

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

SAMUEL DOS SANTOS LIECHESKI

**PROPOSTA DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA DEFINIÇÃO DE FAIXAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM SISTEMA DE DRENAGEM NATURAL E
ANTRÓPICO EM ÁREA URBANA CONSOLIDADA**

CRICIÚMA

2022

SAMUEL DOS SANTOS LIECHESKI

**PROPOSTA DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA DEFINIÇÃO DE FAIXAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM SISTEMA DE DRENAGEM NATURAL E
ANTRÓPICO EM ÁREA URBANA CONSOLIDADA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador(a): Prof. MSc. Sérgio Luciano Galatto

CRICIÚMA

2022

SAMUEL DOS SANTOS LIECHESKI

**PROPOSTA DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA DEFINIÇÃO DE FAIXAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM SISTEMA DE DRENAGEM NATURAL E
ANTRÓPICO EM ÁREA URBANA CONSOLIDADA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Criciúma, 23 de novembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Sérgio Luciano Galatto - Mestre - (UNESC) - Orientador

Prof. Lucas Kister do Amaral - Mestre - (UNESC)

Prof. Jori Ramos Pereira - Doutor - (UNESC)

**A Deus, pela presença em minha vida, a
minha família pelo suporte e incentivo a
buscar todos os meus sonhos. Dedico-lhes!**

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Onésimo Liecheski e Eliane Garcia dos Santos Liecheski por todo o esforço e apoio para a conclusão da minha graduação.

A minha namorada Letícia Quirino Alves pela compreensão, paciência e por estar ao meu lado nos momentos mais importantes da minha vida.

Ao professor orientador Sérgio Luciano Galatto, por todo empenho e compartilhamento do seu conhecimento, para a conclusão desse trabalho.

Ao meu grande amigo e supervisor de estágio não obrigatório no Ministério Público Federal, o Engenheiro Ambiental e Civil Tiago Luiz Costa da Silva, sua experiência no campo da engenharia e ambiente SIG, me deram suporte a execução desse trabalho.

Aos colegas da Prefeitura Municipal de Criciúma, M.Sc. Maurício Thadeu Fenilli de Menezes e Eng. Ambiental Guilherme Alexandre Colombo por todas as informações prestadas e aprendizados de campo oferecidos para mim.

A todas as pessoas e profissionais que passaram pela minha graduação e me fizeram concluir essa jornada.

“Onde existe preservação da natureza, existe futuro.”

Paola Rhoden

RESUMO

A determinação de critérios técnicos essenciais para a definição de faixas de APP em área urbana consolidada tem base na Lei n. 14.285/2021 que atribui ao poder público municipal essa tarefa. A gestão do uso e ocupação do solo em área urbana consolidada tem sido foco de muitos estudos no Brasil. Na cidade de Criciúma/SC, não é diferente, pois à necessidade de definir em campo os locais de nascentes, cursos de água natural e sistemas de drenagem antrópico para uma melhor gestão ambiental territorial. A área de estudo deste trabalho fica situada no bairro Santa Catarina, em Criciúma - SC. Inicialmente, levantou-se os sistemas de drenagem natural e antrópico na área de estudo, coletando coordenadas, registros fotográficos e caminhamento em campo. A identificação de sistemas de drenagem natural e antrópico em campo deu-se em função do Projeto Águas de Criciúma realizado pela Diretoria de Meio Ambiente de Criciúma/SC (DMACRI). O objetivo do estudo é a determinação de faixa de APP de sistema de drenagem natural em área urbana consolidada, empregando diretrizes da legislação federal, estadual e municipal. O estudo consistiu na identificação, conferência e mapeamento do sistema de drenagem natural e antrópico, mapeamento do uso do solo, análise dos equipamentos de infraestrutura, existência de áreas de risco, determinação da qualidade da água e criação de critérios para determinação das faixas de APP. Foi utilizado software de geoprocessamento para a planejamento e espacialização dos sistemas de drenagem identificados. Os resultados permitiram determinar faixas de APP de duas nascentes e três cursos de água classificados como perenes. A rede de microdrenagem encontrada no local, não foi atribuída faixa APP, tendo sido executado em data anterior ao marco temporal adotado (ano de 2012). Dos quatro pontos de coleta de água amostrados para determinação do IQA, três foram classificados como ruim e um como aceitável, estes possuindo o contato direto com despejo de esgoto sanitário. Foram identificadas residências em APP, nas quais necessitam de medidas compensatórias e tratamento específico por parte dos órgãos responsáveis. Os critérios técnicos definidos neste estudo permitiram classificar com segurança o conceito proposto para área urbana consolidada e a definição de faixas de APP nos cursos de água e nascentes na área de estudo.

Palavras-chave: Área de preservação permanente. Diagnóstico Socioambiental. Área urbana consolidada.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Curvas médias de variação para cada parâmetro analisado.	21
Figura 2 - Encosta rochosa no bairro Santa Catarina.	26
Figura 3 - Mapa índice dos setores de risco de Criciúma.	27
Figura 4 - Zoneamento urbano na área de estudo (polígono verde).	28
Figura 5 - Localização espacial do município de Criciúma destacando em polígono vermelho a área de estudo.....	32
Figura 6 - Rede de drenagem natural no município de Criciúma.	33
Figura 7 - Nascentes, cursos d'água e micro e macro drenagem na área de estudo.	41
Figura 8 - Ilustração com análise temporal da área de estudo.....	43
Figura 9 - Mapa do uso atual do solo na área de estudo.	44
Figura 10 - Existência de sistemas de infraestrutura pública. Em A sistema de micro drenagem e em B despejo de esgoto sanitário de residência.	46
Figura 11 - Mapa com a área consolidada e não consolidada, na região de estudo.	47
Figura 12 - Ilustração das áreas de risco na área de estudo.	49
Figura 13 - IQA dos pontos amostrados.....	51
Figura 14 - Faixas de APP em área urbana não consolidada na área de estudo.	53
Figura 15 - Ocupações em áreas de preservação permanente.	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Elementos pertencentes aos sistemas de macro e micro drenagens. ...	19
Quadro 2 - Identificação do sistema de drenagem natural e antrópico.	35
Quadro 3 - Parâmetros técnicos para estabelecimento de área urbana consolidada, conforme Lei n. 14.285/2021.....	38
Quadro 4 - Diretrizes essenciais selecionadas para a elaboração do Diagnóstico Socioambiental.....	39
Quadro 5 - Classificação do sistema de drenagem na área de estudo.	40
Quadro 6 - Melhorias ambientais e de infraestrutura destacadas por trechos.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tempo de retorno para sistemas urbanos.....	19
Tabela 2 - Classificação do IQA.....	37
Tabela 3 - Classes de uso atual do solo na área de estudo.....	45
Tabela 4 – Metragem da tipologia “área consolidada” e “área não consolidada”.....	48
Tabela 5 - Resultado das análises obtidas em laboratório.....	50
Tabela 6 - Metragem das ocupações em APP.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento
APP	Área de Preservação Permanente
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONPDEC	Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
COSIP	Contribuição para Custeio da Iluminação Pública
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DC	Defesa Civil
DSA	Diagnóstico Socioambiental
DMACRI	Diretoria de Meio Ambiente de Criciúma
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBAMA	Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPAT	Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas
IPARQUE	Parque Científico e Tecnológico
IQA	Índice de Qualidade de Água
MPSC	Ministério Público de Santa Catarina
NSF	National Sanitation Foundation
PMC	Prefeitura Municipal de Criciúma
SCAR	Sistema de Cadastro Ambiental Rural
SGB	Serviço Geológico do Brasil
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
ZR 1-2	Zona Residencial 1 - 2 pavimentos
ZR 2-4	Zona Residencial 2 - 4 pavimentos
ZR 3-8	Zona Residencial 3 - 8 pavimentos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVO	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 RECURSOS HÍDRICOS.....	17
3.2 MACRO E MICRO DRENAGEM	18
3.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA	20
3.4 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	22
3.5 ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS	23
3.6 ÁREAS DE RISCO	25
3.8 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL..	29
4 METODOLOGIA	31
4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	31
4.1.1 Aspectos ocupacionais	34
4.2 IDENTIFICAÇÃO, CONFERÊNCIA E MAPEAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM NATURAL E ANTRÓPICO	34
4.3 DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	36
4.4 MAPEAMENTO DO USO ATUAL DO SOLO	37
4.5 CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA ESTABELECIMENTO DE ÁREA URBANA CONSOLIDADA	38
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	40
5.1 IDENTIFICAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM NATURAL E ANTRÓPICO..	40
5.2 INFRAESTRUTURA EXISTENTE	44
5.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	50
5.4 DETERMINAÇÃO DE FAIXAS DE APP EM ÁREA URBANA CONSOLIDADA..	51
5.5 PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS AMBIENTAIS E DE INFRAESTRUTURA.....	55
6 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE(S)	63
APÊNDICE A – FICHAS DESCRITIVAS	64
APÊNDICE B – TRECHOS DE DRENAGEM	66

APÊNDICE C – ATENDIMENTO AOS CRITÉRIOS POR TRECHO, CONFORME LEI N. 14.285/2021	77
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanentes (APP), segundo Schaffer (2011), são consideradas reservas ecológicas, sendo criadas para proteger o ambiente natural. Isto significa que não são áreas apropriadas para alteração de uso da terra, devendo estar cobertas com a vegetação original, tendo à função de preservar os recursos hídricos. Nesse aspecto, a cobertura vegetal em APP tem a função de atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação do solo, regularizando o fluxo hídrico, e trazendo benefícios para a fauna local.

No Brasil, os primeiros parâmetros que tratam de preservação permanente entraram em vigor com o Código Florestal Brasileiro de 1965, impondo restrições sobre o uso de APP, que são espaços físicos legalmente protegidos pela Lei Federal n. 4.771/65 (BRASIL, 1965). Em 2012, o novo Código Florestal (BRASIL, 2012) com base no Código Florestal de 1965, especifica que foram mantidas a definição das faixas de preservação de cursos d'água natural, perene e intermitente, excluídos os cursos efêmeros.

O crescimento populacional, especialmente em áreas urbanas, tem ocasionado uma pressão no uso e ocupação de áreas territoriais, afetando as áreas de APP, especialmente de cursos d'água. Em 25 de maio de 2021, a Lei n.14.285 (BRASIL, 2021), atribuiu aos municípios a definição das faixas de APP de cursos d'água, em área urbana consolidada. Portanto, cabe aos municípios identificar, inspecionar e validar a rede de drenagem natural e assim, estabelecer a faixa de preservação.

O uso e a ocupação do solo de forma desordenada, especialmente em áreas urbanas, têm promovido prejuízos econômicos, sociais e de qualidade de vida. A desatualização de informações geoespaciais para o planejamento urbano, no tocante ao sistema de hidrografia, tem acarretado prejuízos tanto à proteção do patrimônio natural, como ao desenvolvimento econômico, uma vez que traz incertezas a população e a investidores que buscam áreas passíveis para a ampliação territorial, ganhos econômicos e menor danos ao meio ambiente.

Neste aspecto, o uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta de manejo de informações espaciais, tem contribuído no planejamento e manejo dos recursos naturais, permitindo o mapeamento temático dos recursos

naturais, a ordenação territorial, a caracterização de bens naturais, dentre outras aplicações.

Este estudo buscou realizar a conferência, inspeção e verificação de campo junto ao sistema de drenagem natural (nascentes e cursos d'água) e antrópico (micro e macrodrenagem) em área urbana situada no bairro Santa Catarina e imediações, no município de Criciúma. O sistema de drenagem foi delimitado em campo e especializado em ambiente SIG, produzido mapa ilustrativo atualizado, que permitiu a demarcação das APP, podendo ser útil ao licenciamento ambiental municipal, tendo como base legal o Código Florestal Brasileiro (Lei n. 12.651/2012), a Lei n.14.285, de 25 de maio de 2021 e a Resolução CONSEMA 196/2022 que dispõe sobre as orientações para o Diagnóstico Socioambiental.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Elencar parâmetros técnicos para definir faixa de preservação permanente do sistema de drenagem natural e antrópico em área urbana consolidada no bairro Santa Catarina e imediações, localizado em Criciúma.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar, conferir e mapear em campo o sistema de drenagem natural e antrópico.
- Determinar a qualidade das águas superficiais a partir do índice de qualidade da água.
- Mapear o uso do solo atual nas faixas de APP no sistema de drenagem natural e antrópico.
- Estabelecer parâmetros técnicos para definição das faixas de APP em área urbana consolidada.
- Aplicar as faixas de APP no sistema de drenagem natural.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 RECURSOS HÍDRICOS

A água é uma molécula simples e que pode ser considerada o líquido da vida, sendo a substância mais abundante do planeta e o componente majoritário dos seres vivos, podendo representar de 65 a 95% de massa da maior parte das formas de vida. É uma das substâncias mais simples, porém a mais importante, todas as reações que acontecem em nosso organismo dependem dela. Sem ela, a vida em nosso planeta não existiria (MACEDO, 2004).

