços territoriais protegidos, como as APPs. Tais críticas resultaram em uma Ação Declaratória de Constitucionalidade (ADC) 42 e quatro ADIs (Ações Diretas de Inconstitucionalidade) para diversos trechos do código vigente, sendo elas:

- **ADI 4.901**, que trata de dispensa e compensação de reserva legal;
- **ADI 4.902**, que questiona a autorização para novos desmatamentos em áreas com supressão de vegetação não autorizada e consolidação de danos ambientais ocorridos em APPs decorrentes de infrações à legislação ambiental até 22 de julho de 2008, além de conceder anistia para multas e crimes ambientais cometidos nesse período;
- **ADI 4.903**, que critica a permissão para intervenção em APPs por interesse público e social e o retrocesso ambiental no que tange a proteção das áreas de preservação permanente;
- **ADI 4.937**, que além de criticar os dispostos nas ADIs anteriores, reforça a violação ao postulado da proteção do ambiente, previsto no art. 225 da Constituição Federal de 1988.

Como resultado, em 2018 o Supremo Tribunal Federal (STF) realizou o julgamento sobre o Novo Código Florestal, reconhecendo a validade de vários dispositivos, declarando alguns trechos inconstitucionais e atribuindo interpretação conforme a outros itens (STF, 2018).

Um dos pontos mais discutidos sobre a lei foi a questão da “anistia” conferida aos proprietários que aderirem ao Programa de Regularização Ambiental (PRA). Segundo o disposto no Novo Código Florestal, quem adere a programa não está sujeito a sanções referentes a infrações cometidas antes de 22 de junho de 2008. O entendimento da Corte foi de que o caso não configura anistia, uma vez que os proprietários continuam sujeitos a punição na hipótese de descumprimento dos ajustes firmados nos termos de compromisso, e que a finalidade do disposto é estimular a recuperação de áreas degradadas. O ponto recebeu interpretação conforme do STF a fim de evitar que ocorra prescrição da punibilidade no decorrer do compromisso assumido pelo proprietário (STF, 2018).

Quanto aos dispositivos relacionados ao entorno de nascentes e olhos d'água intermitentes, estas foram consideradas áreas de proteção permanente e preservação ambiental (STF, 2018).

Outro ponto da abordado pelo STF foi com relação à intervenção em APPs, onde reduziram-se as possibilidades de intervenção previstas na lei. Ficou determinado que a intervenção por interesse social ou utilidade pública fica condicionado à inexistência de alternativa técnica ou locacional à atividade proposta. Foi reduzindo também o rol de casos de utilidade pública previstos, de forma a excluir a hipótese de obras voltadas à gestão de resíduos e vinculadas à realização de competições esportivas (STF, 2018).

Ainda, Steckelberg (2014) comenta que especialistas concordam quanto à necessidade de incorporar incentivos, benefícios e subsídios para aqueles que preservam e recuperam a mata, em linha com práticas adotadas na maioria dos países com legislações ambientais mais progressistas

3.1.2.12 Lei Federal nº 13.465/2017 – Lei de Regularização Fundiária

A regularização fundiária é um instrumento da política urbana criado com o intuito de solucionar os problemas habitacionais enfrentados pela população de baixa renda, garantindo o direito à moradia de forma adequada. A Constituição Federal de 1988 estabeleceu um marco jurídico urbanístico no Brasil ao reconhecer a dignidade

da pessoa humana como um dos fundamentos do Estado Democrático de Direito. A partir desse princípio, surgem os direitos sociais listados no artigo 6º da Constituição Federal, incluindo o Direito à Moradia (Matos, 2023).

De forma a atender o disposto pela Constituição, foram promulgadas diversas leis que dispunham de mecanismos da regularização fundiária no Brasil. Dentre elas, pode-se citar a Lei Federal nº 6.766/1979, a Lei de Parcelamento do Solo Urbano; o Estatuto da Cidade, regulamentado pela Lei Federal nº 10.257/2001; a lei que dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação e Interesses Sociais e o Fundo Nacional de Interesse Social, (Lei Federal nº 11.124/2005); e a Lei Federal nº 11.977/2009 (Matos, 2023).

A Lei Federal nº 13.465/2017, conhecida como Lei de Regularização Fundiária, tem como objetivo principal a regularização de terras urbanas e rurais no Brasil, através de regras para a legalização de ocupações em áreas públicas e privadas. A redação da Lei também prevê a possibilidade de concessão de título de propriedade para famílias de baixa renda que ocupam áreas públicas ou privadas de forma irregular, desde que atendam a determinados critérios. Ela aborda questões como a regularização de ocupações em áreas públicas e a titulação de terras ocupadas por comunidades tradicionais, buscando reduzir conflitos fundiários e promover a inclusão social (Brasil, 2017).

De acordo com o Art. 9º Lei Federal nº 13.465/2017, a Regularização Fundiária Urbana (Reurb) abrange medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais, com o objetivo de incorporar núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial urbano e à titulação de seus ocupantes (Brasil, 2017).

O art. 13 da Lei Federal nº 13.465/2017 dispõe que a regularização fundiária (Reurb) compreende duas modalidades: Reurb de Interesse Social (Reurb-S) e Reurb de Interesse Específico (Reurb-E).

A primeira modalidade, Reurb-S, se aplica a núcleos urbanos informais ocupados predominantemente por população de baixa renda em áreas urbanas, que não possuam título de propriedade. Para esta modalidade, o Poder Público se responsabiliza pelo custeio dos projetos e implantação das infraestruturas necessárias para o loteamento. Na Reurb-S dos núcleos informais urbanos que ocupam APPs, a regularização fundiária será admitida mediante apresentação de projeto de regularização fundiária na forma da lei específica de regularização fundiária urbana (Matos, 2023). Para aprovação, o projeto deve conter (Brasil, 2017):

§ 1º O projeto de regularização fundiária de interesse social deverá incluir estudo técnico que demonstre a melhoria das condições ambientais em relação à situação anterior com a adoção das medidas nele preconizadas.

§ 2º O estudo técnico mencionado no § 1º deverá conter, no mínimo, os seguintes elementos:

- I - Caracterização da situação ambiental da área a ser regularizada;
- II - Especificação dos sistemas de saneamento básico;
- III - Proposição de intervenções para a prevenção e o controle de riscos geotécnicos e de inundações;
- IV - Recuperação de áreas degradadas e daquelas não passíveis de regularização;
- V - Comprovação da melhoria das condições de sustentabilidade urbano-ambiental, considerados o uso adequado dos recursos hídricos, a não ocupação das áreas de risco e a proteção das unidades de conservação, quando for o caso;
- VI - Comprovação da melhoria da habitabilidade dos moradores propiciada pela regularização proposta; e
- VII - Garantia de acesso público às praias e aos corpos d'água.

A segunda modalidade, Reurb-E, aplica-se aos núcleos urbanos informais ocupados por população não qualificada na modalidade de Reurb-S, que se localizem em áreas urbanas. Nesse tipo de modalidade os custos são de responsabilidade dos proprietários, mas é o município que definirá quem será o responsável pela implementação da infraestrutura necessária. No que tange a regularização fundiária em áreas de APP, está será admitida, salvo as localizadas em áreas de risco, através de aprovação de projeto que demonstre a melhoria nas condições ambientais em relação a situação anterior (Matos, 2023). Para aprovação, o projeto deve conter (Brasil, 2017):

- I - A caracterização físico-ambiental, social, cultural e econômica da área;
 - II - A identificação dos recursos ambientais, dos passivos e fragilidades ambientais e das restrições e potencialidades da área;
 - III - A especificação e a avaliação dos sistemas de infraestrutura urbana e de saneamento básico implantados, outros serviços e equipamentos públicos;
 - IV - A identificação das unidades de conservação e das áreas de proteção de mananciais na área de influência direta da ocupação, sejam elas águas superficiais ou subterrâneas;
 - V - A especificação da ocupação consolidada existente na área;
 - VI - A identificação das áreas consideradas de risco de inundações e de movimentos de massa rochosa, tais como deslizamento, queda e rolamento de blocos, corrida de lama e outras definidas como de risco geotécnico;
 - VII - A indicação das faixas ou áreas em que devem ser resguardadas as características típicas da Área de Preservação Permanente com a devida proposta de recuperação de áreas degradadas e daquelas não passíveis de regularização;
 - VIII - A avaliação dos riscos ambientais;
 - IX - A comprovação da melhoria das condições de sustentabilidade urbano-ambiental e de habitabilidade dos moradores a partir da regularização; e
 - X - A demonstração de garantia de acesso livre e gratuito pela população às praias e aos corpos d'água, quando couber (Brasil, 2017).
- As duas modalidades de Reurb objetivam promover a regularização fundiária, com vistas a garantir o acesso à moradia digna, à cidade e aos serviços urbanos essenciais, além de reduzir a insegurança jurídica e a vulnerabilidade dos moradores dessas áreas.

3.1.2.13 Lei Federal nº 14.285/2021

Em 29 de dezembro de 2021 foi sancionada a Lei Federal nº 14.285/2021, com o intuito de definir e aprimorar o conceito de áreas urbanas consolidadas, para tratar sobre as faixas marginais de curso d'água em área urbana consolidada e para consolidar as obras já finalizadas nessas áreas (Brasil, 2021).

A Lei em questão alterou dispositivos do Código Florestal Brasileiro, Lei Federal nº 12.651/2012, da Lei Federal nº 11.952/2009, que trata sobre regularização fundiária em terras da união e da Lei Federal nº 6.766/1979, Lei de Parcelamento de Solo Urbano (Brasil, 2021).

A alteração no Artigo 3º do Código Florestal incluiu a definição de zona urbana consolidada como sendo aquela que atende aos seguintes critérios ((Brasil, 2021):

- a) estar incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica;
- b) dispor de sistema viário implantado;
- c) estar organizada em quadras e lotes predominantemente edificados;
- d) apresentar uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou direcionadas à prestação de serviços;
- e) dispor de, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:
 1. drenagem de águas pluviais;
 2. esgotamento sanitário;
 3. abastecimento de água potável;
 4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública; e
 5. limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos.

No entanto, conforme apontado por Barcellos (2023), surgem questionamentos sobre o conceito de áreas urbanas consolidadas, especialmente devido à ausência de um marco temporal claro para sua determinação. Por exemplo, o autor indaga qual seria a distinção entre uma intervenção em uma APP em área urbana consolidada um ano antes da promulgação da Lei Federal nº 14.285/2021 e aquela realizada dez anos antes, e como esses casos se diferenciariam. Ele ressalta a importância dessas questões ao analisar as faixas não edificáveis nas margens de corpos d'água, considerando que estas podem variar entre áreas sem intervenção e aquelas com intervenção, esta última passível de redução da área protegida ao adquirir o status de consolidada por meio de instrumentos municipais de ordenamento urbano. O autor também comenta que esse regramento municipal será crucial para a regularização de imóveis em desconformidade e para evitar conflitos judiciais.

A alteração no artigo 4º do Código Florestal trata sobre a redefinição de faixas de APPs de cursos hídricos e sobre as regras que devem ser seguidas para tal, incluindo a seguinte redação (Brasil, 2021):

Em áreas urbanas consolidadas, ouvidos os conselhos estaduais, municipais ou distrital de meio ambiente, lei municipal ou distrital poderá definir faixas marginais distintas daquelas estabelecidas no inciso I do **caput** deste artigo, com regras que estabeleçam:

I – a não ocupação de áreas com risco de desastres;

II – a observância das diretrizes do plano de recursos hídricos, do plano de bacia, do plano de drenagem ou do plano de saneamento básico, se houver; e

III – a previsão de que as atividades ou os empreendimentos a serem instalados nas áreas de preservação permanente urbanas devem observar os casos de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental fixados nesta Lei.

A alteração realizada no artigo 22º da Lei Federal nº 11.952/2009 também dispõe sobre a alteração em faixas de APPs em áreas urbanas, determinando que serão definidas nos planos diretores e nas leis municipais de uso do solo, mediante consulta aos conselhos estaduais e municipais de meio ambiente (Brasil, 2021).

Já a alteração realizada no artigo 4º da Lei Federal 6.766/1979, além de também prever uma faixa não edificável em trechos de margem de cursos d'água, indicada em Diagnóstico Socioambiental pelo município, determina a reserva de uma faixa não edificável de, no mínimo, 15 m de cada lado de faixas de domínio das ferrovias (Brasil, 2021).

Portanto, com a promulgação da mencionada lei, os municípios brasileiros ganham autonomia para estabelecer as Áreas de Preservação Permanente (APPs) em zonas urbanas consolidadas, contanto que realizem um Diagnóstico Socioambiental (DSA) abrangente e consultem os conselhos estaduais, municipais e distritais de meio ambiente (Brasil, 2021).

3.1.3 Legislação ambiental relacionada às APPs no Rio Grande do Sul

No que tange a legislação pertinente às áreas de preservação permanente no estado do Rio Grande do Sul cabe destacar o Código Estadual do Meio Ambiente (Rio Grande do Sul, 2020). Para APPs em áreas urbanas, cita-se a Resolução CONSEMA/RS nº 485/2023 (Rio Grande do Sul, 2023). Ambas descritas a seguir.

3.1.3.1 Lei Estadual nº 15.434/2020 – Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul

Em esfera Estadual, no Rio Grande do Sul, tem-se a Lei Estadual nº 15.434/2020, a qual institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (CEMA). Em sua redação, o CEMA visa regulamentar e proteger o meio ambiente no estado. Ele estabelece normas, diretrizes e princípios para a conservação, preservação e uso sustentável dos recursos naturais gaúchos. Algumas das principais áreas cobertas pelo código incluem a proteção da flora e fauna, a conservação dos recursos hídricos, o controle da poluição do ar e da água, a gestão de resíduos sólidos e a preservação de áreas de interesse ecológico (Rio Grande do Sul, 2020).

O código também estabelece instrumentos de gestão ambiental, como o licenciamento ambiental, que regula atividades potencialmente poluidoras, e prevê punições para infrações ambientais, visando garantir o cumprimento das leis de proteção ambiental (Rio Grande do Sul, 2020).

Seguindo o precedente do Código Florestal Brasileiro de 2012, o CEMA também apresenta diretrizes mais brandas que seu predecessor. Campagna *et al.*, grupo de colaboradores da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), critica o CEMA 2020 por flexibilizar normas e controles e apresentar alterações em conceitos.

Um dos pontos que podem ser observados é o conceito de APP, que até 2020, no Código Estadual do Meio Ambiente anterior, instituído pela Lei Estadual nº 11.520/2000 (Rio Grande do Sul, 2000), era definido como:

áreas de expressiva significação ecológica amparadas por legislação ambiental vigente, considerando-se totalmente privadas a qualquer regime de exploração direta ou indireta dos Recursos Naturais, sendo sua supressão apenas admitida com prévia autorização do órgão ambiental competente quando for necessária à execução de obras, planos, atividades, ou projetos de utilidade pública ou interesse social, após a realização de Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

Agora passa a ser definido por (Rio Grande do Sul, 2020):

áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Um exemplo de conceito que foi alterado é o de nascentes, que passam a ser definidas como “afloramento natural do lençol freático em condições de perenidade ou intermitência, e que dá início a um curso de água” (Rio Grande do Sul, 2020).

Enquanto no antigo Código eram definidas como: “ponto ou área no solo ou numa rocha de onde a água flui naturalmente para a superfície do terreno ou para uma massa de água” (Rio Grande do Sul, 2000). A mudança no conceito abre brecha para discussões, já que nem toda nascente inicia um curso de água, o que pode acarretar em descaracterização de APP, em alguns casos.

O CEMA de 2020 (Rio Grande do Sul, 2020) considera como APPs, em zonas rurais e urbanas, além das áreas normatizadas pelas legislações federais, áreas definidas como banhados e marismas. Ainda, pode ser determinado pelo chefe do Poder Executivo poderá declarar como áreas de preservação ou de uso especial áreas destinadas a:

- I - proteger o solo da erosão;
- II - formar faixas de proteção ao longo de rodovias, ferrovias e dutos;
- III - proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, histórico, cultural e ecológico;
- IV - asilar populações da fauna e flora ameaçadas ou não de extinção, bem como servir de pouso ou reprodução de espécies migratórias;
- V - assegurar condições de bem-estar público;
- VI - proteger paisagens notáveis;
- VII - preservar e conservar a biodiversidade; e
- VIII - proteger as zonas de contribuição de nascentes.

3.1.3.2 Resolução CONSEMA/RS nº 485/2023

Alinhado com a Lei Federal nº 14.285/2021, o Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul – CONSEMA/RS, publicou em 2023 a Resolução CONSEMA nº 485/2023, com o intuito de regulamentar os dispositivos da Lei Federal nº 14.285/2021, apresentando orientações quanto a elaboração do Diagnóstico Socioambiental (DSA) (Rio Grande do Sul, 2023).

A Resolução, em seu artigo 5º, determina que o DSA deve considerar as especificidades locais de cada região, de forma a dimensionar adequadamente as faixas marginais ao longo dos cursos hídricos. Para tal, deverão ser observadas as diretrizes previstas nos planos de recursos hídricos, bacia hidrográfica, de drenagem e de saneamento básico, quando aplicável. Ainda, o mesmo artigo dispõe sobre conteúdo mínimo do Diagnóstico, o qual deverá conter levantamento de informações e o mapeamento de áreas ao longo dos cursos d'água existentes na área urbana consolidadas. Após a elaboração do DSA, compete ao Conselho Municipal de Meio Ambiente manifestar-se sobre às faixas sugeridas de APP, sendo o Conselho Estadual

de Meio Ambiente consultado apenas em caso de inexistência de Conselho Municipal. (Rio Grande do Sul, 2023).

3.1.4 Síntese das faixas de APP definidas no Novo Código Florestal

Como apresentado anteriormente, as APPs são definidas pela legislação como (Brasil, 2012):

áreas protegidas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Para os recursos hídricos, os dois quadros abaixo trazem um compilado das larguras das faixas de APP, definidas pela Lei Federal nº 12.651/2012. O Quadro 3 apresenta as larguras de faixas de área de preservação permanente para rios e nascentes, enquanto o Quadro 4 traz informações de faixas de área de preservação permanente para lagos e lagoas artificiais e naturais.

Quadro 3 - Larguras de faixas de APPs para cursos d'água e nascentes

	Largura do corpo hídrico	Faixa de APP	Observação
Rios	Menos de 10 m	30 m	Em faixa, medida desde a borda da calha do leito regular do rio
	de 10 a 50 m	50 m	
	de 50 a 200 m	100 m	
	de 200 a 600 m	200 m	
	mais de 600 m	500 m	
Nascentes	-	50 m	Em raio, a partir do ponto central da nascente

Fonte: A autora (2024).

No que diz respeito à distinção entre APPs hídricas em áreas urbanas e rurais, a Lei Federal nº 14.285/2021 traz instrumentos jurídicos que permitem a diferenciação das regras aplicáveis aos contextos urbanos. O Código Florestal de 2012 também estabelece como APPs as restingas e os manguezais em toda sua extensão.

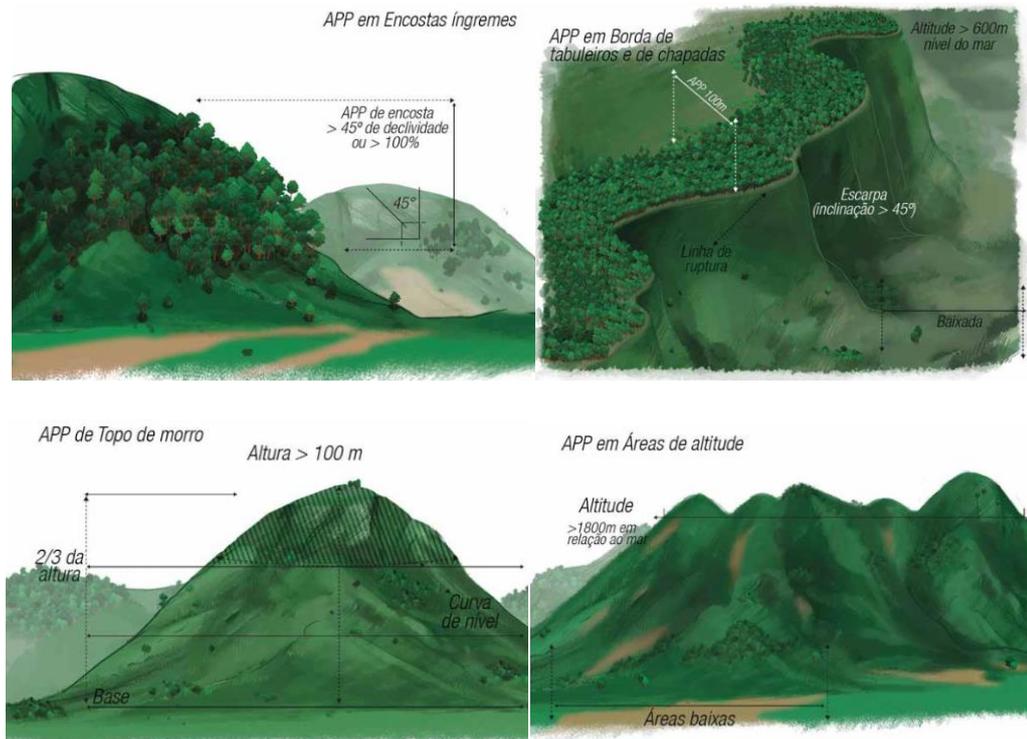
Quadro 4 - Larguras de Faixas de APP para lagos e lagoas

Condição da Lagoa		Faixa de APP	Delimitação	
Lagos e Lagoas Naturais	Zona Rural	Até de 20 ha de superfície	50 m	Em faixa, áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais.
		Mais de 20 ha de superfície	100 m	
	Zonas Urbana	-	30 m	
Lagos e Lagoas Artificiais	Sem barramento de cursos d'água	-	Não há	-
	Com barramento de cursos d'água	-	Definida na licença ambiental do empreendimento	-

Fonte: A autora (2024).

Para proteção à estabilidade geológica, o Código Florestal de 2012, também define como APPs, as encostas ou partes destas com declividade superior a 45° , as bordas dos tabuleiros ou chapadas, topos de morros, montes, montanhas e serras e as áreas em altitude superior a 1.800 m, conforme representado na Figura 2.

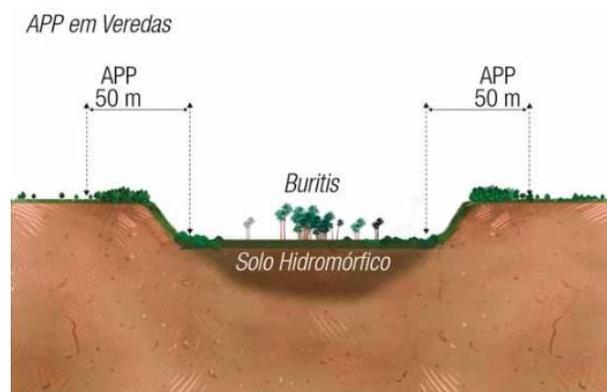
Figura 2 - APPs para proteção à estabilidade geológica



Fonte: Bêde (2013).

Em veredas, a faixa a faixa de APP é definida com largura mínima de 50 m, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado (solo hidromórfico), conforme a Figura 3.

Figura 3 - APP em Veredas



Fonte: Bêde (2013).

3.1.5 Conceitos técnicos relacionados às APPs

A seguir serão apresentados conceitos técnicos pertinentes para a compreensão do tema de áreas de preservação permanente, sendo posteriormente utilizados também para a compreensão do Diagnóstico Socioambiental.

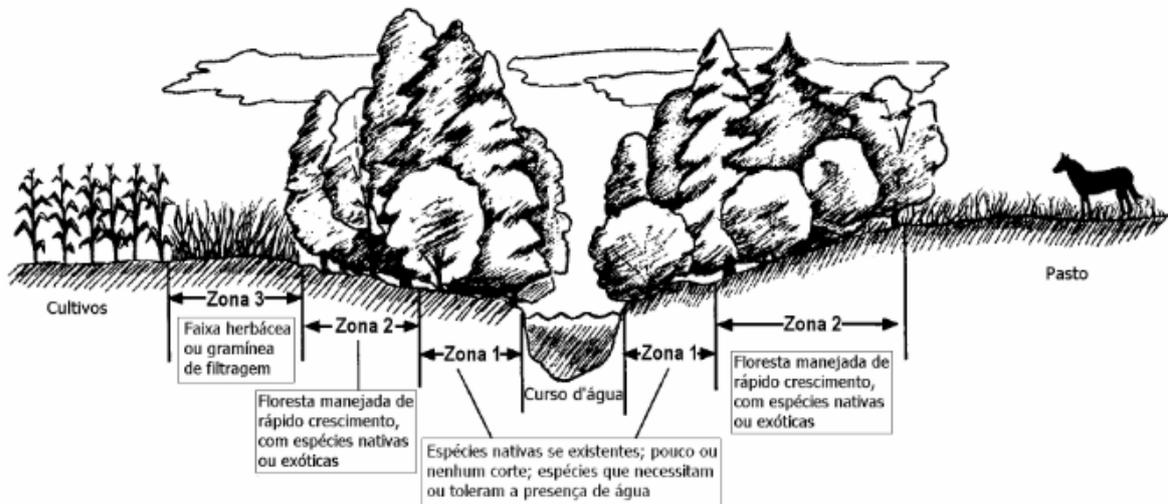
3.1.5.1 Zonas ripárias

Segundo Kobiyama (2003), uma questão fundamental, quando se trata de proteção de áreas próximas à cursos d'água, é a determinação de faixa de proteção de vegetação adequada para que se tenha um bom ambiente fluvial. O autor ressalta que essa faixa é denominada de diversas formas ao redor do mundo, sendo a mais utilizada na sociedade brasileira “mata ciliar”, podendo ser conhecida como zona ripária ou floresta de galeria.

Pode-se conceituar zonas ripárias como áreas próximas a rios, lagos e pântanos, que atuam como interface entre os ecossistemas terrestre e aquático, ou seja, um ecótono, que tem forte influência na transferência de energia, nutrientes e sedimentos entre os ecossistemas terrestre e aquático, sendo um corredor para movimento de fauna dentro do sistema de drenagem (Zakia *et al.*, 2009). Essa zona se estende horizontalmente até o limite que o curso hídrico alcança em momentos de cheia (planície de inundação), verticalmente desde a cota mais baixa onde a água subterrânea se movimenta (lençol freático), até o topo da copa da vegetação, (The Japan Society of Erosion Control Engineering, 2000 *apud* Kobiyama, 2003) (Gregory *et al.*, 1991 *apud* Kobiyama, 2003).

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, através do Natural Resources Conservation Service (NRCS) (1997 *apud* Kobiyama, 2003) desmembrou as zonas ripárias de maneira mais detalhada, levando em conta critérios geomorfológicos e uso da terra, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Descrição detalhada de uma zona ripária



Fonte: NRCS, 1997 *apud* Kobiyama (2003).

A Zona 1, localizada mais próxima ao curso d'água, é formada por árvores e arbustos. Desempenha papel chave na criação de habitat para a fauna da região, fornecendo alimento e proteção dos raios solares. A vegetação presente na Zona 2 auxilia na retenção de sedimentos, nutrientes e substâncias carregadas pelo escoamento superficial. Já a Zona 3, atua como área filtrante, auxiliando a função da Zona 2, e é geralmente composta por vegetação rasteira (herbáceas e gramas) (Kobiyama, 2003).

No que tange as funções da vegetação em zonas ripárias, Silva (2003), destaca 9 funções principais, compiladas no Quadro 5.

Quadro 5 - Funções da vegetação ripária

Função	Descrição	Fonte
Estabilização de taludes e encostas	Em taludes proporcionam a criação de uma "manta protetora" contra a erosão causada pelas águas pluviais e escoamento superficial. Já nas encostas, a vegetação contribui para a fixação do solo que se localiza sobre a camada de rocha	Tsukamoto e Kusakabe (1984)
Manutenção da morfologia do rio e proteção a inundações	A vegetação, além de diminuir a velocidade de escoamento dos rios através da preservação dos meandros, também proporciona a infiltração das águas pluviais no solo, o que favorece a diminuição do pico de cheia	Fry, Steiner e Green, (1994)
Retenção de sedimentos e nutrientes	Opera como um filtro, retendo sedimentos e nutrientes provenientes de atividades humanas e agrícolas	Haupt e Kidd Jr. (1965), Osborne e Kovacic (1993)
Regulação da temperatura da água e do solo	A vegetação proporciona a interceptação dos raios solares sobre o rio, regulando a temperatura da água favorecendo sua oxigenação e a conservação da umidade do solo	Corbett, Lynch e Sopper (1978), Wagatsuma (2002)

Função	Descrição	Fonte
Fornecimento de alimento e habitat para espécies aquática	Contribui com matéria orgânica, proveniente de restos de galhos e troncos, e habitat para animais aquáticos	Reid e Hilton (1998)
Manutenção de corredores ecológicos	Favorece a conectividade entre diferentes habitats, permitindo o fluxo de espécies e a preservação da biodiversidade	Cockle e Richardson (2003), Spackman e Hughes (1995)
Paisagística e recreativa	Permitem a prática de trilhas e atividades de lazer, além de contribuir para a estética da paisagem	Reid e Hilton (1998)
Fixação do gás carbônico	Como toda floresta, a vegetação ripária contribui para a fixação de dióxido de carbono, através da integração com sua biomassa	Nobre (2002), Hannelius e Kuusela (1995), Sanquetta <i>et al.</i> (2002)
Interceptação de escombros rochosos	As árvores maiores atuam como barreira contra sedimentos rochosos que podem causar danos em casos de fluxos de detritos	Mizuyama <i>et al.</i> (1989)

Fonte: Silva (2003). Adaptado pela autora (2024).

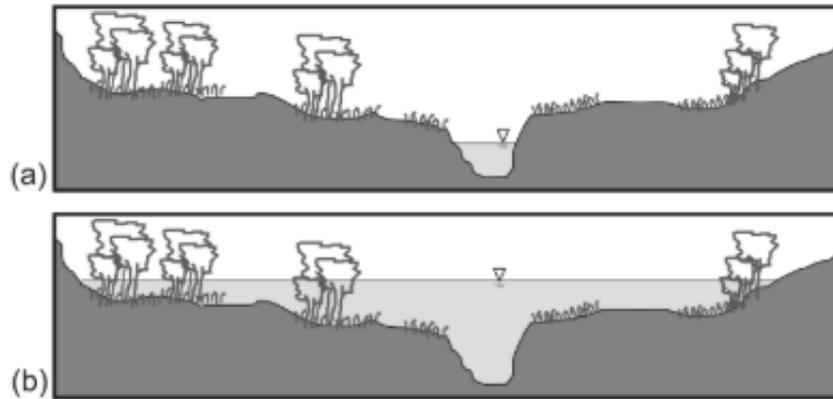
No entanto, para Kobiyama (2003), as zonas ripárias compreendem apenas o espaço físico. Quando se necessita abordar o sistema em sua totalidade, incluindo processos, mecanismos e outros elementos, deve-se utilizar o termo "ecossistema ripário", definindo-o como um ecótono entre os ecossistemas terrestre e aquático, devido a interação entre fenômenos geomorfológicos, biológicos e hidrológicos.

3.1.5.2 Planície de inundação

Segundo Paz (2010), o transbordamento natural da água do rio para as áreas planas é um fenômeno comum dentro do ciclo hidrológico. Durante períodos de seca ou cheias moderadas, o fluxo permanece contido dentro do leito principal do rio. Contudo, em eventos de grandes cheias, o aumento do nível da água pode ultrapassar as margens do leito, inundando as áreas adjacentes.

A ocupação das planícies de inundação, especialmente em conjunto com o crescimento das áreas urbanas, pode acarretar sérios perigos para as comunidades, indo além da simples ameaça aos bens materiais. Essa ocupação tende a ocorrer em períodos de estiagem, quando os rios não transbordam de seus leitos naturais. No entanto, intervenções humanas nos cursos d'água e as mudanças climáticas têm exacerbado tanto a frequência quanto a intensidade das inundações, tornando-as mais frequentes e mais severas (Larentis *et al.*, 2020).

Figura 5 - Seção transversal de um curso d'água



Fonte: Paz (2010).

Na imagem (Figura 5 – a), é possível observar o nível da água no canal principal durante períodos de estiagem ou cheias moderadas. Já na Figura 5 – b observa-se o nível da água ocupando a planície de inundação, em épocas de cheia (Paz, 2010).

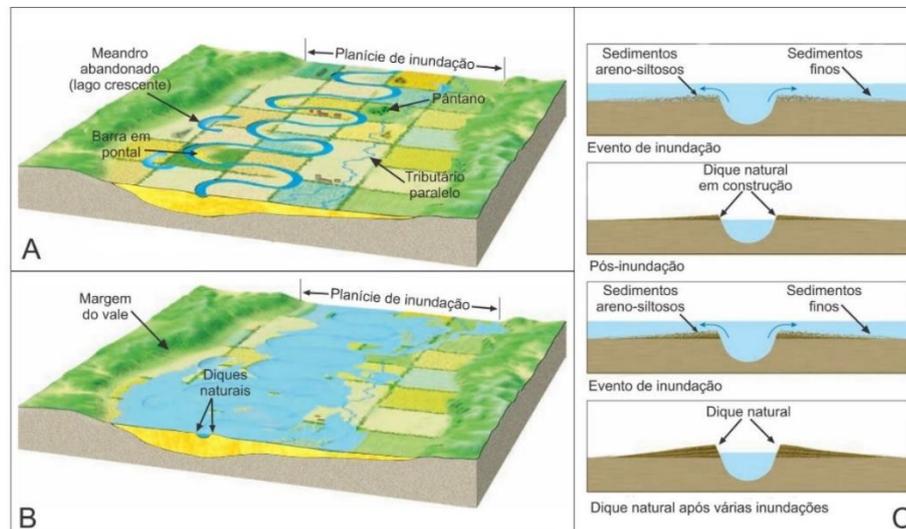
Quando ocorre o extravasamento para as áreas planas, a dinâmica do fluxo se torna mais complexa. As áreas planas apresentam uma topografia e rugosidade diferentes do leito principal, devido à presença de vegetação, rochas e desníveis no terreno. Com a inundação, o fluxo de água segue com diferentes velocidades entre as parcelas que fluem pelo leito principal (maior velocidade) e as que se deslocam pela planície (menor velocidade). Essa interação entre o leito e a planície funciona como um fator de redução do fluxo, influenciando diretamente na velocidade das cheias (Paz, 2010).

Além disso, a inundação da planície afeta o fluxo de outras maneiras: serve como área de armazenamento temporário e pode modificar ou criar trajetórias diferentes para o fluxo. Parte da água que extravasa do leito principal pode ficar retida temporariamente na planície, especialmente em depressões e lagos marginais, antes de retornar ao canal quando o nível da água diminui (Figura 6 – a). Em alguns casos, esse volume retido pode ser perdido apenas por evaporação e infiltração no solo, retornando ao canal por fluxos subterrâneos (Paz, 2010).

A inundação da planície também pode alterar o percurso do fluxo. Durante períodos de seca, o fluxo segue o curso sinuoso do canal. No entanto, durante a inundação, o fluxo pode seguir trajetórias mais diretas, ignorando o curso original do canal. Geralmente, a inundação não cobre toda a extensão da planície, permitindo que a água encontre caminhos preferenciais de escoamento (Figura 6 – b), levando a

fluxos independentes que podem retornar ao canal em pontos mais abaixo ou se acumular em lagos e depressões mais distantes do canal principal (Paz, 2010).

Figura 6 - Representação do processo de inundação de planície



Fonte: Lima (2019). Traduzido de Lutgens *et al.* (2011).

A Figura 6 – c exemplifica uma série de eventos de inundação, onde a água transborda do canal, depositando sedimentos ao longo das margens e formando diques naturais. Esses diques não só canalizam a água durante períodos de fluxo normal, mas também atuam como barreiras que impedem que grande parte das águas das inundações retrocedam ao canal, dando origem a áreas alagadas e pântanos (Muñoz, 2014).

3.1.5.3 Áreas de risco ambiental

O conceito de áreas de risco, conforme o IBGE (2018), refere-se a locais propensos a serem afetados por fenômenos naturais ou provocados por ações antrópicas, resultando em efeitos adversos para a saúde, propriedades e meio ambiente. Segundo IBGE (2018), deslizamentos de terra e inundações têm sido os desastres naturais que mais causam mortes no país. Em resposta a eventos significativos, a partir de 2011, o governo estabeleceu um programa abrangente de gestão e resposta a desastres, priorizando a prevenção e mitigação (IBGE, 2018).

Entre 2008 e 2011, desastres notáveis ocorreram em várias regiões do Brasil, incluindo o Vale do Itajaí em Santa Catarina, em 2008, em Ilha Grande e Angra dos Reis, em 2010, e inundações em São Paulo, no mesmo ano. O desastre na região serrana do Rio de Janeiro, em 2011 resultou em uma devastação considerável, com

947 mortes, mais de 300 pessoas desaparecidas e incontáveis famílias desabrigadas, além de perdas materiais (CEMADEN, 2017).

Em 2012, o programa foi aprimorado com o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres, focando em mapeamento de áreas de risco, monitoramento e alerta, obras estruturais e fortalecimento dos órgãos de defesa civil (IBGE, 2018).

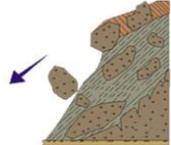
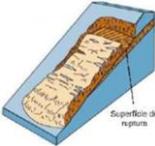
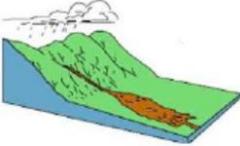
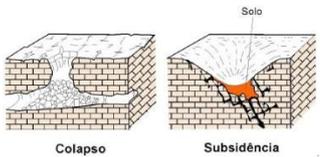
Com o intuito de monitorar áreas propensas a sofrerem desastres naturais em municípios brasileiros, foi criado, através do Decreto Presidencial nº 7.513, de 1º de julho de 2011, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). O CEMADEN, além de realizar o monitoramento de áreas de risco, através da combinação e análise de dados de monitoramento e dados de levantamentos do IBGE, também tem como objetivo prover soluções tecnológicas para o sistema de alerta antecipado a fim de reduzir o número de vítimas fatais e prejuízos materiais resultantes de fenômenos naturais (CEMADEN, 2017).