É um mineral essencial à vida, sendo considerado um bem de consumo renovável, o que permite a sustentabilidade da biodiversidade, e tem sua aplicabilidade relacionada com o grau de qualidade que apresenta (OKANA; POLETO, 2014; TUCCI; SILVEIRA, 2015).

A Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, baseia-se nos seguintes fundamentos estabelecidos no Art. 1º:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. (BRASIL, 1997).

Dentro destes fundamentos, contém a necessidade da participação de todos os envolvidos e interessados na gestão e utilização dos recursos hídricos existentes. Os planos de recursos hídricos são constituídos por metas de curto, médio e longo prazo, e buscam orientar e gerenciar conflitos de uso potenciais, exigem a realização de diagnóstico da situação atual das águas superficiais e subterrâneas, bem como definir medidas de proteção das águas, incluindo a qualidade para diversos usos (BRASIL, 1997).

A proteção a vegetação nativa é definida pela Lei n. 12.651/2012, onde no Art. 3º, inciso XVII, apresenta o conceito de nascente, como sendo: “Nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água.” (BRASIL, 2012). Quanto a localização, as nascentes podem ser fixas quando não mudam de posição ao longo do ano e móveis quando sofrem movimentos oscilatórios e são controladas pela saturação do lençol freático (BARGOS, 2019). Quanto a definição de perenidade, intermitente ou efêmero, podemos utilizar como normativa, o Decreto n. 7.830, de 17 de outubro de 2012, que dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SCAR), onde em seu Art. 2º entende-se por:

XII - rio perene - corpo de água lóxico que possui naturalmente escoamento superficial durante todo o período do ano;

XIII - rio intermitente - corpo de água lóxico que naturalmente não apresenta escoamento superficial por períodos do ano;

XIV - rio efêmero - corpo de água lóxico que possui escoamento superficial apenas durante ou imediatamente após períodos de precipitação (BRASIL, 2012).

3.2 MACRO E MICRODRENAGEM

Os sistemas de drenagem urbana são melhoramentos públicos existentes em áreas urbanas, compostos por dois sistemas distintos, diferenciados perante critérios como, diâmetro de equipamentos, período de retorno, vazões suportadas, planejamento e projetos.

Microdrenagem é “composto pelos pavimentos de ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo e canais de pequena dimensão, em contrapartida, macrodrenagem é geralmente composta por canais abertos ou contorno fechado de maiores dimensões” (FCTH, 1999).

O sistema de microdrenagem possui dimensionamento para vazões de 2 a 10 anos de tempo de retorno (TR), enquanto que o sistema de macrodrenagem é projetado para escoamentos de 25 a 100 anos de TR (FCTH, 1999). A Tabela 1 apresenta os tempos de retorno, características e os intervalos recomendados.

Tabela 1 - Tempo de retorno para sistemas urbanos.

Sistema	Característica	Tempo de retorno (ano)	Valor recomendado (anos)
Microdrenagem	Residencial	2 - 5	2
	Comercial	2 - 5	2
	Áreas de prédios públicos	2 - 5	2
	Áreas comerciais e avenidas	2 - 10	2
	Aeroporto	5 - 10	5
Macro drenagem		10 - 50	10
Zoneamento de áreas ribeirinhas		5 - 100	50

Fonte: Manual de drenagem urbana, município de Toledo - PR (2017, p.8).

Segundo Tucci (2016), o tamanho da área de influência da drenagem também pode ser considerado critério de diferenciação entre os sistemas de drenagem; obras com área inferior a 2 km² são definidas como microdrenagem e as que excedam 2 km², macrodrenagem.

Os elementos estruturais de sistemas de drenagem com diâmetro inferior a 1,5 m são considerados microdrenagem, enquanto com diâmetro superior a 1,5 m, são denominados macrodrenagem (FUNASA, 2016). Estes sistemas são preventivos a inundações de áreas mais baixas de comunidades, essenciais na prevenção de eventos extremos causados pela natureza.

A execução de obras de macrodrenagem e microdrenagem possuem o objetivo de amenizar os efeitos imediatos, diretos e indiretos causados pelas inundações, enchentes e alagamentos, que de maneira geral possuem nomenclaturas semelhantes, porém, abordagem conceitual distinta.

A respeito dos elementos constituintes da macro e microdrenagem, seguindo o embasamento da Funasa (2016), são apresentados os principais itens constituintes destes sistemas (Quadro 1).

Quadro 1 - Elementos pertencentes aos sistemas de macro e microdrenagens.

Sistema	Componentes
Microdrenagem	Meio fio Sarjetas Bocas coletoras Poço de visita Dissipador

Sistema	Componentes
	Galerias Sarjetão
Macrodrenagem	Galerias de grandes dimensões Canais artificiais Modificação morfológica de canais naturais Reservatórios de detenção

Fonte: Do autor, 2022.

O Diagnóstico Socioambiental do Leito Principal do Rio Criciúma desenvolvido em 2019, a partir da parceria contratual firmada entre a Prefeitura Municipal de Criciúma e o Parque Científico e Tecnológico (IPARQUE) da FUCRI/UNESC, estabeleceu faixas de preservação e proteção em cursos de água, nascentes e sistemas de drenagem. Os estudos técnicos embasadores do diagnóstico, permitiu concluir que nas situações onde o curso d'água estava canalizado, e este sendo um sistema de drenagem artificial, perdeu as suas funções naturais, desde que estando em área urbana consolidada. Nessa situação, e privando da retirada ou reversão das canalizações e não havendo ganho ambiental, a equipe técnica que elaborou o diagnóstico socioambiental entendeu viável a manutenção de uma faixa de segurança, apenas da porção da área não edificável correspondente à cinco metros (cada lado) para serviços de limpeza e manutenção (IPARQUE/UNESC, 2019).

3.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

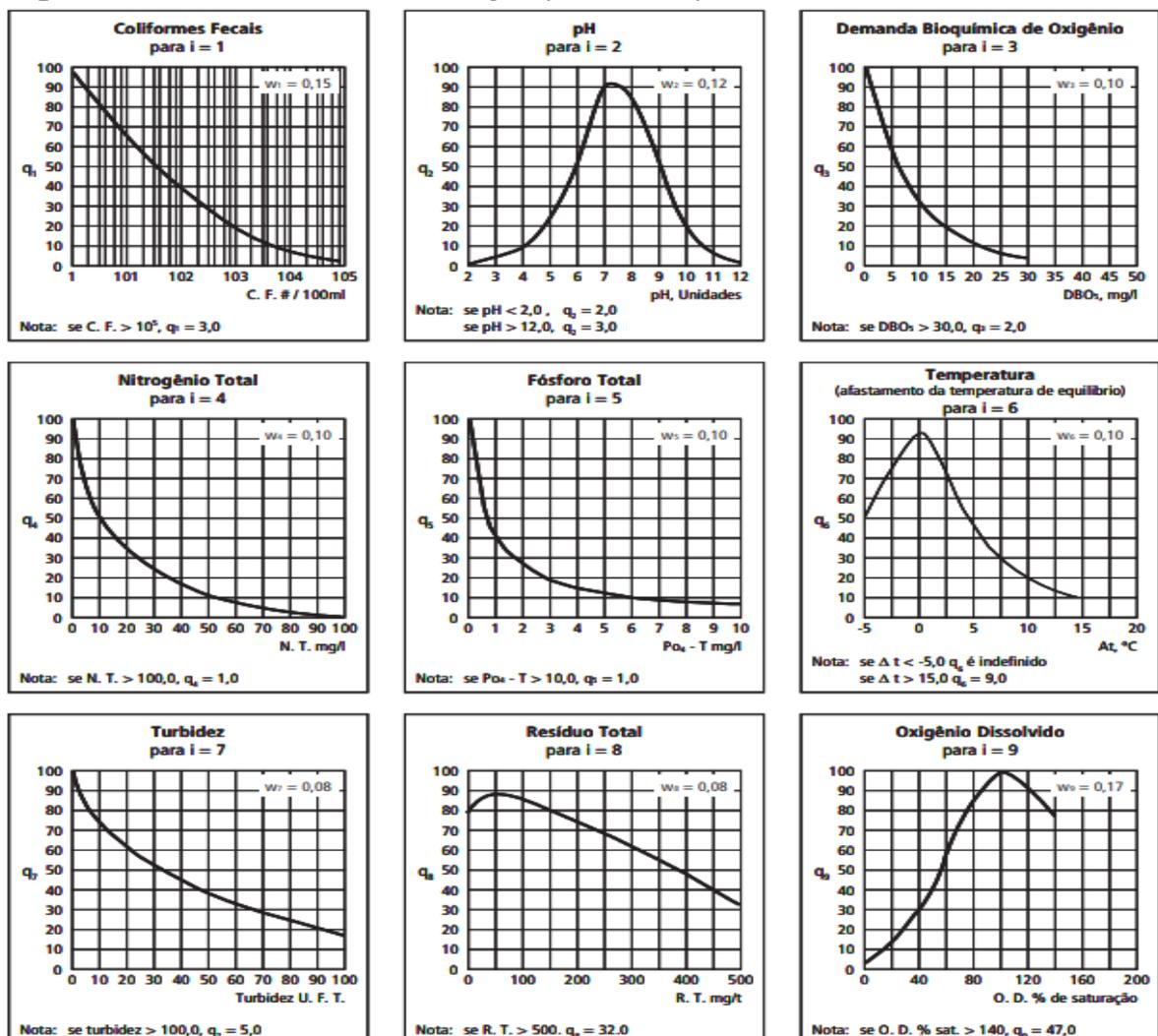
Segundo Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA, 2021), o Índice de Qualidade de Água (IQA), foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento.

A metodologia de avaliação pela temática IQA, segue a normativa da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) utilizada desde 1975, na qual, resulta em uma fácil comunicação com a comunidade geral. A combinação dos resultados permite chegar em uma média geral, que facilita a compreensão dos parâmetros e classifica de maneira inicial a possibilidade de o recurso servir para abastecimento público.

O estudo “National Sanitation Foundation (NSF)” dos Estados Unidos realizado em 1970 serviu como fonte metodológica para a Companhia, na qual avaliou nove variáveis consideradas relevantes: pH, turbidez, sólidos totais, OD (oxigênio dissolvido), DBO (demanda bioquímica de oxigênio), diferença de temperatura da hora da coleta e na hora da análise, nitrogênio total, fósforo total e coliformes fecais (CETESB, 2020).

O IQA resume-se no estabelecimento de curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas são sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, acompanhadas de um valor correspondente ao peso relativo, como mostra a Figura 1. O resultado é calculado pelo produtório ponderado das variáveis que pertencem ao índice (CETESB, 2020).

Figura 1 - Curvas médias de variação para cada parâmetro analisado.



Fonte: CETESB, 2020.

A partir dos cálculos e da determinação do índice, é gerada a classificação das águas, que variam numa escala de 0 a 100 e enquadra as águas em cinco categorias: péssima, ruim, regular, boa e ótima.

3.4 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Expressa no novo Código Florestal, por meio da Lei n. 12.651/2012, que dispõe sobre a proteção de vegetação nativa, entende-se por Área de Preservação Permanente (APP) no Art. 3, inciso II:

“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” (BRASIL, 2012).

Segundo o Art. 4. da Lei n. 12.651/2012, considera-se APP, dentro de áreas urbanas ou rurais, faixas próximas de cursos d’águas naturais, perenes e intermitentes, exceto os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, como também para nascentes e olhos d’água, as larguras representadas na Tabela 2, (BRASIL, 2012).

Tabela 2 - Faixas proteção e larguras dos recursos hídricos.

Faixa da APP	Largura do Recurso Hídrico
30 metros	< 10 metros
50 metros	≥ 10 a 50 metros
100 metros	≥ 50 a 200 metros
200 metros	≥ 200 a 600 metros
500 metros	> 600 metros
50 metros	Nascentes e olhos d’águas perenes

Fonte: Do autor, 2022.

No âmbito do código florestal, pode ser observado outras considerações a respeito das delimitações de APP, de caráter distintos aos das faixas marginais de cursos d’água perene ou intermitente, fazendo menção as situações próximas de encostas com declividade acidentada, manguezais, chapadas, topo de morro e áreas com elevada altitude, sendo expressos no Art. 4º e nos seguintes incisos:

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, 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 25º, 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. (BRASIL, 2012).

Uma das principais alterações sobre o âmbito das APP está disponibilizada no Art. 3º da Lei n. 14.285, de 25 de maio de 2021, passando a vigorar acrescidos do respectivo §5º: “Os limites das áreas de preservação permanentes marginais de qualquer curso d'água natural em área urbana serão determinados nos planos diretores e nas leis municipais de uso do solo, ouvidos os conselhos estaduais e municipais de meio ambiente” (BRASIL, 2021).

A alteração supracitada corresponde à necessidade dos municípios em realizar estudos socioambientais que viabilizam a ocupação e o uso do solo municipal, avaliando as áreas de interesse para expansão territorial e os zoneamentos previstos. A partir disso, é verificado se os mesmos convergem com áreas de proteção permanente que estão fora das regiões urbanas consolidadas, e que possuem critérios a serem atendidos para determinação dessa condição prevista na Lei (BRASIL, 2021).

3.5 ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS

O Ministério Público de Santa Catarina (MPSC), no seu Parecer Técnico n. 34/2014/GAM/CIP, enquadrou área urbana consolidada aquela que:

Considera-se área urbana consolidada aquela situada em zona urbana delimitada pelo poder público municipal, com base em diagnóstico socioambiental, com malha viária implantada, com densidade demográfica considerável e que preencha os requisitos do art. 47, II, da Lei nº 11.977/2009, excluindo-se o parâmetro de 50 habitantes por hectare (MPSC, 2015).

De acordo com a Lei Federal n. 13.465/2017 para definição de área urbana consolidada, é necessário que se encontre em perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou pela lei municipal, existir um sistema viário implementado e com vias de circulação pavimentadas, estar organizadas em quadras, com lotes predominantemente edificados, ter uso na sua maioria urbano, com a existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, mistas ou voltadas à prestação de serviço. Ter ainda a presença de no mínimo três instrumentos de infraestrutura urbana implementada, como: i) Drenagens de águas pluviais; ii) Esgotamento sanitário; iii) Abastecimento de água potável; iv) Distribuição de energia elétrica; e v) Limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos urbanos (BRASIL, 2017).

No tocante a Lei n. 14.285/2021, Art. 3, a definição de área urbana consolidada exige o atendimento aos seguintes critérios:

- 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.
 - 5. limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2021).

Dessa forma, faz-se necessário a elaboração de pesquisa socioambiental que busca estudar e comprovar que as faixas marginais de cursos d'água estejam inclusas no perímetro urbano, pelo plano diretor ou lei municipal, e dispondo de sistemas viários, estando organizadas por lotes e quadras edificadas, em sua maioria.

No aspecto geral, a área urbana consolidada é caracterizada pela existência de comércios, casas, edifícios, indústrias, instituições e prestadoras de serviços, e dispor ainda de, pelo menos, dois equipamentos de infraestrutura urbana, como aqueles citados no Art. 3º da Lei Federal n. 14.285, que entrou em vigor em 2021 (BRASIL, 2021).

3.6 ÁREAS DE RISCO

Descrita pela Lei n. 12.608 de 2012, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), necessita a identificação e mapeamento das áreas municipais que estão sujeitas a danos adversos causados pela natureza.

O Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) iniciou os levantamentos de 821 municípios brasileiros inclusos no cadastro nacional de cidades suscetíveis a desastres naturais, como, deslizamentos de grande porte, inundações e outros eventos geológicos e hidrológicos (CPRM, 2014).

Em Criciúma, o levantamento ocorreu no ano de 2014, pela SBG/CPRM e Defesa Civil (DC) municipal, identificando 17 áreas de risco no território criciumense. Segundo Hoelzel, Bellettini e Jorge (2014), foram registrados dois setores no município de Criciúma com “muito alto risco de inundações”, dois setores com “muito alto risco a movimentações de massa” e o restante dos setores com “alto risco de inundações”.

O bairro Santa Catarina, no município de Criciúma, área de estudo deste trabalho, não possui nenhum setor caracterizado como área de risco pela CPRM. Em contrapartida, a título de informação, a equipe técnica responsável pelo estudo, ressaltou o problema gerado por uma encosta rochosa íngreme, com pouca cobertura de solo, mas distante de residências circunvizinhas, conforme mostra a (Figura 2). Os técnicos da CPRM sugeriram à Defesa Civil de Criciúma, o monitoramento da situação da encosta, visando o controle de possíveis incidentes (HOELZEL; BELLETTINI; JORGE, 2014).

Figura 2 - Encosta rochosa no bairro Santa Catarina.

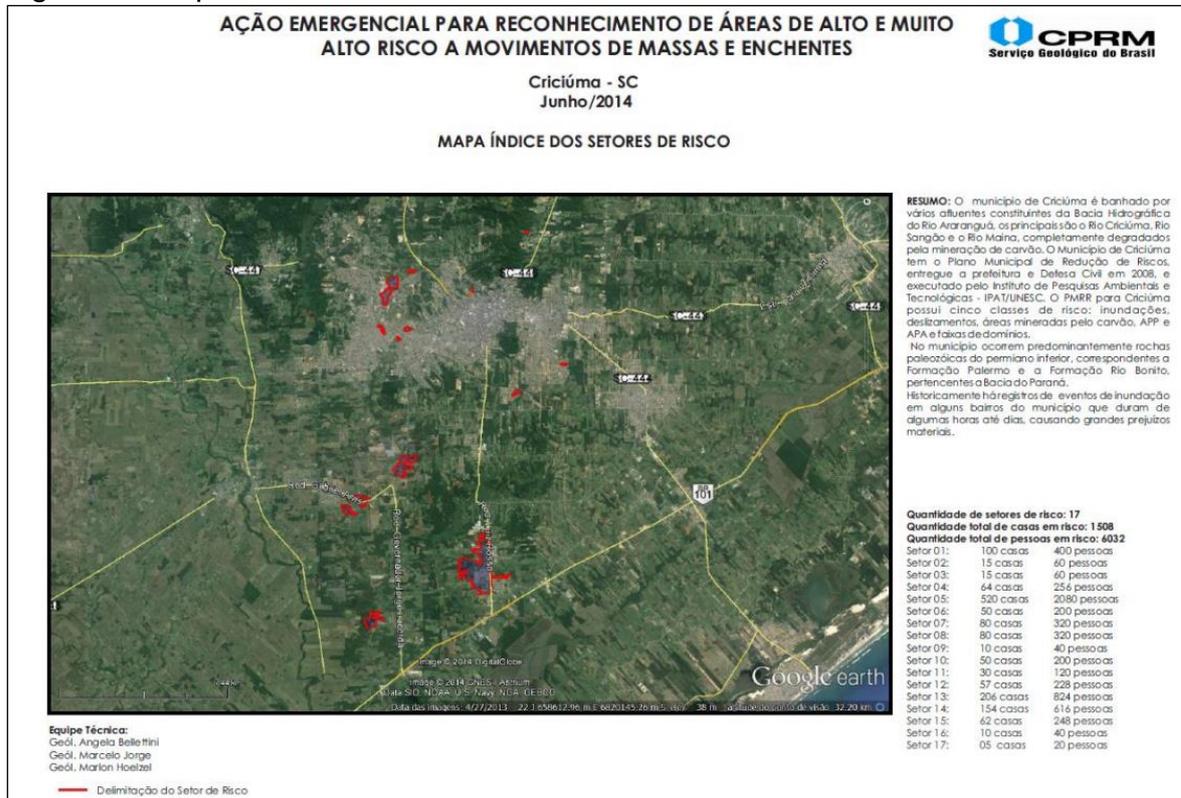


Fonte: CPRM, 2014.

A ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa, apresentou duas situações próximas a área de estudo do bairro Santa Catarina, nomeadas de SC_CR_SR_16_CPRM e SC_CR_SR_17_CPRM, com tipologia de escorregamento planar, localizadas nas ruas Emília Maria de Jesus e Francisco Martinhago, respectivamente como pode ser visto na Figura 3.

Hoelzel, Bellettini e Jorge (2014) descrevem as áreas potenciais como ocupações residências em encosta natural, onde os terrenos possuem declividade elevada, intervenções de corte e aterro para construção. Nessa situação, foram identificadas, aproximadamente 15 residências, que possuem risco, e como sugestão, os autores propuseram medidas de evacuação preventiva em eventos extremos e criação de políticas de controle ocupacional, no entorno dos setores.

Figura 3 - Mapa índice dos setores de risco de Criciúma.



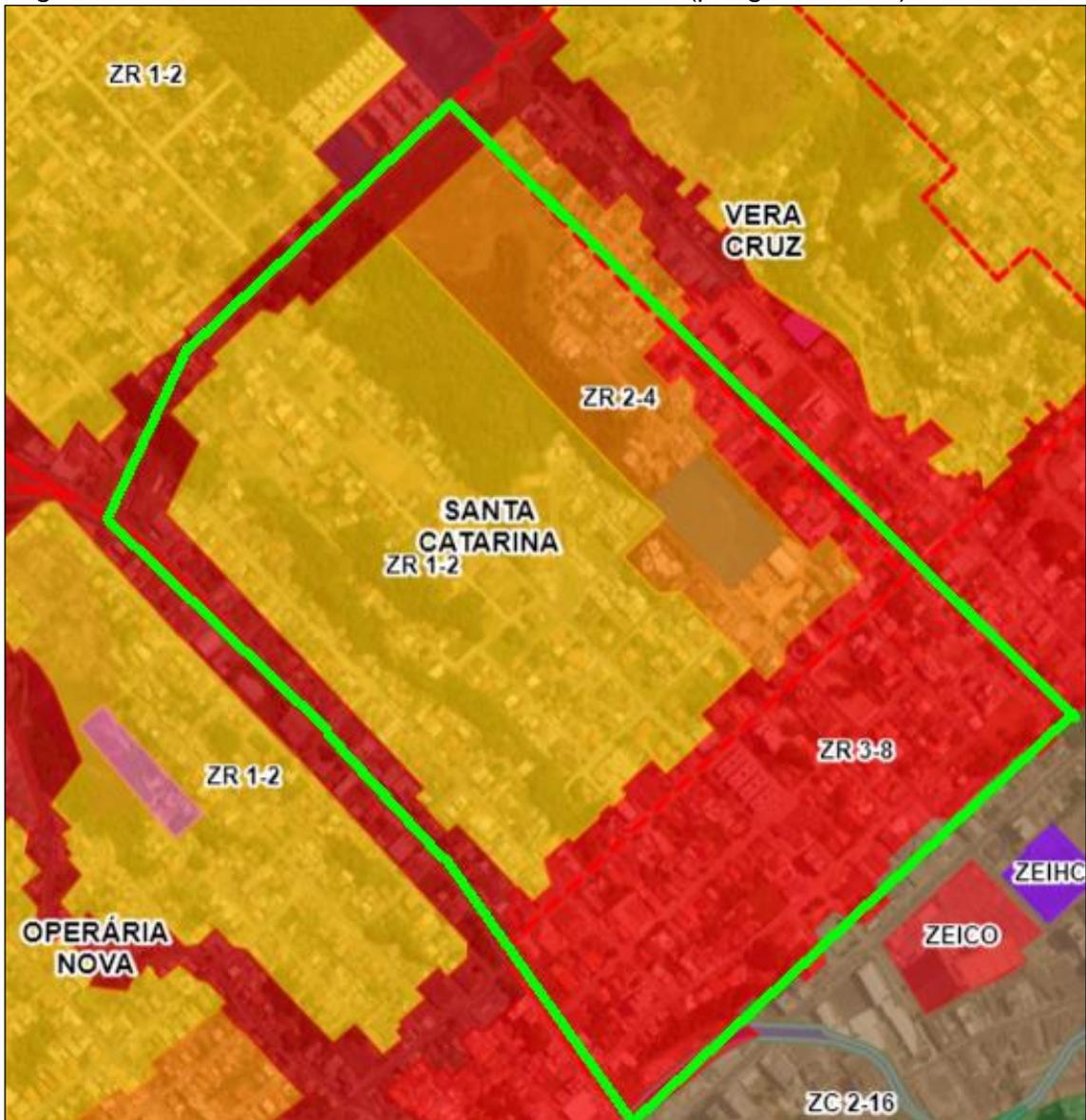
Fonte: CPRM, 2014.

3.7 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A Lei municipal n. 3900, de 28 de outubro de 1999, faz saber a todos os habitantes de Criciúma, os zoneamentos, objetivos e orientações para o controle e desenvolvimento urbano municipal. No tocante, o território municipal ficou dividido em duas zonas, urbana e rural, conforme informa o art. 4º (CRICIÚMA, 1999).

A Figura 4 apresenta o zoneamento urbano caracterizado na área de estudo (polígono em verde), conforme consulta prévia municipal, disponível para acesso público no site da Prefeitura Municipal de Criciúma.

Figura 4 - Zoneamento urbano na área de estudo (polígono verde).



Fonte: Prefeitura Municipal de Criciúma, 2022.

Fazendo menção a Figura 4, os zoneamentos permitidos na área de estudo correspondem a ZR 1-2 (Zona Residencial 1 - 2 pavimentos), ZR 2-4 (Zona Residencial 2-4 pavimentos) e ZR 3-8 (Zona Residencial 3 - 8 pavimentos), sendo permitido as seguintes condições:

ZR 1 - Zona Residencial 1 - Caracteriza - se pelas condições físicas com alguma restrição à ocupação, com disponibilidade de infraestrutura urbana, permitindo uma ocupação de média densidade populacional integrada às atividades de comércio e serviços.

ZR 2 - Zona Residencial 2 - Caracteriza-se pelas condições físicas favoráveis à ocupação, com disponibilidade de infraestrutura urbana, permitindo uma alta densidade populacional integrada às atividades de comércio e serviços.