Embora o Censo Demográfico do IBGE forneça informações populacionais, dados específicos sobre populações expostas e vulneráveis em áreas de risco estão ausentes. Para preencher essa lacuna, o IBGE e o CEMADEN desenvolveram uma metodologia que associa dados demográficos a áreas de risco, resultando na Base Territorial Estatística de Áreas de Risco (BATER), para 872 municípios monitorados pelo CEMADEN (IBGE, 2018).

De acordo com o Anuário da Sala de Situação do CEMADEN (2017), o monitoramento de desastres naturais é dividido em dois grupos: Hidrológico e Geológico, conforme descrito na Codificação Brasileira de Desastres – COBRADE. O Quadro 6 apresenta as definições de cada tipo de desastres naturais monitorados.

Quadro 6 - Desastres naturais monitorados pelo CEMADEN

Hidrológico	
Conceito	Descrição
Enxurrada	Escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte provocado por chuvas intensas e concentradas. - Elevação repentina do canal, com transbordamento; - Grande poder destrutivo; - Duração do evento é muito variável, a depender da topografia e cobertura do solo.
Inundação	Submersão de áreas localizadas próximas aos cursos hídricos. - Transbordamento gradual em áreas de planície; - Provocado por chuvas distribuídas e alto volume acumulado na bacia de contribuição.

Hidrológico		
Conceito	Descrição	
Alagamentos	Sobrecarga dos sistemas de drenagem urbana pela precipitação intensa. - Acúmulo de água nas ruas e calçadas.	
Geológico – Movimentos de Massa		
Conceito	Descrição	Representação
Queda	Movimento em queda livre de diferentes tamanhos de rochas desprendidas de taludes íngremes.	
Tombamento	Movimento rotacional de blocos rochosos para fora do talude.	
Rolamento	Movimento de blocos rochosos ao longo de encostas, geralmente causados devido a descalçamentos.	
Deslizamento Rotacional	Movimentos de solo e rocha que ocorrem em superfícies de ruptura curvada no sentido superior, com movimento rotatório em materiais superficiais homogêneos.	
Deslizamento Translacional	Movimentos de solo e rocha que ocorrem em solos mais planos. - Associados a solos rasos.	
Fluxo de detritos e lama (Corridas de Massa)	Movimento rápido, causado por presença de fluxo de água na superfície. - Decorrente de precipitação intensa; - Formação de lama, causando arraste de solo e rocha.	
Subsidência e Colapsos	Afundamento do terreno, rápido ou gradual. Pode ocorrer devido ao colapso de cavidades, redução da porosidade do solo ou deformação de material argiloso presente no solo.	

Fontes: CEMADEN (2017), Gama (2022). Adaptado pela autora (2024).

No país, outra plataforma que realiza o monitoramento de áreas de risco e gestão territorial é o Serviço Brasileiro de Geologia (SGB), vinculado ao Ministério de Minas e Energia. Dentro do Serviço Geológico do Brasil, tem-se o Departamento de Gestão Territorial - DEGET, que tem por objetivo a coordenação, supervisão e

execução de estudos do meio físico, no âmbito das geociências, voltados para Gestão Territorial, Geologia Ambiental e Geologia Aplicada, de forma a proporcionar informações relevantes para a tomada de decisão de gestores governamentais, para a elaboração de políticas públicas e no atendimento à sociedade em geral. O DEGET é composto por duas unidades técnicas e executoras, a Divisão de Geologia Aplicada – DIGEAP e a Divisão de Gestão Territorial – DIGATE (SBG, 2024).

A criação da DIGEAP surgiu da necessidade de lidar com a frequente ocorrência de acidentes causados tanto por processos geológicos naturais, quanto por intervenções humanas no meio ambiente. Seu propósito principal é conduzir estudos, projetos e programas voltados para a aplicação da geologia na engenharia, geotecnia e na gestão urbana, com foco nos riscos geológicos. Isso envolve identificar e caracterizar o ambiente físico para minimizar os danos materiais e perdas de vidas humanas decorrentes de eventos como deslizamentos, escorregamentos, erosões, assoreamentos, inundações e outros fenômenos similares (SBG, 2024).

Além disso, a DIGEAP trabalha no desenvolvimento de metodologias para compreender melhor esses processos. Ela também capacita profissionais do setor público por meio de cursos oferecidos à comunidade, promove a conscientização ambiental, e implementa sistemas de alerta e monitoramento, entre outras atividades (SBG, 2024).

A DIGATE foi criada para atender à demanda por informações geológico-ambientais para questões de meio ambiente e planejamento territorial. Seu objetivo é promover estudos integrados sobre o ambiente físico, especialmente aspectos geológicos, geomorfológicos e geoquímicos, com foco nas questões ambientais e de planejamento territorial. Atua, ainda, no desenvolvimento de métodos para solução de problemas ambientais atrelados ao planejamento territorial e promove o conhecimento geocientífico (SBG, 2024).

Um dos produtos apresentados pelo SGB são os Diagnósticos da População em Áreas de Risco Geológico, que apresentam um panorama do contexto socioeconômico dos residentes em regiões mapeadas como áreas de risco geológico pelo SGB. Esta análise tem como objetivo subsidiar políticas públicas relacionadas à prevenção e resposta a desastres, fundamentando-se na sobreposição entre os setores censitários do Censo Demográfico de 2010, áreas urbanas e as áreas identificadas como de risco geológico. Atualmente o Diagnóstico está disponível para

46 municípios brasileiros, sendo quatro deles no Rio Grande do Sul: Encantado, Igrejinha, Novo Hamburgo e Porto Alegre (SBG, 2024).

O SGB também disponibiliza Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, documentos cartográficos que representam a possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa e inundações em municípios brasileiros. Atualmente, 678 municípios estão mapeados, 26 deles no Rio Grande do Sul (SBG, 2024), no entanto São Marcos não está entre os municípios mapeados.

No que tange a instituição de índices de risco no Brasil, tem-se a plataforma AdaptaBrasil MCTI, instituída através da Portaria nº 3.896, de 16 de outubro de 2020, pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). A plataforma, através da cooperação entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Rede Nacional de Pesquisa e Ensino (RNP), visa integrar índices e indicadores de risco de impactos das mudanças climáticas no Brasil, de forma a possibilitar a identificação de impactos observados e esperados resultantes das mudanças climáticas, além de prestar subsídio às autoridades competentes no processo de tomada de decisão frente aos eventos climáticos (Brasil, 2024).

A plataforma traz índices de riscos de impactos das mudanças climáticas sobre recursos hídricos, segurança alimentar, segurança energética, infraestrutura portuária, rodoviária e ferroviária, saúde e desastres hidrológicos. Nesse último tópico tem-se a divisão entre os eventos de inundações, enxurradas e alagamentos e deslizamentos de terra, onde é possível observar o índice de vulnerabilidade da população das cidades frente aos impactos de desastres geo-hidrológicos, além de da capacidade da população e governos de se ajustarem após esses eventos (Brasil, 2024).

3.1.5.4 Intervenção e descaracterização de APPs

Machado (2010) entende que, para que uma APP seja estabelecida, esta deve apresentar atributos ambientais capazes de caracterizar sua proteção. Segundo o autor, sua interpretação provém do Art. 3º do Código Florestal Brasileiro, onde dispõe-se que essas áreas têm “função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, [...] proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, 2012).

Um exemplo que se pode citar é a canalização de cursos d'água para a expansão de áreas urbanas. Segundo Christofidis, Assumpção e Kligerman (2019), no contexto histórico do processo de urbanização, a implementação de sistemas de drenagem e canalização de rios tinha por objetivo mitigar os efeitos das chuvas sobre a população dos centros urbanos e abrir espaço para novas construções, resultando em intervenção em áreas de preservação permanente. Estas, anteriormente destinadas a reduzir os impactos das chuvas intensas e proteger a biodiversidade local, protegendo a população contra transbordamentos de recursos hídricos, perderam parcial ou totalmente essas características.

Atividades antrópicas submetem as APPs à degradação extensiva, levando à substituição de paisagens naturais por outros usos do solo e à conversão de áreas florestais em fragmentos. Isso resulta em problemas ambientais e frequentemente provoca a indisponibilidade de recursos naturais, cruciais para a manutenção da vida (Luppi *et al.*, 2015)

Entre os impactos negativos das intervenções em APPs estão a extinção de espécies de fauna e flora, o aumento de emissões de dióxido de carbono (CO₂), a redução de serviços ecossistêmicos (como o controle de pragas, a polinização de plantas cultivadas ou selvagens e a proteção de recursos hídricos), a propagação de zoonoses e o assoreamento de rios, reservatórios e portos. Esses impactos têm claras implicações no abastecimento de água, energia e escoamento de produção em todo o país (Silva *et al.*, 2012). Ainda, Borges *et al.* (2011) afirmam que as ações antrópicas em APPs, visando à consolidação de zonas agrícolas, comprometem a futura reposição de água nos aquíferos e a qualidade da água superficial e subterrânea.

O estabelecimento de conexões naturais entre áreas de APPs possibilita a formação de corredores ecológicos, criando um meio eficiente para minimizar os prejuízos causados pela fragmentação do habitat para fauna e flora (Borges *et al.*, 2011).

Para Barcellos (2023), a descaracterização de uma APP deve ser aplicada em situações em que existe clara perda de função ecológica do local, onde exista urbanização do entorno por meio de residências, comércios, indústrias e infraestrutura urbana, além da presença de tráfego de veículos. No entanto, Barcellos ressalta que deve haver diligência por parte tanto dos usuários dessas áreas quanto do Poder Público, de modo a evitar que áreas que deviam ser protegidas sofram ainda mais com intervenções antrópicas sob o pretexto de consolidação urbana.

Barcellos (2023) ainda comenta que a descaracterização de uma APP não implica na ausência de danos ao meio ambiente, os quais devem ser avaliados através de perícia técnica, a qual pode resultar em penalidades para o proprietário do local onde ocorreu a intervenção, podendo ser responsabilizado em esferas civil, administrativa e penal. Toda intervenção em uma área requer autorização prévia do órgão competente, sujeita a possíveis sanções em caso de descumprimento. Diversas normas legais estabelecem essa obrigação, como a PNMA (Brasil, 1981), a Lei de Crimes Ambientais (Brasil, 1999) e o Código Florestal (Brasil, 2012).

3.1.6 Ferramentas para monitoramento de APPs

De acordo com a EMBRAPA (2014), o geoprocessamento abrange um conjunto de técnicas e métodos científicos utilizados na análise, exploração, estudo e conservação dos recursos naturais, incluindo o estudo da paisagem, prevenção de desastres naturais e monitoramento da atividade humana.

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas para coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais, com destaque para o Sistema de Informações Geográficas (SIG). O SIG, permite uma avaliação ágil e objetiva, possibilitando a geração de mapas que podem ser utilizados para avaliação de áreas, sem a necessidade de estudos de campo aprofundados (Rocha Filho *et al.*, 2016).

Associado a técnicas de mapeamento, como topografia convencional e imagens de satélite, o geoprocessamento permite a aquisição de mapas temáticos e a identificação de áreas, como por exemplo florestas nativas, banhados, áreas erodidas, APPs, lavouras, etc. A combinação de geoprocessamento com imagens de satélite de alta resolução espacial possibilita diagnosticar e identificar intervenções em áreas de preservação permanente, fornecendo suporte técnico e jurídico para ações de controle e fiscalização ambiental (Nascimento, 2005).

No Brasil, uma das ferramentas de monitoramento por geoprocessamento que cabe destacar é o MapBiomas. O Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, o MapBiomas, foi criado em 2015 em São Paulo, por especialistas em sensoriamento remoto e mapeamento de vegetação que tinham como objetivo produzir mapas anuais de uso e cobertura do solo, do território brasileiro, em que fosse possível acessar o histórico das últimas décadas (MapBiomas, 2024).

A iniciativa teve o apoio do Google, que gerou um termo de cooperação técnica para desenvolver a iniciativa tendo como base a plataforma Google Earth Engine e reunindo especialistas em cada bioma, criando um processo automatizado para sintetização de informações em uma única plataforma (MapBiomas, 2024).

O projeto disponibiliza mapeamento anual da cobertura e uso do solo, além de monitorar a superfície de água e cicatrizes de fogo mensalmente, com dados a partir de 1985. Ainda, são produzidos relatórios para cada evento de desmatamento detectado no Brasil desde janeiro de 2019, através do MapBiomas Alerta (MapBiomas, 2024).

A plataforma MapBiomas Alerta é um sistema utilizado para validar e aprimorar alertas de desmatamento, utilizando imagens de satélite de alta resolução. Nela, os alertas gerados por diversos sistemas de detecção para todos os biomas do Brasil são disponibilizados. O processo envolve a validação, aprimoramento e a definição de uma janela temporal para cada evento de desmatamento, além da análise espacial com informações territoriais relevantes, como municípios, propriedades rurais, áreas protegidas, autorizações de supressão de vegetação, embargos, entre outros. Cada alerta publicado inclui um laudo detalhado, disponibilizado de forma aberta e gratuita. No entanto, salienta-se que a plataforma reporta todas as perdas de vegetação nativa sem fazer avaliações sobre sua legalidade, regularidade ou a responsabilidade pela supressão da vegetação, a qual é de responsabilidade dos órgãos fiscalizadores correspondentes (MapBiomas Alerta, 2024).

3.2 ÁREAS URBANAS – OCUPAÇÃO EM APPs E IMPLICAÇÕES

O início do processo de formação de comunidades, segundo Abiko, Almeida e Barreiros (1995), se deu no período Paleolítico Superior, devido a diminuição das fontes de alimento habituais, provavelmente em decorrência das extremas variações de temperatura e no regime de chuvas corridas nesta época. As comunidades deixaram de ser nômades para se estabelecerem em locais onde poderiam desenvolver técnicas de agricultura, necessitando de acesso à água, estabelecendo-se próximas aos rios, e iniciando o processo de modificação do ambiente.

Avançando na linha temporal, percebe-se que esse padrão se seguiu, observando as grandes cidades das civilizações antigas que situavam-se nas margens dos rios. O chamado Crescente Fértil, delimitado pelos rios Jordão, Eufrates,

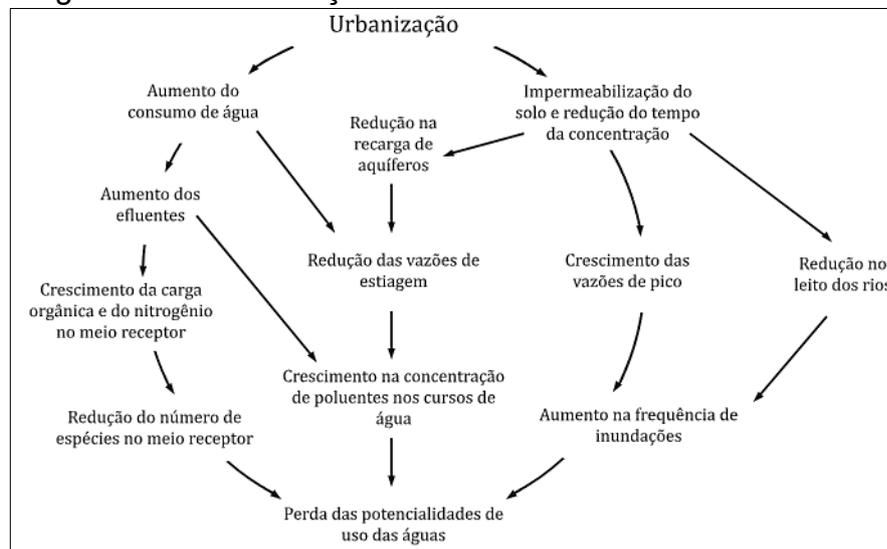
Tigre e Nilo, abriga algumas das cidades mais antigas, podendo ser conhecido como “berço da civilização humana” (Peixoto, 2016).

Ainda, Müller (2002), traz a atenção às mudanças ocorridas nas cidades europeias a partir da Revolução Industrial, um marco para a transformação dos meios de produção e para as relações sociais e as funções urbanas. O processo de urbanização acelerado da época, sem planejamento e soluções sanitárias resultou no surgimento de epidemias, poluição dos cursos hídricos e poluição atmosférica. Os cursos d'água em áreas urbanas eram utilizados para dispersão da poluição, recebendo elevadas cargas sanitárias e resíduos das atividades comerciais e manufatureiras.

Na evolução da civilização, os rios desempenham um papel determinante. Inicialmente, foram essenciais para a identificação de terras férteis, atraindo o estabelecimento humano. À medida que as populações cresceram, os rios se tornaram vias de transporte vitais, conectando comunidades e facilitando o comércio e escoamento da produção (Peixoto, 2016).

Essas circunstâncias não apenas impulsionaram o surgimento das primeiras cidades, mas também desencadearam ao longo do tempo mudanças significativas nos âmbitos social, econômico e ambiental. Inicialmente, os rios nas cidades serviam não só como vias de transporte, mas também como espaços de lazer e recursos para a pesca. No entanto, à medida que as cidades evoluíram, ocorreram transformações que perturbaram a relação equilibrada entre o ambiente urbano e os cursos d'água (Freitas, 2015). A Figura 8 ilustra o impacto da urbanização sobre os recursos hídricos.

Figura 7 - A urbanização e os recursos hídricos nas cidades



Fonte: Chocat (1997). Adaptado por Baptista e Cardoso (2013).

A canalização dos cursos de água intensifica o problema das inundações. A retificação e revestimento de margens de cursos d'água, combinada com a redução da infiltração de águas pluviais pela impermeabilização do solo, provoca o aumento do volume e da velocidade do escoamento superficial, gerando aumento dos picos dos hidrogramas das bacias. Um exemplo evidente desse fenômeno pode ser observado em São Paulo, uma cidade que se desenvolveu às margens do Rio Tietê e hoje é a maior metrópole da América do Sul. Com o rápido crescimento durante o Ciclo do Café e o início da industrialização, São Paulo enfrentou cada vez mais problemas com inundações (Baptista e Cardoso, 2013).

A urbanização brasileira caracteriza-se em três etapas, a primeira delas antes da implantação das indústrias, a segunda no início da industrialização, com a concentração urbana nos polos Rio de Janeiro e São Paulo, e a terceira com o investimento em urbanização de cidades de médio porte no interior (Freitas, 2015).

O planejamento urbano brasileiro, desde o século XIX até os anos 1930, teve foco em iniciativas voltadas para o saneamento básico e o embelezamento de espaços públicos. No entanto, a partir dos anos 30 até os anos 90, o cenário urbano brasileiro enfrentou uma transformação significativa, através do crescimento acelerado das cidades, onde foi necessária uma abordagem mais abrangente, de forma a tratar de questões de infraestrutura, transporte, habitação e serviços públicos (Ultramari, 2009).

A urbanização no Brasil foi impulsionada por migração interna, industrialização e políticas de desenvolvimento econômico. Esse processo resultou em um crescimento acelerado das áreas urbanas sem um planejamento adequado do espaço. Como resultado tem-se a falta de infraestrutura básica, desigualdades sociais e problemas ambientais relacionados a falta de controle do uso do solo urbano, especialmente ocupação das APPs (Freitas, 2015).

Os anos 90 marcam uma nova fase no planejamento urbano brasileiro, conhecida como pós-reforma urbana. Nesse período, houve uma revisão das políticas e práticas urbanas, com ênfase na promoção da sustentabilidade, inclusão social e melhoria da qualidade de vida nas cidades (Ultramari, 2009).

A distribuição desigual da urbanização também é uma característica importante do contexto brasileiro. Enquanto grandes metrópoles como Rio de Janeiro e São Paulo concentravam uma parte significativa da população urbana, outras

regiões do país permaneciam subdesenvolvidas e pouco povoadas (Matos, 2012). Isso reflete em um modelo de desenvolvimento focado em implementação de políticas de desenvolvimento regional de forma a atrair grandes indústrias para certas cidades visando a criação de centros de negócios que atraem fluxos migratórios em busca de emprego e moradia acessível. Como resultado tem-se aumento na demanda por recursos hídricos e habitação, propiciando crescimento econômico, porém, também contribuindo para a concentração de renda e a deterioração ambiental (Freitas, 2015).

3.2.1 Ocupações em áreas de risco

A intensa urbanização e a crise econômica no Brasil têm limitado as opções de moradia para a população de baixa renda, levando-as a ocupar áreas geologicamente desfavoráveis, sem planejamento e infraestrutura adequados. Isso tem aumentado os riscos associados aos processos naturais do meio ambiente (Rosa Filho e Cortez, 2010).

O IBGE (2018) define como áreas de risco aquelas propensas à ocorrência de fenômenos naturais ou induzidos que podem resultar em acidentes, colocando os habitantes desses locais em risco de danos à saúde física e perdas materiais. Para compilar os dados do relatório sobre a população em áreas de risco no Brasil, divulgado em 2018, essas áreas foram identificadas com base em evidências de movimentação do solo, como trincas, abatimentos, árvores inclinadas, cicatrizes de deslizamentos e marcas de cheias, entre outros indicadores. Além disso, dependendo da fonte de mapeamento, as áreas de risco também podem ser demarcadas com base em outros parâmetros ambientais, como geologia, declividade do terreno, características geotécnicas, vegetação e rede de drenagem.

Utilizando dados do Censo Demográfico realizado pelo IBGE em 2010 e dados provenientes dos 827 municípios monitorados pelo CEMADEN, estimou-se que, em 2010, cerca de 8,3 milhões de pessoas estavam vivendo em situações de risco no Brasil distribuídos em 2.471.349 domicílios permanentes (IBGE, 2018).

Na Região Sul do Brasil, dos 144 municípios avaliados, foram contabilizados 703.368 moradores em áreas de risco, representando 6,0% da população total desses municípios. O Estado do Rio Grande do Sul contava com 274.390 moradores em áreas de risco, 7,1% da população total dos municípios monitorados no estado, e apresentou o segundo município com maior número de moradores em área de risco da Região Sul, Pelotas, com 53.470 (16,3% do total do município) (IBGE, 2018).

3.2.2 Gestão ambiental e de recursos naturais em APPs urbanas

A ocupação das margens de rios e córregos para construção de moradias não apenas compromete gravemente a qualidade ambiental dessas áreas, mas também cria desafios significativos para a gestão urbana. No entanto, Freitas (2015) ressalta que a ocupação dessas áreas não se limita à população carente, visto que empreendimentos de luxo são encontrados em APPs, não podendo ser comparados às famílias carentes que não possuem alternativas de locais para habitação.

Para acomodar o crescimento urbano, intervenções como a drenagem de áreas úmidas, canalização de córregos e o aterramento de nascentes são frequentemente empregadas em cidades de todo território brasileiro. Embora essas medidas se destinem a criar espaço para o desenvolvimento urbano e a infraestrutura, elas também têm um custo ambiental significativo, contribuindo para a degradação dos ecossistemas locais e a perda de serviços ecossistêmicos essenciais (Baptista e Cardoso, 2013).

As áreas verdes urbanas dentro das APPs são espaços permeáveis que oferecem potencial para criar microclimas no ambiente urbano, influenciando a temperatura, a luminosidade e a preservação de recursos hídricos, entre outros aspectos importantes para o bem-estar humano. Além disso, desempenham um papel ecológico vital, contribuindo para a estabilidade geomorfológica, a redução da poluição e a preservação da biodiversidade, servindo como corredores ecológicos para espécies nativas e fauna local. A cobertura vegetal nessas áreas também sustenta as cadeias alimentares e promove diversas interações entre os organismos vivos (Andrade e Romero, 2005).

Embora a preservação dos recursos naturais nas áreas urbanas traga benefícios evidentes, como a melhoria do ambiente urbano e a prevenção de problemas como inundações, também proporcionando espaços de lazer e recreação, sua implementação enfrenta desafios políticos e financeiros. Restrições de orçamento, urgência de certas intervenções e a pressão por resultados imediatos muitas vezes levam a uma negligência do aspecto ambiental em políticas públicas e projetos urbanos (Baptista e Cardoso, 2013).

Baptista e Cardoso (2013) expressam otimismo ao observar que a percepção dos cursos de água nas cidades está mudando. Eles argumentam que as intervenções atuais estão adotando abordagens mais abrangentes, considerando aspectos

ambientais e sociais, além de análises de custo-benefício. A restauração fluvial está emergindo como uma demanda social, uma área de pesquisa científica e uma prioridade nos planos governamentais. Embora ainda nos estágios iniciais, tanto em termos de conhecimento científico quanto de tecnologia, há um impulso significativo para promover uma gestão mais sustentável dos recursos hídricos urbanos.

3.3 ASPECTOS DO DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

O Diagnóstico Socioambiental é um instrumento que permite relacionar os elementos sociais, econômicos, ambientais e culturais de um município, apresentando como resultado um panorama da situação atual, que juntamente com outros Planos Municipais, ordena o planejamento e ocupação do espaço urbano. Ele é elaborado de forma abrangente, levando em conta as conexões entre os aspectos sociais, econômicos, ambientais e culturais, realizado em etapas de levantamento de dados e estudos *in loco*. Esse diagnóstico inclui informações sobre a história e as características gerais da região em estudo, descrição do ambiente físico, social, cultural e econômico, avaliação dos sistemas de infraestrutura urbana e saneamento básico, identificação e delimitação de áreas de interesse ambiental, mapeamento das áreas de risco e sugestões para áreas de preservação e áreas que necessitam de recuperação (CIMCATARINA, 2018).

A Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente, define o termo “diagnóstico ambiental”, em seu Art. 6º, como uma análise detalhada dos recursos naturais e suas interações, visando caracterizar a situação ambiental de uma determinada área. Esse diagnóstico considera tanto os aspectos físicos quanto os socioeconômicos, destacando as relações entre a comunidade local, os recursos naturais e sua utilização futura (Brasil, 1981).

A Resolução CONSEMA/SC nº 196, de 3 de junho de 2022, promulgada com o intuito de unificar procedimentos para a aplicação da Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021), traz, em seu Anexo 1, diretrizes para a elaboração do Diagnóstico Socioambiental, sendo um compilado apresentado a seguir:

- **Elementos Pré Textuais e Introdutórios:** Equipe técnica, escopo do estudo, base cartográfica, estruturação do documento;
- **Aspectos Físicos e Bióticos:** geologia, geomorfologia, pedologia, recursos hídricos, fauna, flora, clima e condições meteorológicas;

- **Aspectos Socioeconômicos de Uso e Ocupação do Solo:** histórico do município, zoneamento, uso e ocupação do solo, habitação, ocupação irregular, dinâmica populacional, dinâmica econômica;
- **Infraestrutura Urbana e Saneamento Básico, Equipamentos Públicos e Outros Serviços:** equipamentos de infraestrutura urbana (iluminação pública, rede de energia elétrica, serviços de transporte e vias urbanas, equipamentos urbanos de saúde, educação, segurança pública, lazer) e estrutura de saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem de águas pluviais, serviços de limpeza urbana);
- **Descrição e Delimitação da Área Urbana Consolidada:** conforme parâmetros estabelecidos pela Lei Federal 14.285/2021;
- **Delimitação das Áreas de Risco:** áreas sujeitas à inundação e movimentos de massa, áreas ou edificações consideradas de risco pela Defesa Civil, áreas com declividade entre 25° e 45°, áreas com declividade acima de 45° e áreas com risco geológico, histórico de ocorrências;
- **Descrição e Delimitação das Áreas de Preservação Permanente:** conforme disposto na Lei Federal nº 12.651/2012;
- **Avaliação dos Riscos Ambientais:** deve observar os aspectos ambientalmente relevantes como o mapeamento da área antropizada, uso e ocupação do solo, a localização de nascente e fontes de abastecimento de água, as margens dos cursos d'água e a existência ou não de retificações, tubulações e canalizações, a presença de fauna e flora na área de estudo, a existência de pontos de lançamento de efluentes que comprometam a saúde pública, dados de inundações, estabilidade e processos erosivos em margens de cursos hídricos e a presença de infraestrutura urbana;
- **Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente;**
- **Mapeamento das Áreas Consolidadas em APP;**
- **Mapeamento das Áreas Frágeis e Degradadas:** áreas frágeis e degradadas com potencial para restauração ou recuperação ambiental;
- **Mapeamento das Áreas de Interesse Ecológico e Ambiental Relevante e Unidades de Conservação:** unidades de conservação, áreas prioritárias para preservação, áreas de interesse ecológico, áreas úmidas (banhados);
- **Indicação das Faixas Marginais de Cursos D'água em Área Urbana Consolidada;**
- **Seção final: Conclusões e Recomendações, Referências e Apêndices.**

3.3.1 Comparação entre DSAs - metodologias, resultados e implicações

De forma a melhor compreender a estrutura de um Diagnóstico Socioambiental elaborado para alteração de faixas de APP, faz-se necessário a comparação entre materiais elaborados por diferentes empresas e instituições. Ainda, a observação de diferentes materiais é válida para a análise de metodologias utilizadas para a delimitação dessas faixas, visto que a legislação federal brasileira não estabelece um método padrão de avaliação. Dessa forma, propõe-se a análise de quatro Diagnósticos Socioambientais, realizados na região sul do Brasil, sendo um compilado de cada um deles apresentado em quadros na sequência.

O Quadro 7 traz informações retiradas do DSA da cidade de São Pedro da Serra, localizada no estado do Rio Grande do Sul, elaborado pelo Instituto de Saneamento Ambiental de Caxias do Sul - ISAM/UCS.

Quadro 7 – Dados do DSA de São Pedro da Serra/RS

Componentes Presentes	Metodologia para avaliação de áreas de risco	Metodologia para delimitação da área urbana consolidada	Metodologia para Delimitação de faixas sugestivas de APP
<p>Caracterização geral do município, caracterização da hidrografia, da flora geral e flora presente nas APPs, fauna, geomorfológica, clima e relevo.</p> <p>Caracterização da infraestrutura urbana, sistemas de abastecimento de água e drenagem urbana, de esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos.</p> <p>Caracterização dos aspectos socioeconômicos do município como atividades econômicas, turismo e lazer, educação e saúde, além de histórico de uso e ocupação de solo em APPs, sítios históricos e culturais.</p>	<p>Para identificação de áreas de risco, foram utilizados dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, sendo os eventos considerados: movimentos de massa, erosões, alagamentos, enxurradas e inundações. Também consultou-se o CEMADEN e o SGB.</p> <p>A Defesa Civil do município também foi consultada e foi o órgão que possibilitou a identificação de locais considerados como áreas de risco.</p>	<p>Identificação de áreas urbanas consolidadas conforme a Lei Federal 14.285/2021.</p> <p>Identificação de áreas urbanas não consideradas consolidadas pois não apresentam delimitações de quadras e lotes, porém por apresentarem uso predominantemente urbano, com edificações residenciais, comerciais, mistas, localizadas nos arredores das áreas urbanas consolidadas e seus recursos hídricos analisados.</p> <p>Essas áreas não consolidadas foram divididas em: zona de ocupação futura, zona em estruturação, zona restrita, zona de desenvolvimento e zona especial de interesse social.</p>	<p>Método multicritério com consultas junto à especialistas da área.</p> <p>A metodologia consiste na proposição de cenários e a consulta junto a especialistas para qual faixa de APP deve ser estabelecida em cada cenário. Dividem-se os recursos hídricos em trechos, que mais se aproximem com os cenários propostos.</p>

Fonte: ISAM, 2024. Adaptado pela autora (2024).

No Quadro 8 estão apresentadas as informações retiradas do DSA da cidade de Santa Terezinha do Progresso, localizada no estado de Santa Catarina, elaborado pela empresa AlternativaGeo Ambiental.

Quadro 8 - Dados do DSA de Santa Terezinha do Progresso/SC

Componentes Presentes	Metodologia para avaliação de áreas de risco	Metodologia para delimitação da área urbana consolidada	Metodologia para Delimitação de faixas sugestivas de APP
<p>Caracterização físico-ambiental apresentando clima e condições meteorológicas, sistema de circulação de ventos, pluviosidade, geologia e geomorfologia, relevo e solo, fauna e flora do município.</p> <p>Caracterização social apresentando o contexto histórico do desenvolvimento do município, atividades econômicas e aspectos culturais.</p> <p>Caracterização da infraestrutura urbana, com enfoque nos serviços de abastecimento de água e distribuição energética, rede de esgoto e coleta de resíduos, identificação das unidades de conservação e áreas de proteção de mananciais.</p>	<p>O DSA não apresenta uma metodologia clara para a identificação das áreas de risco, somente apresenta mapas de curvas de nível e declividade e propõe ações de curto, médio e longo prazo, a serem realizadas pelo poder público municipal. Entre as ações estão indicadas palestrar para a conscientização da população sobre o tema, criação de áreas verdes, incentivo à preservação de APPs e áreas de filtragem natural com a finalidade de melhorar a qualidade da água dos cursos hídricos.</p>	<p>Através de estudos de campo e interpretação de imagens de satélite, foram delimitadas áreas conforme o uso e ocupação do solo, dividido em remanescentes florestais, área agrícola/pastagens, corpos hídricos e área urbana. Após a delimitação, foi elaborado um mapa de uso do solo.</p>	<p>Após a identificação dos recursos hídricos através de software GIS e base de dados de recursos hídricos do estado de Santa Catarina, delimitaram as faixas de APP de 30 m e 15 m, apontando o percentual de cada tipo de uso do solo encontrado nessas faixas de APP. Posteriormente, foram identificadas áreas com possíveis fragilidade ambiental e áreas com restrições de uso, as quais são indicadas para receber ações de recuperação ambiental.</p>

Fonte: AlternativaGeo Ambiental (2022). Adaptado pela autora (2024).

No Quadro 9 estão apresentadas as informações retiradas do DSA da cidade de Rondinha, localizada no Rio Grande do Sul, apresentado pela empresa Natuur Engenharia e Meio Ambiente Ltda.

Quadro 9 - Dados do DSA de Rondinha/RS

Componentes Presentes	Metodologia para avaliação de áreas de risco	Metodologia para delimitação da área urbana consolidada	Metodologia para Delimitação de faixas sugestivas de APP
<p>Caracterização física e ambiental do município, apresentando território, hidrografia, climatologia,</p>	<p>As áreas de risco foram analisadas em cada segmento proposto, através de estudos <i>in</i></p>	<p>Não há exposição dos critérios para determinação de áreas urbanas consolidadas além dos dispostos pela</p>	<p>Após a identificação dos recursos hídricos, estes foram divididos em segmentos, que possuem mesmas características de uso e</p>

Componentes Presentes	Metodologia para avaliação de áreas de risco	Metodologia para delimitação da área urbana consolidada	Metodologia para Delimitação de faixas sugestivas de APP
<p>vegetação e características geológicas e geomorfológicas.</p> <p>Breve apresentação da infraestrutura urbana, com menção ao sistema de abastecimento de água, coleta de resíduos sólidos, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais.</p>	<p><i>loco</i>, de forma a observar as características de cada local e determinar se apresentavam risco de alagamentos, assoreamentos e erosão. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, com texto e imagens, para cada segmento analisado.</p>	<p>Lei Federal 14.285/2021.</p>	<p>ocupação das margens. A partir dessa divisão, analisou-se caso a caso os segmentos, definindo as faixas de APP e faixa não edificável para cada lado do curso hídrico, respeitando os resultados obtidos nos estudos realizados.</p> <p>Os estudos em questão consistem na identificação dos usos do solo, impactos ambientais presentes decorrentes de atividade antrópica, pontos canalizados, pontos onde possam ocorrer transbordamentos, locais onde há lançamento de efluentes não tratados, pontos de erosão e assoreamento e pontos onde existem afluentes e nascentes que contribuam para o curso d'água.</p>

Fonte: Natuur Engenharia e Meio Ambiente Ltda (2022). Adaptado pela autora (2024).

No Quadro 10 estão dispostas as informações referentes ao DSA da cidade de Tangará, localizada em Santa Catarina, apresentado pela empresa CIMCATARINA – Consórcio Intermunicipal Catarinense.