ZR 3 - Zona Residencial 3 - Caracteriza-se pela proximidade às áreas geradoras de emprego, com lotes menores, justificando uma ocupação do solo que possibilite maior oferta habitacional e otimização do aproveitamento da infraestrutura urbana (CRICIÚMA, 1999, art. 7º).

O zoneamento da área de estudo prevê a utilização das quadras e lotes majoritariamente residencial. As 3 (três) zonas residenciais encontradas diferem-se pela densidade populacional, permitindo média e alta taxa, possibilitando maiores ofertas habitacionais, buscando integração nas atividades de comércio e serviços, gerando um melhor aproveitamento da infraestrutura urbana municipal.

Outro ponto de alternância se dá pelo número de pavimentos permitidos em cada zoneamento, autorizando construções de 1 a 2 pavimentos, 2 a 4 pavimentos, como também execução de edifícios verticais de 3 a 8 pavimentos, aumentando o índice de ocupação e alta densidade populacional.

3.8 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

A resolução CONSEMA 196/2022, apresenta as diretrizes para a elaboração do Diagnóstico Socioambiental (DSA), na qual o conteúdo entregue forneça subsídio técnico para atendimento da Lei n. 14.285/2021, sendo estruturado da seguinte maneira:

1. Elementos Pré Textuais e Introdutórios;
2. Diagnóstico Socioambiental:
 - 2.1. Aspectos Físicos e Bióticos;
 - 2.2. Aspectos Socioeconômicos de Uso e Ocupação do Solo;
 - 2.3. Especificação dos Sistemas de Infraestrutura Urbana e Saneamento Básico Implantados, Outros Serviços, Equipamentos Públicos e Respectivos Planos de Saneamento, Resíduos Sólidos, Drenagem e Recursos Hídricos;
 - 2.4. Descrição e Delimitação da Área Urbana Consolidada;
 - 2.5. Descrição e Delimitação das Áreas Consideradas de Risco a Inundações, Deslizamentos e Histórico de Ocorrências;
 - 2.6. Descrição e Delimitação das Áreas de Preservação Permanente:
 - 2.6.1. Avaliação dos Riscos Ambientais;
 - 2.6.2. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente e com Restrições;
 - 2.6.3. Mapeamento das Áreas Consolidadas em APP;
 - 2.6.4. Mapeamento das Áreas Frágeis e degradadas;
 - 2.6.5. Mapeamento das Áreas de Interesse Ecológico e Ambiental Relevante e Unidades de Conservação;
 - 2.6.6. Indicação Das Faixas Marginais De Cursos D'água Em Área Urbana Consolidada;
 - 2.7. Conclusões e Recomendações;
3. Referências e Apêndices (CONSEMA, 2022, p. 06).

Após a conclusão do Diagnóstico Socioambiental, deverá ser encaminhado para análise do Conselho de Meio Ambiente Municipal, se não houver, poderá ser encaminhado ao Conselho Estadual para aprovação e posterior criação de legislação municipal na Câmara de Vereadores para pôr em prática a gestão territorial.

4 METODOLOGIA

Este estudo trata do levantamento de dados de campo de sistema de drenagem natural e antrópico em área urbana consolidada no bairro Santa Catarina e imediações, situado na cidade de Criciúma, com propósito do estabelecimento de faixa marginal de proteção. Portanto, este estudo tem sua aplicabilidade no campo da ciência e se enquadra como descritivo.

O estudo está inserido em consonância ao Projeto Águas de Criciúma, que consiste em identificar, verificar e mapear os sistemas de drenagem natural e antrópico, e definir as faixas APP. O desenvolvimento dos trabalhos de mapeamento da hidrografia no Projeto Águas de Criciúma ocorre por bairro, sendo os mapas temáticos disponibilizados no site da Prefeitura Municipal de Criciúma.

O Projeto Águas de Criciúma é gerenciado pela Diretoria de Meio Ambiente de Criciúma (DMACRI), sede do estágio obrigatório para conclusão do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

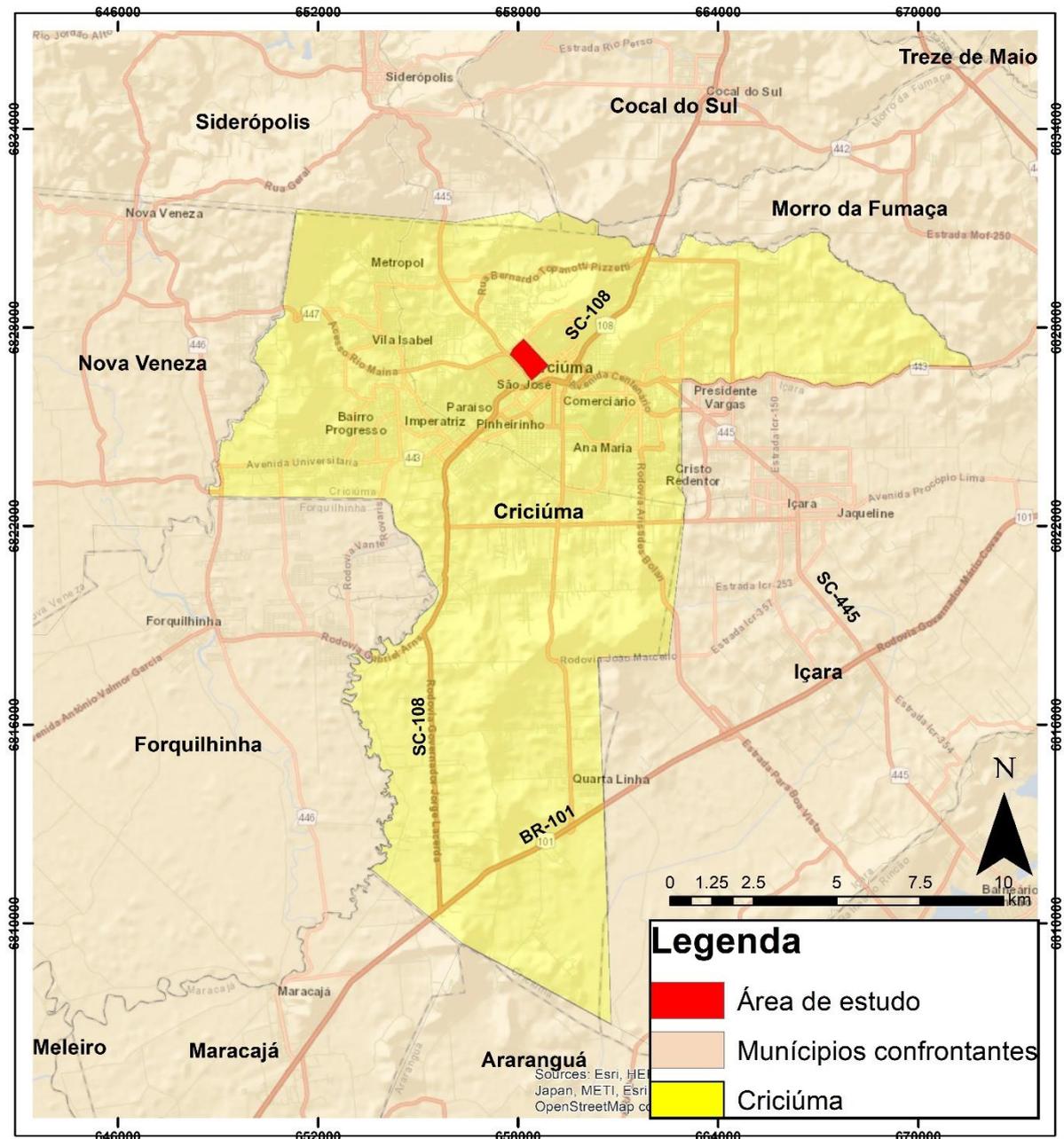
4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Criciúma, localiza-se no Sul de Santa Catarina, sob as coordenadas geográficas 28°40'28" de latitude Sul e 49°22'92" de longitude Oeste, ocupando uma área de 234.865 km² e tendo população estimada de 219.393 habitantes, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021).

A área de estudo, contempla toda a extensão do bairro Santa Catarina, estendendo-se para o bairro Centro até a Rua Araranguá, interceptando a macrodrenagem do rio Criciúma, local de deságue dos cursos de água e microdrenagens encontradas a montante na área de estudo.

O bairro Santa Catarina possui aproximadamente 48 hectares, porém foram adicionados a área de estudo mais 20 hectares da zona central do município, totalizando 68 hectares analisados neste trabalho. A Figura 5 traz a localização espacial da área de estudo perante a delimitação municipal de Criciúma.

Figura 5 - Localização espacial do município de Criciúma destacando em polígono vermelho a área de estudo.



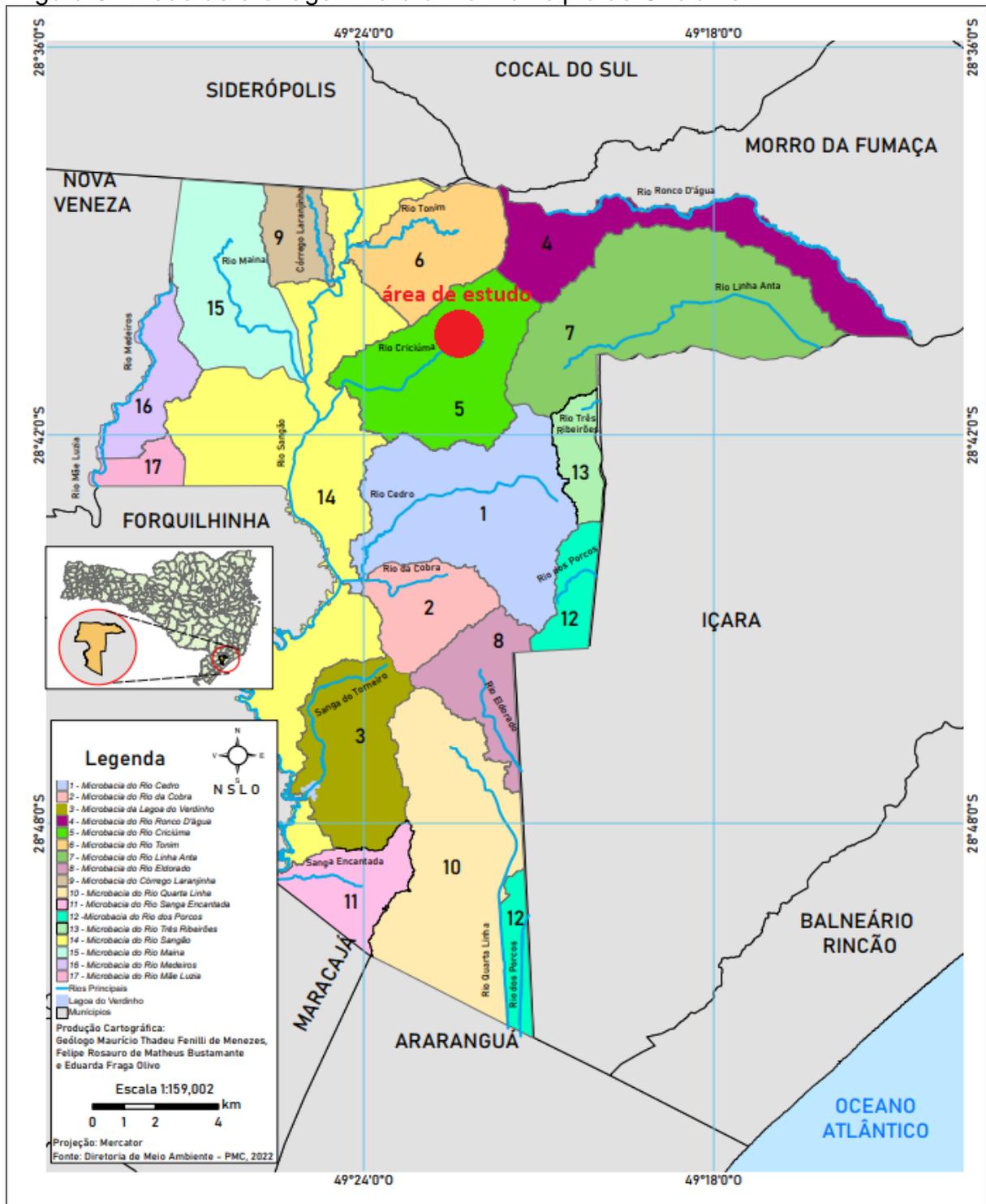
Fonte: Do autor, 2022.

O município de Criciúma está situado sobre as bacias hidrográficas dos rios Urussanga e Araranguá, tendo a área de estudo inserida na microbacia do rio Criciúma (Figura 6), pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá (BHRA). O rio Criciúma possui sua foz no rio Sangão, que deságua no rio Mãe Luzia e que por sua vez deságua no rio Araranguá, aonde chega ao oceano (IPAT/UNESC, 2010).

A microbacia do rio Criciúma, possui nascentes e cursos d'água que drenam a área urbana de Criciúma, abrangendo os bairros Próspera, Pio Corrêa, São

Simão, Mina Brasil, Cruzeiro do Sul, Lote 6, Vera Cruz, Santa Catarina, Centro, São Cristóvão, Comercário, Michel, Operária Nova, Santo Antônio, Santa Bárbara, Boa Vista, São Francisco, Paraíso, Teresa Cristina, Pinheirinho, Santa Augusta, Milanese, São Luiz, Fábio Silva e Bosque do Repouso (IPAT/UNESC, 2010).

Figura 6 - Rede de drenagem natural no município de Criciúma.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Criciúma, 2022.

4.1.1 Aspectos ocupacionais

Na área de estudo predomina residências unifamiliares, edifícios, instituições de ensino fundamental e educação infantil, academias, empresas desenvolvedoras de softwares, restaurantes e diversos outros empreendimentos com certa variedade de seguimentos, não sendo observadas indústrias de qualquer porte, tendo em vista, as restrições do zoneamento municipal.

Com relação à taxa de ocupação dos lotes em quadras, há uma variação de norte a sul. O aglomerado de glebas próximas à região central do município apresenta alta taxa de ocupação de lotes, entretanto, decorrendo o afastamento da zona central, no bairro Santa Catarina, em direção Norte, próximo ao bairro Mina do Mato, fica evidenciada a diminuição da taxa de ocupação, com maior ocorrência de lotes vazios e áreas de remanescentes florestais.

4.2 IDENTIFICAÇÃO, CONFERÊNCIA E MAPEAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM NATURAL E ANTRÓPICO

A identificação, conferência e levantamento do sistema de drenagem natural e antrópico na área de estudo, ocorreu em três etapas: i) análise prévia (pré-campo); ii) verificação de campo (vistorias); iii) tratamento de dados em ambiente SIG.

A análise prévia consistiu no levantamento de dados públicos da rede de hidrografia e de sistema de drenagem disponível na Diretoria de Meio Ambiente de Criciúma, em formato .KML, aplicando-as no software Google Earth Pro. Posteriormente, foi confrontado as imagens aéreas disponíveis no programa, delimitando uma linha do tempo para verificar a situação do sistema de drenagem natural.

Foi realizada a sobreposição do sistema de drenagem natural com as imagens aéreas antigas (datadas de 1978, 2002, 2012 e 2022), com intuito de realizar uma avaliação multitemporal buscando identificar possíveis interferência e alterações. Estas informações permitiram entender as alterações que ocorreram ao longo do período devido ao avanço da urbanização.

As imagens aéreas de 1978 e 2002 foram disponibilizadas no banco de dados da Prefeitura de Municipal de Criciúma. Enquanto que a imagem de 2012 e 2022 disponível no software Google Earth Pro, onde passou por processo de

georreferenciamento e incorporado ao software ArcMAP 10.8, com adição dos shapes de hidrografias, buffers de áreas de preservação permanente e delimitação da área de estudo.

Em campo foram realizados caminhamentos ao longo do sistema de drenagem natural e antrópico, durante os dias 05 de setembro, 18 e 20 de outubro. Foram coletadas informações como: coordenadas, registro fotográfico, uso atual do solo, despejo de esgoto doméstico e de resíduos sólidos, tipologia de drenagem natural (nascente; curso de água perene, intermitente e efêmero), sistema de drenagem antrópico (macro e microdrenagem), seções (canais abertos ou fechados, boca de lobo, dreno, sarjeta, galeria de pequenas dimensões, etc.).

Em escritório utilizando ambiente SIG, foi realizado o tratamento dos dados de campo com a utilização de software ArcMAP 10.8 para espacialização do sistema de drenagem (natural e antrópico) da área de estudo.

Com a organização dos dados em ambiente SIG, foram extraídas informações do sistema de drenagem natural e antrópico, e hierarquizando com numeração específica por trecho (T- 01, T- 02, T- 0n...). Cada trecho avaliado recebeu o seguinte enquadramento (Quadro 2).

Quadro 2 - Identificação do sistema de drenagem natural e antrópico.

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-01	Nascente Curso d'água Ou Drenagem	Perene, intermitente ou efêmero	Meio fio; Sarjetas; Bocas coletoras; Poço de visita; Dissipador; Galerias; Sarjetão.	Galerias de grandes dimensões; Canais artificiais; Modificação morfológica de canais naturais; Reservatórios de retenção.	Aberta ou Fechada		

Fonte: Do autor, 2022

As informações do sistema de drenagem levantadas em campo foram organizadas em Ficha Descritiva (Apêndice A). Esta ficha é um material disponível no servidor da Prefeitura Municipal de Criciúma utilizado pelo Projetos Águas de Criciúma. As informações descritas são: coordenadas (GPS Garmin GPSMAP 62), registro fotográfico, imagem área, código de identificação, morfologia, regime hídrico, situação, regime pluviométrico e observações.

4.3 DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

A partir da definição do sistema de drenagem natural (nascentes e cursos d'água) e antrópico, foram definidas quatro estações de amostragem para caracterizar a qualidade das águas superficiais, sendo em duas nascentes, um dreno de 600 mm, que recebe a contribuição das nascentes e uma na macrodrenagem do rio Criciúma, onde é lançamento de todos os sistemas de drenagens canalizados do bairro Santa Catarina.

A metodologia de coleta, manuseio e preservação das amostras de águas superficiais seguiram as orientações e critérios definidos nas normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas): NBR 9897:1987 e NBR 9898:87, e o Guia nacional de coleta e preservação de amostras (CETESB, 2011). O método de amostragem adotado de águas superficiais foi o simples.

As coletas nos pontos de amostragem foram realizadas no dia 26 de outubro, sendo encaminhadas ao Laboratório Hidro Ambiental, responsável pela amostragem e análises laboratoriais, com sede na Rua Nilo Peçanha, 396, Bairro Michel - Criciúma. Tendo como responsável pela coleta a profissional Andreia do Nascimento, Química Industrial - CRQ 13200332.

De acordo com CETESB (2019), para o cálculo do IQA, são consideradas variáveis de qualidade que indicam o lançamento de efluentes sanitários para o corpo d'água, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais.

Este índice também pode indicar alguma contribuição de efluentes industriais, desde que sejam de natureza orgânica biodegradável (CETESB, 2019). Para efetuar o cálculo do IQA é estabelecida uma pontuação na qualidade (q) que varia de 0 a 100 para cada uma das nove variáveis que entram na composição do índice (Tabela 2). A qualidade (q) é elevada à ponderação (w) correspondente à importância da variável. O IQA é obtido multiplicando-se cada componente (qw), conforme Equação 1:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Eq. 01})$$

Em que:

IQA = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100.

Q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida.

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

n = número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Tabela 2 - Classificação do IQA.

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB, 2019.

Para a determinação do IQA, utilizou-se além da metodologia da CETESB, o software Qualigraf, desenvolvido em 2001 como ferramenta de uso interno no Departamento de Recursos Hídricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), disponibilizado de maneira gratuita no site da Fundação.

4.4 MAPEAMENTO DO USO ATUAL DO SOLO

Foi utilizada a imagem de 2022, disponível pelo software Google Earth Pro, para determinar as classes de uso atual do solo, considerando o contexto geral da área de estudo. As classes de uso do solo foram definidas por quadra e lotes, e nas categorias: vegetação, solo exposto, área edificada com a visualização de vias pavimentadas.

Foram consultados ainda, a base de dados da CPRM para verificação da existência ou não de áreas de risco na área de estudo. Ao final, representou-se em mapa temático as classes de uso atual e de áreas de risco.

4.5 CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA ESTABELECIMENTO DE ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Neste estudo optou-se por elencar critérios técnicos específicos que permitissem classificar uma área como sendo consolidada. Os critérios utilizados foram: i) classificação em campo do sistema de drenagem natural ou sofreu alteração antrópica; ii) tipologia do uso atual do solo; iii) existência de remanescente florestal; iv) presença de áreas alagadiças ou de risco; v) marco temporal de 2012 que define a aplicabilidade da APP ou se a intervenção é pretérita ao ano, conforme Lei 12.651/2012; vi) classificação do índice do IQA; vii) área urbana consolidada, conforme critérios do Art. 3 da Lei n. 14.285/2021.

Para auxiliar na tomada de decisão, foi aplicado um check list por trecho, obtendo como padrão de resposta, as alternativas “sim”, “não” e “em parte” (Quadro 3).

Quadro 3 - Parâmetros técnicos para estabelecimento de área urbana consolidada, conforme Lei n. 14.285/2021.

Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	
Dispõe de sistema viário?	
Está organizada em quadras e lotes edificados?	
Possui uso predominantemente urbano?	
Possui sistema de drenagem de água pluvial?	
Possui rede de esgotamento sanitário?	
Possui abastecimento de água potável?	
Possui energia elétrica e iluminação pública?	
Possui coleta de resíduos sólidos?	

Fonte: Do autor, 2022.

A partir deste enquadramento, e com apoio do software ArcMAP 10.8, foi definido por trecho o emprego de faixa APP, em escala 1:6.000 (Figura 13).

Ainda, e com base nas diretrizes propostas pelo MPSC (2021) e na Lei Federal n. 14.285/2021 foram avaliados e propostos as diretrizes cabíveis e julgadas necessárias para serem utilizadas na elaboração de Diagnóstico Socioambiental.

Quadro 4 - Diretrizes essenciais selecionadas para a elaboração do Diagnóstico Socioambiental.

Diretrizes
Levantamento de campo para identificação de sistemas de drenagem (natural ou antrópico)
Análise multitemporal utilizando imagens áreas georreferenciadas
Identificação de equipamentos de infraestrutura urbana implantados
Avaliação da qualidade da água
Mapeamento do uso atual do solo
Identificação de núcleo urbano que se enquadra no REURB
Identificação de áreas de risco
Definição da área urbana consolidada

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os trabalhos realizados permitiram organizar a representação das informações em mapas temáticos, sendo estes: i) identificação de nascentes, cursos de água e micro e macrodrenagem (Figura 7); ii) mapa multitemporal (Figura 8); iii) mapa atual do uso do solo (Figura 9); iv) área urbana consolidada (Figura 11); v) mapa da inexistência de locais de risco (Figura 12); vi) mapa com a delimitação das faixas de APP em área urbana consolidada (Figura 14); vii) mapa de ocupações em APP (Figura 15).

Na identificação das nascentes, caracterizaram-se os dados encontrados nas Fichas Descritivas (Apêndice A). Ademais, o levantamento de sistemas de drenagens superficiais ocorre na setorização da malha hídrica encontrada na área, apresentada no detalhamento dos trechos (Apêndice B).

Outrossim, conforme a Lei Federal n. 14.285 de 2021, o conceito de área urbana consolidada, pode ser aplicada, aquela que atende os critérios apresentados no (Apêndice C), parâmetros técnicos de área urbana consolidada.

5.1 IDENTIFICAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM NATURAL E ANTRÓPICO

As verificações de campo permitiram identificar e setorizar o sistema de drenagem em trechos (Quadro 5 e Figura 7). Foram mapeadas duas nascentes, cinco cursos de água (dois perene e três efêmeros), três galerias (microdrenagem), uma boca de mina e a macrodrenagem do rio Criciúma.

Quadro 5 - Classificação do sistema de drenagem na área de estudo.

Trecho	Codificação	Tipologia
T-01	CRICI-10	Nascente
T-02	CRICI-11	Nascente
T-03	BM0146	Boca de Mina
T-04	-	Curso de água perene
T-05	-	Curso de água perene
T-06	-	Galeria DN 600 mm
T-07	-	Galeria DN 800 mm
T-08	-	Galeria DN 1000 mm
T-09	-	Curso de água efêmero
T-10	-	Curso de água efêmero
T-11	-	Curso de água efêmero
-	-	Macro drenagem Rio Criciúma

Fonte: Do autor, 2022.

Figura 7 - Nascentes, cursos d'água e micro e macrodrenagem na área de estudo.