Quadro 10 - Dados do DSA de Tangará/SC

Componentes Presentes	Metodologia para avaliação de áreas de risco	Metodologia para delimitação da área urbana consolidada	Metodologia para Delimitação de faixas sugestivas de APP
<p>Caracterização físicoambiental, sociocultural e econômica da área, apresentando histórico do município, aspectos populacionais (distribuição populacional, índice de mortalidade e fecundidade), socioeconômicos (índice de desenvolvimento humano, índice de pobreza, emprego e desemprego, distribuição de renda, produto interno bruto) e aspectos ambientais (clima, geologia e geomorfologia, temperatura, precipitação,</p>	<p>A delimitação da área de inundação foi realizada com base no Modelo Digital do Terreno, utilizando rasters de declividade combinados com informações de relevo e altitude para identificar as planícies propensas à inundação. Essas áreas foram simuladas como potenciais zonas de risco inicial. Posteriormente, a verificação de campo foi conduzida por meio de entrevistas e observação visual de</p>	<p>Os critérios adotados para definir as áreas consolidadas incluíram a presença de vias públicas com pelo menos dois serviços públicos e infraestruturas urbanas existentes, confirmadas por dados do IBGE, SNIS e pela equipe técnica municipal.</p> <p>A metodologia empregada envolveu a análise</p>	<p>A metodologia para mapear a ocupação do perímetro urbano baseou-se em dados cartográficos estaduais, incluindo levantamento aerofotogramétrico, Modelo Digital do Terreno, Modelo Digital de Superfície, trechos hidrográficos, perímetro urbano e mapas do Plano Diretor, fornecidos pelo município. A confirmação de toda a hidrografia municipal foi</p>

Componentes Presentes	Metodologia para avaliação de áreas de risco	Metodologia para delimitação da área urbana consolidada	Metodologia para Delimitação de faixas sugestivas de APP
<p>classificação do solo, recursos hídricos, fauna e flora).</p> <p>Apresenta informações sobre serviços de infraestrutura, saneamento básico, equipamentos urbanos, sistema viário e de transportes existente (rede de abastecimento de água, drenagem pluvial, distribuição energética, malha viária, esgotamento sanitário, limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos, indicadores de habitação e equipamentos de saúde).</p> <p>Também dispõe sobre a presença ou ausência de sítios com valor histórico, cultural ou arqueológico.</p>	<p>sinais de transbordamento do rio, validada pela equipe técnica municipal e registrada com GPS.</p> <p>Para identificar áreas de risco de deslizamento, utilizou-se um Modelo Digital do Terreno para gerar <i>raster</i> de declividade. Áreas com declividade superior a 30% foram consideradas suscetíveis a movimentações de massa.</p> <p>As áreas suscetíveis a inundação e deslizamento foram classificadas de acordo com o grau da probabilidade de risco, seguindo critérios da classificação das intensidades dos processos de escorregamento e inundação, que determina critérios para classificação em: R1 – Baixo; R2 – Médio; R3 – Alto e R4 – Muito Alto, desenvolvida pelo Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT.</p>	<p>de imagens das áreas urbanizadas por cinco especialistas da área ambiental que participaram da elaboração do DSA. Em situações de interpretação divergente das imagens, foi estabelecido que a área deveria ser classificada como urbana consolidada por pelo menos três técnicos para ser considerada como tal.</p>	<p>realizada através da aquisição de dados em campo de forma a identificar possíveis erros de classificação e assegurar a identificação precisa da localização dos corpos hídricos.</p> <p>Utilizando imagens de satélite do Google Earth Pro, foram definidas oito categorias de uso do solo: agricultura, vegetação nativa, edificações, corpos d'água, vias urbanas, linha férrea, canais artificiais e usos diversos para áreas não classificadas anteriormente.</p> <p>Após revisar os cursos d'água e delimitar as áreas urbanas consolidadas, foram definidas as Áreas de Preservação Permanente Resultantes, estabelecendo faixas de preservação em cinco distâncias: 15 m junto à linha férrea, 30 m, 50 m e 100 m, tendo como um dos critérios para definição as categorias de uso de solo definidas anteriormente.</p>

Fonte: CIMCATARINA, 2024. Adaptado pela autora (2024).

Após analisar os DSAs mencionados, constata-se que os componentes presentes são bastante semelhantes entre si. No entanto, as metodologias para a delimitação de novas faixas de APPs variam significativamente, uma vez que a legislação não especifica um método obrigatório, o que possibilita que cada corpo técnico crie e utilize a sua própria. Observa-se que um fator em comum entre os DSAs

é a segmentação dos cursos hídricos atrelado ao uso e ocupação do solo, de forma a definir uma largura de faixa de APP diferente para cada segmento, considerando as características presentes em cada um deles.

Em relação à metodologia utilizada para a delimitação de áreas de risco, o DSA do município de Tangará apresenta a metodologia para análise de áreas de risco mais bem estruturada, em comparação com os DSAs consultados. As plataformas brasileiras de dados sobre desastre ambientais e áreas de risco ainda não abrangem muitos municípios do país, sendo essencial consultar a Defesa Civil de cada cidade para identificar locais com histórico de alagamentos e movimentos de massa.

No que se refere à metodologia para determinação dos polígonos de área urbana consolidada, as abordagens não divergem significativamente. Observa-se a presença das estruturas urbanas definidas pela Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021), além da realização de análises *in loco* e de imagens de satélite para avaliar o uso do solo na área de estudo e verificar se ela se enquadra como urbana consolidada. A delimitação, entretanto, não é feita lote a lote, incluindo áreas com diferentes níveis de urbanização dentro do polígono de área urbana consolidada. Por esse motivo, no DSA de Tangará, foi empregada a avaliação por, no mínimo, três técnicos para considerar área como sendo consolidada.

3.3.2 Metodologia para redefinição de faixas de APPs

Conforme discutido nos itens anteriores, a Resolução CONSEMA/RS nº 485/2023 (Rio Grande do Sul, 2023) e a Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021) não fornecem diretrizes técnicas claras sobre a metodologia a ser utilizada para a avaliação de APPs em cursos hídricos situados em áreas urbanas consolidadas. Por esse motivo, as equipes técnicas envolvidas na elaboração dos DSAs, desenvolvem suas próprias metodologias de análise.

Uma das metodologias propostas e já aplicadas nos DSAs dos municípios de São Pedro da Serra/RS, Garibaldi/RS e Carlos Barbosa/RS, é a desenvolvida por Rech (2023), em parceria com o ISAM/UCS. Trata-se de uma metodologia multicritério voltada para a proposição de novas faixas de APPs, fundamentada no Método Ad Hoc de consultas a especialistas. Essa metodologia utiliza o conhecimento empírico de profissionais especialistas em APPs para a proposição de cenários teóricos.

Para estruturação do método, foram aplicados questionários previamente compilados, através da ferramenta *Google Forms*, para um grupo de especialistas no

assunto. Os questionários foram desenvolvidos de forma a apresentar resultados qualiquantitativos a respeito de diferentes cenários de APPs, que representassem situações reais que possam ser observadas em estudos de campo.

Profissionais com especialização no tema foram consultados, das áreas de Arquitetura e Urbanismo, Biologia, Ciências Sociais, Direito e Engenharias Ambiental e Civil. O escopo do questionário abrangeu APPs ao longo de cursos hídricos em zonas urbanas consolidadas, variando o nível de urbanização entre cenários. Três cenários base foram propostos, cada um representando diferentes níveis de urbanização (de 0% a 100%), conforme Quadro 11.

Quadro 11 - Cenários propostos pela metodologia de Rech (2023), considerando o grau de edificação da área

Cenário	Grau de Urbanização
Cenário 1	Baixo, com até 25% de área edificada e com presença de arruamentos
Cenário 2	Médio, com cerca de 50% de área edificada e com presença de arruamentos
Cenário 3	Alto, com mais de 75% de área edificada e com presença de arruamentos

Fonte: Rech (2023).

Para cada cenário, os especialistas indicaram a faixa de APP mais adequada, variando entre 0 m e 30 m, ou optaram pela opção "Outros". Para contemplar diversos cenários, foram propostas alterações aos cenários iniciais, como a presença de vegetação contínua que proporcionasse corredores ecológicos e a presença de trechos do curso d'água tubulados.

O método também incluiu 14 critérios (Quadro 12) que devem ser observados para o aumento, a redução ou a manutenção das faixas de APP. Esses critérios foram classificados pelos especialistas em cinco níveis de importância: Nenhuma, Pouca, Média, Muita e Extrema. As respostas sobre as faixas de APP e os pesos dos critérios foram analisados para determinar a média ponderada de largura de faixa de APP para cada um dos três cenários iniciais.

Quadro 12 - Critérios para aumento, redução ou manutenção das faixas de APP de cursos hídricos

Mata ciliar com vegetação contínua com conexão a corredores ecológicos
Mata ciliar composta por espécies exóticas
Curso hídrico retificado (canal aberto, com margens estruturalmente estabilizadas)
Curso hídrico tubulado (completamente fechado e enterrado)
Zoneamento industrial no entorno

Entorno com a presença de edificações históricas
Margens definidas com risco de deslizamento (movimento de massas)
Faixa marginal definida com histórico de inundações
Faixa marginal com a presença de habitações familiares em vulnerabilidade social
Faixa marginal ocupada por equipamentos urbanos, como escolas, creches e/ou postos de saúde
Taxa de permeabilidade do local não atende às especificações do plano diretor municipal
Faixa marginal ocupada por uma rodovia com alto fluxo de veículos e importância municipal
Índice de área verde e cobertura vegetal no município
Qualidade da água do curso hídrico

Fonte: ISAM/UCS (2024).

Para aplicação do método, os cenários propostos devem ser cruzados com cenários reais do município, gerando diversas "situações" para cada trecho das APPs localizadas nas áreas urbanas consolidadas. Esse cruzamento das informações é realizado por meio de Análise Multicritério, utilizando software SIG, considerando todos os aspectos sociais e ambientais diagnosticados.

Os cursos hídricos avaliados devem ser categorizados e subdivididos de acordo com suas características, como por exemplo: a condição do curso (natural, retificado, tubulado), a urbanização do entorno e o zoneamento estabelecido pelo Plano Diretor Municipal. Com base nessa categorização, devem ser desenvolvidos múltiplos cenários aos quais serão propostas duas larguras diferentes de faixas de APP, uma delas adotando uma abordagem mais conservacionista e outra menos restritiva.

Conforme disposto na Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021), as faixas sugeridas devem ser apresentadas aos conselhos municipais para que sejam tomadas as decisões finais acerca de quais faixas propostas serão adotadas no município.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

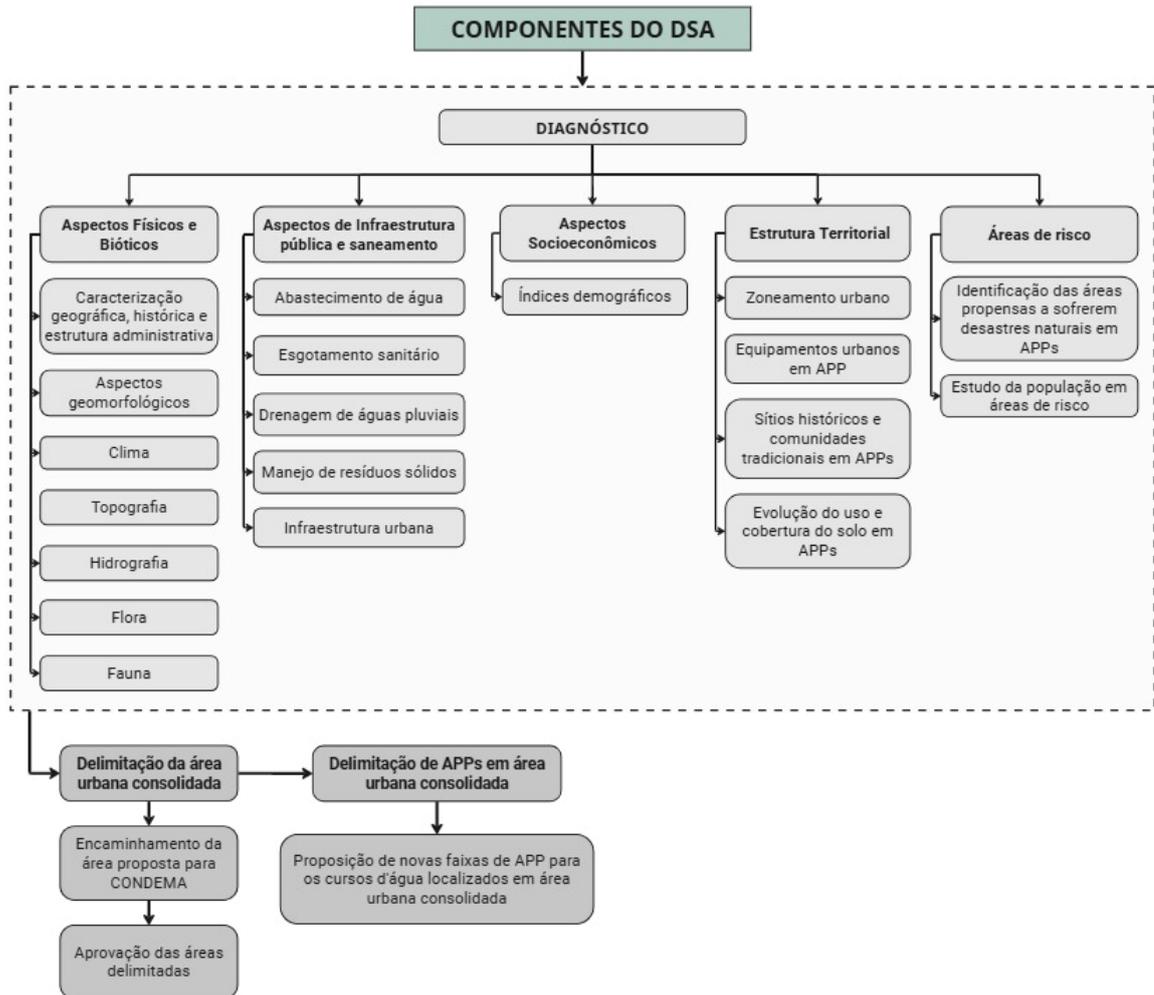
Nos itens a seguir estão dispostos os procedimentos seguidos para o desenvolvimento do presente trabalho e obtenção dos resultados.

A composição dos resultados foi feita por meio de dois tipos de levantamento: primário e secundário. Os levantamentos primários se basearam na coleta de dados *in loco*, com os estudos de campo, e com informações fornecidas pelas Prefeitura Municipal ou através de entrevistas com moradores. Os dados secundários são as informações obtidas por meio de análise documental, priorizando fontes oficiais, como os Planos Municipais (Plano Diretor, de Bacias, de Saneamento Básico, etc.) e as bases de dados digitais disponibilizadas por órgãos governamentais, como IBGE, Serviço Geológico do Brasil (CPRM), o Sistema Nacional sobre Informações de Saneamento Básico (SNIS), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA), Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), entre outros.

O trabalho desenvolvido buscou avaliar criticamente as faixas de APP de cursos hídricos localizados em áreas urbanas consolidadas, de forma a potencializar os benefícios socioambientais atrelados a elas. Para tal, foi aplicada uma análise multicritério para avaliação e sugestão de faixas de APPs, levando em consideração os dados obtidos na construção da caracterização do município.

A estrutura de componentes do diagnóstico seguiu o modelo utilizado pelo ISAM/UCS, previamente aplicado nos DSAs desenvolvidos para os municípios de Garibaldi, Carlos Barbosa e São Pedro da Serra. Para sua elaboração, a estrutura em questão teve como base a Resolução CONSEMA/SC nº 196/2022 (Santa Catarina, 2022), a Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021) e a Resolução CONSEMA/RS nº 485/2023 (Rio Grande do Sul, 2023) e pode ser visualizada na Figura 8.

Figura 8 - Etapas para elaboração do DSA



Fonte: ISAM/UCS (2024). Adaptado pela autora (2024).

4.1 ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS

Para a determinação dos aspectos físicos e bióticos, foram utilizadas informações presentes nos planos municipais de São Marcos, além de estudos *in loco*, para averiguações de fauna e flora presentes na área urbana, cursos hídricos e caracterização do solo, de forma a proporcionar maior confiabilidade aos resultados.

Foi realizado um levantamento inicial das áreas do município e cursos hídricos por meio de imagens de satélite disponibilizadas pelo software Google Earth Pro e QGIS.

Para a identificação dos cursos hídricos e de trechos retificados e tubulados, foi utilizada a Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:25.000 – BCRS25 (FEPAM, 2018) disponibilizada pela FEPAM em seu site oficial, complementada pelos estudos de campo, pelas imagens de satélite e pelas

informações fornecidas por munícipes. Salieta-se que foram considerados os leitos atuais dos cursos hídricos, mesmo que tenham sido retificados ou tubulados, visto que ainda não há regulamentação específica para a definição do traçado dos cursos hídricos urbanos que sofreram ações antrópicas.

O Quadro 13 traz um compilado dos componentes que são abordados na caracterização do município pelos aspectos físicos e bióticos e quais foram as fontes de informação para a caracterização de cada um deles.

Quadro 13 - Fontes de informação para caracterização da área de estudo

Aspectos Físico e Bióticos	Fonte da informação
Características do município: localização geográfica, história de desenvolvimento e estrutura administrativa	Informações disponibilizadas no site oficial do município, IBGE Cidades (IBGE, 2023), literatura e Plano Diretor Municipal (São Marcos, 2012).
Geologia, Geomorfologia e Pedologia	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2018) e literatura. Mapa Exploratório de Solos do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:1.000.000 (IBGE, 2002). Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:750.000 (CPRM, 2006).
Clima	Gráficos Climatológicos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET das Estação de Monitoramento de Caxias do Sul, mais próxima da cidade de estudo e bibliografia científica que apresenta dados climatológicos da região.
Topografia	Imagem Raster do modelo digital de elevação obtidas no site Earthdata provenientes do Satélite Alos Palsar e tratadas em software GIS para obtenção de hipsometria e declividade do município. Quadrícula utilizada: AP_27394_FBS_F6600_RT1, 12,5 m de resolução.
Cursos Hídricos	Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:25.000 – BCRS25 (FEPAM, 2018). Imagem Raster do modelo digital de elevação obtidas no site Earthdata provenientes do Satélite Alos Palsar e tratadas em software GIS para delimitação automática de microbacias. Quadrícula utilizada: AP_27394_FBS_F6600_RT1, 12,5 m de resolução. Imagens de satélite fornecidas pelo software Google Earth Pro. Estudos em campo e entrevistas com munícipes para a verificação das informações, especialmente para os trechos de cursos d'água enterrados. O setor de Engenharia da Prefeitura de São Marcos e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente foram consultados para obtenção de levantamentos de hidrografia já disponíveis, porém foi informado que o município não possui esse tipo de mapeamento.

Aspectos Físico e Bióticos	Fonte da informação
<p align="center">Flora em APPs</p>	<p>Informações iniciais disponibilizadas em Laudos de Cobertura Vegetal já realizados no município, com enfoque para aqueles realizados em área urbana, sendo confirmadas através de estudos de campo.</p> <p>Também foram verificadas a presença de unidades de conservação, Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), reservas ecológicas e áreas prioritárias conforme Portaria MMA nº 463/2018, além de áreas de interesse ambiental definidas no Plano Diretor Municipal.</p>
<p align="center">Fauna em APPs</p>	<p>Caracterização feita através de dados disponibilizados em bibliografias científicas que apresentam dados de fauna da região de estudo.</p> <p>Estudo de campo para avistamento de fauna e entrevistas com munícipes para a verificação das informações obtidas na bibliografia.</p> <p>A Secretaria Municipal de Meio Ambiente foi consultada para averiguação de existência de espécies endêmicas, avistamentos de fauna e atropelamentos, porém não possuíam dados sobre a fauna do município.</p>

Fonte: A autora (2024).

4.2 ASPECTOS DA INFRAESTRUTURA URBANA E DO SANEAMENTO BÁSICO

Os aspectos de infraestrutura urbana e saneamento básico compreendem abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e gerenciamento de resíduos sólidos. Os dados que compuseram a estrutura desse tópico foram obtidos através do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) (Probio, 2019) e dados disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022).

4.3 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Este tópico aborda informações gerais do município, baseando-se em indicadores socioeconômicos como renda, saúde, educação e economia, conforme dados disponibilizados no Portal IBGE Cidades de São Marcos (IBGE, 2023).

4.4 ESTRUTURA TERRITORIAL

O item aborda o zoneamento urbano e a delimitação dos bairros, com base nas informações apresentadas no Plano Diretor Municipal (São Marcos, 2012), além da identificação de estruturas de saúde, educação lazer e turismo, através de estudos em campo, imagens de satélite e instrumentos de planejamento do município.

Para a identificação e localização de áreas em processo de regularização fundiária urbana (Reurb) ou que estejam irregulares, no perímetro urbano, foram solicitadas informações ao Núcleo de Engenharia da Prefeitura Municipal.

Ainda, foi verificada a presença de sítios arqueológicos e culturais através do Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA) (IPHAN, 2024) e presença de comunidades tradicionais, especialmente em APPs, através da base de informações sobre os povos indígenas e quilombolas disponibilizada pelo IBGE (IBGE, 2024).

No que concerne a caracterização dos aspectos de uso e ocupação do solo, esta foi feita através da análise de imagens de satélite e dados obtidos através da plataforma Mapbiomas (1985-2023). Essas imagens foram utilizadas para avaliar a expansão urbana do município, com foco na ocupação das APPs dos cursos hídricos localizados em zona urbana. Foi considerada a faixa de 30 m a partir das margens de cada curso hídrico, conforme estipulado pela Lei Federal nº 12.651/2012, uma vez que todos os cursos d'água urbanos identificados possuem largura inferior a 10 m.

4.5 IDENTIFICAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO

Considerando que a Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021) determina que áreas com risco de sofrerem desastres naturais não podem ser ocupadas, é necessário identificar esses locais. Para tal, foram utilizados históricos de cheias, localização de áreas que já sofreram inundações, alagamentos, movimentos de massa ou que estejam passando por processos erosivos, através de entrevistas com munícipes e notícias divulgadas pelos veículos de informação municipais (L'Attualità, 2018) (Batecini, 2024). Destaca-se que o mapeamento de áreas suscetíveis a desastres ambientais não é requerido para a elaboração do DSA, sendo responsabilidade do município identificar e mapear essas áreas, conforme disposto pela Lei Federal nº 12.608/2012 (Brasil, 2012), que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.

Ainda, foram consultadas plataformas de dados nacionais, como o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (Brasil, 2023), onde foram considerados os eventos de movimentos de massa, erosões, alagamentos, enxurradas e inundações, o CEMADEN (Brasil, 2024), o Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2024) e a plataforma Adapta Brasil (Brasil, 2024).

Também foi analisado o WebMapa de Movimentos de Massa para equipe de apoio na situação de calamidade – RS, elaborado pela Laboratório Latitude - Centro

Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia (CEPSRM), pelo Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto (PPGSR) e pelo Departamento de Geodesia do Instituto de Geociências (IGeo) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (Andrade Filho e Mexias, 2024).

4.5.1 Estudo da população em áreas de risco

O crescimento desordenado dos centros urbanos e a expansão urbana para áreas periféricas têm resultado na ocupação de áreas de risco pelas populações mais pobres. Nestas áreas, a infraestrutura urbana é frequentemente negligenciada, com ausência de saneamento básico adequado, além da ocupação de terrenos íngremes ou próximos a cursos d'água. Essa ocupação reflete diretamente nos índices de vulnerabilidade social das comunidades, que medem o grau de exclusão enfrentado por grupos socioeconômicos específicos. É evidente que quanto maior a vulnerabilidade social de uma comunidade, maior será sua exposição aos impactos de desastres ambientais (ISAM/UCS, 2023).

Assim, torna-se necessário realizar um estudo sobre a população em vulnerabilidade social presente no município de São Marcos. Para tal, foi seguida a metodologia já utilizada pelo Instituto de Saneamento Ambiental de Caxias do Sul, onde são definidas duas etapas de trabalho.

A primeira delas é a obtenção de dados sobre as características sociais da população, com o objetivo de realizar a descrição geral da situação atual do município. Os dados em questão foram retirados de plataformas oficiais brasileiras, como o Censo Demográfico (IBGE, 2023), na versão de dados mais recentes que apresente dados de vulnerabilidade por setor censitário, IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IBGE, 2023), IDESE - Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (Rio Grande do Sul, 2021) e IVS - Índice de Vulnerabilidade Social (IPEA, 2024), elaborado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA.

A segunda etapa consiste na obtenção de informações junto à Secretaria Municipal Assistência Social, Trabalho e Habitação para caracterização e localização das famílias que se encontram em vulnerabilidade social no município, em especial aquelas que residam em APPs. O critério que foi adotado para determinar se as famílias se encontram ou não em situação de vulnerabilidade foi a renda, nesse caso, famílias registradas no CAD Único com renda mensal até R\$ 218,00 por integrante do

núcleo familiar. Esse critério corresponde às famílias que recebem auxílio do Programa Federal Bolsa-Família.

O CAD Único é o cadastro requerido para que as famílias de baixa renda possam ter acesso aos programas sociais governamentais, como Bolsa Família, Minha Casa Minha Vida, entre outros. Esse cadastro é realizado pelo Centro de Referência da Assistência Social do município (CRAS).

4.6 DELIMITAÇÃO DE ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS

A delimitação da área urbana consolidada do município foi determinada conforme as diretrizes da Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021), através da análise de imagens de satélite e de inspeções *in loco* da infraestrutura urbana. Sobre essas áreas foram sobrepostas as APPs de cursos hídricos nelas contidos, conforme a Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012).

Segundo a Lei Federal nº 14.285/2021, o polígono da área urbana consolidada proposto deve passar pela validação dos conselhos municipais competentes. Contudo, devido ao tempo necessário para a elaboração do presente estudo, não foi possível submeter a proposta de área urbana consolidada ao Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de São Marcos – COMDEMA (criado pela Lei Municipal nº 1.509/2000), Conselho Municipal da Cidade de São Marcos (criado pela Lei Complementar Municipal nº 33/2012) e Prefeitura Municipal.

Ressalta-se que a aprovação do polígono de área urbana consolidada pelos Conselhos e Prefeitura Municipal é fundamental para o desenvolvimento do DSA, visto que esta determina as áreas onde a Lei Federal nº 14.285/2021 será aplicada e os trechos de curso d'água que receberão propostas de novas faixas de APP.

4.7 PROPOSIÇÃO DE NOVA FAIXAS DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Após a identificação e delimitação da parcela de área urbana consolidada e dos cursos d'água nela contidos, foram delimitadas as faixas de APP conforme o Novo Código Florestal, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), e Código Estadual de Meio Ambiente, Lei Estadual nº 15.434/2020 (Rio Grande do Sul, 2020). Posteriormente foi aplicada metodologia multicritérios, desenvolvida por Rech (2023) em conjunto com o ISAM/UCS, para a proposição de novas faixas de APPs, descrita no item 3.3.2 deste trabalho.

Ressalta-se que após a delimitação das faixas sugeridas, estas devem ser apresentadas ao Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA), o qual é responsável pela decisão final acerca de quais faixas propostas serão adotadas no município. Contudo, devido ao tempo necessário para realização dessa etapa, não foi possível contemplá-la no presente estudo.

Salienta-se também que, embora tenham sido apresentadas ao longo do texto os diferentes tipos de APPs segundo o arcabouço legal, a Lei Federal nº 14.285/2021 só permite a alteração das larguras das faixas de APP no entorno dos cursos hídricos localizados em área urbana consolidada, sendo que as demais tipologias de APPs, a exemplo de APPs de nascentes e lagoas, mantêm o regramento definido pela Lei Federal nº 12.651/2012.

5 DIAGNÓSTICO

Por meio da metodologia proposta e do referencial teórico apresentado, foi elaborado o Diagnóstico Socioambiental para a Redefinição das Faixas de Áreas de Preservação Permanente em Área Urbana Consolidada no Município de São Marcos/RS. O processo iniciou-se com a análise do município, apresentando os aspectos físicos, bióticos, de infraestrutura urbana, saneamento básico e socioeconômicos, buscando relacioná-los às áreas de preservação permanente. Em seguida, delimitou-se a área urbana consolidada e os cursos d'água nela contidos, juntamente com suas respectivas APPs. Após a identificação dessas áreas, foram mapeadas as zonas de risco, seguido de um estudo sobre a população presente nessas regiões. Com base nesses dados, propuseram-se novas faixas de APPs para os cursos hídricos situados em áreas urbanas consolidadas do município.

5.1 ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS

Este item aborda a caracterização histórica do município de São Marcos, incluindo sua localização geográfica e estrutura administrativa. Além disso, apresenta uma análise detalhada dos aspectos físicos e bióticos do município, abrangendo geologia, geomorfologia, pedologia, clima, topografia, recursos hídricos, flora e fauna.

5.1.1 Caracterização histórica

A história de São Marcos remonta a tempos anteriores à colonização europeia, com indícios da presença de populações indígenas na região. No início do século XVII, a região era habitada pelos Caaguás, mas, entre 1636 e 1640, eles desapareceram devido às investidas dos bandeirantes paulistas, liderados por Raposo Tavares (Possamai, 2005).

No século XVIII, São Marcos pertencia à Sesmaria Palmeiras, formada pela região dos campos do Rio Grande do Sul. Em 1806, a Sesmaria Palmeiras foi dividida em diversas fazendas, entre elas, a Fazenda das Palmeiras dos Ilhéus, da qual São Marcos fazia parte (Rizzon e Possamai, 1987). A povoação da região iniciou-se em 1864, quando Antônio Machado de Souza iniciou a abertura de uma estrada de ligação entre Montenegro e São Francisco de Paula.

Em 1883, com a chegada dos primeiros imigrantes, foi criada oficialmente a Comissão de Terras e posteriormente, em 1885, foi criado o Núcleo Colonial São

Marcos. Entre 1885 e 1896, 201 famílias italianas e 191 polonesas foram assentadas no Núcleo, além de portugueses vindos de São Paulo, indígenas, descendentes de africanos e alemães. Com a Proclamação da República em 1889, a política imigratória mudou, e muitos poloneses, descontentes com a baixa qualidade das terras, acabaram abandonando ou vendendo seus lotes entre 1907 e 1917 (São Marcos, 2024) (Rizzon e Possamai, 1987).

A administração do Núcleo foi feita pela Comissão de Terras até 1914, quando os colonos quitaram suas dívidas. Posteriormente, São Marcos passou a depender de São Francisco de Paula, mas a distância prejudicava a resolução de problemas locais. Em 1921, após disputa política, o núcleo foi anexado a Caxias do Sul, tornando-se o distrito de São Marcos (Rizzon e Possamai, 1987).

No início da década de 1960, com cerca de 10 mil habitantes, o distrito apresentava sinais de progresso, o que impulsionou o movimento pela emancipação. Em 9 de outubro de 1963, São Marcos foi oficialmente elevado à categoria de município, através da Lei Estadual nº 4.576 (São Marcos, 2024) (Cioato, 2012).

O nome "São Marcos" aparece pela primeira vez em um documento de 1790, que menciona o Rio São Marcos como um dos limites de Fazenda Souza (Rizzon e Possamai, 1987). Segundo Cioato (2012), é comum que áreas próximas a cursos d'água recebam o nome do próprio rio, uma prática observada em outros contextos e reforçada pela importância desse recurso natural para as populações que se fixavam em suas margens.

Nas imagens estão apresentados registros fotográficos de pontos turísticos do município, durante sua construção.

Figura 9 – Primeira Igreja Matriz de São Marcos, após sua construção, em 1922



Fonte: Jornal Pioneiro (2022).

Figura 10 - Construção da Praça Dante Marcucci, em 1942



Fonte: Jornal Pioneiro (2022).

Figura 11 - Inauguração do Monte Calvário, em 1952



Fonte: Jornal Pioneiro (2022).

5.1.2 Estrutura administrativa

A Estrutura Administrativa Básica da Prefeitura Municipal de São Marcos/RS foi estabelecida por meio da Lei Municipal nº 956, de 30 de abril de 1993 (São Marcos, 1993), posteriormente alterada pela Lei Municipal nº 2233, de 04 de novembro de 2010 (São Marcos, 2010) e fica constituída conforme apresentado a seguir:

I - Órgãos da Administração Geral:

- 1 - Gabinete do Prefeito;
- 2 - Secretaria de Coordenação e Planejamento;
- 3 - Assessoria Jurídica;
- 4 - Procuradoria Geral do Município;
- 5 - Assessoria de Imprensa;
- 6 - Secretaria de Administração.

II – Órgãos da Administração Específica:

- 1- Secretaria da Fazenda;
- 2 – Secretaria da Educação;
- 3 – Secretaria de Obras, Transporte e Viação;
- 4 – Secretaria de Interior;
- 5 – Secretaria de Serviços Públicos Urbanos;
- 6 – Secretaria de Agricultura;
- 7 – Secretaria de Cultura, Desporto e Turismo;
- 8 – Secretaria de Saúde;
- 9 - Secretaria de Assistência Social, Trabalho e Habitação.
- 10 – Secretaria de Meio Ambiente.

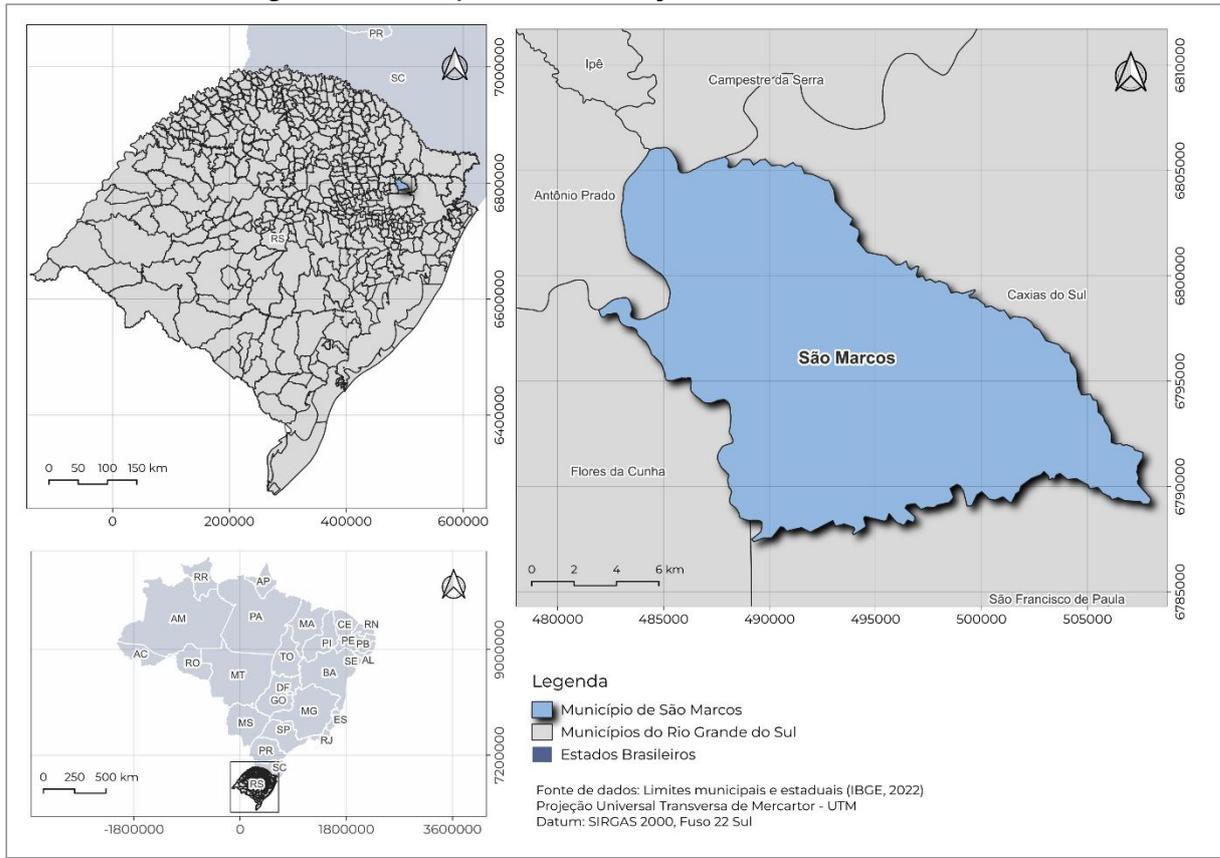
Além de sua estrutura administrativa estabelecida, a gestão municipal de São Marcos conta com Conselhos que ampliam a participação social visando o desenvolvimento sustentável. Entre eles, destaca-se o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA), criado pela Lei Municipal nº 1.509/2000 (São Marcos, 2000). Órgão consultivo e deliberativo que assessora a administração em questões ambientais. O COMDEMA é responsável por analisar e promover projetos e ações voltados ao meio ambiente, emitindo pareceres técnicos sobre atividades que envolvem o uso de recursos naturais. O Conselho também avalia práticas de ocupação do solo e apoia a formulação de diretrizes ambientais.

Outro órgão relevante é o Conselho Municipal da Cidade, instituído pela Lei Complementar nº 33/2012 (São Marcos, 2012), que define o Plano Diretor Municipal e o Sistema de Planejamento e Gestão do Município. Integrado ao sistema de planejamento urbano, seu objetivo é garantir que as políticas de planejamento reflitam as prioridades e necessidades da população. Composto por representantes de diversos setores, como comércio, associações civis e entidades públicas e privadas, o conselho promove a governança participativa entre secretarias municipais e cidadãos.

5.1.3 Caracterização geográfica

O município de São Marcos está situado na encosta superior da região Nordeste do Rio Grande do Sul, pertencendo a mesorregião Nordeste Rio-Grandense e à microrregião de Caxias do Sul (IBGE, 2021). O município também integra a Região Metropolitana da Serra Gaúcha, de acordo com a Lei Estadual Complementar nº 14.293/2013 (Rio Grande do Sul, 2013), no entanto, no momento de publicação deste trabalho, ainda não há regulamentação publicada para a lei em questão. Na Figura 12 é possível verificar a localização do município em relação ao estado do Rio Grande do Sul.

Figura 12 – Mapa de localização de São Marcos/RS



Fonte: IBGE (2022). Adaptado pela autora (2024).

São Marcos faz divisa ao norte com Campestre da Serra, ao sul e leste com Caxias do Sul, e a oeste com Antônio Prado e Flores da Cunha (IBGE, 2022). O município localiza-se a aproximadamente 165 km da capital Porto Alegre, 36 km de Caxias do Sul e 75 km de Vacaria (São Marcos, 2024).

Sua área total é de 256,25 km², dos quais 18,47 km² correspondem ao perímetro urbano, que é o objeto de avaliação deste Diagnóstico Socioambiental. A área restante, de 237,78 km², é classificada como rural (IBGE, 2022) (São Marcos, 2012).

Os limites municipais são demarcados pela rede hidrográfica da região. A norte e nordeste, o limite municipal é feito pelo Arroio Ranchinho, a sul e sudeste o limite ocorre junto ao Rio São Marcos, o limite sudoeste se faz também junto ao Rio São Marcos e o limite noroeste junto ao Rio das Antas. Outros cursos hídricos de maior relevância na área urbana são o Arroio Gravatá, o Arroio Cafundó e o Arroio Studulski (Probio, 2019).

5.1.4 Aspectos geomorfológicos

Nos itens apresentados na sequência, estão descritas as informações quanto a geologia, geomorfologia e pedologia do município de São Marcos.

5.1.4.1 Geologia

Geologicamente, São Marcos pertence à Província Basáltica Continental (PCB) Paraná-Etendeka, uma importante formação geológica da América do Sul, que se estende pelo Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina, composta por derrames vulcânicos que ocorreram no Cretáceo, durante a Era Mesozóica, associada a separação da Gondwana e abertura do Atlântico Sul (Sarmiento, 2013).

Conforme Mapa Geológico do estado do Rio grande do Sul – Escala 1:750.000 (CPRM, 2006), o território do município está compreendido na Bacia Sedimentar do Paraná, Grupo São Bento, dentro da Formação Serra Geral, mais especificamente nas Fácies Paranapanema e Caxias.

O Grupo São Bento compreende as formações Serra Geral (derrames basálticos), Botucatu (arenitos formados em ambiente continental desértico, depósito de dunas eólicas) e Guará (arenitos formados em ambiente continental desértico com depósitos fluviais, eólicos e lacustres) (Probio, 2019).

Na Formação Serra Geral, as rochas basálticas usualmente recobrem os arenitos da Formação Botucatu. Em certas áreas, como nas bordas da bacia, essas rochas vulcânicas podem sobrepor-se aos sedimentos da Formação Rosário do Sul, ao Grupo Passa Dois, e até mesmo ao embasamento pré-cambriano (Roisenberg & Viero, 2000). O vulcanismo da Serra Geral é característico de vulcanismo de platô, marcado por eventos magmáticos de curta duração e alta taxa de geração de magma, causados pela descompressão do manto astenosférico à medida que a crosta terrestre se fragmentava com a separação continental (Roisenberg & Viero, 2000).

Os derrames vulcânicos que deram origem a Formação Serra Geral são constituídos por duas séries: uma básica, constituída por basaltos toleíticos, que representam cerca de 90% do volume total dos derrames vulcânicos, e outra ácida, composta por andesitos e riodacitos, que correspondem a aproximadamente 10% do total, sendo mais comuns na parte superior da sequência e no lado africano da separação continental (Probio, 2019)

No município, destacam-se duas fácies distintas dentro da Formação Serra Geral: a Fácies Paranapanema e a Fácies Caxias. A Fácies Paranapanema, mais antiga, foi datada em $136,2 \pm 2$ milhões de anos pelo método Ar-Ar e ocorre nos vales mais profundos da região. Esta fácies é composta principalmente por derrames basálticos de textura granular fina e coloração melanocrática, caracterizada por grandes horizontes vesiculares preenchidos por minerais como quartzo (ametista), zeolitas, carbonatos, seladonita, cobre nativo e barita. A Fácies Paranapanema abriga a maior concentração de jazidas de ametista no estado, sendo de importância econômica para a região (CPRM, 2006).

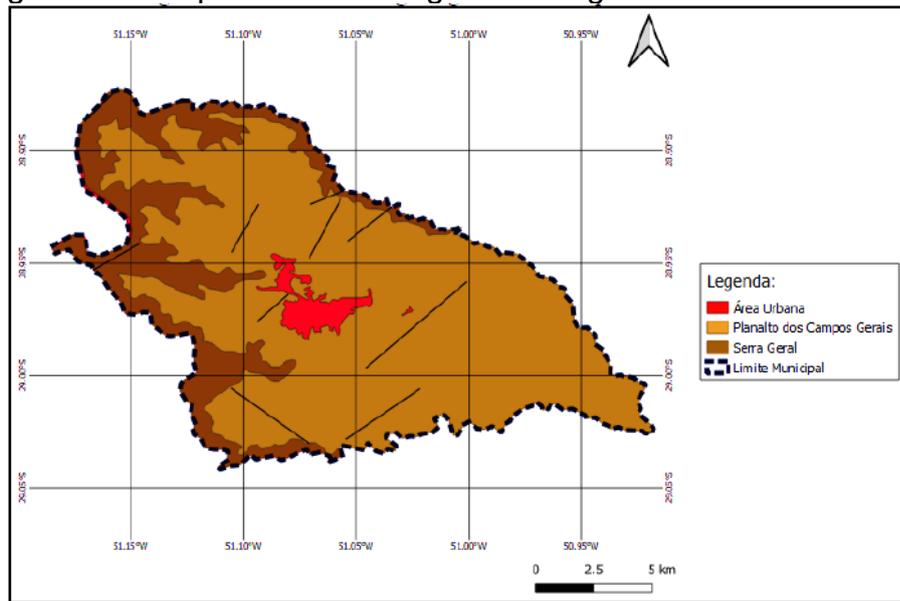
A Fácies Caxias, mais recente, foi datada em $132,3 \pm 0,5$ milhões de anos, também pelo método Ar-Ar, e ocupa uma posição superior no perfil estratigráfico. Esta fácies é composta por derrames de rochas vulcânicas de composição intermediária a ácida, como riodacitos e riolitos, de coloração mesocrática e textura variando entre microgranular e vitrofírica. Uma característica marcante da Fácies Caxias é a textura esferulítica tipo carijó, além de uma forte disjunção tabular observada no topo dos derrames. Na porção central, a rocha tende a ser maciça, com frequentes dobras de fluxo e autobrechas. As vesículas nas rochas dessa fácies são preenchidas por minerais como calcedônia e ágata, que também são importantes para as mineralizações da região (CPRM, 2006).

Segundo o CPRM (2006), a zona urbana do município de São Marcos está majoritariamente situada sobre as Fácies Caxias, com apenas uma pequena porção na parte leste localizada sobre as Fácies Paranapanema. Assim, as APPs dos cursos hídricos presentes na área urbana consolidada do município também se encontram, em sua maior parte, sobre as Fácies Caxias.

5.1.4.2 Geomorfologia

Em termos de geomorfologia, o município de São Marcos está contido no Domínio Morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares, Região Geomorfológica Planalto das Araucárias, Unidades Geomorfológicas Planalto dos Campos Gerais e Serra Geral (IBGE, 2003), conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Mapa de unidades geomorfológicas de São Marcos/RS



Fonte: IBGE (2003). Adaptado por Vanin (2021).

O Planalto dos Campos Gerais, apresenta um relevo ondulado, com suave inclinação para o oeste, sendo que as maiores elevações estão na porção leste, onde as altitudes ultrapassam 1000 m (Rossato, 2011).

A área possui topos tubulares e rampas levemente inclinadas, esculpidas em coberturas sedimentares não consolidadas. Na parte superior, encontram-se os conhecidos Campos de Cima da Serra. O setor leste-sudeste é marcado por encostas abruptas e irregulares, fortemente afetadas por processos erosivos intensos devido ao clima úmido (Rossato, 2011). A área, predominantemente plana, apresenta drenagem fina e incisões superficiais, resultando em uma predisposição moderada à erosão. Embora seja menos vulnerável a desastres naturais, essa unidade não está isenta de riscos, especialmente durante eventos climáticos extremos, como chuvas intensas (Probio, 2019).

Analisando a Figura 13, é possível identificar que a área urbana do município encontra-se totalmente sobre a Unidade Geomorfológica do Planalto dos Campos Gerais, o que significa que as APPs dos cursos hídricos presentes na área urbana consolidada do município também se encontram sobre ela.

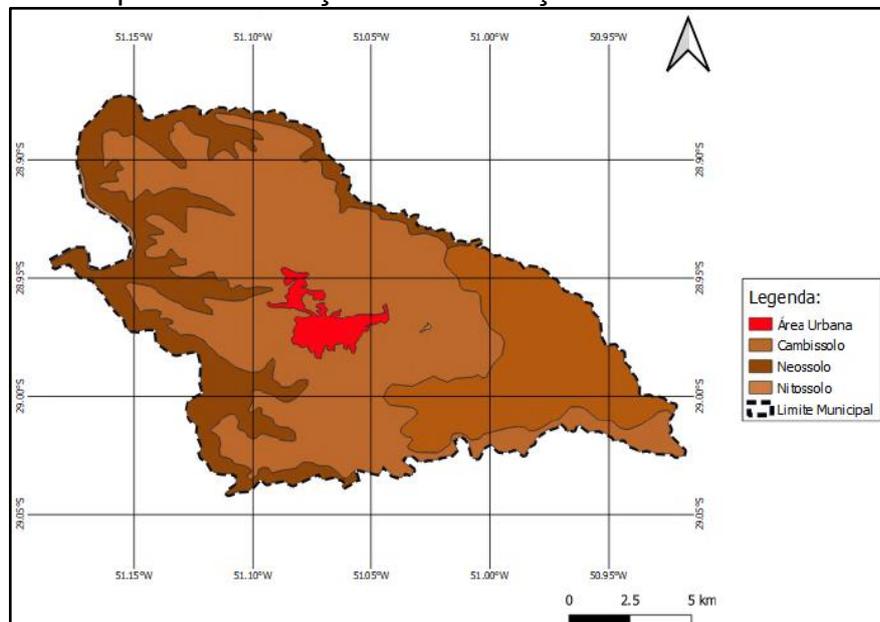
Já a Unidade Geomorfológica Serra Geral é caracterizada por um relevo mais dissecado, com topos estreitos e alongados, esculpidos em rochas cristalinas. Essas áreas, localizadas na porção oeste do município, próximas aos rios das Antas, Rio São Marcos e Arroio Redondo, possuem encostas íngremes e vales encaixados,

sendo suscetíveis a processos erosivos, como deslizamentos de terra e quedas de blocos, devido à sua inclinação acentuada e intensa drenagem (Probio, 2019).

5.1.4.3 Pedologia

A caracterização dos solos do município de São Marcos foi baseada no Mapa Exploratório de Solos do Rio Grande do Sul, escala 1:1.000.000 (IBGE, 2002), disponibilizado pelo IBGE. No mapa é possível identificar três tipos principais de solos na região: cambissolos, neossolos e nitossolos, conforme apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Mapa de distribuição e classificação de solos em São Marcos/RS



Fonte: IBGE (2002). Adaptado por Vanin (2021).

Entre eles, os cambissolos e nitossolos são as unidades mais expressivas, sendo os nitossolos encontrados mais ao centro da área do município enquanto os cambissolos se concentram na área mais a leste e sudeste. Os Neossolos se concentram mais próximos aos limites municipais, às margens do Rio das Antas e ao Rio São Marcos, ocupando pequenas porções ao norte, nordeste, oeste e sudoeste.

Ao observar a Figura 14, nota-se que toda a área urbana do município está situada na região dos Nitossolos, os quais são classificados no Mapa Exploratório de Solos do Rio Grande do Sul, em escala 1:1.000.000, como Nitossolos Háplicos. Esse tipo de solo é caracterizado principalmente pela presença de terras brunas estruturadas, com textura argilosa a muito argilosa, destacando-se pela coloração marrom e acinzentada, o que indica uma moderada quantidade de matéria orgânica. Em áreas de relevo ondulado, esses solos mostram-se relativamente férteis devido à

estrutura bem desenvolvida, que facilita a infiltração de água e o desenvolvimento das raízes, embora apresentem desafios associados à alta acidez, dada a predominância de solos álicos, com elevados níveis de alumínio. Esse fator pode limitar o desenvolvimento de algumas culturas, exigindo correção com calcário para diminuir a acidez (Embrapa, 2021).

Além disso, a presença de solos cambissolos brunos húmicos reforça a ocorrência de solos ainda em processo de formação, com camadas pouco diferenciadas. Esses solos, embora ricos em matéria orgânica, também são influenciados pela presença de rochas vulcânicas, como os riodacitos, que formam o substrato da área. A fase pedregosa em algumas regiões dificulta o manejo agrícola, e o relevo ondulado a fortemente ondulado agrava a necessidade de práticas conservacionistas para evitar erosão, especialmente em áreas com maior declividade (Embrapa, 2021) (Streck *et al.*, 2018).

5.1.5 Clima

De acordo com Rossato (2011), o município de São Marcos está localizado na região climática Subtropical Muito Úmido, apresentando clima úmido com invernos frios e verões amenos.

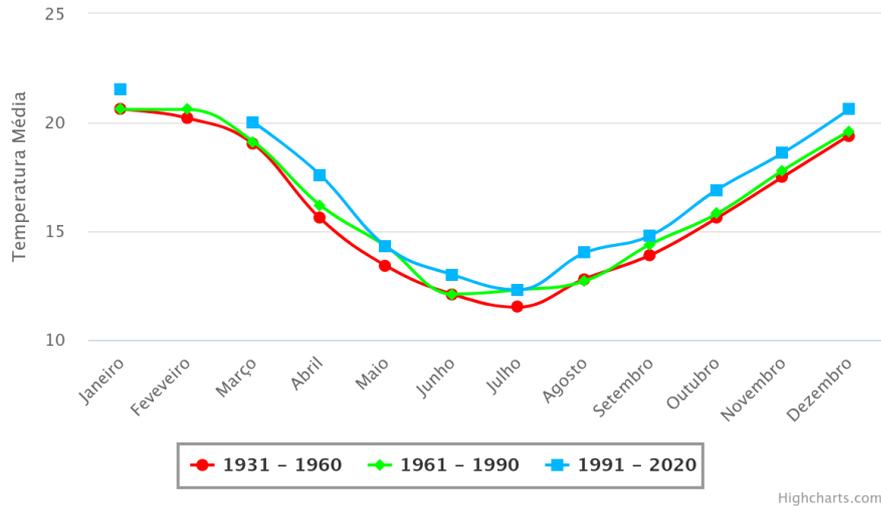
O clima da região é marcado por uma influência de sistemas tropicais marítimos, que trazem massas de ar quente e úmido vindas do oceano. Embora a influência de sistemas polares seja menor, esses ainda têm um papel importante na formação das frentes frias que causam a maior parte das precipitações. O tipo de relevo e as maiores altitudes contribuem para a moderação das temperaturas, já que em áreas mais elevadas a temperatura tende a ser mais baixa (Rossato, 2011).

A precipitação anual na região é abundante, variando entre 1.700 e 2.000 mm, distribuída ao longo de 130 a 150 dias de chuva por ano. Esse volume elevado de chuvas ocorre de maneira relativamente bem distribuída ao longo do ano, com uma média mensal de 12 a 15 dias de chuva. Isso torna a área uma das mais chuvosas do Rio Grande do Sul, com uma alta frequência de dias com precipitação, um fator importante para a agricultura e para o abastecimento hídrico (Rossato, 2011).

As temperaturas médias anuais variam entre 14°C a 17°C, o que caracteriza um clima ameno. Nos meses mais frios, as temperaturas oscilam entre 8°C a 14°C, enquanto nos meses mais quentes variam entre 17°C e 23°C, mantendo uma diferença térmica moderada ao longo do ano (Rossato, 2011). Tal fato pode ser

observado nos dados de temperatura média disponibilizados pelo INMET (1931-2020), da estação de monitoramento de Caxias do Sul (cidade mais próxima à área de estudo), apresentados na Figura 15.

Figura 15 - Comparativo de temperatura média para três normais climatológicas (°C) - Estação Caxias do Sul (83942)



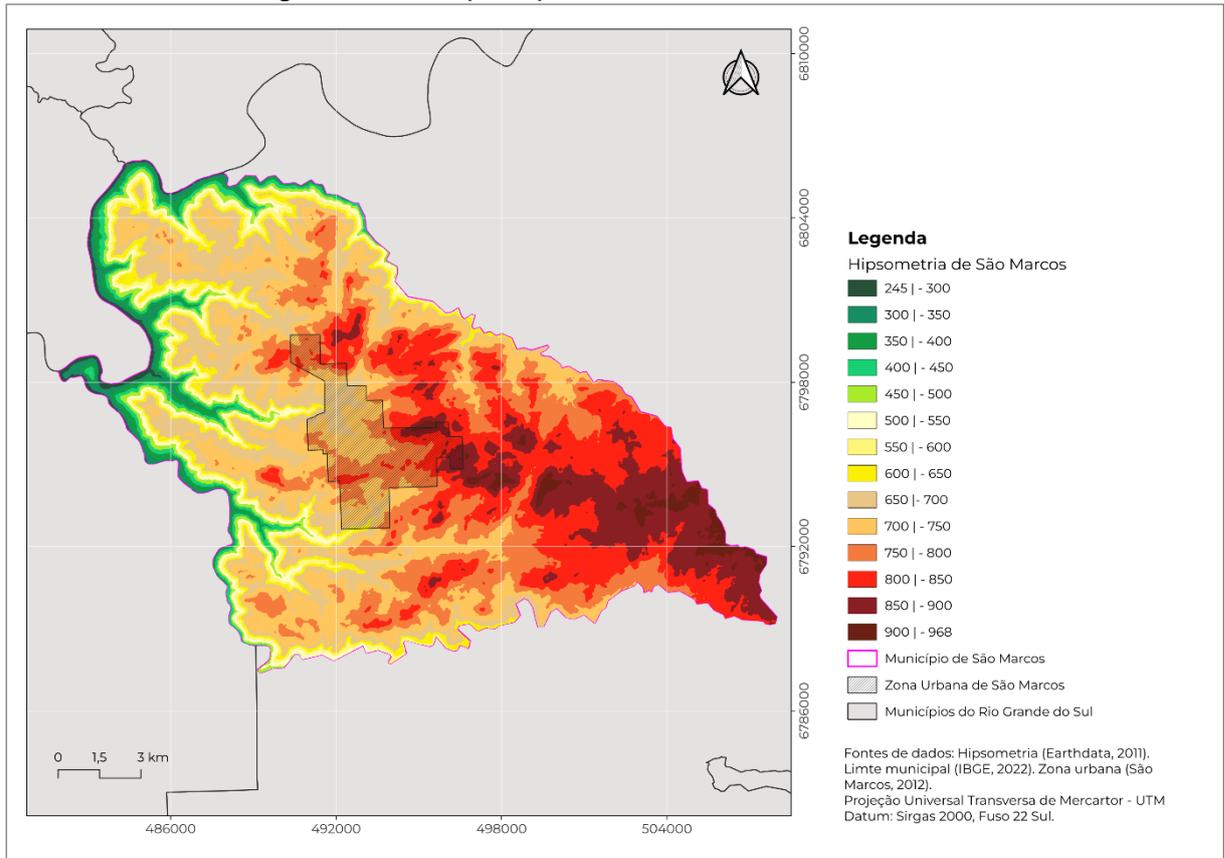
Fonte: INMET (1931-2020).

O clima Subtropical Muito Úmido se destaca por ter temperaturas médias mais baixas em comparação ao restante do Rio Grande do Sul, influenciadas pelo relevo e pela atuação de sistemas tropicais úmidos. As chuvas frequentes, combinadas com frentes frias, mantêm a umidade elevada, favorecendo o equilíbrio ecológico e as práticas agrícolas (Rossato, 2011). No entanto, observando o comparativo de temperaturas médias, apresentado na Figura 15, é possível identificar um aumento das temperaturas médias registradas em cada mês entre 1931 e 2020.

5.1.6 Topografia

O relevo de São Marcos é ondulado a montanhoso, com altitudes que variam entre 245 e 968 metros. As altitudes mais elevadas concentram-se mais ao centro e limite sudoeste, enquanto as cotas mais baixas encontram-se próximas aos limites norte e oeste do município, conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Mapa hipsométrico de São Marcos/RS

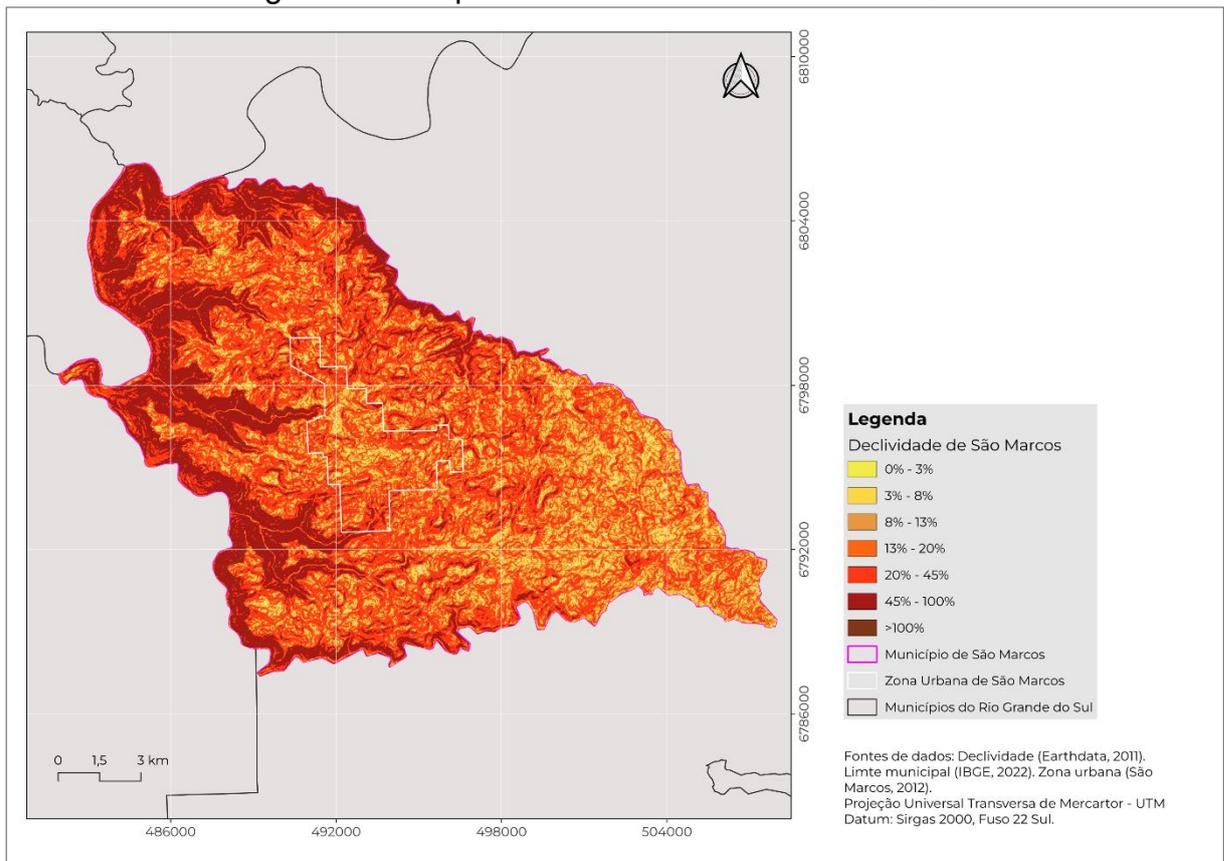


Fonte: Earthdata (2011). Adaptado pela autora (2024).

Na área urbana, predominam altitudes entre 650 e 850 metros, com exceção dos limites a leste, que ultrapassam 850 metros, somente os limites municipais a leste apresentam altitudes superiores a 850 m.

Quanto à declividade, o município apresenta predominantemente terrenos com inclinações moderadas a altas, variando entre 13% e 45%, característica típica de regiões serranas e abrangendo grande parte da zona urbana. Encostas íngremes, com inclinações superiores a 45%, situam-se próximas aos rios das Antas e São Marcos. Já as áreas de declividade entre 0% e 8%, mais planas, ocorrem em pequenos trechos, geralmente destinadas à agricultura, na zona rural. A Figura 17 ilustra essas variações de declividade no território.

Figura 17 – Mapa de declividade de São Marcos/RS



Fonte: Earthdata (2011). Adaptado pela autora (2024).

5.1.7 Hidrografia

O município de São Marcos está localizado na região hidrográfica do Guaíba, pertencendo a bacia hidrográfica Taquari-Antas. Sua área está dividida entre as sub-bacias do Rio São Marcos e do Rio Quebra-Dentes/Arroio Mulada. A Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas abrange total ou parcialmente 118 municípios, dos quais 83 estão inteiramente inseridos na bacia e 35 parcialmente. Em 2020, a população estimada da região era de 1.383.442 habitantes, sendo 1.081.261 residentes em áreas urbanas e 302.181 em áreas rurais, distribuídos em uma área de 26.430 km² (SEMA, 2024).

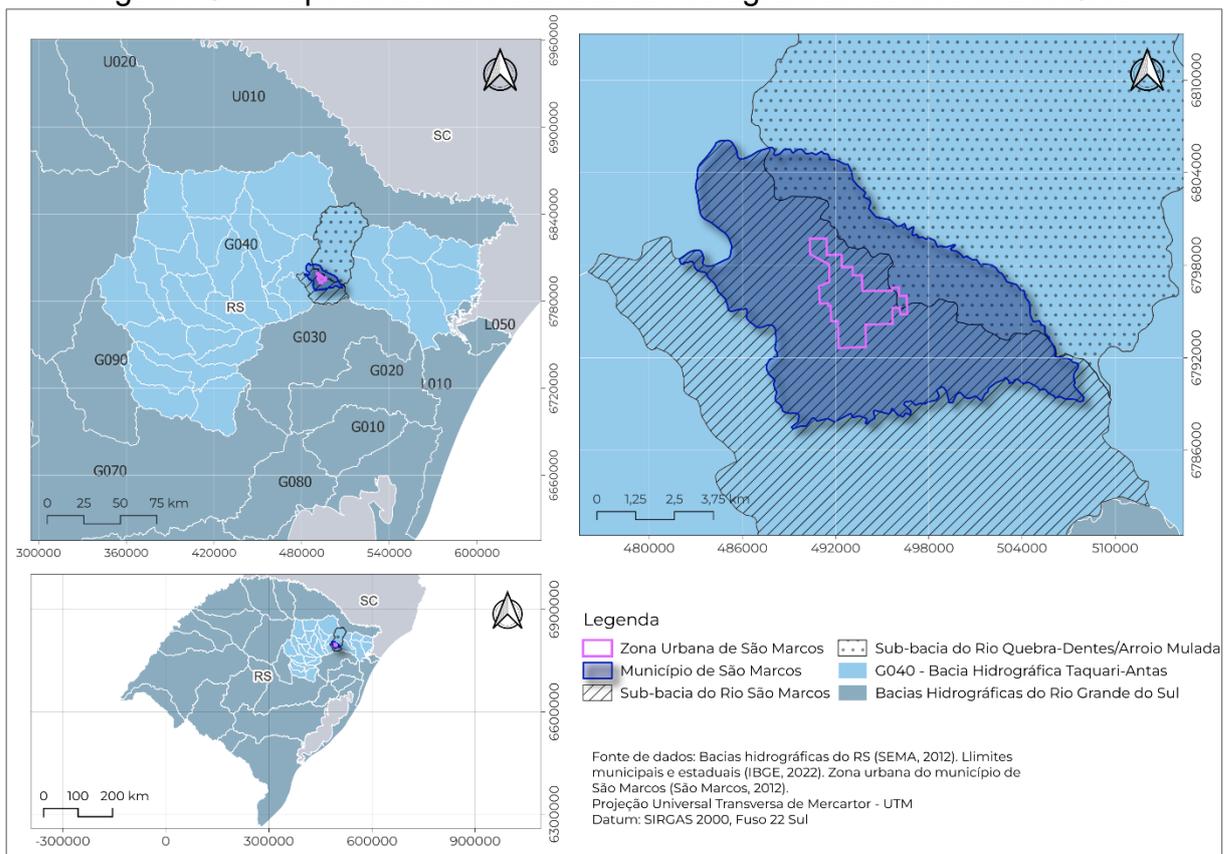
O Rio Taquari-Antas tem sua nascente no extremo leste da bacia, onde é inicialmente chamado de Rio das Antas. A partir da confluência com o Rio Carreiro, passa a ser denominado Rio Taquari, até desaguar no Rio Jacuí. Sua extensão total é de 546 km, dos quais 359 km são identificados como Rio das Antas e 187 km como Rio Taquari (SEMA, 2024).

Para a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica, essa região foi dividida em sete Unidades de Gestão (UGs), utilizando como critérios não apenas os limites hidrográficos, mas também aspectos socioeconômicos. O município de São Marcos está inserido na Unidade de Gestão do Médio Taquari-Antas (STE, 2012).

Os principais cursos d'água da bacia incluem o Rio das Antas, Rio Tainhas, Rio Lageado Grande, Rio Humatã, Rio Carreiro, Rio Guaporé, Rio Forqueta, Rio Forquetinha e o Rio Taquari. A área abrange partes dos Campos de Cima da Serra e da região do Vale do Taquari, sendo a captação de água destinada a diversos usos, como irrigação, abastecimento público, indústrias, dessedentação animal, geração de energia, mineração, transporte hidroviário, pesca e atividades de turismo e lazer (STE, 2012).

Na Figura 18 é possível observar a localização da bacia hidrográfica Taquari-Antas e a divisão de sub-bacias hidrográficas no município.

Figura 18 – Mapa de bacia e sub-bacias hidrográficas de São Marcos/RS



O Plano de Bacias do Taquari-Antas (STE, 2012), por meio da Resolução nº 121/2012 (Rio Grande do Sul, 2012), definiu o enquadramento para as águas da bacia.

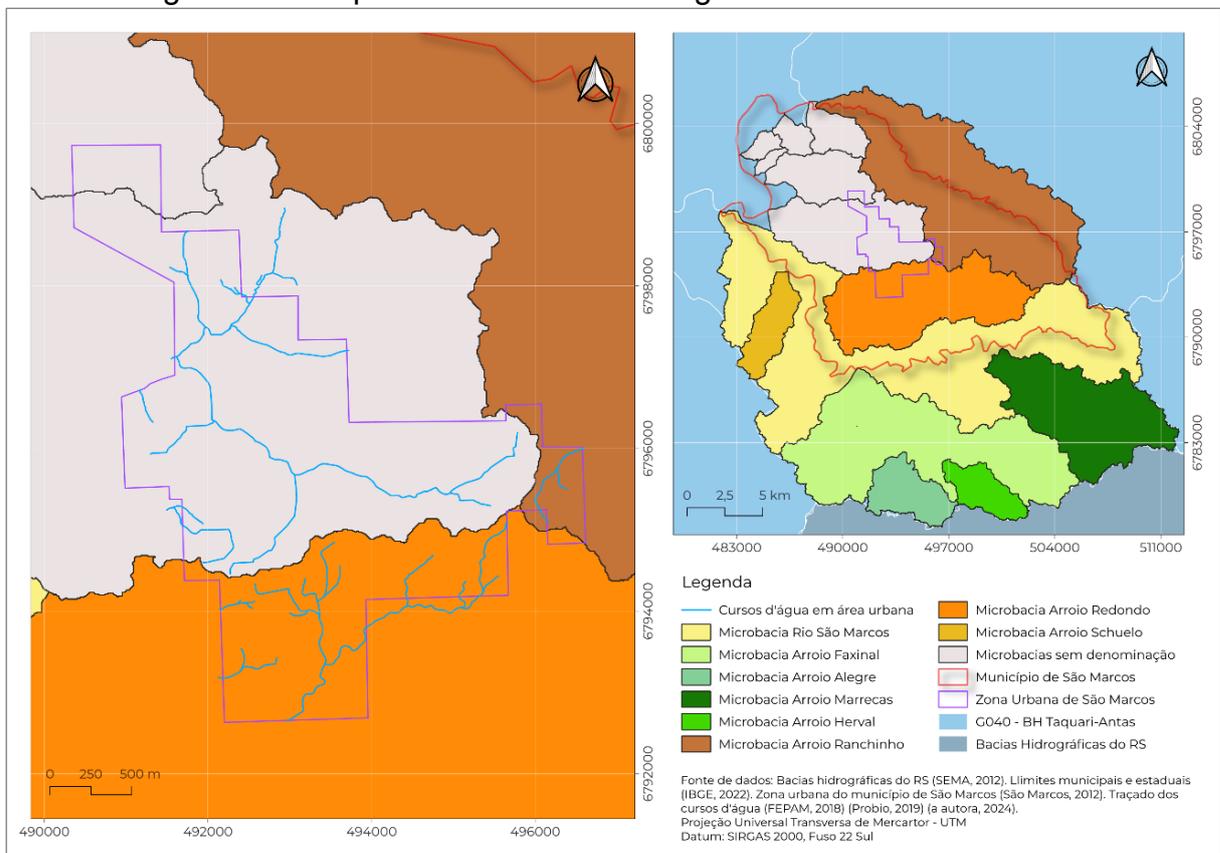
No período de elaboração do plano, a sub-bacia do Rio São Marcos apresentava qualidade de água em Classe 4, conforme as diretrizes da Resolução CONAMA nº 375/2005. O plano propôs o enquadramento para Classe 3 até 2022 e para Classe 2 até 2032.

Já a sub-bacia do Rio Quebra-Dentes/Arroio Mulada, que inicialmente apresentava águas de Classe 2, teve seu enquadramento proposto para Classe 1 até o ano de 2022 (Rio Grande do Sul, 2012).

A maior parte da área do município está contida na sub-bacia do Rio São Marcos, com uma área de 192,41 km², enquanto a área contida na sub-bacia do Rio Quebra-dentes/Arroio Mulada é de 63,84 km².

A Figura 19 ilustra a divisão territorial do município de São Marcos em microbacias, destacando que algumas delas não possuem denominação formal. A área urbana do município está inserida em três microbacias, das quais duas não possuem nome definido, enquanto a terceira corresponde à microbacia do Arroio Redondo.

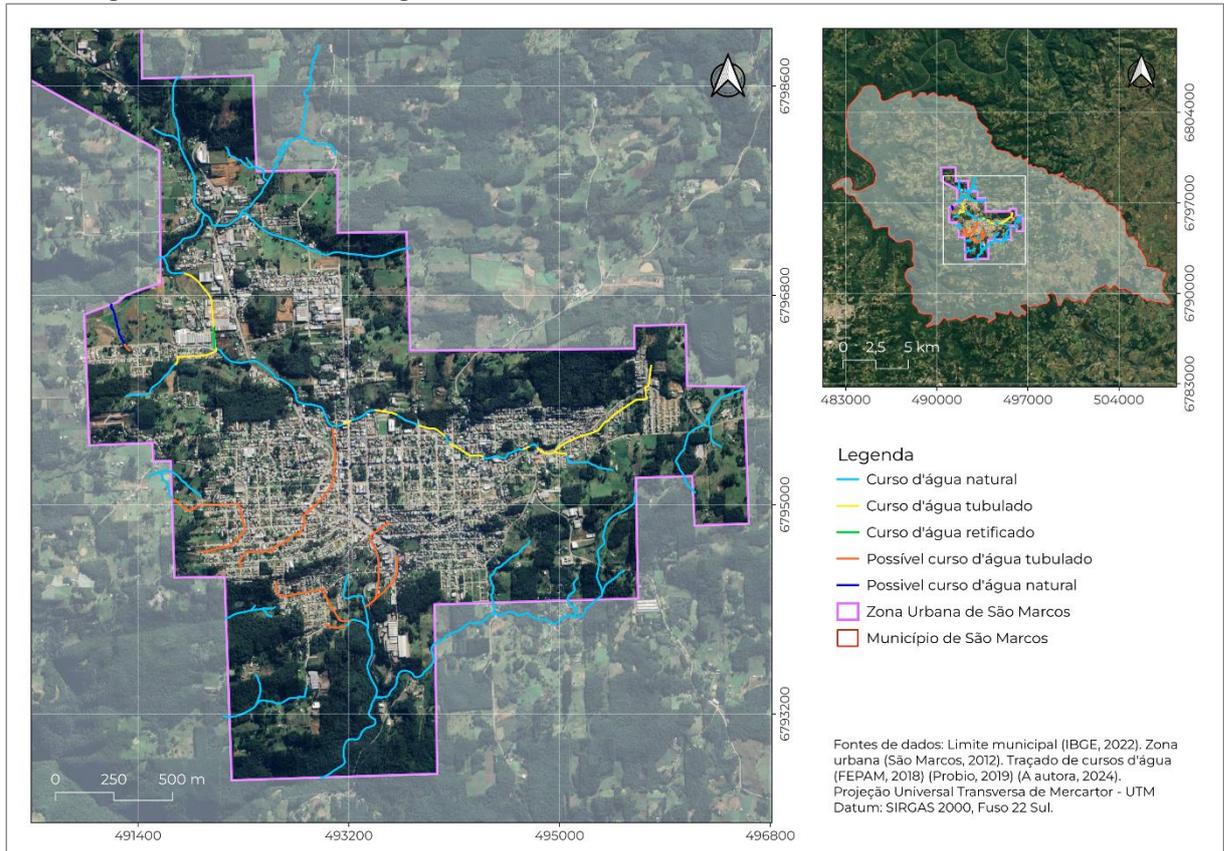
Figura 19 – Mapa de microbacias hidrográficas de São Marcos/RS



Fonte: A autora (2024).

Para a delimitação das microbacias, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE), utilizado para a obtenção da hipsometria e declividade da área do município. Após a identificação das sub-bacias e microbacias hidrográficas, foram mapeados os cursos d'água na área urbana do município, representados na Figura 20.

Figura 20 - Cursos d'água identificados na área urbana de São Marcos/RS



Fonte: A autora (2024).

A identificação e o traçado dos cursos d'água foram realizados por meio de análise de imagens de satélite fornecidas pelo software Google Earth Pro, complementada por estudos de campo, permitindo observar as condições dos recursos hídricos (natural, retificado ou tubulado).