A Figura 8 representa a análise temporal feita na área de estudo. Em 1978, a área de estudo possuía as porções sul e leste com arruamentos implantados com uso predominantemente residencial. Na parte Norte do bairro Santa Catarina, nota-se

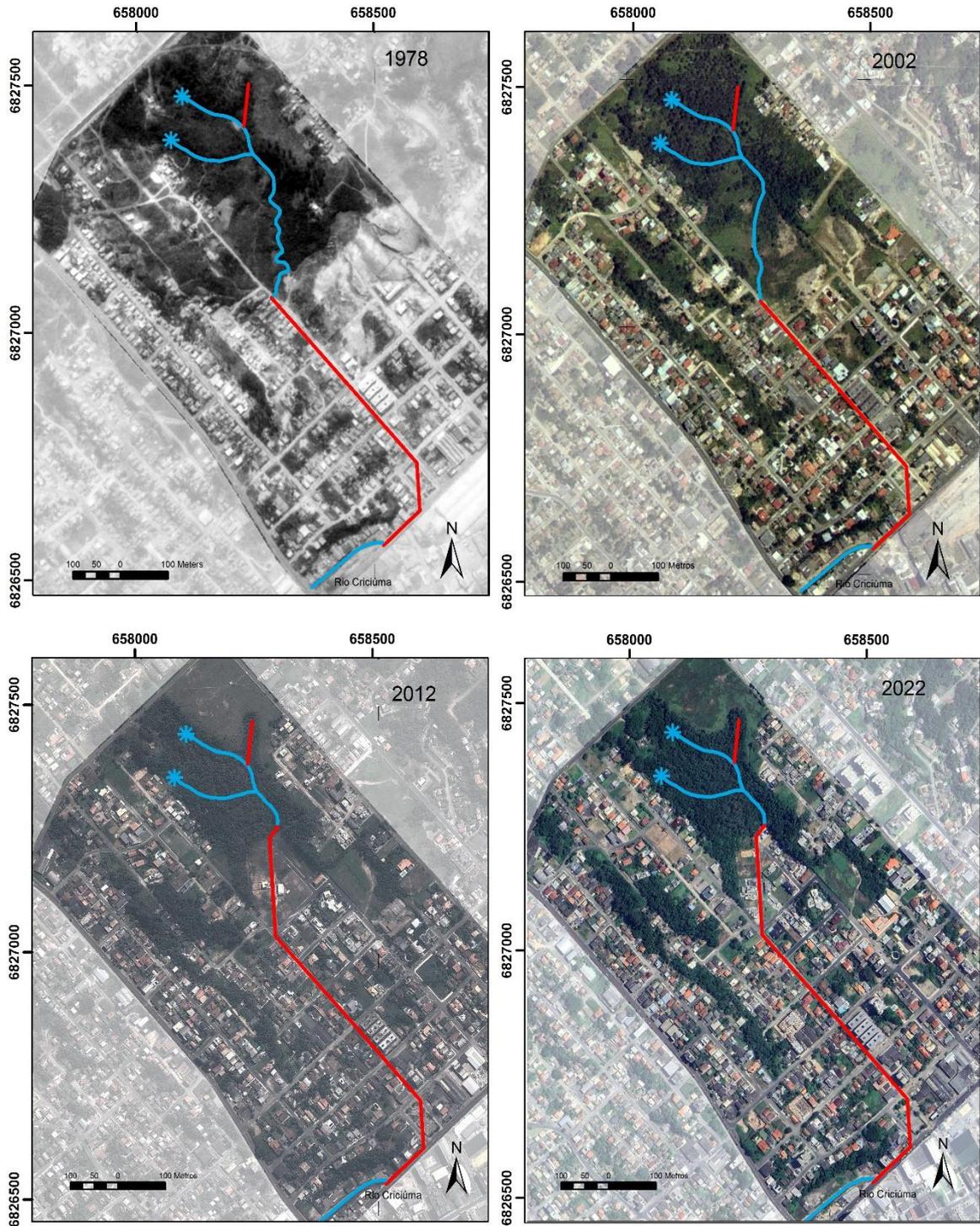
as movimentações existentes próximas aos recursos hídricos perenes nas quais hoje são determinadas as faixas de APP, de origem provável associada a mineração, confirmando-se a existência de bocas de mina na região. Não é verificada a canalização hoje existente, sendo possível identificar o leito natural dos rios até a chegada na atual Rua Eugênio de Bona Castelan, onde já existia a drenagem da rua, seguindo seu trajeto em tubulação até o rio Criciúma.

No ano de 2002, nota-se o aumento de residências e passeios públicos próximas aos recursos hídricos classificados pela Prefeitura Municipal de Criciúma, as movimentações no entorno das bocas de mina não se fazem mais presentes. As intervenções próximas as nascentes começam a ser executadas, com conformação do terreno e abertura de ruas vicinais. As canalizações dos cursos d'água ainda não foram executadas, somente a drenagem da rua principal, já existente em 1978.

No ano de 2012, ano do marco temporal adotado neste trabalho, detecta-se adensamento na vegetação remanescente próxima aos cursos d'água e nascentes, junto ao avanço da urbanização em todo o território dos bairros em análise. As canalizações e pavimentações no trecho T-06, com a construção das primeiras residências nesse novo loteamento urbano já se fazem presentes. A respeito das residências em APP, pode-se confirmar a implantação das mesmas no trecho T-01 e nascente CRICI-11 do trecho T-02.

Encerrando a análise temporal, avaliando os sistemas de drenagem atuais do bairro Santa Catarina e uma porção do bairro Centro, com destaque na nascente CRICI-11 (T-01), verifica-se aumento da ocupação residencial, pavimentação asfáltica e presença de blocos intertravados de concreto. Não há indícios de novas canalizações de recursos hídricos perenes, conforme verificação de campo, pode-se confirmar a situação de todos os trechos apresentados.

Figura 8 - Ilustração com análise temporal da área de estudo.



<p>Coordenadas UTM - Zona 22S DATUM SIRGAS 2000</p>	<p>Imagem 2022 - Google Earth Imagem 2012 - Google Earth Imagem 2002 - IBGE Imagem 1978 - SDS</p>	<p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> * Nascente — Curso d'água — Microdrenagem
<p>Elaboração: Samuel Liecheski</p>		

Fonte: do autor, 2022.

5.2 INFRAESTRUTURA EXISTENTE

O mapeamento do uso atual do solo, a partir da análise do imageamento aéreo do Google Earth Pro, em ambiente SIG, com uso do software ArcMAP 10.8, constatou predominantemente a existência de áreas edificadas, com uso residencial e comercial, presença de arruamentos com pavimento asfáltico. Sobre a vegetação remanescente em suma maioria próximas aos cursos de água naturais.

A classe com solo exposto engloba as áreas não edificadas, como lotes vazios ou áreas de pastagem onde não ocorre a existência de edificação ou lotes definidos, fatos apresentados na Figura 9 e Tabela 3.

Figura 9 - Mapa do uso atual do solo na área de estudo.



Fonte: do autor, 2022.

A Tabela 3 apresenta as métricas de cada tipologia de mapeamento de uso atual do solo.

Tabela 3 - Classes de uso atual do solo na área de estudo.

Classe	Área Total (m²)	Porcentagem (%)
Área edificada	515.705	75.42%
Solo exposto	68.114	9.96%
Vegetação	99.942	14.62%
Total	683.776	100%

Fonte: Do autor, 2022.

Foi identificado na área de estudo a existência de sistema de infraestrutura público, como a rede de coleta de esgoto sanitário, rede de drenagem pluvial, energia elétrica, iluminação pública e coleta de resíduos sólidos urbanos.

Em toda a extensão da área é coberta por rede de abastecimento de água potável, reflexo positivo da distribuição em todo território municipal, realizado pela prestadora de serviço Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), estando adimplente para água, conforme os dados extraídos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

O município de Criciúma atende 32% da população com esgotamento sanitário, sendo a CASAN a concessionária responsável pelo serviço. O bairro Santa Catarina, em sua maioria possui rede de coleta de esgoto sendo direcionado ao tratamento na ETE localizada no bairro Santa Luzia. Entretanto, na vistoria de campo, observou-se que em algumas vias pavimentadas, não possuem a rede coletora implantada. E também, nas proximidades do sistema de microdrenagem (Trecho T-06) junto a Rua Vilmar Garbeloto e no curso de água perene (T-01), existe o lançamento de esgoto direto a estes sistemas (Figura 10).

Os demais trechos possuem rede de coleta de esgoto disponíveis, ficando sobre a responsabilidade dos contribuintes as devidas adequações ao sistema e instalações de caixa de gordura, caixa de passagem, sub-coletor com declividade e diâmetro conforme Norma ABNT NBR 8160/1999, válvula de retenção para esgoto, ralo e descarte da água da calha e da piscina (drenagem ou sarjeta). De responsabilidade da CASAN, a instalação de caixa de inspeção, ligação à rede de esgoto, rede coletora e poço de visita. O município tem a responsabilidade de implementação da rede de drenagem.

Figura 10 - Existência de sistemas de infraestrutura pública. Em A sistema de microdrenagem e em B despejo de esgoto sanitário de residência.



Fonte: Do autor, 2022.

A coleta municipal de resíduos sólidos urbanos contempla todas as ruas na área de estudo, realizando o recolhimento dos resíduos sólidos não recicláveis no período vespertino/noturno, nas segundas, quartas e sextas-feiras. A destinação adequada de resíduos sólidos recicláveis ocorre nas quintas-feiras, na parte da manhã. A empresa responsável pela coleta intitulada RACLI Limpeza Urbana, abrange todo o território municipal, a urbe encontra-se adimplente para o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Em relação a rede de eletrificação, a cidade de Criciúma possui um total de 85.117 unidades consumidoras, distribuídas a partir da prestadora de serviço Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC). No bairro Santa Catarina e imediações, todas as residências possuem distribuição de energia elétrica, segundo contato realizado com a Central Elétrica de Santa Catarina (CELESC).

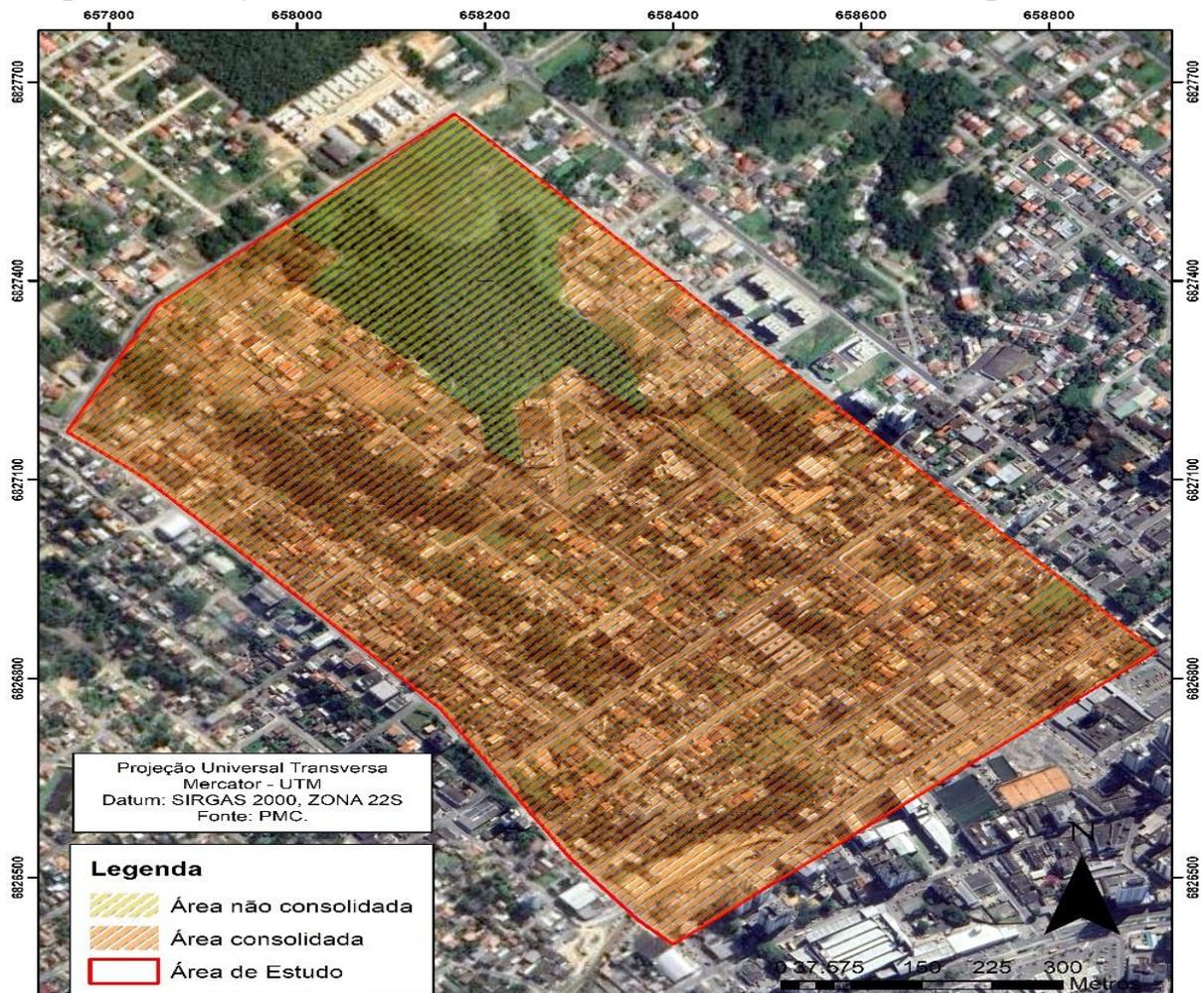
A disponibilização de iluminação pública é um serviço público municipal, tendo objetivo de iluminar vias públicas e bens públicos, o rateio do serviço em forma de imposto chamado de Contribuição para Custeio da Iluminação Pública (COSIP), cobrado via fatura mensal de energia, tendo a Câmara Municipal como gestora dos

parâmetros de cobrança. No local, o serviço de iluminação pública é fornecido, os critérios de rede elétrica e iluminação pública atendem a Lei n. 14.285/2021.

O município de Criciúma possui uma taxa de pavimentação de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio de 72%. Na área de estudo, obtém-se taxa superior à média municipal, tendo todas as vias pavimentadas, por se tratar de área urbana central do município. Nas captações, o município possui em média 134 captações de águas pluviais (bocas de lobo + bocas de leão) por unidade de área urbana, estando adimplente para tal quesito ao SNIS.

De posse da conferência de campo, da análise dos equipamentos de infraestrutura existentes, preenchimentos do check list contendo os critérios para definição de área urbana consolidada da Lei Federal n. 14.285/2021, obteve-se a Figura 11, apresentando as porções enquadradas como área consolidada e área não consolidada.

Figura 11 - Mapa com a área consolidada e não consolidada, na região de estudo.



Fonte: do autor, 2022.

A tabela 4 apresenta as métricas correspondentes aos enquadramentos sobre área consolidada e área não consolidada.

Tabela 4 – Metragem da tipologia “área consolidada” e “área não consolidada”.

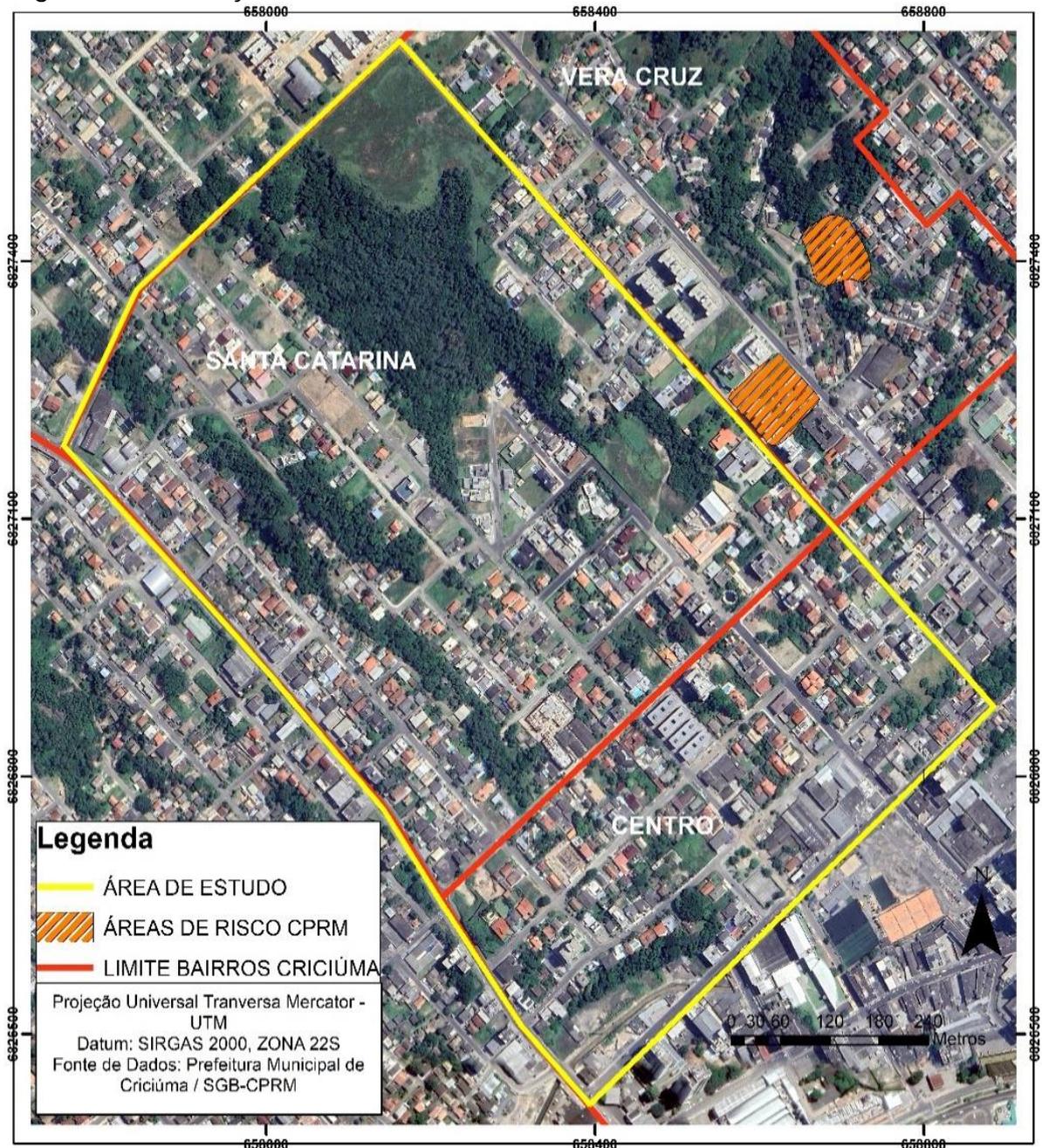
Classe	Área Total (m²)	Porcentagem (%)
Área consolidada	593.136	86,74%
Área não consolidada	90.640	13,26%
Total	683.776	100%

Fonte: do autor, 2022.

Segundo a Secretaria de Assistência Social de Criciúma (SAS), o bairro Santa Catarina não possui pedidos de Reurb em andamento, a área de estudo em suma maioria já possui a titularidade atribuída aos respectivos moradores, atendendo os objetivos da Lei n 13.645/2017, garantindo o direito real e a moradia para os contribuintes alocados na região de estudo. As áreas maiores onde não se possui edificações, não se aplica a legislação tendo em vista a não ocupação do território de maneira consolidada e irregular.

A Figura 12 apresenta o mapa de incidência de áreas de risco na região dos bairros Santa Catarina, Vera Cruz e proximidades.

Figura 12 - Ilustração das áreas de risco na área de estudo.



Fonte: do autor, 2022.

Em relação a ocorrência de áreas de risco, segundo os levantamentos realizados pela CPRM no ano de 2014 e de acordo com a consulta prévia municipal, o bairro Santa Catarina e imediações, não possui nenhuma indicação de presença de imóveis em áreas de risco. Portanto, não há nenhum impeditivo de utilização de lotes e quadras para este quesito.

5.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Como forma de indicação de medidas compensatórias na área de estudo, utilizou-se a metodologia IQA para determinação da qualidade da água. Foram caracterizados quatro pontos de amostragem, sendo eles: i) Nascente CRICI-10; ii) Nascente CRICI-11; iii) entrada do Dreno de 600 mm; iv) saída na Macrodrenagem do Rio Criciúma.

Os resultados dos parâmetros recebidos estão demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultado das análises obtidas em laboratório.

Indicadores analisados									
Pontos amostragem	O.D (mg/L)	T° C	Coli. Fecais (NPM/100 mL)	pH	DBO (mg/L)	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Turbidez (UNT)	Resíduo (mg/L)
CRICI 10	4.64	17	>250	5.95	18	3.32	1.37	36	25
CRICI 11	4.13	15.3	>1000	6.28	56.8	5.04	<0.1	352	1215
Micro drenagem	4.94	18	>3000	4.44	35.4	7.21	0.95	84	76
Macro drenagem	4.24	17.6	>3000	6.57	258	0.67	<0.1	87	81

Fonte: do autor, 2022.

A nascente CRICI-10 apresentou qualidade da água “aceitável” (Figura 13), tendo os menores valores para Coliformes Fecais, DBO, Turbidez e resíduos totais. Os resultados corroboram com a checagem em campo junto a esta nascente, pois é a mais preservada da área de estudo, com a menor taxa de ocupação em APP e maior disponibilidade de vegetação remanescente.

A Nascente CRICI-11 que visualmente apresenta interferências por sistema de esgotamento sanitário devido à proximidade e presença de residências em APP, apresentou Coliformes Fecais. Com relação ao aumento da Turbidez e Resíduos totais pode estar relacionado a carga de efluentes de esgotamento sanitário.

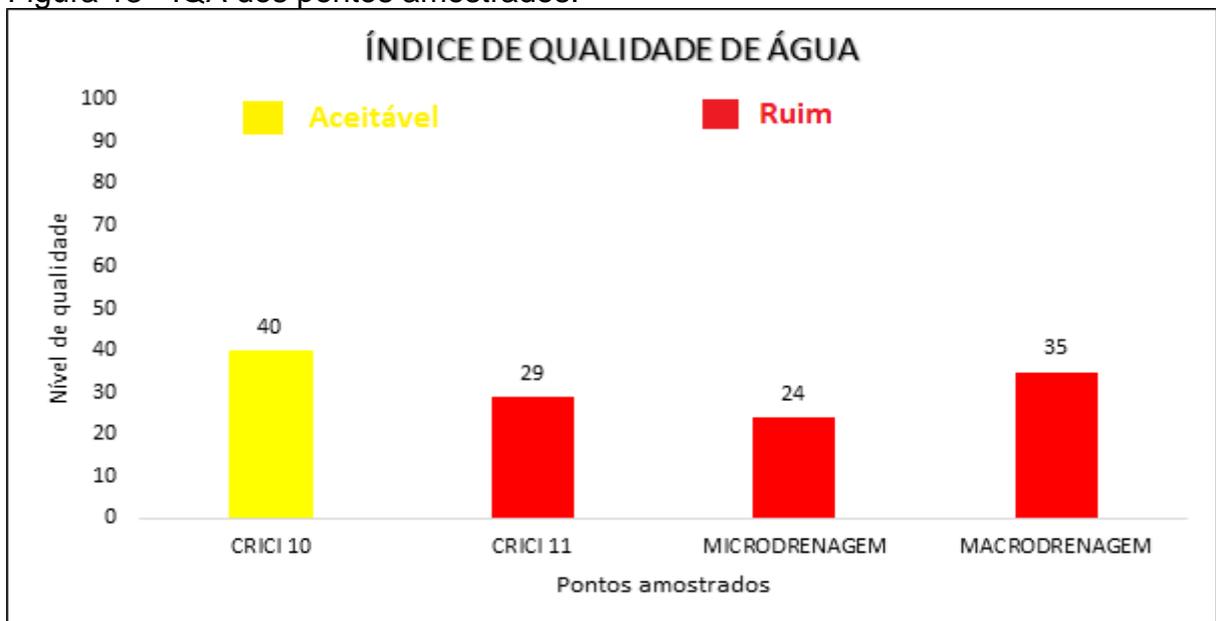
O ponto de coleta “microdrenagem”, localizado na entrada do Dreno de 600 mm (trecho T-06) houve aumento expressivo nos valores de coliformes fecais e nitrogênio compatíveis com o diagnóstico de campo, atrelado ao fato do trecho não possuir rede de coleta e tratamento de esgoto sanitário. As residências neste local possuem suas tubulações de descarga de efluentes domésticos voltados para os fundos, sendo interceptados pela microdrenagem. O valor de pH, dentro de todos os

pontos amostrados apresentou o menor potencial, provavelmente devido ao recebimento de drenagem ácida da galeria de encosta identificada na área. O pH é reduzido devido a carga de metais pesados da drenagem de mina que deságua no curso d'água.

No último ponto de amostragem junto a macrodrenagem do rio Criciúma, o comportamento dos parâmetros e o nível de qualidade da água se mantém característico com a influência de esgotamento sanitário. A maior vazão de água nesta macrodrenagem condiz com as contribuições de montante vindas da região central e da Rua Araranguá. O pH sofre aumento com relação ao trecho (T-06) e a DBO apresenta o maior valor, dentre todos pontos, acarretando na maior necessidade de oxigênio para oxidar as matérias orgânicas presentes no sistema de drenagem.

Os dados laboratoriais das análises permitiram determinar o Índice de Qualidade de Água com a utilização do software Qualigraf, obtendo os resultados apresentados na Figura 13. Três pontos deram qualidade ruim e um aceitável.

Figura 13 - IQA dos pontos amostrados.



Fonte: do autor, 2022.

5.4 DETERMINAÇÃO DE FAIXAS DE APP EM ÁREA URBANA CONSOLIDADA

Os trabalhos desenvolvidos, desde os levantamentos de campo associados a análise temporal, aos dados secundários, aos critérios técnicos e legais avaliados, permitiram estabelecer as faixas de APP apenas nos cursos de água

mapeados em área urbana não consolidada. As demais porções da área de estudo enquadradas como área urbana consolidada, não se aplicou faixa de APP (Figura 14).

As nascentes e cursos de água classificados como perene recebem faixas de APP, conforme estabelece o Código Florestal (Lei n. 12.651/2012), sendo 50 m de raio para as nascentes nos trechos (T-01 e T-02) e 30 metros para cada lado nos cursos de água perenes (T-04 e T-05).

A boca de mina (T-03) por ser uma drenagem antrópica (obra de microdrenagem), não se aplica faixa de APP, sendo proposta como medida o seu tamponamento com implantação de dreno de concreto para alívio de pressão do nível de água dentro da galeria.

As microdrenagens (tubulações de concreto) de 600, 800 e 1000 mm (T-06, T-07 e T-08) não se aplicam faixa de APP ou faixa sanitária, tendo em vista serem obras antrópicas, e estando o trajeto no passeio público onde já oferece espaço físico para limpeza, reparos e melhorias nas galerias fechadas.