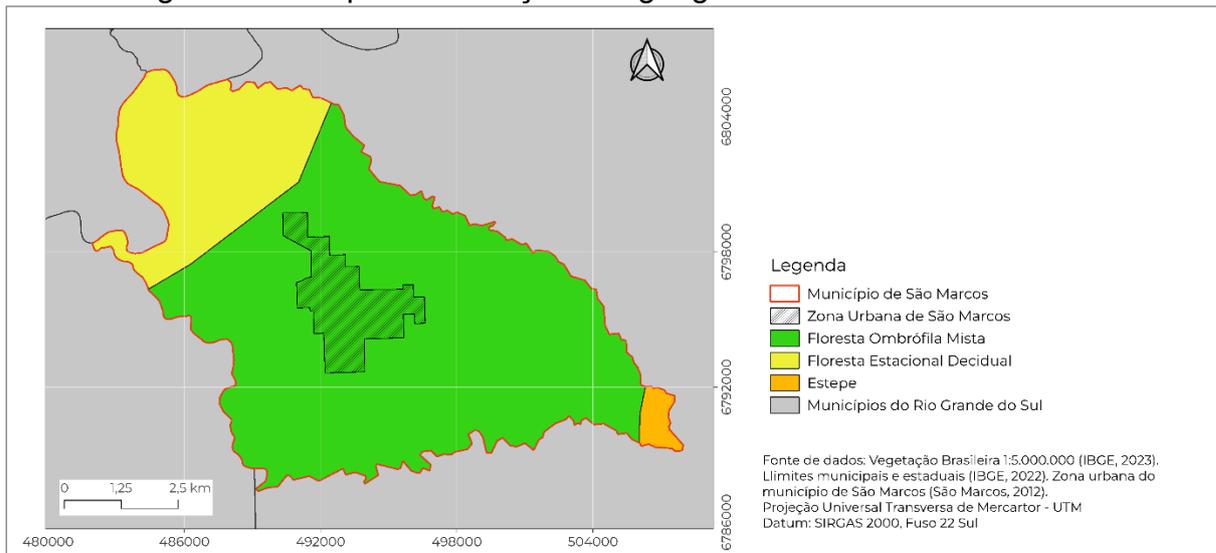
Além disso, para identificar possíveis cursos d'água tubulados anteriores às imagens de satélite, foi consultada a planta de redes de drenagem presente no Plano Municipal de Saneamento Básico (Probio, 2019). O critério adotado para a identificação de cursos d'água tubulados foi baseado na forma e no diâmetro das tubulações, considerando-se como possíveis cursos d'água canalizados aqueles com traçado curvilíneo e diâmetros superiores a 800 mm, visto que a maior parte da rede de drenagem é constituída por tubos de 500 e 600 mm.

Também foram realizadas entrevistas com munícipes para confirmar a existência e localização de possíveis cursos d'água tubulados. Um dos entrevistados relatou a presença de um curso d'água natural no bairro Francisco Doncatto, atualmente não identificável na superfície, indicando que uma das tubulações de drenagem do local pode corresponder a esse curso hídrico agora tubulado.

5.1.8 Flora

O município de São Marcos está inteiramente inserido no Bioma Mata Atlântica, conforme estabelecido pela Lei Federal nº 11.428 de 2006 (Brasil, 2006). Sua vegetação compreende três formações fitogeográficas: a Floresta Ombrófila Mista (FOM) - Floresta de Araucária; a Floresta Estacional Decidual (FED) - Floresta Tropical Caducifólia; e a Estepe - Campos do Sul do Brasil, conforme representado na Figura 21.

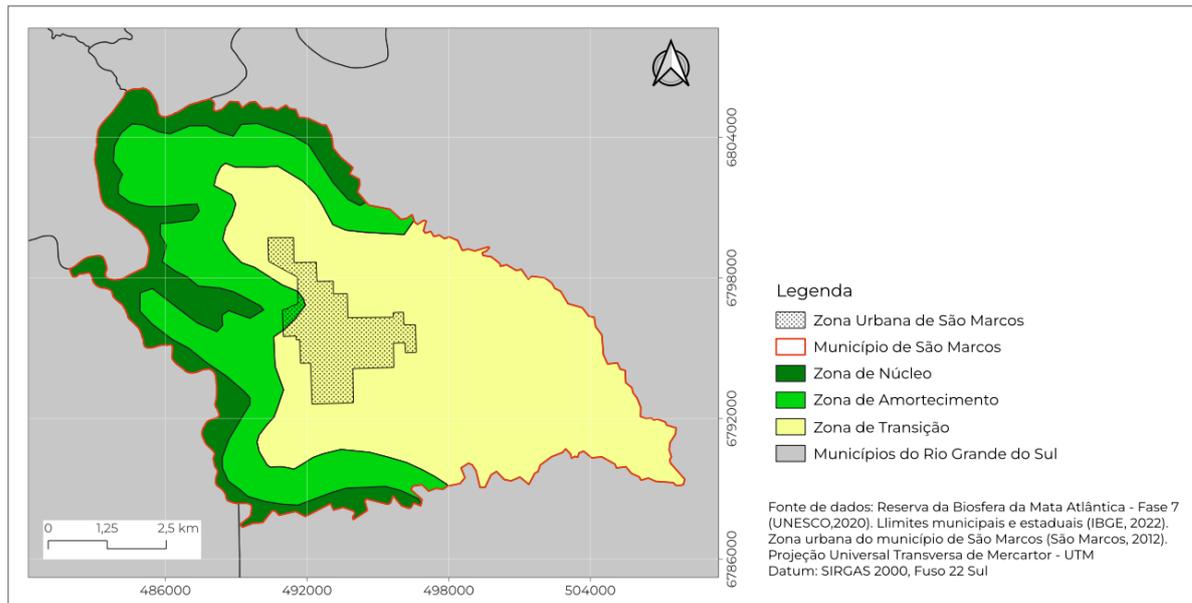
Figura 21 – Mapa de formações fitogeográficas em São Marcos/RS



Fonte: IBGE (2004). Adaptado pela autora (2024).

No município não foram identificadas reservas ecológicas, unidades de conservação, RPPNs regulamentadas e áreas prioritárias conforme Portaria MMA nº 463/2018. Além disso, destaca-se que a área do município está inserida nas três zonas da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica: zona núcleo, às margens do Rio das Antas; zona de amortecimento e zona de transição (ICMBio, 2024) (MMA, 2024) (UNESCO, 2020) (SIGBio-RS, 2024). A Figura 22 representa a localização das zonas no território do município.

Figura 22 – Mapa de zonas da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica em São Marcos/RS



Fonte: UNESCO (2020). Adaptado pela autora (2024).

Não foram encontradas outras áreas de importância para conservação no Estado, a exemplo de áreas úmidas, apontadas pela SEMA (SIGBio-RS, 2024).

5.1.8.1 Floresta Ombrófila Mista (FOM) – Floresta de Araucária

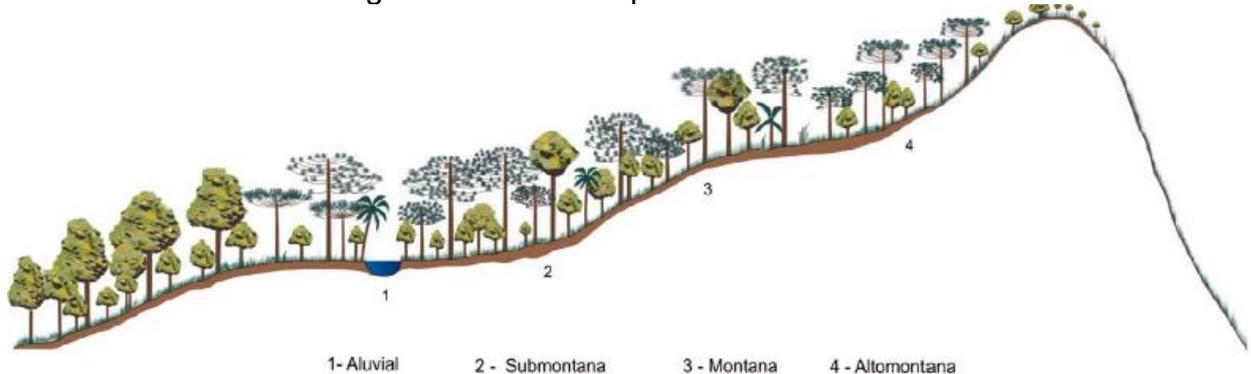
Segundo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), a Floresta Ombrófila Mista, também chamada de Floresta de Araucária, apresenta uma composição florística marcada por gêneros primitivos, como *Drymis* e *Araucaria*, de origem australásica, e *Podocarpus*, de origem afro-asiática.

A FOM apresenta espécies como araucária (*Araucária angustifolia*), casca-d'anta (*Drimys brasiliensis*), erva-mate (*Ilex paraguariensis*), guamirim (*Myrcia bombycina*), aroeiras (*Schinus* spp.), bugreiro (*Lithraea brasiliensis*), branquilha (*Sebastiania commersoniana*), mamica-de-cadela (*Zanthoxylum rhoifolium*), pessegueiro-bravo (*Prunus sellowii* ou *Prunus myrtifolia*), cambuí (*Myrceugenia* sp.), carvalho-brasileiro (*Roupala* spp.), canela-lageana (*Ocotea pulchella*), camboatá branco (*Matayba elaeagnoides*), camboatá vermelho (*Cupania vernalis*), guabioba (*Campomanesia xanthocarpa*), pitangueira (*Eugenia uniflora*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), cambará (*Gochnatia polymorpha*), cedro (*Cedrela fissilis*), canelas (*Nectandra* spp. e *Ocotea* spp.), angico (*Parapiptadenia rigida*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), murta (*Blepharocalyx salicifolius*) (Probio, 2019) (SUDESUL, 1978).

A FOM é subdividida em quatro formações distintas, associadas à variação de altitude: Aluvial, em terraços antigos associados à rede hidrográfica; Submontana, constituindo disjunções em altitudes inferiores a 400 m; Montana, situada aproximadamente entre 400 e 1000 m de altitude; Alto-Montana: compreendendo as altitudes superiores a 1000 m (IBGE, 2012).

A Figura 23 traz a representação das quatro formações, sendo que a presente no município é a FOM Montana.

Figura 23 - Perfil esquemático da FOM



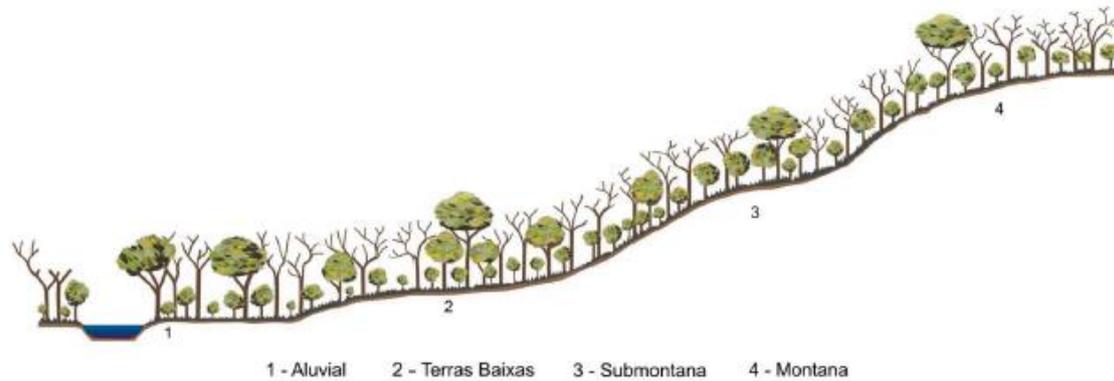
Fonte: Veloso, Rangel Filho e Lima (1991).

5.1.8.2 Floresta Estacional Decidual (FED) – Floresta Tropical Caducifólia

A Floresta Estacional Decidual, ou Floresta Tropical Caducifólia, caracteriza-se pela queda de folhas de mais de 50% dos indivíduos durante os períodos desfavoráveis do ano. Essa formação ocorre em disjunções, distribuídas por diferentes regiões do país, e pode ser identificada em duas situações climáticas distintas: uma com estação chuvosa seguida de período seco, característica das zonas tropicais, e outra, subtropical, sem um período seco definido, mas com invernos frios, quando as temperaturas médias mensais caem abaixo de 15°C, resultando no repouso fisiológico das plantas e na queda parcial da folhagem (IBGE 2012). O município de São Marcos está inserido nesta segunda situação, subtropical.

São identificadas dentro da Floresta Estacional Decidual quatro formações distintas: Aluvial, Terras Baixas, Submontana e Montana, conforme Figura 24.

Figura 24 - Perfil esquemático da FED



Fonte: Veloso, Rangel Filho e Lima (1991).

A FED no município de São Marcos se manifesta na formação Submontana, localizada em áreas próximas ao Rio das Antas, no limite noroeste do município. No que tange a composição florística, pode-se encontrar, de forma restrita, espécies como: *Patagonula americana* (guajuvira), *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho), *Cordia trichotoma* (louro-pardo), *Cabralea canjerana* (canjerana), *Alchornea triplinervea* (tanheiro), entre outras (Projeto Radam, 1986).

5.1.8.3 Estepe – Campos do Sul do Brasil

As estepes são áreas de vegetação herbácea contínua, geralmente associadas a terrenos de relevo plano ou suavemente ondulado. Esses campos são dominados por espécies herbáceas, como as gramíneas dos gêneros *Aristida*, *Andropogon* e *Panicum*, frequentemente entremeadas com pequenas plantas lenhosas das famílias *Compositae*, *Verbenaceae*, *Euphorbiaceae* e *Myrtaceae*. Em algumas áreas, as estepes são intercaladas com pequenas árvores e arbustos, criando uma fisionomia conhecida como “campo sujo”. No Planalto das Araucárias, a Estepe está sujeita a um clima subtropical úmido, sem estação seca definida, coexistindo com a Floresta Ombrófila Mista, onde espécies típicas dessa floresta formam capões e florestas de galeria ao longo da paisagem (IBGE, 2012).

O manejo inadequado dessas áreas, principalmente através do uso frequente do fogo, e criação extensiva de gado, tem influenciado diretamente a estrutura e composição florística, resultando em uma monotonia fitofisionômica nas áreas mais antropizadas (IBGE, 2012).

Dentro do município de São Marcos, mais próximo da divisão com Caxias do Sul a leste, duas formações de Estepe são observadas: a Estepe Parque e a Estepe Gramíneo-Lenhosa, representadas na Figura 25.

Figura 25 - Representação de formações da Estepe



Fonte: Veloso, Rangel Filho e Lima (1991).

A Estepe Parque, também chamada de “campo sujo” ou “parkland”, é caracterizada por indivíduos arbóreos esparsos de várias famílias, sendo as mais representativas *Lythraceae* e *Anacardiaceae*, quais sejam, *Schinus molle* L. (aroeira-salsa), *Lythrea brasiliensis* Marchand (bugreiro) e *Myracrodruon balansae* (Engl.) Santin (pau-ferro). No estrato inferior, há predominância de gramíneas *Paspalum notatum* Flüggé (grama-forquilha) e *Axonopus fissifolius* (Raddi) Kuhl. (grama-tapete ou grama-jesuíta), *Andropogon lateralis* Ness (capim-caninha) e *Stipa spp.* (capim-flechinha); além de plantas anuais (terófitas) que imprimem ao Estepe Parque variações de tonalidade (IBGE, 2012).

5.1.8.4 Vegetação presente nas APPs urbanas

Para caracterização das espécies vegetais presentes nas APPs de cursos d'água localizados na área urbana consolidada do município foram utilizados projetos técnicos (laudos de cobertura vegetal) realizados em áreas urbanas do município. Para verificação das informações foram realizados estudos em campo, em conjunto com a utilização do Portal Flora Digital, disponibilizado pela UFSC e UFRGS, para identificação das espécies, além de informações retiradas do Inventário Florestal Contínuo do RS (SEMMA, 2004). O Quadro 14 traz as informações das espécies levantadas.

Quadro 14 - Espécies arbóreas em área urbana do município

Espécies Nativas		
Nome científico	Nome popular	Grupos Ecológicos
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá	St
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	Camboim	St
<i>Nectandra lanceolata</i> Ness et Mart.ex Nees	Canela	St
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> L.	Mamica-de-cadela	Si
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata-de-vaca	Pi, Si
<i>Myrsine umbellata</i>	Pororoca	Si
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	Si
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. et Tul.) Mart	Sabão-de-soldado	Pi
<i>Xylosma ciliatifolia</i>	Sucará	-
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Murta	St, Cl
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico	Si
<i>Luehea divaricata</i> Mart. et Zucc.	Açoita-cavalo	Si
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Bugre	Pi
<i>Araucaria angustifolia</i>	Araucária	Pi, Si, St
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk)	Chal Chal	Si
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-do-mato	Si, St
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	Aguai-leiteiro	St
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	Pi, Si
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	Si
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	Ipê-amarelo	St
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Vassoura	Pi
<i>Erythrina falcata</i> Benth	Corticeira-da-serra	Si
Espécies Exóticas		
Nome científico	Nome popular	Grupos Ecológicos
<i>Hovenia dulcis</i>	Uva-Japão	-
<i>Eucalipto</i> sp.	Eucalipto	-
<i>Pinus elliottii</i>	Pinus	-
<i>Ligustrum lucidum</i>	Ligustro	-
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Ameixa-amarela	-

Legenda: Pi = Pioneira Si = Secundária Inicial St = Secundária Tardia Cl = Clímax

Fonte: A autora (2024), Probio (2022), Ambientalle Engenharia (2023), SEMMA (2004).

Entre as espécies nativas levantadas, somente uma, *Araucaria angustifolia*, está descrita na lista de espécies da flora nativa do Rio Grande do Sul ameaçadas de extinção, presente no Anexo I do Decreto nº 52.109/2014 (Rio Grande do Sul, 2014).

Ressalta-se que o estudo não foi exaustivo, sendo necessário realizar levantamentos precisos da flora através da delimitação de quadrantes de amostragem representativos da área total, onde devem ser levantadas todas as espécies arbóreas. O levantamento das espécies herbáceas e arbustivas pode ser realizado por amostragem.

5.1.9 Fauna

A distribuição e ocorrência da fauna no território do município é influenciada pelas mudanças ambientais causadas pelas atividades antrópicas, que muitas vezes resultam na supressão ou alteração dos habitats necessários para a sobrevivência das espécies. Como a fauna está diretamente ligada à vegetação, a preservação das formações vegetais associadas a esses habitats é essencial (Probio, 2019). Para garantir a conservação dessas espécies, o estudo de seus hábitos e comportamentos torna-se crucial, permitindo um planejamento adequado para a manutenção de seus habitats e a preservação das condições necessárias para seu desenvolvimento, mesmo diante das pressões ambientais causadas pela ação humana (ISAM/UCS, 2023).

No Brasil, a proteção da fauna é regulamentada pela Lei Federal nº 5.197/1967 (Brasil, 1967), posteriormente modificada pela Lei Federal nº 7.653/1988 (Brasil, 1988), que incluiu novos artigos em sua redação. No estado do Rio Grande do Sul, o Código Estadual do Meio Ambiente foi instituído pela Lei Estadual nº 15.434/2020 (Rio Grande do Sul, 2020). O Artigo 152 desta lei estabelece que as espécies da fauna silvestre nativa, assim como seus ninhos, abrigos, criadouros naturais, habitats e os ecossistemas necessários para sua sobrevivência, são considerados bens públicos de uso restrito.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de São Marcos (Probio, 2019), a fauna do município é rica em tatus (*Dasybus spp.*), gato-do-mato-pequeno (*Felis tigrina*), graxaim-do-mato (*Dusycion thous*) e mão-pelada (*Procyon cancrivorus*). Porém, a fim de caracterizar de maneira mais precisa a fauna presente nas APPs em áreas urbanas do município, foi realizado um estudo *in loco*, com posterior pesquisa em material bibliográfico, onde foram verificadas as espécies descritas no Quadro 15.

Quadro 15 - Fauna presente nas APPs urbanas do município

Nome Científico	Nome Popular	Status de Conservação
Avifauna		
<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro	IUCN – LC
<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-Campo	IUCN – LC
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chupim	IUCN – LC
<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	IUCN – LC
<i>Thaluranía glaucopis</i>	Beija-flor-de-frente-violeta	IUCN – LC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	IUCN – LC
<i>Tyrannus savana</i>	Tesourinha	IUCN – LC

Nome Científico	Nome Popular	Status de Conservação
Avifauna		
<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	IUCN – LC
<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-Tico	IUCN – LC
<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	IUCN – LC
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-preto	IUCN – LC
Herpetofauna		
<i>Salvator merianae</i>	Lagarto Teiú	IUCN – LC
Nome Científico	Nome Popular	Status de Conservação
Herpetofauna		
<i>Leptodactylus latrans</i>	Rã-crioula	IUCN – LC
<i>Rhinella icterica</i>	Sapo-cururu	IUCN – LC
<i>Scinax fuscovarius</i>	Perereca-de-banheiro	IUCN – LC
Mastofauna		
<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá	IUCN – LC
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	IUCN – LC
<i>Dasyus spp.</i>	Tatu	IUCN – LC
<i>Coendou spinosus</i>	Ouriço-cacheiro	IUCN – LC
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapiti	IUCN – LC
Aracnofauna		
<i>Lycosa erythrognatha</i>	Aranha-lobo	-

Legenda: IUCN: União Internacional para Conservação da Natureza; LC: menos preocupante.
Fontes: A autora (2024). Silveira (2024).

É importante ressaltar que a identificação das espécies foi realizada por meio de observação visual e posterior consulta em material disponibilizado no portal Fauna Digital do Rio Grande do Sul, da UFRGS, para confirmação de nome científico e nome popular. Os avistamentos foram feitos pela autora, residente no município, complementados por entrevistas com outros moradores locais. Os estudos realizados não foram exaustivos, sendo necessário, para uma caracterização precisa da fauna presente nas APPs, a utilização de armadilhas fotográficas, busca de vestígios (rastros, pelos, tocas, fezes) e busca ativa de animais.

5.2 ASPECTOS DA INFRAESTRUTURA URBANA E DO SANEAMENTO BÁSICO

O diagnóstico dos serviços de infraestrutura pública e saneamento no município de São Marcos foi elaborado com base em diversas fontes. Foram consideradas as informações do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (Probio, 2019), dados obtidos por meio de estudos de campo, além dos resultados do Censo Demográfico de 2022, realizado pelo IBGE, e os dados disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022).

5.2.1 Abastecimento de água

Conforme descrito no Plano Municipal de Saneamento Básico (Probio, 2019), a gestão do abastecimento de água é de responsabilidade da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), que atende a área urbana do município, em regime de concessão. Essa concessão, firmada em 2010 por um período de 25 anos, através do Contrato de Programa para a Prestação de Serviços de Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário (CP 199/2010), envolve não apenas a captação e o tratamento da água, mas também a sua distribuição à população.

A captação de água para abastecimento ocorre em dois mananciais de superfície: a barragem São Luiz e o arroio Ranchinho. O sistema de abastecimento urbano é complementado por duas estações de bombeamento, uma no arroio Ranchinho (EBA 1) e outra na barragem São Luiz (EBA 2) e uma estação de tratamento de água (ETA) localizada no centro da cidade, responsáveis por garantir que a água distribuída atenda aos padrões de potabilidade exigidos pela legislação (Probio, 2019).

A legislação nacional que regula o abastecimento de água é a Lei Federal nº 11.445/2007 (Brasil, 2007), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, incluindo a prestação dos serviços de abastecimento de água potável. O controle da qualidade da água é feito regularmente pela CORSAN, seguindo os padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre a vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano.

No contexto municipal, o PMSB ressalta que o abastecimento de água enfrenta alguns desafios, como perdas significativas no sistema de distribuição, com índices de perda em torno de 40%, o que reflete a necessidade de modernização das redes de distribuição para aumentar a eficiência do sistema (Probio, 2019).

O abastecimento de água na zona rural do município é realizado tanto por meio de captação de água subterrânea quanto de água superficial. A água subterrânea provém do Aquífero Serra Geral, enquanto a captação superficial ocorre em vertentes. Atualmente, o município conta com 16 poços cadastrados na prefeitura, que atendem 995 famílias distribuídas em 15 comunidades. O sistema de abastecimento é composto por dois modelos: o Sistema de Abastecimento Coletivo

(SAC) e o Sistema de Abastecimento Individual (SAI). Desses, 964 famílias são atendidas pelo SAC, enquanto 31 famílias utilizam o SAI (Probio, 2019).

Para garantir a potabilidade, a água proveniente desses poços é periodicamente tratada e monitorada através de tratamento por cloração, onde 96,88% do tratamento é feito por empresas contratadas, enquanto os 3,12% restantes são gerenciados diretamente pelas famílias consumidoras (Probio, 2019) (VIGIAGUA, 2019).

De acordo com dados do SNIS (2022), São Marcos possui 90,33% da população total atendida com abastecimento de água e um consumo per capita de 124,86 L/hab./dia.

5.2.2 Esgotamento sanitário

O Contrato de Programa nº 199/2010, firmado entre o município de São Marcos e CORSAN, prevê a prestação de serviços de esgotamento sanitário. No entanto, o município ainda não dispõe de infraestrutura adequada para o tratamento dos efluentes domésticos. As redes coletoras existentes são do tipo mistas, o que significa que recebem tanto águas pluviais quanto esgoto sanitário, e servem apenas para transportar os efluentes até os corpos hídricos receptores, sem realizar o tratamento deste.

Atualmente, o tratamento dos efluentes domésticos é feito por meio de Sistemas Individuais de Tratamento de Efluentes (SITES), que, idealmente, deveriam ser compostos por fossas sépticas e filtros anaeróbios, com posterior descarte pelas redes pluviais. No entanto, o município não possui legislação que regulamente a construção e a manutenção desses sistemas (Probio, 2019).

De acordo com SNIS (2022), não há informações oficiais registradas sobre o sistema de esgotamento sanitário no município.

5.2.3 Drenagem de águas pluviais

O sistema de drenagem da cidade é dividido em duas categorias principais: a microdrenagem e a macrodrenagem. A microdrenagem é composta por elementos como bocas de lobo, sarjetas, meios-fios, tubos de ligação, tubulações e poços de visita. Esses elementos são responsáveis por coletar e conduzir as águas pluviais que escoam nas vias públicas, transportando-as para as galerias. As bocas de lobo são

as principais entradas do sistema, capturando a água acumulada nas ruas e direcionando-a para os tubos que conectam a rede subterrânea. Os poços de visita são utilizados para a manutenção e inspeção do sistema, garantindo que as tubulações permaneçam operacionais e livres de bloqueios. A macrodrenagem é composta por galerias pluviais, que recebem os volumes coletados pela microdrenagem e os direcionam para cursos d'água, destacando-se o Arroio Gravatá (Probio, 2019).

O PMSB (Probio, 2019) destaca problemas estruturais no sistema, como o uso de tubulações inadequadas e o subdimensionamento da rede em determinados pontos, resultando em alagamentos em áreas críticas durante períodos de chuvas intensas. Segundo dados do SNIS (2022), a parcela de população urbana em risco de inundação é de 0,6%.

A responsabilidade pela manutenção do sistema de drenagem é da prefeitura municipal, sendo que as limpezas e reparos no sistema ocorrem, em sua grande maioria, de forma corretiva.

5.2.4 Manejo de resíduos sólidos

O manejo de resíduos sólidos no município de São Marcos é regido pelas diretrizes estabelecidas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010). O município adota um sistema integrado para a gestão dos resíduos, que envolve etapas de coleta, transporte, tratamento e disposição final.

Os resíduos sólidos domiciliares na área urbana do município são geridos por um sistema de coleta seletiva que os divide em orgânico e reciclável. A prefeitura municipal é responsável pela contratação de empresa terceirizada para realizar a coleta. Segundo informações fornecidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente¹, atualmente os resíduos não são encaminhados para centrais de triagem, sendo recolhidos e encaminhados para central de transbordo, onde seguem para disposição final em aterro sanitário pertencente a Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos – CRVR, Unidade de Valorização Sustentável (UVS) São Leopoldo.

De acordo com o SNIS (2022), o município apresenta uma cobertura de 99,73% da população atendida com a coleta de resíduos sólidos, sendo que a massa total coletada equivale a 0,65 kg/habitante/dia.

¹ Informação fornecida por técnica da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de São Marcos, através de contato telefônico, em novembro de 2024.

Quanto aos resíduos de coleta especial, como resíduos eletrônicos, pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes, São Marcos realiza campanhas periódicas para recolhimento desses materiais. O município participa de ações coordenadas com associações e cooperativas para o descarte correto e reciclagem de resíduos perigosos. Um exemplo é a campanha de recolhimento de eletrônicos, que tem como objetivo prevenir o descarte irregular desses itens (Probio, 2019).

5.2.5 Infraestrutura urbana

A iluminação pública cobre 100% das áreas urbanas, com aproximadamente 5.000 pontos de luz instalados, contribuindo para melhor visibilidade e segurança pública (Probio, 2019).

Quanto à pavimentação, cerca de 78% das vias urbanas de São Marcos são pavimentadas, sendo o paralelepípedo de basalto o material mais utilizado. No entanto, a principal via da cidade, a Avenida Venâncio Aires, conta, em um trecho de 800 m, com pavimentação asfáltica. No distrito de Pedras Brancas, 72% das ruas já possuem pavimentação (Probio, 2019).

5.3 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O município de São Marcos, com uma população de 21.084 habitantes e uma densidade demográfica de 82,31 habitantes por km², possui um ambiente predominantemente rural, abrangendo uma área territorial de 256,25 km². O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que mede a qualidade de vida de um município com base em indicadores como expectativa de vida, educação e PIB per capita, foi registrado em 2010 como 0,768, situando São Marcos em uma categoria de desenvolvimento humano considerado alto (IBGE, 2023).

A expectativa de vida no município, conforme dados de 2010, era de 76,31 anos. A taxa de analfabetismo, atualizada para 2022, foi relativamente baixa, atingindo 2,04% entre as pessoas com mais de 15 anos. A escolarização de crianças entre 6 e 14 anos alcançou 98,4% (dados de 2010). Não foram registrados dados sobre a mortalidade infantil no período (IBGE, 2023).

Na área econômica, São Marcos possui PIB per capita de R\$ 52.647,06 (em 2021), com as principais atividades econômicas concentradas no setor metalmeccânico e na agricultura, especialmente no cultivo de videiras. O município gerou um PIB total de aproximadamente R\$ 1,145 bilhões em 2021. Em 2022, 46,10% da população

estava empregada formalmente. Em 2010, 23,4% da população vivia com um rendimento nominal mensal per capita de até meio salário mínimo, enquanto, em 2022, o salário médio mensal dos trabalhadores formais foi de 2,6 salários mínimos (IBGE, 2023).

5.4 ESTRUTURA TERRITORIAL

Neste item são detalhados o zoneamento urbano, a divisão dos bairros e as estruturas de saúde, educação, lazer e turismo, com destaque para aquelas localizadas em APPs.

5.4.1 Zoneamento urbano

O Plano Diretor Municipal, definido pela Lei Complementar nº 33 de 2012 (São Marcos, 2012), descreve que no município são adotadas, no zoneamento urbano, a Zona Comercial, Zona Residencial, Zona Industrial, Zona Especial I, Zona Especial II e Zona Comercial e Industrial, sendo classificadas desta forma de acordo com uso e ocupação com características comuns.

I – Zona Comercial – zona com atividades múltiplas, destinadas a indústria de pequeno porte, comércio, serviços e habitação de média densidade preservando as características de centro;

II - Zona Residencial – zona com características de média e baixa densidade, com densificação controlada, valorização da paisagem e elementos naturais integrados às edificações. O uso predominantemente residencial pressupõe que as demais atividades são exercidas em função da habitação, complementares ou compatíveis com essa, e os equipamentos locais comunitários e de serviço ao público, quantificado de acordo com as densidades populacionais estabelecidas pelo Plano Diretor Municipal;

III - Zona Industrial – zona destinada a atividades industriais, comerciais e serviços de pequeno, médio e grande porte, não sendo permitido uso habitacional, exceto em loteamentos residenciais já existentes até a publicação desta lei;

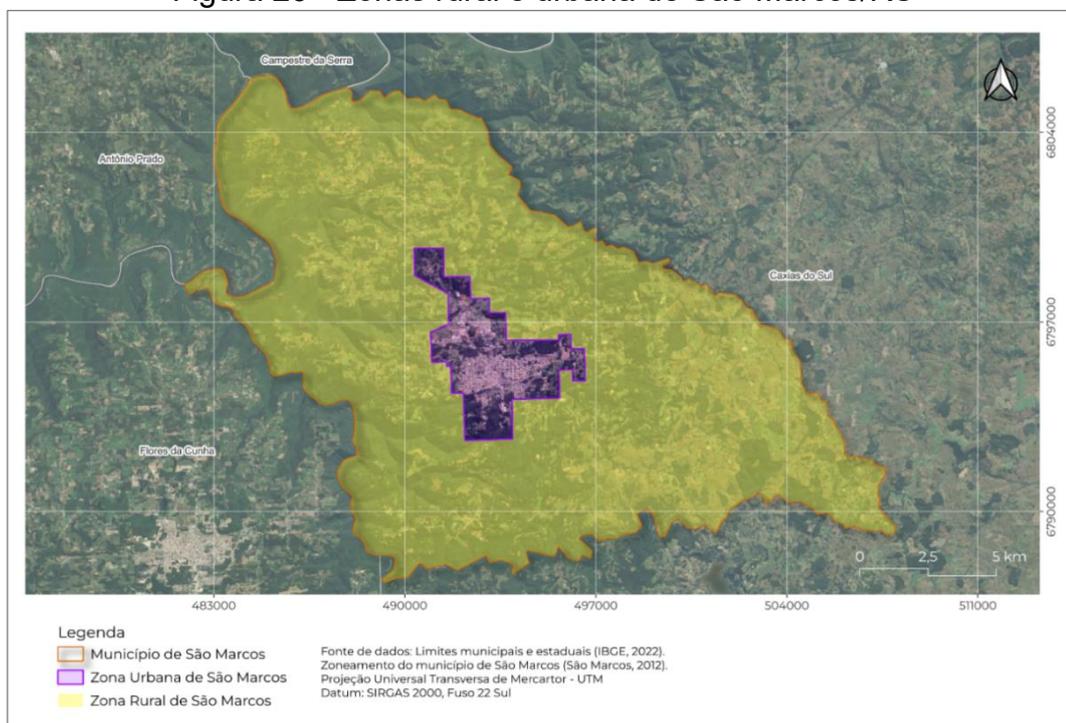
IV - Zona Especial I (de interesse ambiental e patrimonial) – é a área de urbanização onde será dada predominância à conservação do patrimônio histórico e paisagístico, sendo incentivado habitações, comércios e serviços locais.

V - Zona Especial II (de interesse ambiental e patrimonial) – é a área de urbanização esparsa, onde será dada predominância à conservação do patrimônio ambiental através de proteção ecológica e paisagística, em especial quanto a elevações, flora e demais fatores biofísicos condicionantes. Zona com predominância habitacional com baixa densidade e altura.

VI - Zona Comercial e Industrial – zonas com atividades múltiplas destinadas a indústria, comércio e serviços de pequeno e médio porte e habitação de média densidade (São Marcos, 2012).

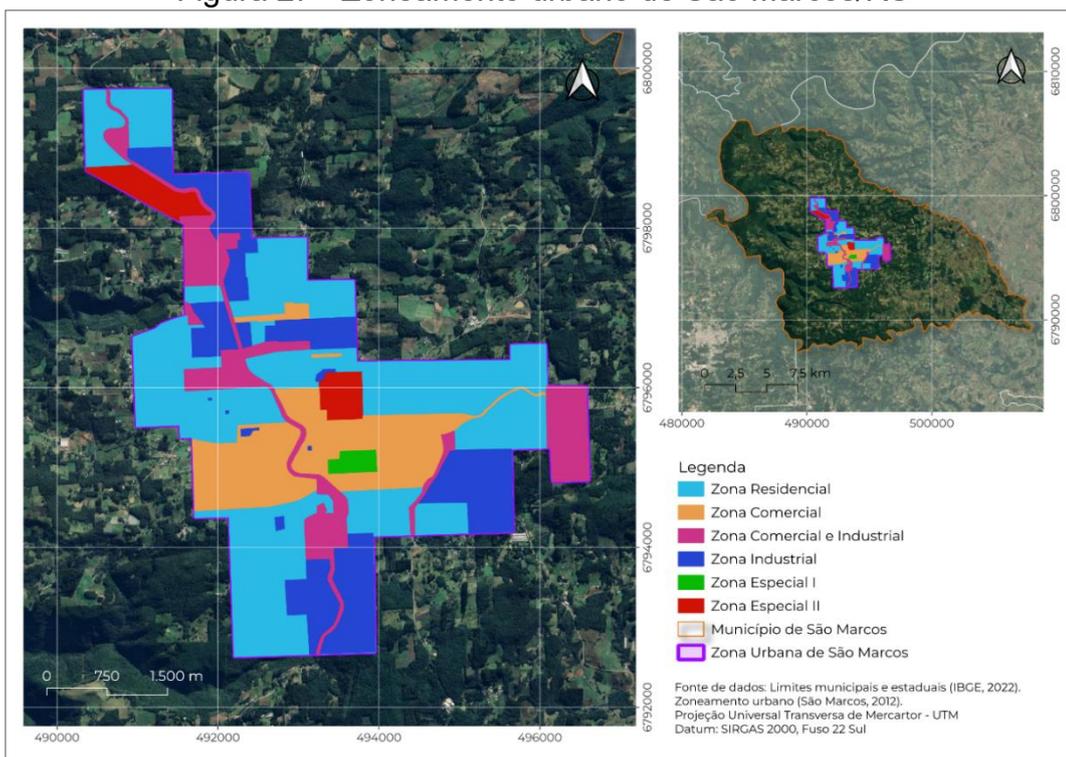
Na Figura 26 é possível observar a delimitação das zonas urbana e rural do município. Já na Figura 27 está presente a delimitação do zoneamento urbano de São Marcos.

Figura 26 - Zonas rural e urbana de São Marcos/RS



Fonte: São Marcos (2012). Adaptado pela autora (2024).

Figura 27 - Zoneamento urbano de São Marcos/RS



Fonte: São Marcos (2012). Adaptado pela autora (2024).

Conforme descrito no Anexo I do Plano Diretor Municipal (São Marcos, 2012), o total de área urbana que cada zona ocupa está descrito no Quadro 16, apresentado a seguir.

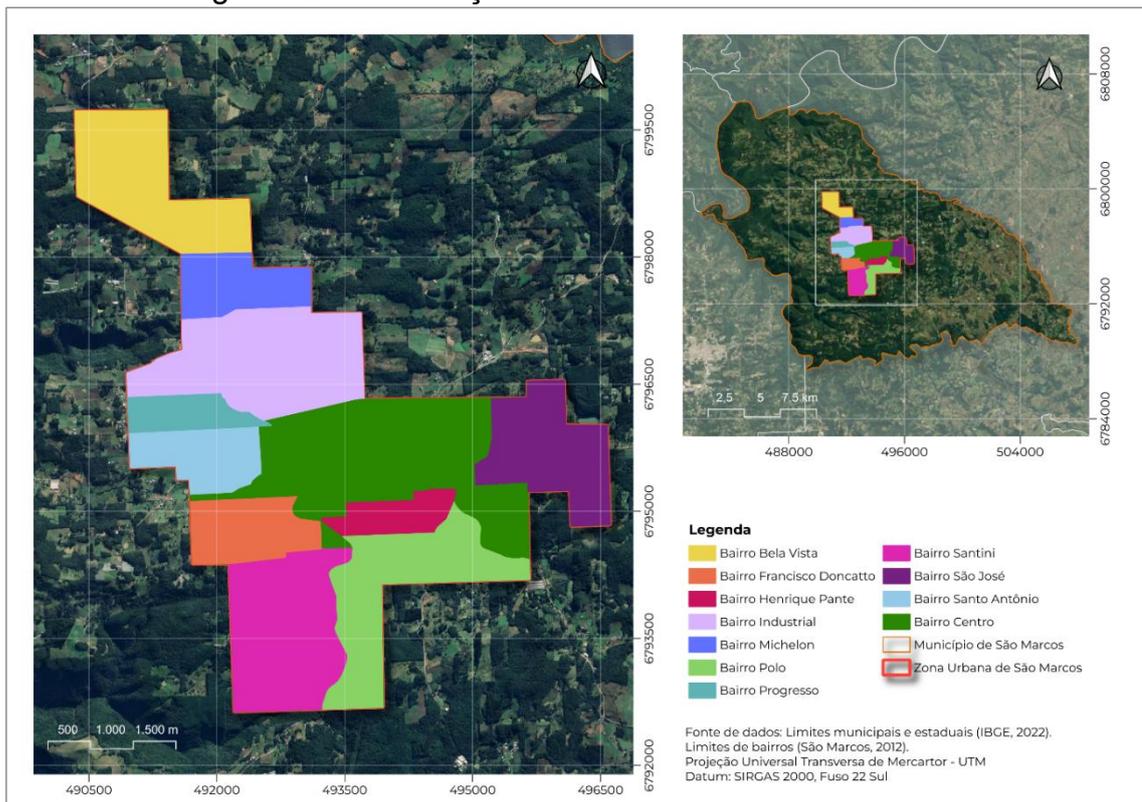
Quadro 16 - Área ocupada por cada zona no perímetro urbano - São Marcos/RS

Zona	Área (km ²)
Zona Comercial	2,98
Zona Residencial	8,67
Zona Industrial	3,45
Zona Comercial e Industrial	2,45
Zona Especial I	0,13
Zona Especial II	0,79

Fonte: São Marcos (2012). Adaptado pela autora (2024).

A zona urbana do município é dividida em 11 bairros: Centro, Santini, Polo, Francisco Doncatto, Henrique Pante, São José, Santo Antônio, Progresso, Industrial, Michelin e Bela Vista, apresentados na Figura 28.

Figura 28 - Localização dos bairros de São Marcos/RS



Fonte: São Marcos (2012). Adaptado pela autora (2024).

5.4.2 Equipamentos urbanos

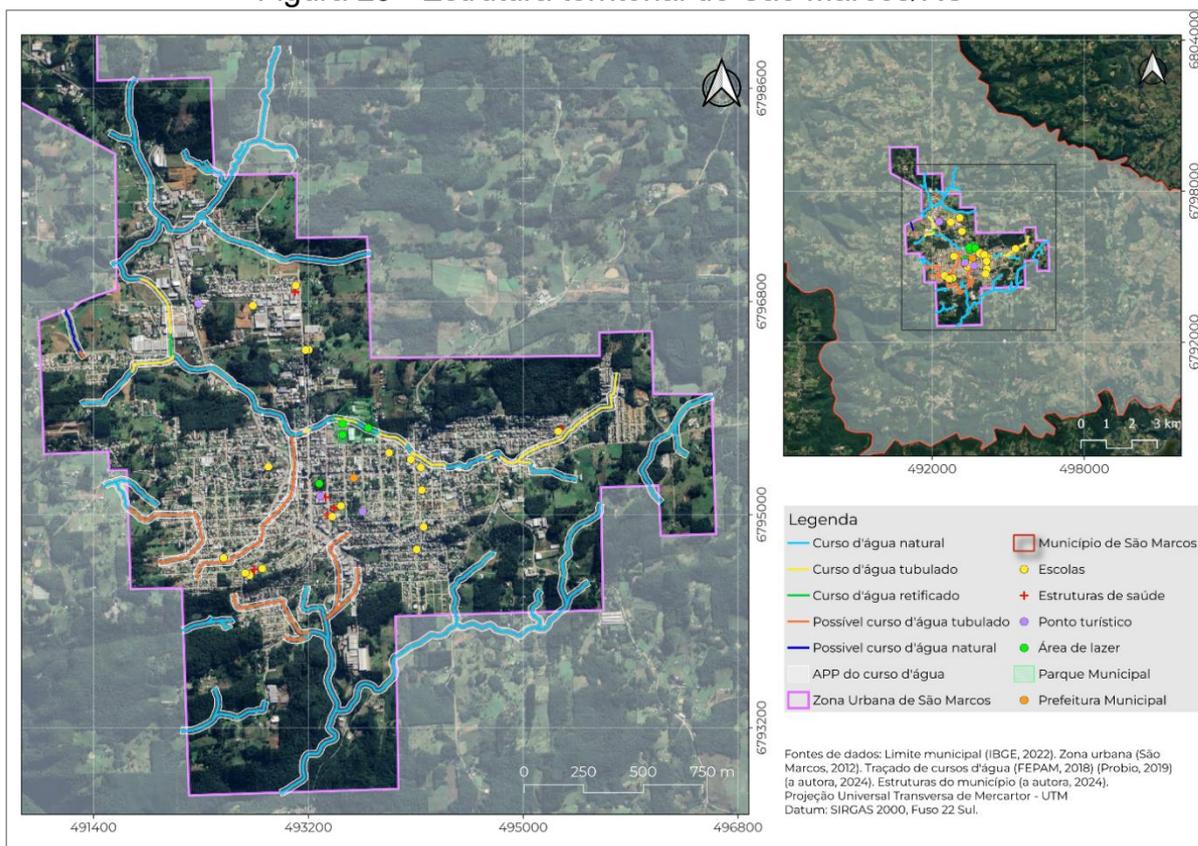
Para identificação e localização dos equipamentos urbanos, com ênfase naqueles localizados em APPs de cursos d'água em área urbana, relacionadas aos

setores de saúde, educação, lazer e turismo, foram realizados estudos de campo, pesquisa em bases oficiais e imagens de satélites disponibilizadas pelo software Google Earth Pro. Na Figura 29 estão representados os equipamentos identificados.

A Figura 30 evidencia os equipamentos urbanos localizados em APP. O mapa à esquerda destaca a APP do curso d'água que corta o Parque Municipal Albino Ruaro e a Cancha de Laço Ricieri Bertolazzi. Já o mapa à direita apresenta a APP de um dos possíveis cursos d'água tubulados identificados, indicando que parte da estrutura da E.M.E.F. Francisco Doncatto encontra-se nessa APP.

O Núcleo de Engenharia do município foi consultado sobre a existência de áreas em processo de regularização fundiária urbana (Reurb) e de áreas irregulares na zona urbana. Segundo este, não há áreas em processo de Reurb, mas há registro de uma área irregular e uma área clandestina, embora a localização dessas áreas não tenha sido informada ².

Figura 29 - Estrutura territorial de São Marcos/RS



Fonte: A autora (2024).

² Informação fornecida por técnico do Núcleo de Engenharia da Prefeitura Municipal de São Marcos, através de contato telefônico, em novembro de 2024.

Figura 30 - Detalhamento de estruturas localizadas em APP



5.4.2.1 Saúde

A rede de Atenção Primária à Saúde de São Marcos é composta por Unidades Básicas de Saúde (UBS) e Unidades de Estratégias Saúde da Família (ESF). A cobertura populacional estimada pela atenção básica no município alcança 93,25% (São Marcos, 2021). Na área urbana, as principais estruturas de atendimento são o Hospital São João Bosco e o Centro Municipal de Saúde Nossa Senhora de Lourdes, ambos localizados no Bairro Centro. Além disso, o município conta com as seguintes Unidades de ESF:

- Estratégia Saúde da Família Luís Nicoletti – Bairro Industrial
- Estratégia Saúde da Família São José – Bairro São José
- Estratégia Saúde da Família Eneo José Doncatto – Bairro Francisco Doncatto

O Centro Municipal de Saúde e as ESFs oferecem atendimento ambulatorial, com equipes multidisciplinares compostas por médicos, enfermeiros, técnicos e auxiliares de enfermagem, agentes de saúde, nutricionista, farmacêuticos, biólogo, bioquímico, psicólogos, oftalmologistas odontólogos e auxiliares de consultório dentário (São Marcos, 2021).

Além dessas estruturas, São Marcos conta com uma unidade do CRAS (Centro de Referência de Assistência Social) e uma do CREAS (Centro de Referência Especializada de Assistência Social), ambas administradas pela Secretaria de Assistência Social, Trabalho e Habitação. O município também abriga uma unidade da APAE (Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais) e CAPS (Centro de Atenção Psicossocial).

O Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) está anexo ao Centro Municipal de Saúde Nossa Senhora de Lourdes, ampliando os serviços de emergência disponíveis à população. Fora da zona urbana, a Unidade Básica de Saúde Fioravante Capeletti, localizada no Distrito de Pedras Brancas, atende a população da região. Dentre as estruturas citadas, nenhuma se encontra em APP de curso hídrico.

5.4.2.2 Educação

São Marcos possui rede de ensino composta por 19 instituições municipais, estaduais e particulares, atendendo da educação infantil ao ensino médio, além de cursos técnicos e de nível superior. No Quadro 17 estão dispostas as instituições de ensino presentes no município.

Quadro 17 - Instituições de ensino presentes no município

Escolas Municipais	
Nome da Instituição	Nível escolar
E.M.E.F. Antônio Pessini	Ensino Fundamental
E.M.E.F. Demétrio Moreira da Luz	Ensino Fundamental e E.J.A.
E.M.E.F. Dom José Barea	Ensino Fundamental
E.M.E.F. Francisco Doncatto	Ensino Fundamental
E.M.E.F. Ruy Henrique Nicoletti	Ensino Fundamental
E.M.E.I. Amor Perfeito	Educação Infantil
E.M.E.I. Ternura	Educação Infantil
E.M.E.I. Criança Feliz	Educação Infantil
E.M.E.I. Pingo de Gente	Educação Infantil
Escolas Estaduais	
Nome da Instituição	Nível escolar
E.E.E.F. Monteiro Lobato	Ensino Fundamental
E.E.E.F. Giacomo Sandri	Ensino Fundamental
E.E.E.F. Orestes Manfro	Ensino Fundamental
E.E.E.M. Maranhão	Ensino Médio
Colégio Estadual São Marcos	Ensino Médio
Instituições de Ensino Particular	
Nome da Instituição	Nível escolar
Escola de Educação Especial Raio de Sol (APAE)	Educação Especial (Associação particular)
Colégio Mutirão de São Marcos	Ensino Médio
Escola de Educação Infantil Primeiros Passos	Educação Infantil
Escola Técnica Universitário São Marcos (Faculdade de São Marcos - FACSM)	Ensino superior e técnico
Impulso São Marcos	Ensino Fundamental e Médio

Fonte: Secretaria Estadual de Educação do Rio Grande do Sul (2024). Adaptado pela autora (2024).

No Censo de 2010, a taxa de escolarização de crianças entre 6 e 14 anos no município foi de 98,4%. De acordo com os dados mais recentes do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de 2023, os anos iniciais do ensino fundamental na rede pública obtiveram uma nota de 6,4, posicionando São Marcos em 189º lugar no estado. Já os anos finais do ensino fundamental registraram uma pontuação de 5,1, ocupando a 207ª posição no ranking estadual (IBGE, 2023).

Das instituições de ensino citadas, a Escola Estadual de Ensino Médio Maranhão tem parte de sua estrutura localizada em APP de curso d'água. A Escola Municipal de Ensino Fundamental Francisco Doncatto possui parte de sua estrutura localizada em uma possível APP, de um dos possíveis cursos d'água tubulados que foram identificados. Ambas as estruturas podem ser identificadas no mapeamento apresentado na Figura 30.

5.4.2.3 Lazer e turismo

O município de São Marcos destaca-se principalmente pelo turismo religioso. Entre os seus principais atrativos está o Monte Calvário, um monumento que reproduz as estações da Via Sacra e oferece uma vista panorâmica da cidade. Outro ponto de interesse é a Igreja Matriz de São Marcos, localizada no bairro Centro e inaugurada em 1978. Com uma arquitetura que mistura os estilos barroco, imperial e moderno, a igreja abriga uma gruta dedicada a Nossa Senhora Aparecida. Ao lado, encontra-se o Museu Paroquial e Arquivo Pe. Osmar Possamai, que preserva mais de 8.000 itens em seu acervo, incluindo objetos históricos e arqueológicos que retratam a evolução da cidade (São Marcos, 2024).

No âmbito do turismo ecológico, destaca-se a Cascata do Rio São Marcos, uma queda d'água de 10 metros, situada a cerca de 8 km do centro, sendo a área do entorno utilizada para atividades de lazer. Outra atração importante é a Linha Tuiuti, onde está a Capela de Nossa Senhora de Caravaggio, uma construção de pedra que, além de receber romarias religiosas, é também um espaço de lazer para a comunidade local (Rota de Viagem, 2023).

A Praça Dante Marcucci, localizada no centro, é outro ponto de lazer. Dividida em três níveis, a praça oferece áreas arborizadas, um chafariz, academia pública, espaço para apresentações e parque infantil, além de abrigar a Casa do Artesão (São Marcos, 2024).

São Marcos também faz parte da Rota da Uva e do Vinho, com destaque para a Vinícola Sinuelo, situada na área urbana, e a Vinícola Monte Sant'Ana, na área rural, que oferece degustações e passeios pelos vinhedos (Rota de Viagem, 2023).

O calendário de eventos da cidade inclui atrações como o Encontro de Carros Antigos, a Festa de Nossa Senhora Aparecida e dos Motoristas, além do Rodeio Municipal, que atraem visitantes de cidades vizinhas. Esses eventos ocorrem na área central, próxima à Praça Dante Marcucci, ou em estruturas como o Parque Municipal Albino Ruaro, o Estádio Municipal Elias Soldatelli e a Cancha de Laço Ricieri Bertolazzi.

Dentre as estruturas citadas, o Parque Municipal Albino Ruaro e a Cancha de Laço Ricieri Bertolazzi encontram-se parcialmente em APP de curso hídrico, conforme apresentado na Figura 30.

5.4.3 Sítios históricos e comunidades tradicionais em APPs

Segundo o Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA), no município de São Marcos há registro de 6 sítios arqueológicos, conforme Quadro 18.

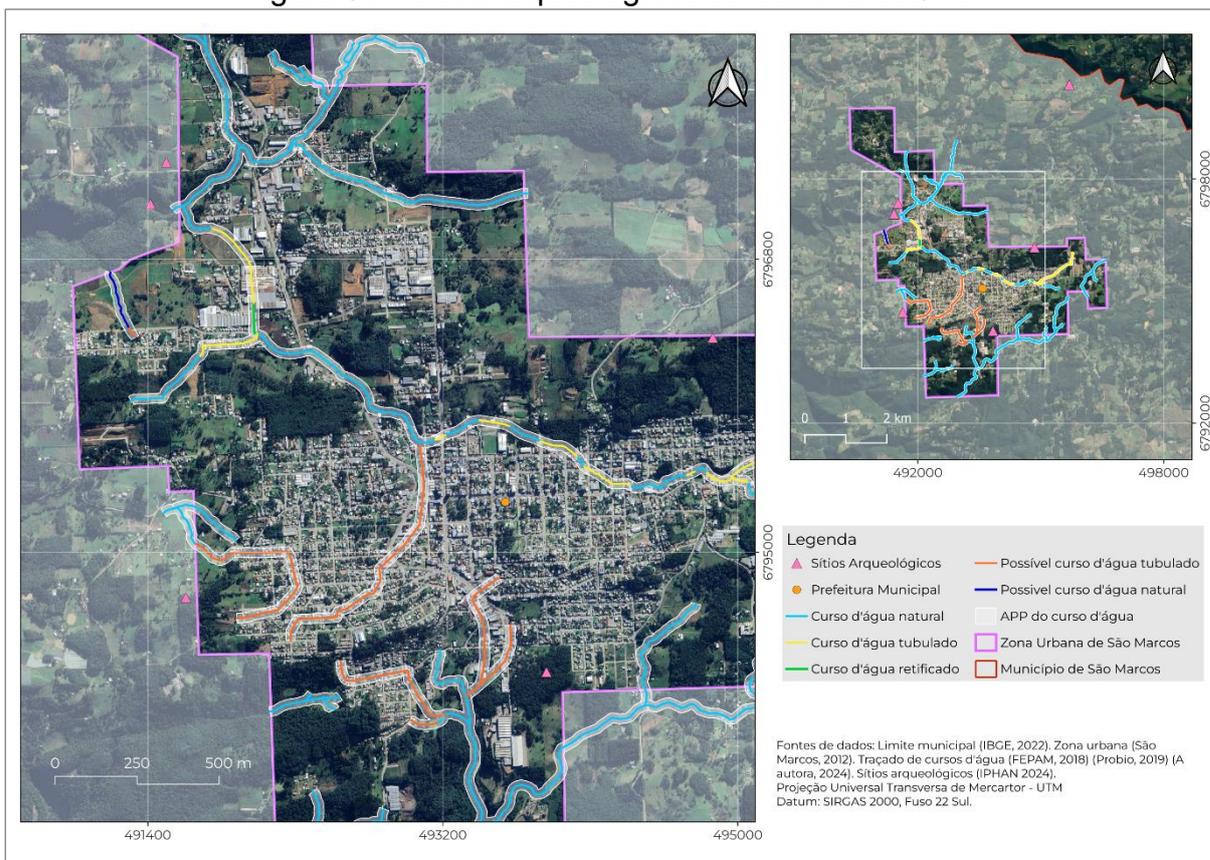
Quadro 18 - Sítios arqueológicos em São Marcos/RS

Nome do Sítio	Descrição	Área
Gruta das Cabras	Gruta com sepultamento humano, cemitério relacionado à Tradição Taquara	60 m ²
Michelon 1	Sítio com três casas subterrâneas	800 m ²
Michelon 2	Gruta com sepultamento humano	144 m ²
Fabro	Sítio com oito casas subterrâneas e um montículo que estão associados a tradição Taquara	5000 m ²
Morro da Antena	Sítio com 4 casas subterrâneas e duas estruturas semilunares, que estão associados a tradição	900 m ²
Sogari	Sítio com 2 casas subterrâneas	900 m ²

Fonte: Iphan (2024). Adaptado pela autora (2024).

A Figura 31 ilustra a localização dos pontos onde estão situados os sítios arqueológicos. Nota-se que nenhum deles se encontra em APP de curso d'água localizado em área urbana.

Figura 31 - Sítios arqueológicos de São Marcos/RS



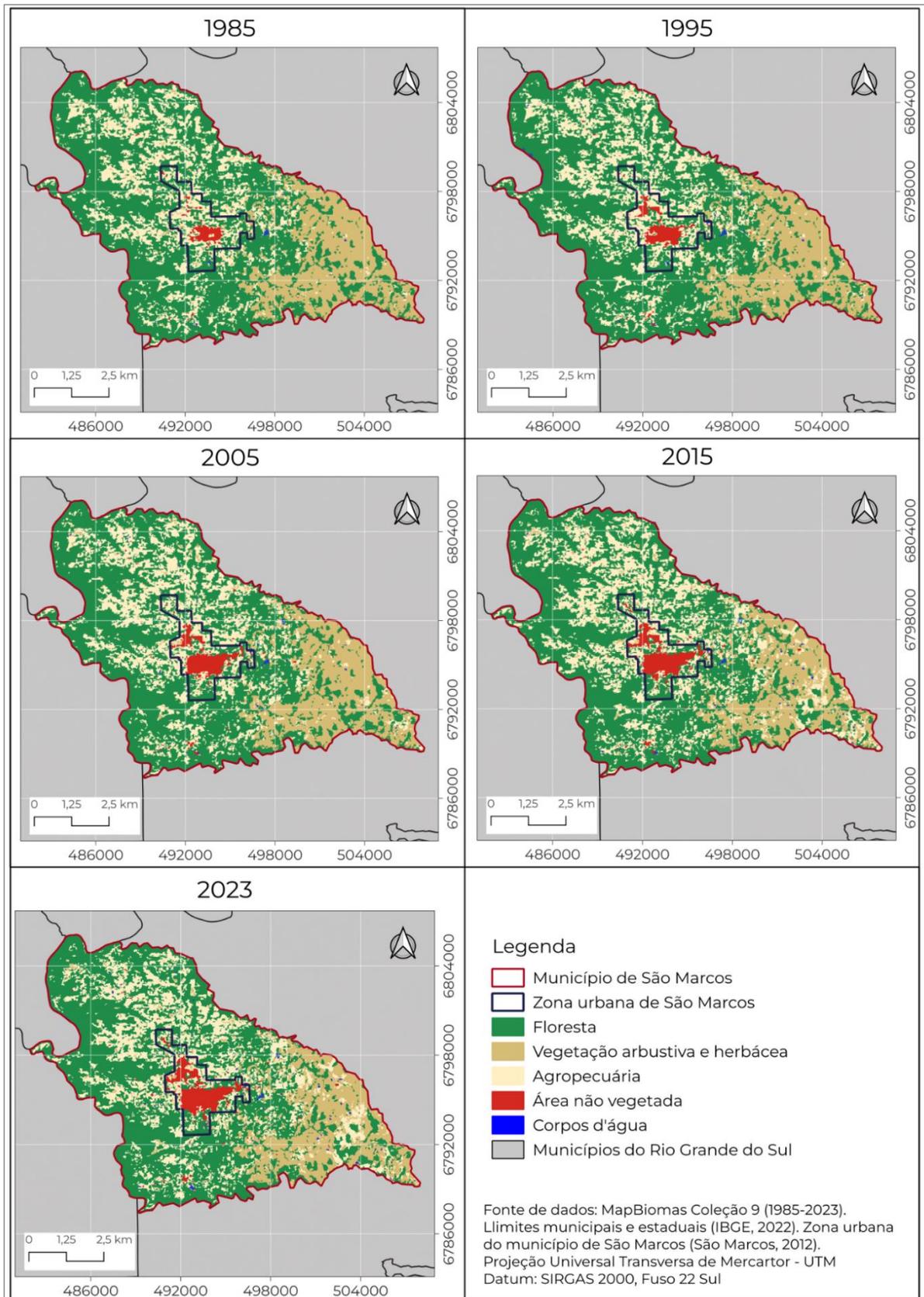
Fonte: IPHAN (2024). Adaptado pela autora (2024).

No que se refere a presença de comunidades tradicionais no município, de acordo com dados disponibilizados pelo IBGE (2019), em sua Base de Informações Geográficas e Estatísticas sobre Indígenas e Quilombolas para enfrentamento da Covid-19, não foram identificadas comunidades quilombolas e indígenas em São Marcos. O Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2022) traz a informação de que 26 moradores da cidade se declaravam de cor ou raça indígena.

5.4.4 Evolução do uso e cobertura do solo

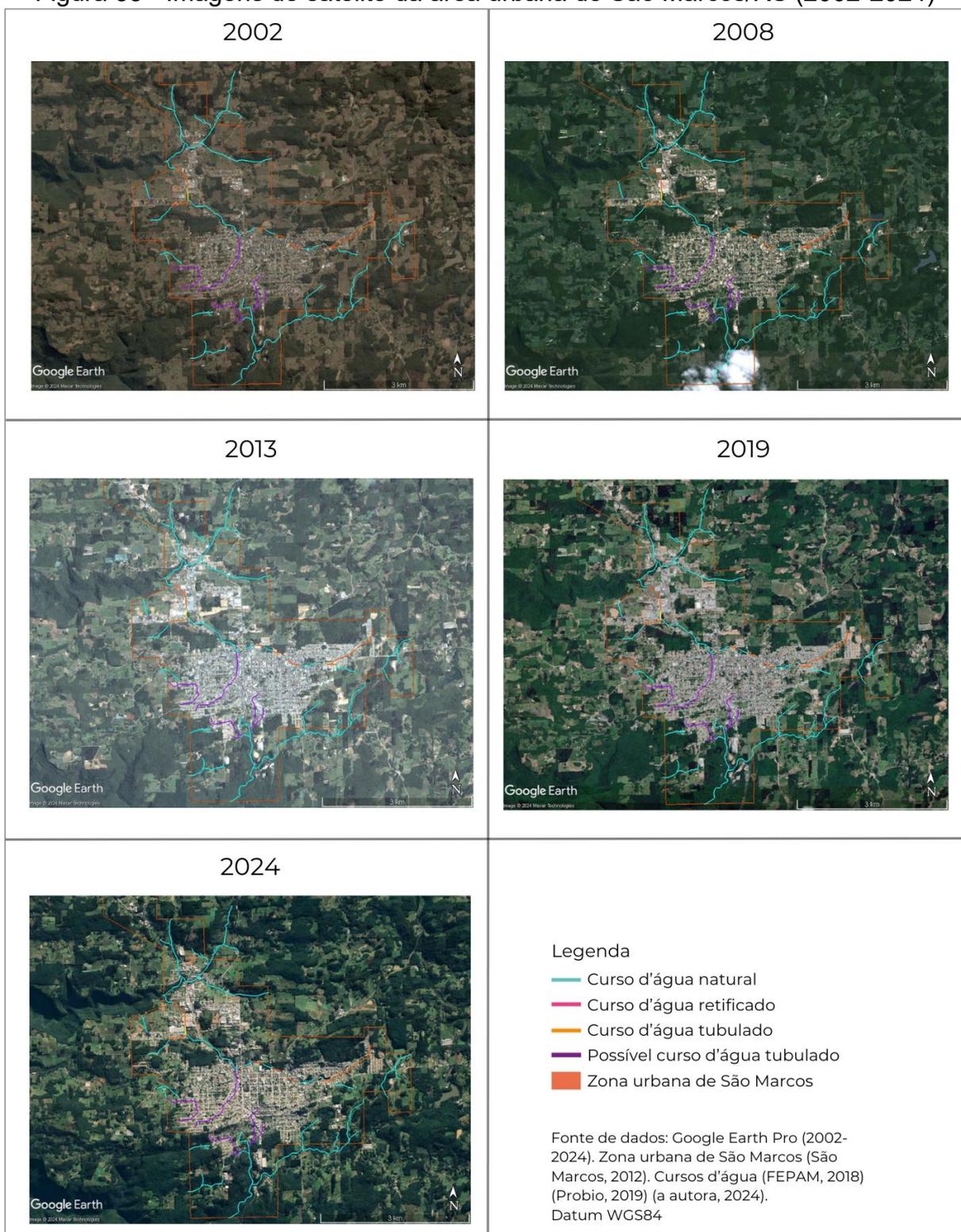
A evolução da ocupação urbana de São Marcos foi avaliada segundo suas modificações ao longo de 38 anos, entre os anos de 1985 e 2023, através de dados disponibilizados pela plataforma MapBiomas e imagens de satélite provenientes do software Google Earth Pro. As imagens avaliadas estão apresentadas na Figura 32 e 33.

Figura 32 - Evolução do uso e cobertura do solo de São Marcos/RS entre 1985 e 2023



Fonte: MapBiomias (1985-2023). Adaptado pela autora (2024).

Figura 33 - Imagens de satélite da área urbana de São Marcos/RS (2002-2024)



Fonte: Google Earth Pro (2002-2024). Adaptado pela autora (2024).

A Tabela 1 apresenta a área ocupada, em km², por cada classe de uso e ocupação do solo para os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2023.

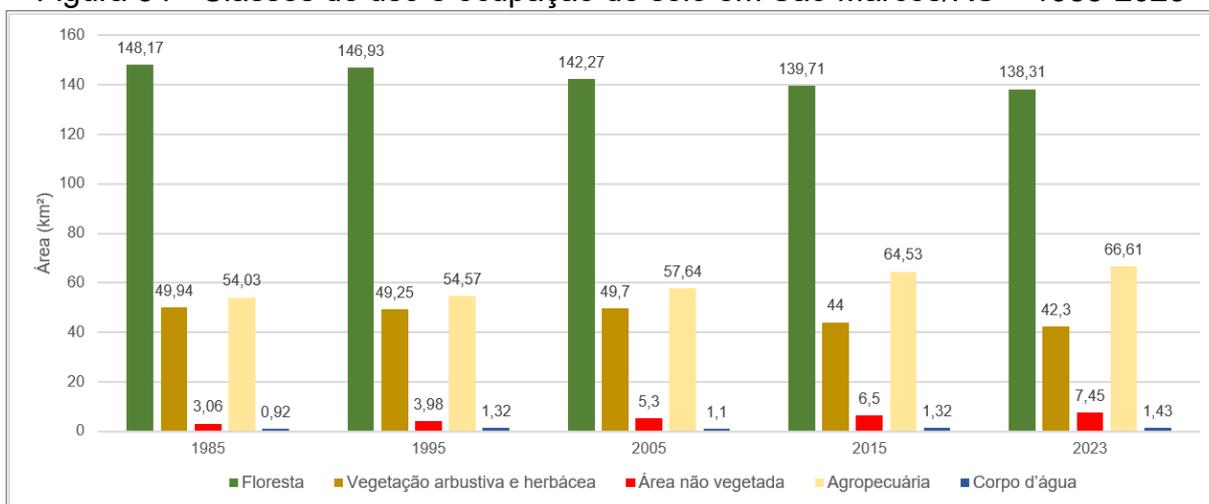
Tabela 1 - Classes de uso e ocupação do solo em São Marcos/RS – 1985-2023

	Classe de uso e ocupação do solo					
	Ano	Floresta	Vegetação arbustiva e herbácea	Área não vegetada	Agropecuária	Corpo d'água
Área (km ²) (% do território ocupada)	1985	148,17 (57,85%)	49,94 (19,5%)	3,06 (1,19%)	54,03 (21,10%)	0,92 (0,36%)
	1995	146,93 (57,38%)	49,25 (19,24%)	3,98 (1,55%)	54,57 (21,31%)	1,32 (0,52%)
	2005	142,27 (55,57%)	49,70 (19,42%)	5,30 (2,07%)	57,64 (22,51%)	1,10 (0,43%)
	2015	139,71 (54,56%)	44,00 (17,18%)	6,50 (2,54%)	64,53 (25,20%)	1,32 (0,52%)
	2023	138,31 (54,00%)	42,30 (16,52%)	7,45 (2,91%)	66,61 (26,01%)	1,43 (0,56%)

Fonte: MapBiomias (1985-2023). Adaptado pela autora (2024).

De forma a ilustrar os dados apresentados na Tabela 1, elaborou-se o gráfico apresentado na Figura 34, a seguir.

Figura 34 - Classes de uso e ocupação do solo em São Marcos/RS – 1985-2023



Fonte: MapBiomias (1985-2023). Adaptado pela autora (2024).

O município de São Marcos registrou uma duplicação da área urbana nos últimos 38 anos, passando de 3,06 km² em 1985 para 7,45 km² em 2023. Esse processo de urbanização iniciou no bairro Centro e gradualmente se expandiu para bairros próximos, como Francisco Doncatto, Henrique Pante, São José e Santo Antônio. A partir de 2005, houve um aumento expressivo na ocupação dos bairros Industrial e Michelin. Historicamente, o desenvolvimento urbano se concentrou no entorno da Igreja Matriz e da Rodovia BR-116, estendendo-se até alcançar as margens do Arroio Gravatá.

Ainda, conforme a Figura 33, verifica-se que a vegetação presente nas APPs dos cursos d'água localizados na área urbana não apresentou mudança significativa no período analisado, o que pode indicar que a expansão urbana não se concentrou nesses locais, a partir de 2002.

5.5 ÁREAS DE RISCO

Para identificar áreas do município de São Marcos suscetíveis a desastres naturais, foram consultadas bases de dados nacionais. O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (Brasil, 2023) registrou apenas uma ocorrência, sendo esta classificada como enxurrada, no município, entre os anos de 1991 e 2023, sem informações sobre óbitos ou pessoas desabrigadas. No levantamento foram considerados eventos de movimentos de massa, erosão, alagamentos, enxurradas e inundações.

Consultou-se também o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) (Brasil, 2024), responsável por monitorar 959 municípios brasileiros. São Marcos, no entanto, não faz parte desse grupo. O Serviço Geológico do Brasil, que monitora atualmente 26 municípios no Rio Grande do Sul, também não inclui São Marcos em sua lista (SGB, 2024).

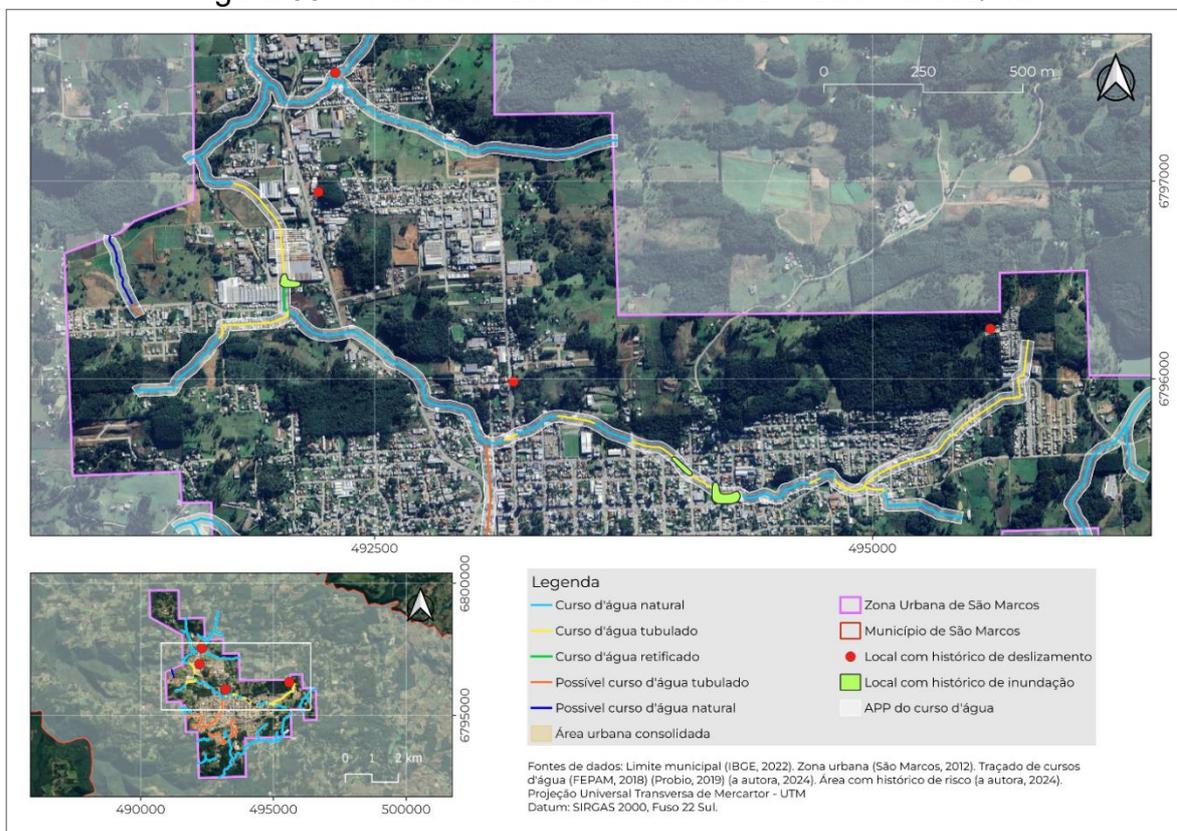
Na plataforma Adapta Brasil (Brasil, 2024), foram analisados os riscos de desastres hidrológicos, englobando inundações, enxurradas e alagamentos. O município foi classificado com risco médio para esses eventos, descritos como o risco de impacto das mudanças climáticas em sistemas socioecológicos, considerando a ameaça de desastres geo-hidrológicos. Para o risco de deslizamentos de terra, a plataforma atribui um risco baixo a São Marcos.

Ainda, foi consultado o WebMapa de Movimentos de Massa para Equipe de Apoio em Situações de Calamidade – RS (Andrade Filho e Mexias, 2024), que apresenta os registros de movimentação de massa e de manchas de inundação após os eventos de chuvas intensas ocorridos em maio de 2024 no Rio Grande do Sul. Embora esse mapa registre eventos de movimentação de massa ocorridos na área do município, nenhum deles ocorreu na área urbana.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), na área urbana do município existem locais com histórico de inundação, causados pela cheia do Arroio Gravatá, onde trechos, tanto canalizados quanto não canalizados, contribuem para a ocorrência desses eventos (Probio, 2019).

Para levantamento dos pontos de inundação, considerou-se os registros presentes em veículos de mídia municipais e através de entrevistas com moradores. A Figura 35 apresenta os pontos com histórico de alagamentos levantados.

Figura 35 - Áreas de risco identificadas em São Marcos/RS



Fonte: A autora (2024).

Foram identificados três pontos com histórico de inundações em APP de curso d'água, todos decorrentes de chuvas intensas que causaram o transbordamento do Arroio Gravatá. Dois desses locais estão localizados em zona residencial: o primeiro na esquina da Avenida Venâncio Aires com a Rua Anselmo Sandi e com a Rua Augusto Catafesta, e o segundo na Rua José de Alencar, esquina com a Rua Luís Cioato. O terceiro ponto de inundação localiza-se em zona industrial, na Rua José Michelin.

Dos locais com histórico de deslizamento, somente um se encontra em APP de curso d'água, localizado na Rua Olinda Marchesi, no Bairro Michelin, em zona industrial.

5.5.1 Estudo da população em áreas de risco

A ocupação de áreas de risco por populações em situação de vulnerabilidade social é uma consequência direta do crescimento urbano desordenado. Nesses locais, frequentemente caracterizados por terrenos íngremes ou próximos a corpos d'água, há carência de infraestrutura e de saneamento básico, fatores que acentuam os índices de vulnerabilidade social das comunidades ali residentes. Diante disso, se faz necessário caracterizar a população residente em áreas de risco, do município de São Marcos.

Como o município não dispõe de estudos sobre o assunto para consulta, buscou-se dados dos indicadores socioeconômicos: IDHM, IDESE e IVS, apresentados a seguir. Também foi consultada a Secretaria Municipal Assistência Social, Trabalho e Habitação para localizar as famílias vulneráveis, especialmente aquelas residentes em APPs.

5.5.1.1 IDHM

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) mede a qualidade de vida de um município com base em indicadores como expectativa de vida, educação e PIB per capita, foi registrado em 2010 como 0,768, situando São Marcos em uma categoria de desenvolvimento humano considerado alto (IBGE, 2023).

5.5.1.2 IDESE

O Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDese) mede o grau de desenvolvimento dos municípios do Rio Grande do Sul, com uma pontuação que varia de 0 a 1, onde 1 representa o grau de desenvolvimento mais elevado. Esse índice é estruturado em três blocos: Educação, Renda e Saúde, cada um composto por diferentes indicadores e sub-blocos. O bloco de Educação considera aspectos como matrículas e níveis de escolaridade em várias faixas etárias; o de Renda avalia apropriação e geração de renda; e o de Saúde analisa indicadores de saúde materno-infantil, condições gerais de saúde e longevidade. A classificação do IDESE segue três faixas: alto (acima de 0,800), médio (entre 0,500 e 0,799) e baixo (abaixo de 0,499) (Rio Grande do Sul, 2021).

O município de São Marcos apresenta um IDESE de 0,819, indicando alto nível de desenvolvimento socioeconômico e posicionando-se em 57º lugar no ranking

estadual. Nos blocos que compõem o índice, São Marcos obteve 0,827 em Educação, 0,753 em Renda e 0,877 em Saúde, refletindo um desempenho elevado na área de Saúde (Rio Grande do Sul, 2021).

5.5.1.3 IVS

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), é uma ferramenta que mensura a vulnerabilidade social em municípios brasileiros, com base em dados do Censo do IBGE (sendo o mais recente o realizado em 2010). Esse índice varia de 0 a 1, onde valores mais próximos de 1 indicam uma maior vulnerabilidade social. Para permitir uma análise detalhada, o IVS é composto por três subindicadores: infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho, possibilitando a avaliação geral ou segmentada da vulnerabilidade (IPEA, 2024).

Os valores do IVS são expressos com três casas decimais e distribuídos em cinco faixas qualitativas, facilitando a interpretação: de 0 a 0,200 (muito baixa vulnerabilidade), de 0,201 a 0,300 (baixa), de 0,301 a 0,400 (média), de 0,401 a 0,500 (alta), e acima de 0,500 (muito alta vulnerabilidade). No caso de São Marcos, o IVS é de 0,130, o que classifica a vulnerabilidade social do município como “muito baixa”. No que se refere aos subindicadores de infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho, os valores obtidos são 0,002, 0,250 e 0,139, respectivamente (IPEA, 2024).

5.5.1.4 Localização das famílias em situação de vulnerabilidade

Para identificar a população em situação de vulnerabilidade residente em APPs, a Secretaria Municipal de Assistência Social, Trabalho e Habitação foi consultada. O critério adotado para essa classificação foi o registro no Cadastro Único (CAD Único), considerando-se como vulneráveis as famílias com renda mensal de até R\$ 218,00 por membro familiar.

Segundo a Assistência Social do município, há nove famílias cadastradas no Programa Bolsa Família que residem em APPs de cursos d'água localizados na área urbana, distribuídas nos bairros Centro, Michelon e São José.

Ainda, considerando os possíveis cursos d'água identificados através dos traçados de drenagem, mencionados no item 5.1.6, foram identificadas 22 famílias residentes em possíveis APPs hídricas, nos bairros Santini, Francisco Doncatto, Progresso, Centro e Henrique Pante.

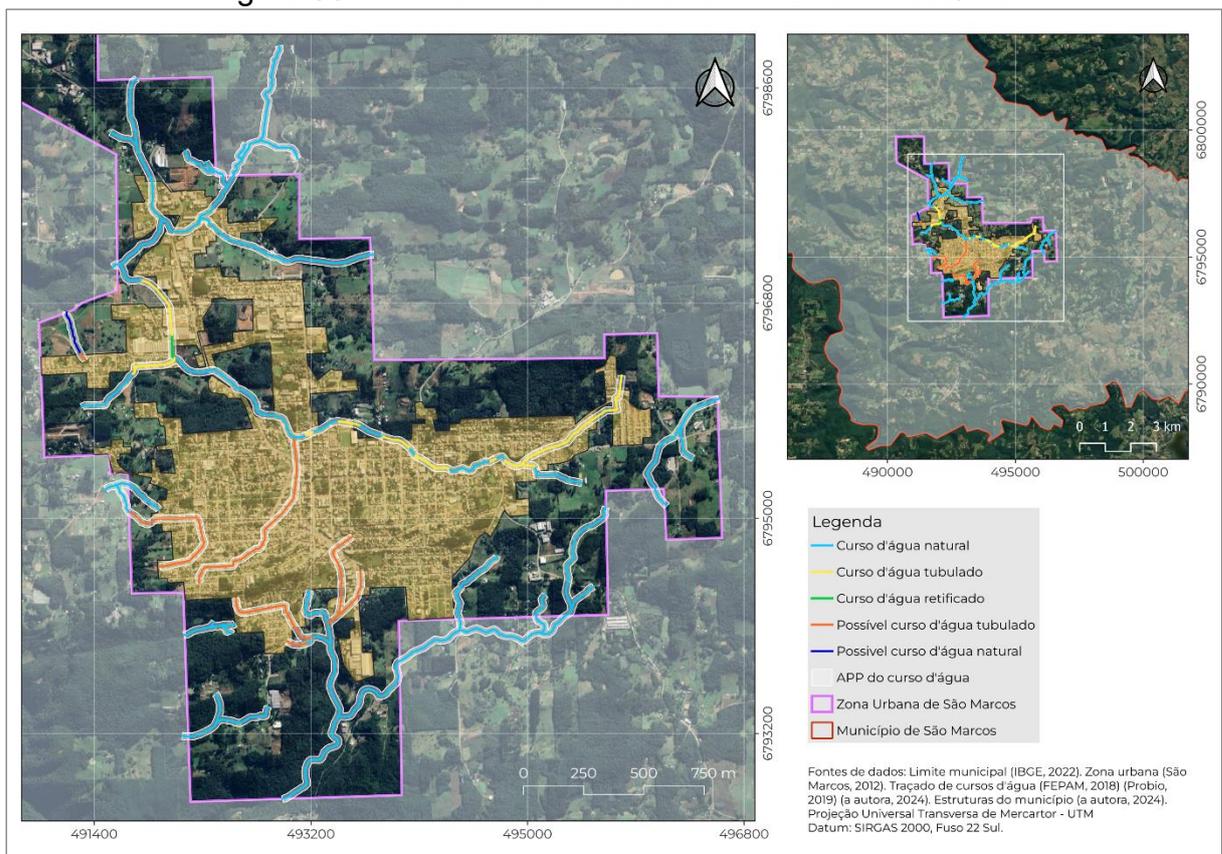
5.6 DELIMITAÇÃO DE ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Para delimitação da área urbana consolidada do município de São Marcos, seguiram-se os critérios estabelecidos na Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021):

- a) estar incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica;
- b) dispor de sistema viário implantado;
- c) estar organizada em quadras e lotes predominantemente edificados;
- d) apresentar uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou direcionadas à prestação de serviços;
- e) dispor de, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:
 1. drenagem de águas pluviais;
 2. esgotamento sanitário;
 3. abastecimento de água potável;
 4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública; e
 5. limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos.

A Figura 36 apresenta a área urbana consolidada delimitada.

Figura 36 - Área urbana consolidada de São Marcos/RS



Fonte: A autora (2024).

Em regiões próximas aos limites propostos para a área urbana consolidada, observa-se ausência de organização formal em quadras e lotes. No entanto, há

predominância de uso urbano, com edificações residenciais e infraestrutura implementada. As demais áreas atendem todos os critérios estabelecidos pela Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021).

São contabilizados no perímetro urbano do município, 6,565 km² de áreas urbanas consolidadas e 11,905 km² de área urbana não consolidada.

5.7 AVALIAÇÃO E PROPOSIÇÃO DE NOVAS FAIXAS DE APP PARA CURSOS HÍDRICOS EM ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Para a proposição de faixas de APPs em São Marcos, foi utilizada a metodologia de Rech (2023), exposta no item 3.3.2. A partir dos estudos em campo previamente realizados e sobreposição de imagens utilizando software GIS, os cursos hídricos foram segmentados por trechos, considerando-se a mudança de condição do curso hídrico (natural, retificado e tubulado) e a variação no grau de urbanização do entorno. Dessa forma, os cursos d'água localizados em área urbana consolidada foram segmentados em 25 trechos e classificados em três graus de urbanização:

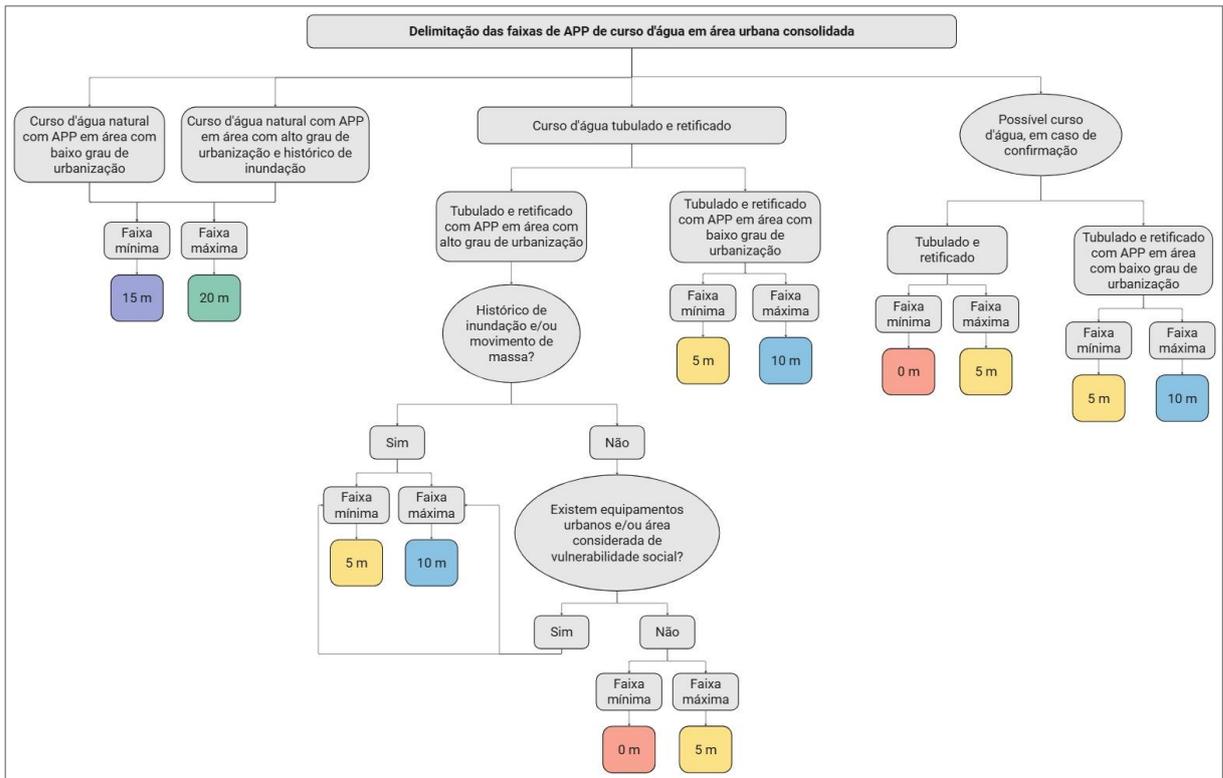
- **1 – Baixo Grau de Urbanização:** até 25% de urbanização;
- **2 – Médio Grau de Urbanização:** em torno de 50% de urbanização;
- **3 – Alto Grau de Urbanização:** mais de 75% de urbanização.

A avaliação seguinte considerou os aspectos sociais e ambientais previamente diagnosticados, aplicados às médias ponderadas dos 14 critérios avaliados pelos especialistas, como a presença de equipamentos urbanos (ex.: escolas, unidades de saúde, áreas de lazer), histórico de movimentos de massa e inundações, famílias em vulnerabilidade social, tipo de vegetação e o zoneamento.

Os valores obtidos foram analisados individualmente, buscando-se um agrupamento entre eles por similaridades de resultados médios ponderados, de forma a facilitar sua aplicação.

Foram definidas 5 larguras de faixas de APP, conforme o fluxograma ilustrado na Figura 37.

Figura 37 - Fluxograma para delimitação das APPs de cursos hídricos da zona urbana consolidada de São Marcos/RS



Fonte: A autora (2024).

Para cada trecho foram propostas duas opções de faixas: uma de caráter mais conservacionista (faixa de APP máxima) e outra menos restritiva (faixa de APP mínima), como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Larguras de faixas de APP sugeridas para cada trecho

Cursos d'água			
Faixa de APP mínima sugerida (m)	Faixa de APP máxima sugerida (m)	Trechos	Figura que apresenta detalhamento
0	5	T Bontempo	Figura 41
		T Grav 4	Figura 38
		T Grav 11	Figura 40
5	10	T Grav 1	Figura 38
		T Grav 2	Figura 38
		T Grav 6	Figura 39
		T Grav 8	Figura 39
		T Grav 9	Figura 40
		R Grav 13	Figura 41
		T Grav 14	Figura 41
15	20	N Grav 3	Figura 38
		N Grav 5	Figura 39
		N Grav 7	Figura 39
		N Grav 10	Figura 40
		N Grav 12	Figura 40
15	20	N_CampL	Figura 42

Cursos d'água			
Faixa de APP mínima sugerida (m)	Faixa de APP máxima sugerida (m)	Trechos	Figura que apresenta detalhamento
		N_Michelon	Figura 42
		N_Cafundó	Figura 42
Possíveis cursos d'água			
Faixa de APP mínima sugerida (m)	Faixa de APP máxima sugerida (m)	Trechos	Figura que apresenta detalhamento
5	10	PT_Progresso	Figura 41
0	5	PT_Rodov	Figura 43
		PT_Fabboff	
		PT_Santini_1	
		PT_Santini_2	
		PT_FDoncatto	
		PT_Nataju	

Legenda: N_: Curso d'água natural; T_: Curso d'água tubulado e retificado; R_: Curso d'água retificado; PT_: Possível curso d'água tubulado.

Fonte: A autora (2024).

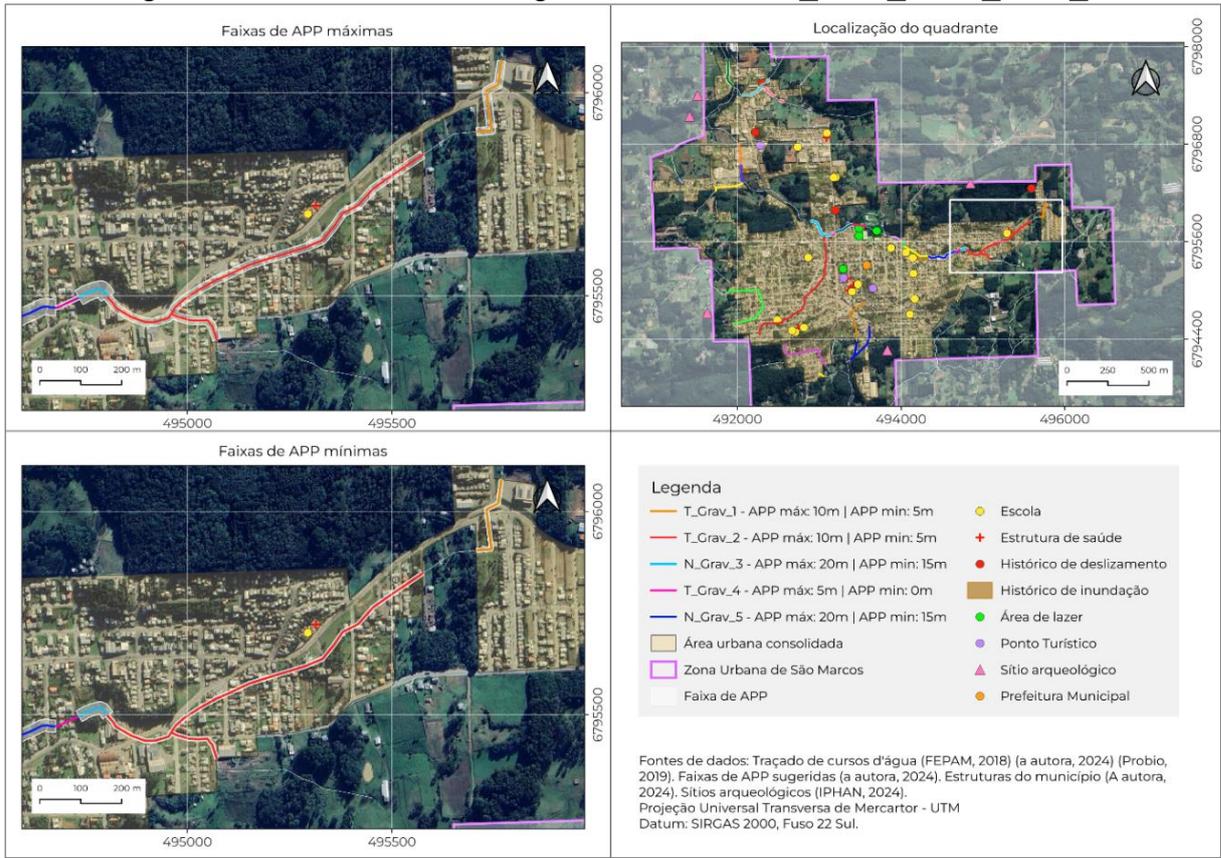
Nos casos de trechos retificados e tubulados localizados em áreas com elevado grau de urbanização, onde não há presença de equipamentos urbanos, histórico de inundações ou deslizamentos de massa, nem famílias em situação de vulnerabilidade social, foi proposta a descaracterização da faixa de APP, como opção menos conservacionista. Essa medida pode ser adotada pelo município caso não haja interesse na reabertura e reconstituição do curso hídrico natural. Contudo, recomenda-se manter uma faixa de área não edificável no entorno dos cursos d'água tubulados, para assegurar acesso à manutenção.

Destaca-se que os trechos do sistema de drenagem PT_Progresso, PT_Rodov, PT_Fabboff, PT_Santini_1, PT_Santini_2, PT_FDoncatto e PT_Nataju correspondem a possíveis cursos d'água identificados a partir do mapeamento da rede de drenagem do município. Assim, as faixas de APP atribuídas a esses trechos devem ser confirmadas mediante verificação da existência efetiva de um curso hídrico.

O mapeamento final foi elaborado utilizando o software QGis, com a criação de buffers que representam as faixas de APP propostas.

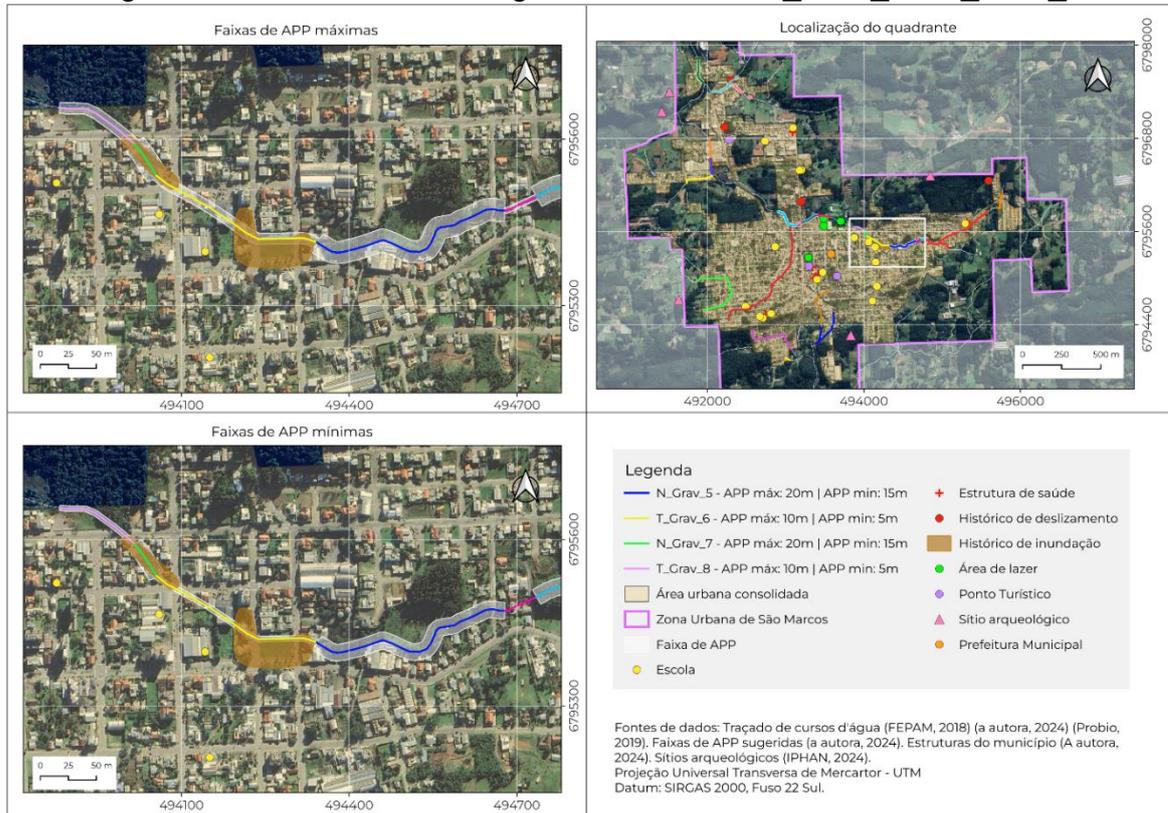
O Apêndice A apresenta as faixas mínimas e máximas sugeridas para cada trecho. Já as Figuras 38 a 43 detalham a delimitação das faixas propostas.

Figura 38 - Faixas de APP sugeridas – Trecho T_Grav_1 a N_Grav_5



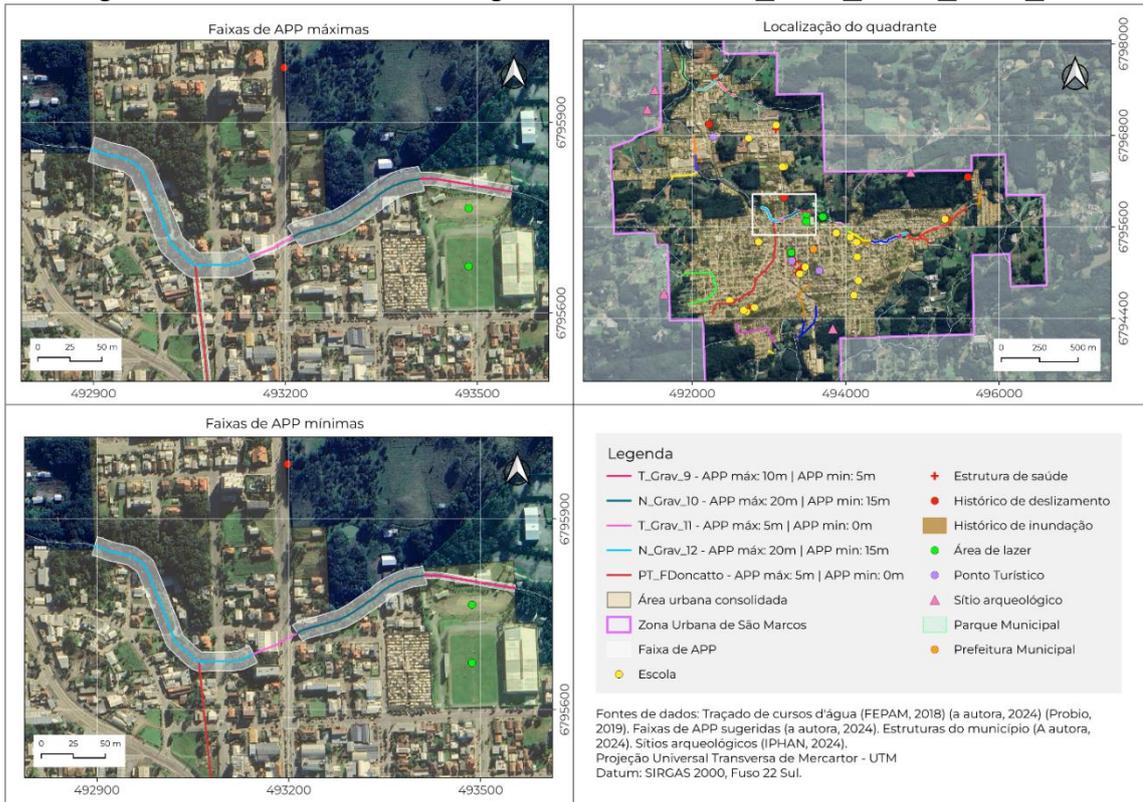
Fonte: A autora (2024).

Figura 39 - Faixas de APP sugeridas – Trecho N_Grav_5 a T_Grav_8



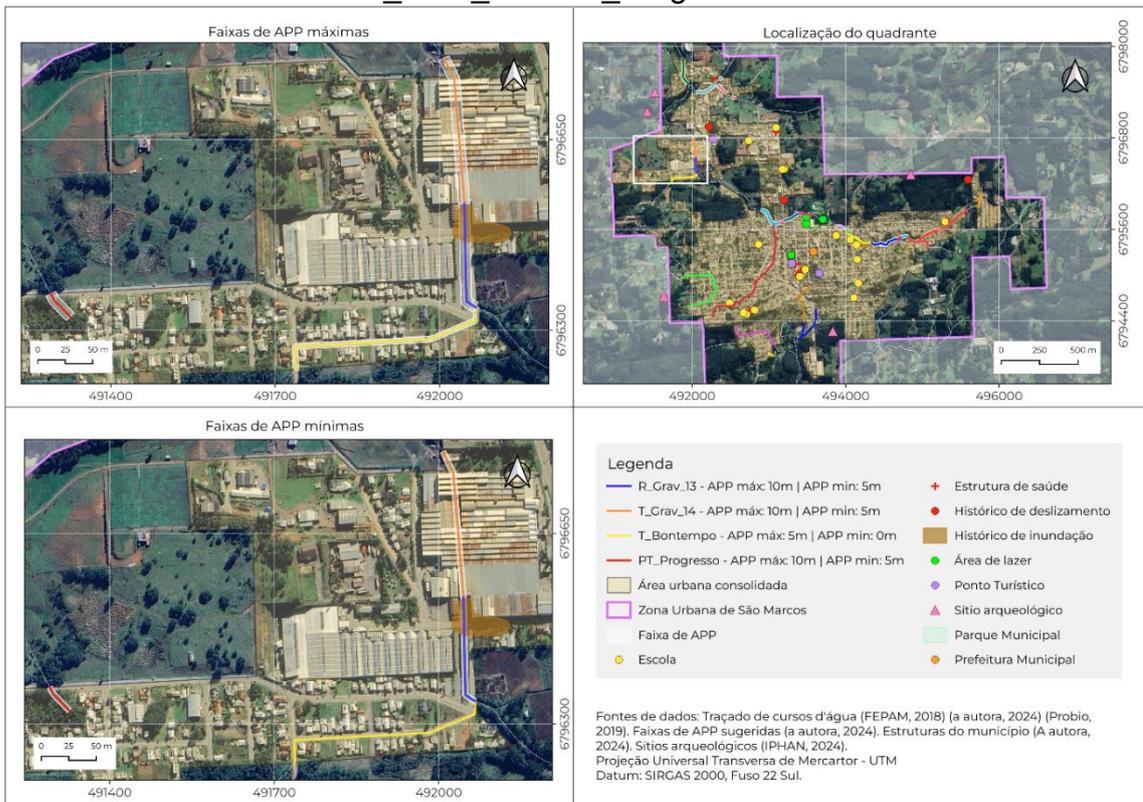
Fonte: A autora (2024).

Figura 40 - Faixas de APP sugeridas – Trecho T_Grav_9 a N_Grav_12



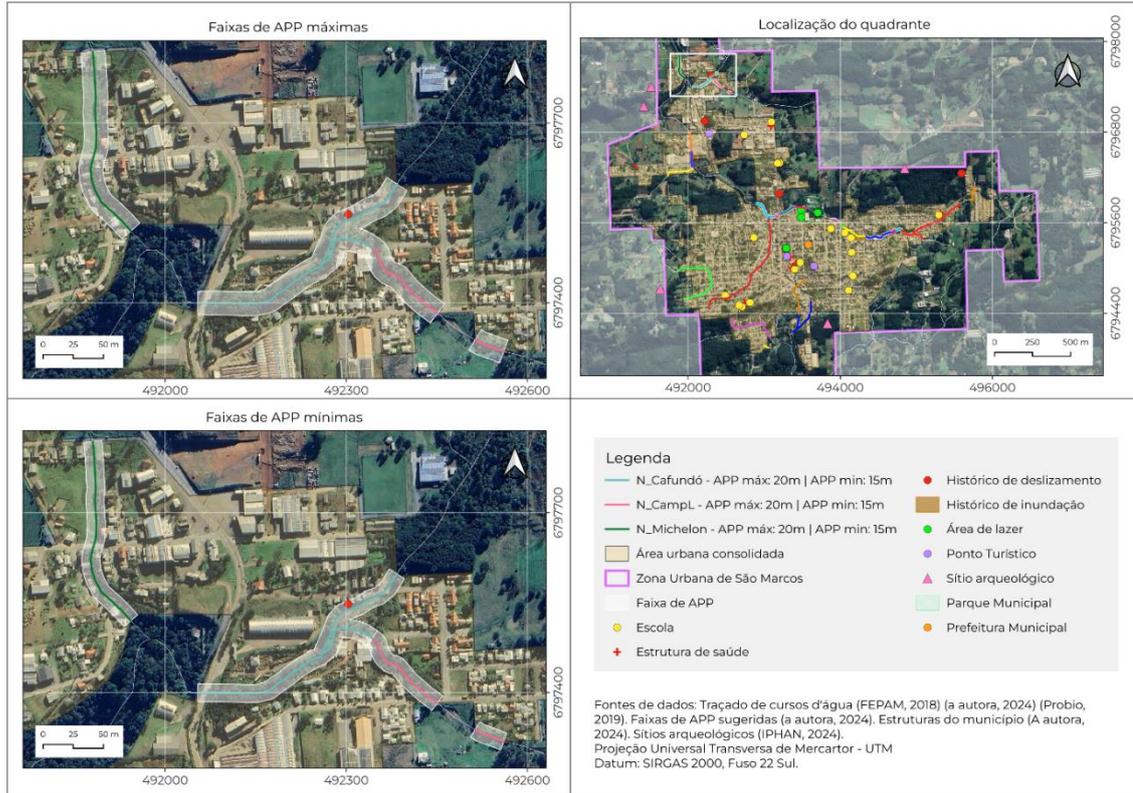
Fonte: A autora (2024).

Figura 41 - Faixas de APP sugeridas - Trechos T_Bontempo, R_Grav_13, T_Grav_14 e PT_Progresso



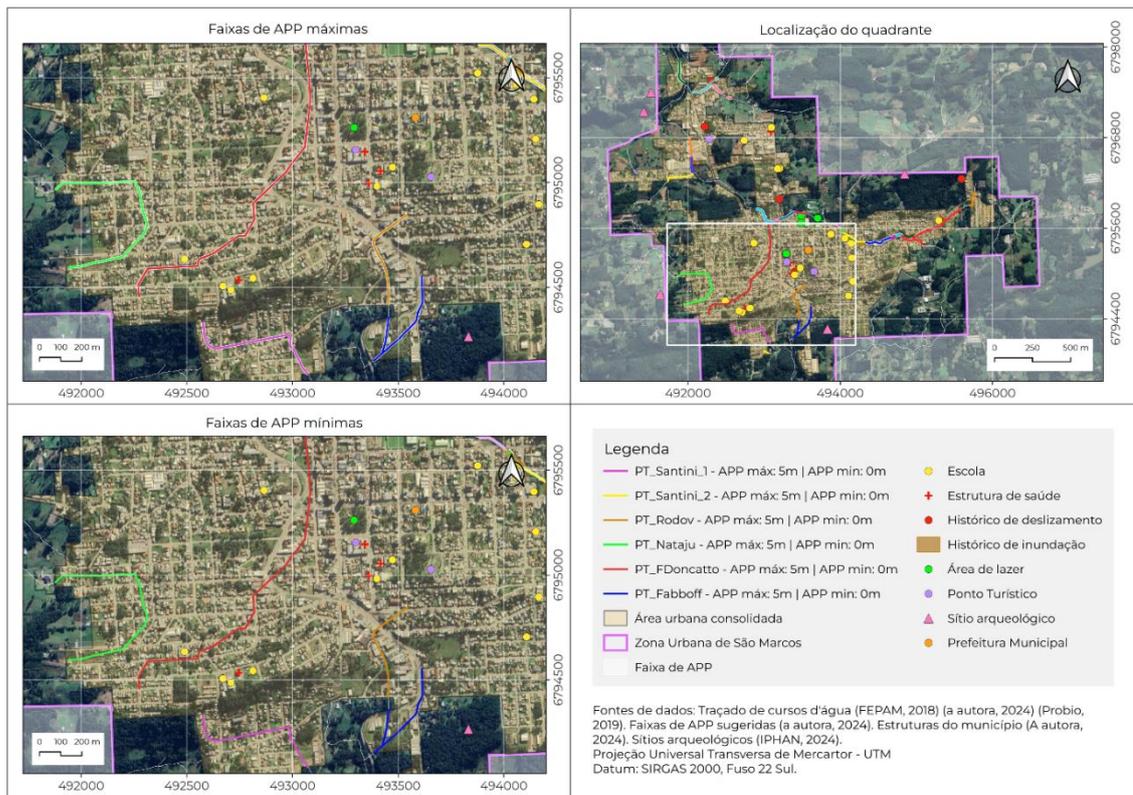
Fonte: A autora (2024).

Figura 42 - Faixas de APP sugeridas – Trechos N_Cafundo, N_CampL e N_Michelon



Fonte: A autora (2024).

Figura 43 - Faixas de APP sugeridas – Trechos de possíveis cursos d'água tubulados – Bairros Francisco Doncatto e Santini



Fonte: A autora (2024).

O estudo verificou que os 25 trechos analisados totalizam um comprimento de 9.880,186 m. Ao analisar as faixas de APP propostas para cada trecho, verificou-se a redução significativa tanto na vegetação protegida quanto na área de preservação e nas edificações nela inseridas, conforme dados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise das faixas de APP

	Área (km ²)	Vegetação (m ²)	Nº de edificações
APP de 30 m	0,578	59.951	705
Faixa de APP máxima sugerida	0,186	45.711	235
Faixa de APP mínima sugerida	0,088	39.958	94

Fonte: A autora (2024).

Em relação à área total de APP, com a faixa de 30 m, foi calculada uma extensão de 0,578 km². Ao adotar a faixa máxima sugerida, a área de APP seria reduzida para 0,186 km², o que representa uma diminuição de 67,82%. Já na faixa mínima sugerida, a área de APP seria de apenas 0,088 km², resultando em uma redução de 84,78%.

A vegetação presente nas APPs de 30 m foi mensurada em 59.951 m². Adotando a faixa de APP máxima sugerida, a vegetação preservada seria de 45.711 m², correspondendo a uma redução de 23,75%. Já na faixa mínima sugerida, a vegetação seria reduzida para 39.958 m², representando uma diminuição de 33,35% em relação à faixa de APP de 30 m.

Quanto ao número de edificações localizadas em APPs, a análise aponta que na faixa de APP de 30 m existem 705 edificações. Com a aplicação da faixa máxima sugerida, esse número seria reduzido para 235 edificações, uma redução de 66,67%. Na faixa mínima sugerida, restariam apenas 94 edificações em APP, indicando uma redução de 86,67%.

O levantamento demonstra a extensão significativa da área urbana consolidada impactada pela adoção de diferentes faixas de APP, evidenciando o equilíbrio necessário entre urbanização e preservação ambiental.

6 CONCLUSÕES

A promulgação da Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021) possibilitou que os municípios reavaliem as faixas de APP de cursos hídricos em áreas urbanas consolidadas. Nesse contexto, este trabalho contribuiu para a elaboração de um DSA que, além de atender às exigências legais, oferece subsídio técnico para a redefinição das faixas de APP em São Marcos/RS. O presente estudo demonstra a importância da revisão das faixas de APPs de cursos hídricos em áreas urbanas consolidadas, como um instrumento para o planejamento urbano e desenvolvimento sustentável do município.

Os resultados obtidos evidenciam o impacto significativo que a definição das faixas de APP pode ter na conservação ambiental e no planejamento urbano. Ao adotar a faixa mais conservadora, é possível preservar maior área de vegetação e reduzir significativamente as edificações em APP, mas com menor flexibilização para a urbanização. Por outro lado, a adoção da faixa mínima permite maior área urbanizada, porém com maior redução das áreas vegetadas protegidas. Esses dados ressaltam a necessidade de encontrar um equilíbrio entre a preservação ambiental e o crescimento urbano ordenado.

Além disso, o estudo reforça a relevância de uma metodologia baseada em múltiplos critérios, como a proposta por Rech (2023), que permite considerar as especificidades físicas, biológicas, sociais e econômicas de cada trecho analisado. Essa abordagem garante que as decisões sobre as faixas de APP sejam fundamentadas em dados técnicos e adequadas ao contexto local.

Contudo, cabe ressaltar que o trabalho proposto apresenta pendência no que concerne a aprovação do polígono definido para área urbana consolidada, o qual deve ser apresentado e aprovado pelos conselhos municipais competentes, etapa fundamental para a aplicação da Lei Federal nº 14.285/2021 (Brasil, 2021). Essa validação é necessária para a implementação das propostas apresentadas e para garantir a legitimidade do diagnóstico realizado. O mesmo se aplica às faixas de APP propostas, que precisam ser submetidas aos conselhos municipais e órgãos gestores competentes, para que estes possam avaliá-las e determinar qual das faixas sugeridas (mínima ou máxima) deve ser adotada.

Conclui-se que o DSA elaborado neste estudo oferece base técnica para a redefinição das faixas de APP de cursos d'água em área urbana do município de São Marcos, possibilitando a regularização de edificações e planejamento urbano para

ocupações futuras. A adoção das propostas aqui apresentadas tem o potencial de contribuir para o desenvolvimento ambientalmente responsável do município, promovendo a integração entre urbanização e sustentabilidade, em consonância com as diretrizes da legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ABIKO, Alex Kenya; ALMEIDA, Marco Antônio Plácido de; BARREIROS, Mário Antônio Ferreira. **Urbanismo: história e desenvolvimento**. 1995. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4405055/mod_resource/content/2/urbanismo-historiaedesenvolvimento.pdf. Acesso em: 17 maio 2024.

ALFONSIN, Betania. **O Estatuto da Cidade e a construção de cidades sustentáveis, justas e democráticas**. Direito e Democracia, v. 2, n. 2, p. 309-317 2001. Canoas, RS. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/direito/article/view/2405>. Acesso em: 29 abr. 2024.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. **Perícia ambiental judicial e securitária: impacto, dano e passivo ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 2006.

ALTERNATIVAGEO AMBIENTAL. **Diagnóstico Socioambiental - Perímetro Urbano de Santa Terezinha do Progresso/SC - Relatório Final Preliminar**. Santa Terezinha do Progresso, SC, 2022. Disponível em: <https://staterezhinaprogresso.sc.gov.br/diagnostico-socioambiental/>. Acesso em: 26 jun. 2024.

AMBIENTALLE ENGENHARIA. **Laudo de Cobertura Vegetal: Condomínio Moresco-Benato**. São Marcos, RS. 2023.

ANDRADE, Liza Maria Souza de; ROMERO, Marta Adriana Bustos. A importância das áreas ambientalmente protegidas nas cidades. XV Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional (ANPUR). Salvador, BA, maio 2005. Disponível em: <http://www.xienanpur.ufba.br/363.pdf>. Acesso em: 20 maio 2024.

ANDRADES FILHO, Clódis de. MEXIAS, Lorenzo Sampaio Fossa. (Editores). **WebMapa de Movimentos de Massa para equipe de apoio na situação de calamidade – RS – Maio de 2024**. Lab Latitude – CEP SRM/PPGSR / DEGD / IGeo UFRGS. Disponível em: <https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=0149f5a72e4e4ec48fa52469a78b270b&extent=-5781429.6672%2C-3414365.0236%2C-5777703.3621%2C-3412203.2889%2C102100>. Acesso em: 29 out. 2024.

ANDREOLI, Cleverson V.; ANDREOLI, Fabiana de Nadai; PICCININI, Cristiane; SANCHES, Andréa da Luz. **Biodiversidade: a importância da preservação ambiental para a manutenção da riqueza e equilíbrio dos ecossistemas**. Curitiba: Sistema Faep, 2014. Disponível em: https://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/28_biodiversidade.pdf. Acesso em: 06 maio 2024.

BAPTISTA, Márcio Benedito; CARDOSO, Adriana Sales. **Rios e cidades: uma longa e sinuosa história**. Revista da Universidade Federal de Minas Gerais, v. 20, n. 2, p. 124-153, jul.-dez. 2013. Disponível em: <https://www.ufmg.br/revistaufmg/downloads/20-2/05-rios-e-cidades-marcio-baptista-adriana-cardoso.pdf>. Acesso em: 17 maio 2024.

BATECINI, Ângelo. Desabamento de moradia no bairro Michelin deixa mais duas famílias desalojadas em São Marcos. **Jornal São Marcos Online**, São Marcos, RS, 5 maio 2024. Disponível em: <https://saomarcosonline.com/seguranca/desabamento-de-moradia-no-bairro-michelon-deixa-mais-duas-familias-desalojadas-em-sao-marcos/>. Acesso em: 5 nov. 2024.

BARCELLOS, Eduardo Echevengúá. **Áreas de preservação permanentes em área urbana consolidada**: análise da aplicação da Lei Federal nº 12.651/2012 e da Lei Federal nº 14.285/2021. Caxias do Sul, RS: Educus, 1 ed., 2023.

BARREIROS, Mário Antonio Ferreira; ABIKO, Alex Kenya. **Reflexões sobre o parcelamento do solo urbano**. São Paulo: EPUSP, 1998. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001553902>. Acesso em: 04 maio 2024.

BASTOS, Natasha Zadorosny Lopes. Considerações sobre a Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428/2006). **Departamento de Direito. PUC do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro**, 2007. Disponível em: https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio_resumo2007/relatorios/dir/relatorio_natasha_zadorosny.pdf. Acesso em: 03 jun. 2024.

BEDÊ, Júlio Cadaval. Cartilha sobre a nova lei florestal de Minas Gerais: orientações aos produtores rurais. **Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais: Belo Horizonte**, 2013. Disponível em: <https://ibeasa.org/wp-content/uploads/2021/01/Cartilha-Sobre-a-nova-lei-florestal-de-Minas-Gerais.pdf>. Acesso em: 10 maio 2024.

BORGES, Luís Antônio Coimbra *et al.* Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1202–1210, jul. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/4jVMhFMf3q69gvyMCnFBfpB/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 24 ago. 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988**. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm#:~:text=%C3%89%20proibido%20o%20uso%20de,e%20estabelecendo%20normas%20de%20precau%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967**. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5197.htm. Acesso em: 07 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%206.938%2C%20DE%2031%20DE%20AGOSTO%20DE%201981&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional,aplica%C3%A7%C3%A3o%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 7.511, de 7 de julho de 1986**. Altera dispositivos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7511.htm. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 7.653, de 12 de fevereiro de 1988**. Altera a redação dos arts. 18, 27, 33 e 34 da Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967, que dispõe sobre a proteção à fauna, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7653.htm. Acesso em: 07 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989**. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7803.htm. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.605%2C%20DE%2012%20DE%20FEVEREIRO%20DE%201998.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20san%C3%A7%C3%B5es%20penais,ambiente%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 29 abr. de 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 11 out. 2024.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 17 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 17 out. 2024.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção

e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; [...]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 30 jun. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**: Novo Código Florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017**. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; [...]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021**. Altera as Leis nºs 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14285.htm. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934**. Aprova o Código Florestal que com este baixa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Decreta Código de Águas. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **AdaptaBrasil**. MCTI. Brasília: 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/paginas/adaptabrasil-mcti>. Acesso em: 24 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN. **Mapa Interativo da Rede Observacional para Monitoramento de Risco de Desastres Naturais do CEMADEN**. 2024. Disponível em: <https://mapainterativo.cemaden.gov.br/>. Acesso em: 29 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças Climáticas – AdaptaBrasil**. 2024. Disponível em: <https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/>. Acesso em: 29 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília: MIDR, 2023. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/mapa-interativo.xhtml>. Acesso em: 29 out. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade brasileira**. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira.html>. Acesso em: 19 abr. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mata Atlântica**. Brasília: 2015. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento.html. Acesso em: 03 jun. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Serviços ecossistêmicos**. Brasília: 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/ecossistemas/conservacao-1/servicos-ecossistemicos>. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Disponível em: https://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf. Acesso em: 17 out. 2024.

BRASIL. Senado Federal. **PL nº 2510, de 2019**. Altera as Leis nºs 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/149648>. Acesso em: 11 abr. 2024.

CAMPAGNA, Adriana Rosa et al. **Nota técnica referente a minuta do Projeto de Lei 431/2019**. Porto Alegre, RS, 2019. Disponível em: <https://revistaforum.com.br/u/archivos/2024/5/5/Nota%20Tecnica%20Fepam.pdf>. Acesso em: 07 maio 2024.

CAMPAGNOLO, Karla; SILVEIRA, Geraldo Lopes da; MIOLA, Alessandro Carvalho; SILVA, Regis Lenadro Lopes da. Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 831-842, jul.-set., 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/xRsLy9gXrQh3DXb39JmY8DC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 abr. 2024.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais –. **Anuário da Sala de Situação do CEMADEN**. 2017. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/anuario-2017>. Acesso em: 12 maio 2024.

CHOCAT, B. (Coord.). **Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement**. Paris: Lavoisier, 1997. 1124p.

CHRISTOFIDIS, Demetrios; ASSUMPÇÃO, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes; KLIGERMAN, Débora Cynamon. A evolução histórica da drenagem urbana: Da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Revista Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 43, n. Especial 3, p. 94-108, dez. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/jpNVWVZSdNRRyQS3qtWmz9g/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 mai. 2024.

CIMCATARINA. Consórcio Intermunicipal Catarinense. **Diagnóstico Socioambiental, Parte 1, Tangará – Santa Catarina**. Tangará, SC, 2024. Disponível em: <https://tangara.sc.gov.br/galeria/pagina-34992/>. Acesso em: 26 jun. 2024.

CIMCATARINA. **Diagnóstico Socioambiental de Videira, SC: Parte 1**. 2018. Disponível em: https://servicos.videira.sc.gov.br/uploads/sites/338/2022/05/1618471_DSA_Parte_01.pdf. Acesso em 21 maio 2024.

CIOATO, Fernanda Bassanesi. **Os nomes do município de São Marcos**: linhas, comunidades, bairros e ruas. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação do Mestrado em Letras, Cultura e Regionalidade, 2012.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSO MINERAIS. **Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Ministério de Minas e Energia. Serviço Geológico do Brasil. Escala 1:750.000. 2006. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/10301>. Acesso em: 26 jun. 2024.

EARTHDATA. Alos Palsar. Modelo Digital de Elevação: Quadrícula AP_27394_FBS_F6600_RT1, 12,5 m de resolução. Disponível em: <https://www.earthdata.nasa.gov/>. Acesso em: 14 nov. 2024.

ELLINGER, Paula. BARRETO, Paulo. Código Florestal: como sair do impasse?. Imazon. Pará, 2020. Disponível em: <https://imazon.org.br/codigo-florestal-como-sair-do-impasse/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Geotecnologias e Geoinformação**: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107363/1/500P-Geotecnologias-e-geoinformacao-ed01-2014.pdf>. Acesso em: 20/05/2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS**. Brasília, DF: 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 26 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Chave do SiBCS**: Nitossolos Háplicos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/nitossolos/nitossolos-haplicos>. Acesso em: 18 set. 2024.

FREITAS, Christie de Castro. **Área de preservação permanente em meio urbano**: Desafios e pautas para a gestão socioambiental em Rio Verde–GO. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Faculdade Alves Farias, Goiânia, GO, 2015. Disponível em:

<http://tede.unialfa.com.br/jspui/bitstream/tede/181/2/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Christie%20-Revisada%20fnal%20%283%29%20%281%29.pdf>. Acesso em: 17 maio 2024.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ RÖESSLER – FEPAM. **Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul**, Escala 1:25.000 – BCRS25 Versão 1.0 – 2018. Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMA. Disponível em: <http://ww2.fepam.rs.gov.br/bcrs25/>. Acesso em: 26 jun. 2024.

GAMA, Cleilson Lopes de Oliveira. **Comparação de métodos de setorização de risco de movimentos de massas com aplicação nos municípios de Santa Isabel e Guararema (Região Metropolitana de São Paulo)**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/1382185f-8bb9-40d5-9ad5-69eeca9c3d9e/3149820_compressed.pdf. Acesso em: 16 maio 2024.

GARVÃO, Rodrigo Fraga; BAIA, Simone Andrea Lima do Nascimento. Legislação ambiental: um histórico de desafios e conquistas para as políticas públicas brasileiras. **Nova Revista Amazônica**, v. VI, n. 2, jun. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18542/nra.v6i2.6193>. Acesso em: 01 maio 2024.

GONÇALVES, Andrea Brandão *et al.* Mapeamento das áreas de preservação permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na sub-bacia hidrográfica do Rio Camapuã/Brumado. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 759-766, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/KHNfZfyJzTGwCmqCx7yjP9t/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 maio 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de Informações Geográficas e Estatísticas sobre Indígenas e Quilombolas para enfrentamento da Covid-19**. Painel Síntese por município – São Marcos (RS). Disponível em: <https://covid19.ibge.gov.br/paineis-sintese/>. Acesso em: 17 out. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass Brasileiros** Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomass-brasileiros.html>. Acesso em: 9 maio 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas Geomorfológicas do Brasil – Escala 1:250.000**. Folhas SH.22-V-B Passo Fundo e SH.22-XA Vacaria, 2003. Disponível em: https://geofpt.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/escala_250_mil/. Acesso em: 26 set. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. São Marcos, Rio Grande do Sul. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sao-marcos/panorama>. Acesso em: 10 set. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manuais Técnicos em Geociências. **Manual Técnico Da Vegetação Brasileira**. 2ed. Rio de Janeiro, RJ. 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>. Acesso em: 11 out. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pedologia por Estado. Mapa Exploratório de Solos do Estado do Rio Grande do Sul 1:1.000.000**. Rio de Janeiro: 2002. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/rs_pedologia.pdf. Acesso em: 26 jun. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Censo 2022**. São Marcos, Rio Grande do Sul. 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 22 out. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População em áreas de risco no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101589.pdf>. Acesso em: 11 maio 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vegetação Brasileira 1:5.000.000**. 2004. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/10872-vegetacao.html>. Acesso em: 12 nov. 2024.

ICMBio. Sistema Automatizado de Monitoria de RPPN. **Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN - Rio Grande Do Sul**. Disponível em: <https://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/rppn/RS/>. Acesso em: 11 out. 2024.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Gráficos Climatológicos**. Estado do Rio Grande do Sul, Estação Caxias do Sul (83942). 1931 - 2020. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/RS/83942>. Acesso em: 29 jun. 2024.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Atlas da Vulnerabilidade Social**. Mapa: São Marcos, RS. 2024. Disponível em: <https://ivs.ipea.gov.br/#/consulta-mapa>. Acesso em: 30 out. 2024.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos**. 2024. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/sgpa/?consulta=cnsa>. Acesso em: 17 out. 2024.

ISAM/UCS. Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul. **Diagnóstico Socioambiental (DSA) para Delimitação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) no Município de São Pedro Da Serra/RS**. Prefeitura Municipal de São Pedro da Serra, RS, 2024.

ISAM/UCS. Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul. **Diagnóstico Socioambiental (DSA) para Delimitação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) no Município de Nova Roma do Sul/RS: Plano De Trabalho**. Caxias do Sul, RS, 2024.

KOBIYAMA, Masato. Conceitos de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos. **Anais do I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias**, Alfredo Wagner, SC, p. 1-13, set. 2003. Disponível em: <https://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Seminario%20Hidrologia%20Florestal%20%282003%29.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.

LARENTIS, Dante Gama; NOGARE, Marianni; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; POHLMANN, Patrícia. Procedimentos e critérios para zoneamento de planícies de

inundação em áreas urbanas. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, RS, v. 17, 13 ed, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21168/reg.v17e13>. Acesso em: 12 maio 2024.

L'ATTUALITÀ. Arroio Gravatá: em São Marcos voltam alagamentos no centro da cidade e bairro Industrial. **Jornal L'Attualità**, São Marcos, RS, 18 out. 2018. Disponível em: <https://lattualita.com.br/alagamentos-no-centro-e-bairro-industrial-nao-da-para-modificar-o-arroio-gravata-de-lugar/>. Acesso em: 5 nov. 2024.

LIMA, Carlos César Uchôa de. Geologia Geral. **Elementos de um rio meandrante**. 2019. Feira de Santana, BA, nov. 2019. Disponível em: <https://www.facebook.com/uchoamaster/photos/a.149862678866890/704728973380255/?type=3>. Acesso em: 12 maio 2024.

LOPES, Rodrigo. **Um passeio pelo patrimônio cultural de São Marcos**. Jornal Pioneiro. Caxias do Sul, RS, 04 nov. 2022. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/pioneiro/cultura-e-lazer/memoria/noticia/2022/11/um-passeio-pelo-patrimonio-cultural-de-sao-marcos-cla2k6xuq003f0170shfjt5am.html>. Acesso em: 23 set. 2024.

LUPPI, Alixandre Sanquetta Laporti; SANTOS, Alexandre Rosa dos; EUGENIO, Fernando Coelho; FEITOSA, Lorena Sant' Anna. Utilização de geotecnologia para o mapeamento de áreas de preservação permanente no município de João Neiva, ES. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, RJ, v. 22, n. 1, p. 13-22, mar. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/XC5TK5GvqPtGWzCXGkYdbYm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 maio 2024.

LUTGENS, Frederick K.; TARBUCK, Edward J.; TASA, Dennis G. **Earth Science**. Pearson Education, 13. ed., 768p., 2011.

MACHADO, Paulo Afonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 18. ed. São Paulo: Malheiros Editores LTDA, 2010.

MapBiomias. **Conheça o MapBiomias**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/o-projeto/>. Acesso em: 11 jun. 2024.

MapBiomias. MapBiomias Alerta. **A iniciativa**. 2024. Disponível em: <https://alerta.mapbiomas.org/sample-page/>. Acesso em: 11 jun. 2024.

MapBiomias. **Projeto MapBiomias – Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 1985-2023. Disponível em: <https://doi.org/10.58053/MapBiomias/XXUKA8>. Acesso em: 13 nov. 2024.

MATOS, Marcela Galdino. **A regularização fundiária urbana nos termos da Lei Federal nº 13.465 de 2017 e a desconformidade com a política urbana**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP. São Paulo, SP, 2023. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/bitstream/handle/40292/1/Marcela%20Galdino%20e%20Matos%20-%20TCC.pdf>. Acesso em: 07 maio 2024.

MATOS, Ralfo. Migração e urbanização no Brasil. **Revista Geografias**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 7–23, 2012. Disponível em:

<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13326>. Acesso em: 20 maio. 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Plataforma oficial de dados do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. 2024. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/map>. Acesso em: 11 out. 2024.

MÜLLER, Glaucia R. Ramos. **A influência do urbanismo sanitário na transformação do espaço urbano em Florianópolis**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2002. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30364588.pdf>. Acesso em: 17 maio 2024.

MUÑOZ, Angelica Maria Mosquera; FREITAS, Simone Rodrigues de. Importância dos serviços ecossistêmicos nas cidades: revisão das publicações de 2003 a 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 89–104, 2017. Disponível em: <https://uninove.emnuvens.com.br/geas/article/view/10049>. Acesso em: 4 maio 2024.

MUÑOZ, Viviana Aguilar. **Mapeamento de planícies de inundação a partir de dados SRTM**: contribuição para análise de exposição a inundação na bacia do rio Itajaí. Tese de doutorado (Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP: 2014. Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2014/04.14.19.05/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 12 maio 2024.

NASCIMENTO, Melchior Carlos do; SOARES, Vicente Paulo; RIBEIRO, Carlos Antônio Álvares Soares; SILVA, Elias. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/tRGdJhyCmqMCWLSrb3jg8gQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 maio 2024.

Natuur Engenharia e Meio Ambiente LTDA. **Diagnóstico Socioambiental - Relatório Técnico**. Rondinha, RS, 2022. Disponível em: https://rondinha.rs.leg.br/restrito/upload/projeto/287_809.pdf. Acesso em: 26 jun. 2024.

PAZ, Adriano Rolim da. **Simulação hidrológica de rios com grandes planícies de inundação**. 2010. Tese (Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, jan. 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/32461>. Acesso em: 13 maio 2024.

PEIXOTO, Paulo. **Os usos sociais dos rios**. A água como patrimônio: experiências de requalificação das cidades com água e das paisagens fluviais, p. 57-70, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312538079_Os_usos_sociais_dos_rios. Acesso em: 17 maio 2024.

POSSAMAI, Osmar. *et al.* **Raízes de São Marcos e Criúva**. Porto Alegre, 2005.

PROBIO. **Inventário Florestal**: J.Marcon Indústria e Comércio de Móveis Ltda. São Marcos, RS. 2023.

PROBIO. **Plano Municipal de Saneamento Básico de São Marcos**. São Marcos, 2019. Disponível em: <https://www.saomarcos.rs.gov.br/servicos-online/planos-municipais>. Acesso em: 26 set. 2024.

REBELO, Aldo. **Substitutivo ao Projeto de Lei 1876/99**. 2010. Disponível em: http://www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=480244. Acesso em: 29 abr. 2024

RECH, Caroline Viganó. **Elaboração de método para definição de áreas de preservação permanente de cursos hídricos de zonas urbanas consolidadas em atendimento à Lei nº 14.285/2021**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/13189>. Acesso em: 15 mar. 2024

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 52.109, de dezembro de 2014**. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202112/01151427-lista-da-flora-ameacada-do-rs.pdf>. Acesso em: 30 out. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 11.520**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rs/lei-ordinaria-n-11520-2000-rio-grande-do-sul-institui-o-codigo-estadual-do-meio-ambiente-do-estado-do-rio-grande-do-sul-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 30 abr. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 15.434**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://ww3.al.rs.gov.br/filerepository/replegiscomp/Lei%20n%C2%BA%2015.434.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CONSEMA/RS nº 485**, de 27 de abril de 2023. Regulamenta o procedimento estabelecido pelo §10 do art. 4º da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/resolucoes#:~:text=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20485%2F2023%3A%20Regulamenta%20o%20CONSEMA%20e%20suas%20composi%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 29 abr. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução nº 121, de 12 de dezembro de 2012**. Aprova o Enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas. Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul. 2012. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201708/22162317-resolucao-crh-121-2012-aprova-enquadramento-aguas-superficiais-bacia-taquari-antas-07-01-1.pdf>. Acesso em: 14 out. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. **IDESEVis**. Disponível em: <https://idesevis.dee.rs.gov.br/>. 2021. Acesso em: 29 out. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual de Educação do Rio Grande do Sul. **Busca de Escolas: São Marcos/RS**. 2024. Disponível em: <https://educacao.rs.gov.br/busca-de-escolas>. Acesso em: 23 out. 2024.

RIZZON, Luiz Antônio; POSSAMAI, Osmar João. **História de São Marcos**. São Marcos: Edição do Autor, 1987.

ROCHA FILHO, Gilson Brandão da. **Potencial agroecológico do Município de Itacuruba, Pernambuco, Brasil**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 9, p. 172-184, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/233640>. Acesso em: 20 maio. 2024.

ROISENBERG, Ari. VIERO, Antonio. **O vulcanismo mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul**. In: HOLZ, Michael. DE ROS, Luiz Fernando. Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, CIGO/UFRGS. Disponível em: https://multimedia.ufrgs.br/conteudo/bibgeo/repositorio/Memorial/decada5/geologia_RS.pdf. Acesso em: 26 set. 2024.

RORIZ, Pedro Augusto Costa; FEARNSIDE, Philip Martin. A construção do Código Florestal Brasileiro e as diferentes perspectivas para a proteção das florestas. **Revista Novos Cadernos NAEA**, v. 18, n. 2, p. 51-68, jun-set. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/1866/2691>. Acesso em: 29 abr. 2024.

ROSA FILHO, Artur; Cortez, Ana Tereza Caceres. A problemática socioambiental da ocupação urbana em áreas de risco de deslizamento da “Suíça Brasileira”. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 1, p. 33-40, 2010. Disponível em: https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:hK0l-666TKcJ:scholar.google.com/+Ocupa%C3%A7%C3%B5es+em+%C3%81reas+de+Risco+&hl=pt-BR&as_sdt=0,5. Acesso em: 20 maio 2024.

ROSSATO, M. S. **Os Climas do Rio Grande do Sul: Variabilidade, Tendências e Tipologias**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS/PPGEA. 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32620/000782660.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 set. 2024.

ROSSI, Alexandre. **A garantia da prestação de informações relativas ao ambiente como instrumento de gestão e de política ambiental no Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.18.2009.tde-17112009-083311>. Acesso em: 06 maio 2024.

Rota de Viagem. **São Marcos: Conheça as Principais Atrações da Cidade Gaúcha**. 2023. Disponível em: <https://rotadeviagem.com/sao-marcos-conheca-as-principais-atracoes-da-cidade-gaucha/>. Acesso em: 23 out. 2024.

SANTA CATARINA. **Resolução COMSEMA/SC nº 196**, de 03 de junho de 2022. 2022. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/710547809/RESOLUCAO-CONSEMA-N%C2%BA-196-Ref-lei-14285-18-04-2022>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SANTOS, Jolides Brasil dos. **Área de preservação permanente como instrumento para conservação dos recursos hídricos: estudo de caso na região metropolitana de Goiânia, Goiás**. 2019. Tese (Doutorado em Geografia) –

Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, 2019. Disponível em:
<http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/10129>. Acesso em: 17 abri. 2024.

SANTOS, Ricardo dos; SOARES, Fernanda Bonfim; BARBALHO, Maria Gonçalves da Silva; PEIXOTO, Josana de Castro; LEAL, Antonio Cezar. Áreas de preservação permanente e expansão do agronegócio canavieiro: uma análise da microrregião de Ceres, estado de Goiás, Brasil. **Anais do VIII Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente**, n. 8, v. 1, out. 2017. Disponível em:
<https://anais.unievangelica.edu.br/index.php/sncma/article/view/5/5>. Acesso em: 01 maio 2024.

SÃO MARCOS. **Lei Complementar nº 33 de 07 de agosto de 2012**. Institui o Plano Diretor e o Sistema de Planejamento e Gestão do Município de São Marcos e dá outras providências. Disponível em:
<https://www.camarasaomarcos.rs.gov.br/proposicoes/pesquisa/0/1/0/4031>. Acesso em: 10 set. 2024.

SÃO MARCOS. **Lei nº 1.509 de 26 de julho de 2000**. Cria o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - COMDEMA e dá outras providências. Disponível em:
<https://www.camarasaomarcos.rs.gov.br/proposicoes/Leis-Municipais/2000/2/0/2061>. Acesso em: 10 set. 2024.

SÃO MARCOS. **Lei nº 956, de 30 de abril de 1993**. Reorganiza a estrutura administrativa da Prefeitura Municipal de São Marcos e dá outras providências. Disponível em:
<https://www.camarasaomarcos.rs.gov.br/proposicoes/pesquisa/0/1/0/2614>. Acesso em: 23 set. 2024.

SÃO MARCOS. **Lei nº 2.233, de 04 de novembro de 2010**. Altera a Lei nº 956, de 30 de abril de 1993, que dispõe sobre a estrutura administrativa do Município de São Marcos e dá outras providências. Disponível em:
<https://www.camarasaomarcos.rs.gov.br/proposicoes/Leis-Municipais/0/41/0/1292>. Acesso em: 30 set. 2024.

SÃO MARCOS. Prefeitura Municipal de São Marcos. **História**. Disponível em:
<https://www.saomarcos.rs.gov.br/municipio/historia>. Acesso em: 23 set. 2024.

SÃO MARCOS. Prefeitura Municipal de São Marcos. **Plano Municipal de Saúde: 2022-2025**. São Marcos, RS. 2021. Disponível em:
<https://www.saomarcos.rs.gov.br/servicos-online/planos-municipais>. Acesso em: 22 out. 2024.

SARMENTO, Carla Cecília Treib. **Geologia e Petrologia das Rochas Hipabissais associadas à Formação Serra Geral na Região do Cerro do Coronel, RS**. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2013. Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72083/000881856.pdf;jsessionid=9FB3F927B5567B039BF91C04C8FCAAEB?sequence=1>. Acesso em: 26 set. 2024.

SÉGUIN, Elida. **Direito ambiental: nossa casa planetária**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Forense, 2002.

SEMA. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura. Departamento de Florestal e Áreas Protegidas. **Inventário Florestal Contínuo do RS**. 2004.

<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/20150737-inventario-florestal-anexo-especies-porregiao fitogeografica.pdf>. Acesso em: 11 out. 2024.

SEMA. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura. **G040 - Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas. 2024**. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/g040-bh-taquari-antas>. Acesso em: 14 out. 2024.

SEMA. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura. **Sistema de Informações Geográficas da Biodiversidade do Rio Grande do Sul – SIGBio-RS**. Porto Alegre - RS. 2024. Disponível em: <https://gis.fepam.rs.gov.br/sigbiovisualizador#/>. Acesso em 11 OUT. 2024.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico da População em Áreas de Risco Geológico**. Brasília: 2024. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/populacao-em-areas-de-risco>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. **Divisão de Geologia Aplicada – DIGEAP**. Brasília: 2024. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/pt/web/guest/digeap>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. **Divisão de Gestão Territorial – DIGATE**. Brasília: 2024. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/pt/web/guest/digate>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. **Gestão Territorial**. Brasília: 2024. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/gestao-territorial>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. **Produtos por Estado - Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações**. Brasília: 2024. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/produtos-por-estado-cartas-de-suscetibilidade>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SILVA, José Antônio Aleixo da *et al.* **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC); Academia Brasileira de Ciências (ABC), 2. ed., 2012. 294p. Disponível em: https://www.sbpnet.org.br/site/publicacoes/outras-publicacoes/CodigoFlorestal__2aed.pdf. Acesso em: 29 abr. 2024.

SILVA, Roberto Valmir da. **Conceitos de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos**. M. Kobiyama, RV Silva, T Checchia & A. Alves (orgs), Anais do I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias, Alfredo Wagner, p. 74 - 86, 2003. Disponível em: <https://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Seminario%20Hidrologia%20Florestal%20%282003%29.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.

SILVEIRA, F. F. **Fauna Digital do Rio Grande do Sul**, 2018. Bird and Mammal Evolution, Systematics and Ecology Lab - UFRGS. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/faunadigitalrs/>. Acesso em: 07 out. 2024.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Painel de Indicadores – Ano Base 2022 – São Marcos/RS**. Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores-hmg/web/agua_esgoto/mapa-agua?codigo=4319000. Acesso em: 17 out. 2024.

STE. Serviços Técnicos de Engenharia S.A. **Plano de Bacia Taquari-Antas:** Encarte Final. Porto Alegre, RS. 2012. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/g040-bh-taquari-antas>. Acesso em: 14 out. 2024.

STECKELBERG, Thiago Brito. **Os três códigos florestais: análise da legislação florestal brasileira.** Cientific@ - Multidisciplinary Journal, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 131–143, 2014. Disponível em: <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/866>. Acesso em: 05 maio 2024.

STF. Superior Tribunal de Justiça. **Concluído julgamento de ações sobre novo Código Florestal.** Portal de Notícias. Brasília: 2018. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/noticias/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=370937#:~:text=O%20entendimento%20da%20Corte%20foi,a%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%A1reas%20degradadas>. Acesso em: 06 jun. 2024.

STRECK, Eduardo Valdir. KÄMPF, Nestor. DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz. KLAMT, Egon. NASCIMENTO, Paulo César do. GIASSON, Elvio. PINTO, Luiz Fernando Spinelli. **Solos do Rio Grande do Sul.** 3 ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2018.

TEREZAN, Ester Langowski. **Delimitação do leito maior do Baixo Rio Ivai e estabelecimento de sua sazonalidade.** 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/teses_geografia2008/dissertacaouemlangowskiterezan.pdf. Acesso em: 05 maio 2024.

ULTRAMARI, Clóvis. Significados do urbanismo. **PosFAUUSP**, São Paulo, Brasil, n. 25, p. 166–184, 2009. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/43614>. Acesso em: 20 maio. 2024.

UNESCO. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. **As Fases da RBMA.** 2020. Disponível em: <https://rbma.org.br/n/as-fases-da-rbma/>. Acesso em: 11 out. 2024.

VALADÃO, Marco Bruno Xavier *et al.* Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente: como se encontram após 40 anos da promulgação? **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/358748507_Instrumentos_da_Politica_Nacional_do_Meio_Ambiente_como_se_encontram_apos_40_anos_da_promulgacao. Acesso em: 01 maio 2024.

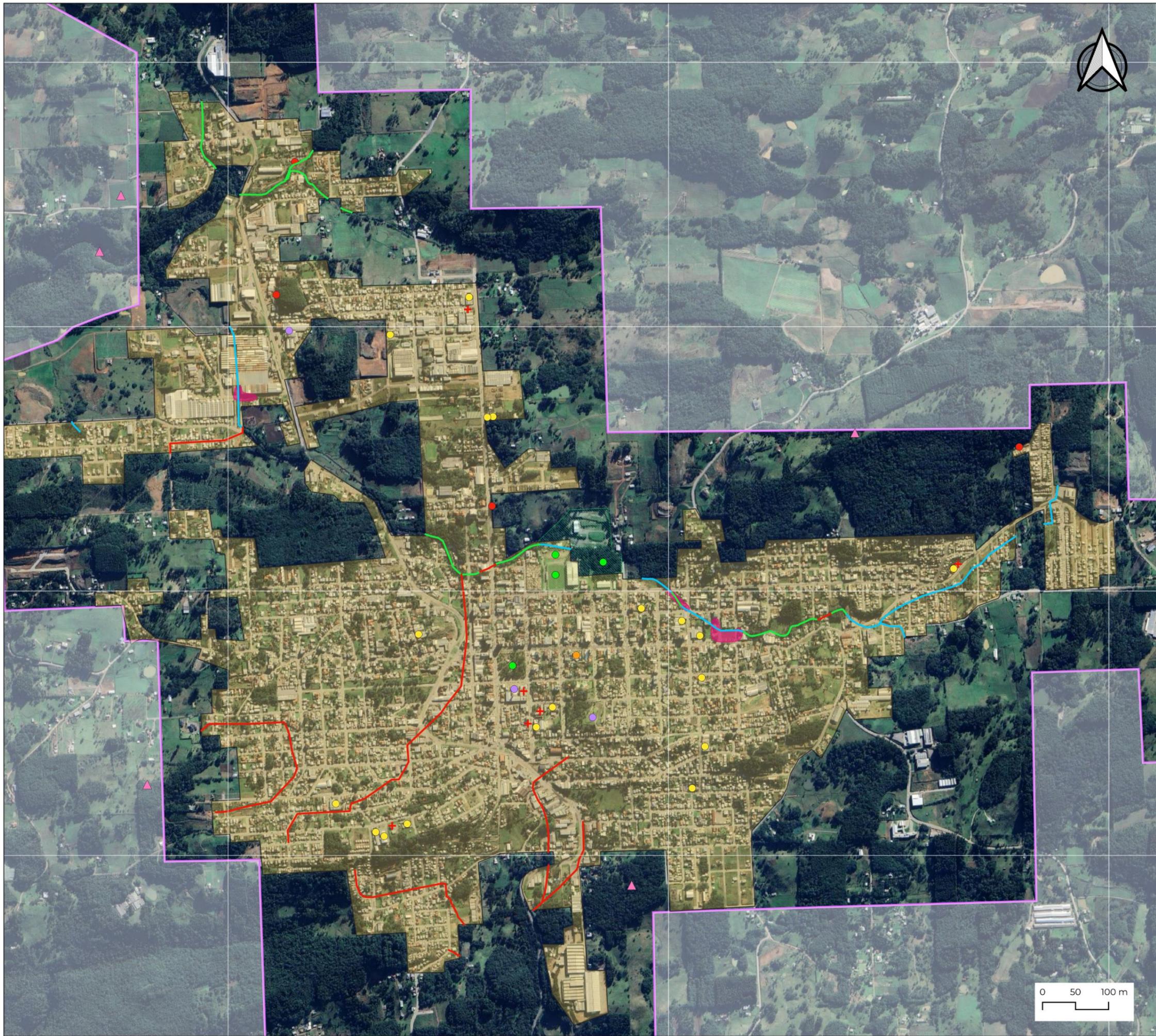
VANIN. Rochele. Levantamentos para Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para o município de São Marcos – RS. **Geologia e Pedologia**, pg 44-45. 2021.

VARJABEDIAN, Roberto. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. **Estudos avançados**, v. 24, n.68, p. 147-160, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/YNyPHMty8xqcsfcknsqkqmv/?lang=pt>. Acesso em: 03 jun. 2024.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.* Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao_digital_publicacoes.php>. Acesso em: out. 2012.

ZAKIA, Maria José Brito; FERRAZ, Fernando Frosini Barros; RIGHETTO, Antonio Marozzi; LIMA, Walter de Paula. Delimitação da zona ripária em uma microbacia. **Revista Agrogeoambiental**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2009. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/235>. Acesso em: 13 maio 2024.

**APÊNDICE A - FAIXAS MÍNIMAS E MÁXIMAS SUGERIDAS PARA AS APPS DE
CADA TRECHO**



6798000
6796800
6795600
6794400

Legenda

- Faixas de APP máx: 20m | mín: 15m
- Faixas de APP máx: 10m | mín: 5m
- Faixas de APP máx: 5m | mín: 0m
- Área urbana consolidada
- Zona Urbana de São Marcos
- Escola
- + Estrutura de saúde
- Histórico de deslizamento
- Histórico de inundação
- Área de lazer
- Ponto Turístico
- ▲ Sítio arqueológico
- Parque Municipal
- Prefeitura Municipal

Fontes de dados: Traçado de cursos d'água (FEPAM, 2018) (a autora, 2024) (Probio, 2019). Faixas de APP sugeridas (a autora, 2024). Estruturas do município (A autora, 2024). Sítios arqueológicos (IPHAN, 2024).
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Datum: SIRGAS 2000, Fuso 22 Sul.

492000

494000

496000