Os cursos de água efêmeros (T-09, T-10 e T-11) encontrados na porção Noroeste da área de estudo, que possuem escoamento superficial apenas durante os dias com precipitação, não assumem faixa de APP, uma vez que são excluídos desta determinação, conforme estabelece a Lei n 12.651/2012.

A macrodrenagem do rio Criciúma, ponto de lançamento das águas a montante do bairro Santa Catarina, recebeu a aplicação da faixa sanitária de cinco metros da margem do canal auxiliar, conforme determina o Diagnóstico Socioambiental do Rio Criciúma.

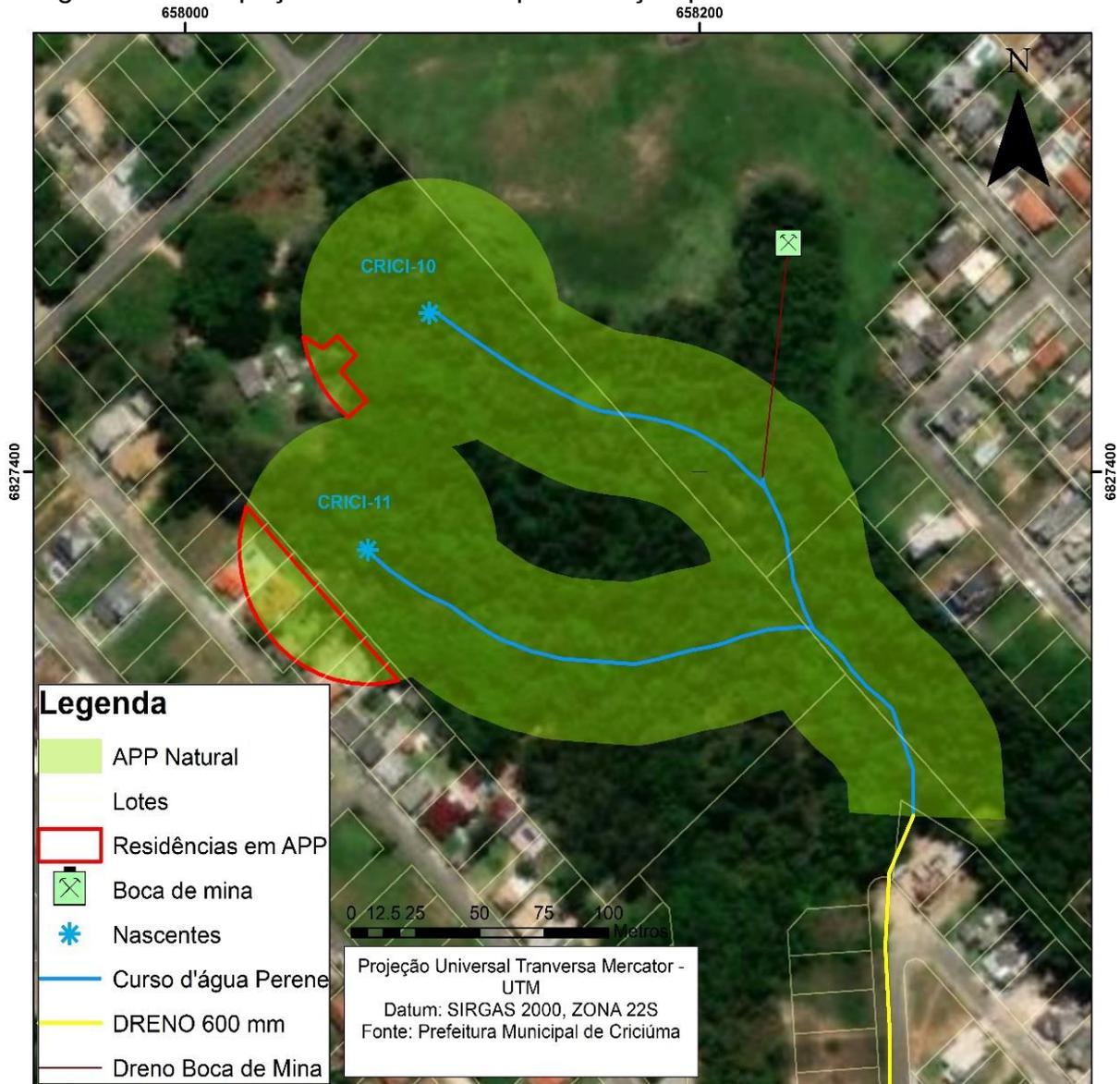
Figura 14 - Faixas de APP em área urbana não consolidada na área de estudo.



Fonte: do autor, 2022.

Nas intermediações das áreas de preservação permanente das nascentes CRICI-10 e CRICI-11 do Projeto Águas de Criciúma, pertencentes aos trechos T-01 e T-02 dessa pesquisa, detectaram-se intervenções nas faixas de APP. As ocupações são do tipo residencial e estão representadas na Figura 15.

Figura 15 - Ocupações em áreas de preservação permanente.



Fonte: do autor, 2022.

Para definição da metragem de ocupações em APP, definiu-se o preenchimento da Tabela 6, onde pode-se determinar que 5,34% da área de preservação permanente possui intervenções residenciais.

Tabela 6 - Metragem das ocupações em APP.

Classe	Área Total (m²)	Porcentagem (%)
Área de Preservação Permanente protegida	36.621	94,66%
Ocupações em APP	1.954	5.34%

Fonte: do autor, 2022.

5.5 PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS AMBIENTAIS E DE INFRAESTRUTURA

São propostos por trecho medidas a serem implementadas visando a melhora ambiental e a adequação dos equipamentos de infraestrutura urbana faltantes em alguns trechos, como apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Melhorias ambientais e de infraestrutura destacadas por trechos.

Trechos	Melhorias
T-01	Retirada de resíduos de construção civil. Proteção da APP da nascente CRICI-11. Desativação do sistema fossa, filtro e sumidouro das residências em APP. Conexão à rede de coleta de esgoto da CASAN. Impedir ampliações das residências em APP.
T-02	Proteção da APP da nascente CRICI-10. Impedir corte de vegetação na APP. Desativação do sistema fossa, filtro e sumidouro das residências em APP. Conexão à rede de coleta de esgoto da CASAN. Impedir ampliação das residências em direção a APP.
T-03	Fechamento da boca de mina. Tratamento da drenagem ácida vinda da BM. Elaboração e execução de projeto para retirada de rejeitos e estéreis em APP. Limpeza dos resíduos de construção civil da área.
T-04	Limpeza de resíduos de construção civil. Retirada de rejeitos e estéreis em APP. Proteção da mata ciliar.
T-05	Manutenção e limpeza do rio.
T-06	Implantação de rede de esgoto na Rua Vilmar Garbeloto. Fechamento das entradas de esgoto diretamente lançados no rio. Reconstrução da parede de concreto na entrada do Dreno 600 mm. Limpeza periódica do canal. Limpeza das bocas de lobo e sarjetas no trecho.
T-07	Limpeza das bocas de lobo e sarjetas. Reforma das grades protetoras dos canais. Fechamento de conexões irregulares de esgoto doméstico.

Trechos	Melhorias
T-08	Limpeza das bocas de lobo e sarjetas. Reforma das grades protetoras dos canais. Fechamento de conexões irregulares de esgoto doméstico.
T-09; T-10 e T-11	Adequação dos sistemas de esgoto doméstico. Implantação de sistema de drenagem de concreto para controle do escoamento superficial.

Fonte: do autor, 2022.

6 CONCLUSÃO

A atualização de banco de dados municipais na temática de recursos hídricos se faz necessária, tendo em vista a disponibilidade de vários indicadores hidrográficos com fontes distintas, acarretando em divergências em processos de engenharia e licenciamento, cabendo ao órgão licenciador avaliar a origem dos shapes e produzir o parecer técnico conforme seu entendimento.

Os trabalhos de diagnóstico socioambiental em andamento nos municípios catarinenses seguindo os critérios e diretrizes determinados nas legislações vigentes, acarretam em elevado custo aos governos municipais. Neste aspecto, faz-se necessário analisar os diversos estudos, levantamentos e critérios exigidos, e elencar aqueles relevantes e suficientes para que dê suporte técnico na construção ao diagnóstico socioambiental, bem como a determinação de faixas de APP em área urbana consolidada.

Com isso, o incentivo de trabalhos de campo como o Projeto Águas de Criciúma é importante para a gestão do território, a replicação em outras cidades é de grande mérito para a preservação ambiental de recursos hídricos naturais e perenes, com análise in loco da situação dos elementos, detecção de contaminações, crimes contra fauna e flora, ocupações irregulares e atualização/conferência do regime de escoamento de rios e nascentes cadastrados.

A determinação de levantamento de campo para definição clara dos sistemas de drenagem superficial (natural e antrópico) é o ponto de partida para os estudos sequenciais para definição de faixa de APP em cursos de água e nascentes.

A área do bairro Santa Catarina e imediações tem a existência de sistemas de drenagem natural e antrópico bem característicos, tendo sua dinâmica de fluxo em talvegue natural ou possuindo intervenções e implantações de microdrenagens de seção fechada, na quais podem ser classificadas apenas escoamento superficial, tendo sua função ambiental reduzida, sem aplicação de APP conforme entendimento do município.

Sendo assim, há necessidade da categorização dos sistemas de drenagem natural ou antrópico com seção aberta, em área urbana consolidada, criando uma metodologia específica para tal ou replicando as definições estabelecidas no Diagnóstico Socioambiental do Rio Criciúma, na qual conclui no emprego de faixas

sanitárias em trechos canalizados independentemente de sua seção ou redução da faixa mínima de 30 m para 15 m em trechos em áreas urbanas consolidadas, questionamentos que deverão ser respondidos com a conclusão do DSA de Criciúma e a criação da legislação municipal de faixas marginais de recursos hídricos.

A metodologia proposta neste estudo deu suporte e pode ser considerada suficiente, uma vez que os objetivos propostos foram alcançados. Foram identificados os sistemas de drenagem natural e antrópico, a determinação da qualidade das águas superficiais, a identificação da infraestrutura existente e o mapeamento do uso atual do solo. Estes levantamentos permitiram delimitar claramente as porções de área urbana consolidada e de área urbana não consolidada, e a partir deste estabelecer as faixas de APP, bem como a indicação de medidas compensatórias e melhorias da qualidade ambiental.

O levantamento identificou a existência de residências unifamiliares em APP de nascentes cadastradas pela Prefeitura Municipal de Criciúma, tendo como ano base de 2012, ano da publicação do Código Florestal. O ano de 2012 foi considerado como marco temporal implicando em situação híbrida, possuindo intervenções antes e depois do marco utilizado, situação que necessita de medidas de controle e análise dos órgãos responsáveis na busca da garantia das funções ambientais de preservação aos recursos hídricos, biodiversidade e demais bens protegidos por Lei.

A respeito da macrodrenagem do rio Criciúma, motivo pela extensão da área de estudo, abrangendo o bairro Santa Catarina e uma pequena porção do bairro Centro, na qual serve como ponto de lançamento de todos os recursos hídricos naturais e antrópicos identificados no local de estudo, já possui a determinação de Faixa Sanitária do rio Criciúma em cinco metros da borda da canalização implantada. As definições do DSA do rio Criciúma foram respeitadas nas diretrizes e metodologia desse trabalho.

Através da análise dos sistemas de drenagem natural e antrópico, com os indicativos de intervenções nas APP e no panorama geral das áreas classificadas como consolidadas, algumas medidas de controle, prevenção da APP, recursos hídricos e parcelamento do solo devem ser executadas, sendo fundamental a fiscalização e punição para novas ocupações em áreas de preservação permanente.

Por fim, algumas recomendações podem ser apresentadas:

- Averbação das Áreas de Preservação Permanente nas matrículas dos lotes com presença de recursos hídricos naturais perene ou intermitentes cadastrados no Projeto Águas de Criciúma.
- Campanhas de incentivo para o fechamento do sistema fossa, filtro e sumidouro e conexão à rede de coleta de esgoto da CASAN, onde já existe sistema de coleta implantado.
- Implantação de sistema de coleta e tratamento de esgoto nas demais porções de ruas ainda não contempladas.
- Impedir novas construções em APP, cabendo a Prefeitura Municipal de Criciúma a fiscalização.
- As residências em APP não deverão ampliar suas construções, somente reformas devem ser liberadas.
- Ações de conscientização e sensibilização da população na área de estudo.
- Utilização de imagens áreas com alta resolução para aplicação das faixas de preservação permanente.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (1987) **NBR 9897** - Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro. 14 p.

ABNT. (1987) **NBR 9898** - Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro. 22 p.

BARGOS, D.C. **Caracterização de Bacias Hidrográficas**. São Paulo. 2019.

Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4641496/mod_resource/content/1/aula%204_LOB1233.pdf > Acesso em: 06 de ago de 2022.

BRASIL, **Lei Federal nº 4771 de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4771-15-setembro-1965-369026-norma-actualizada-pl.html>. Acesso em: 19 de outubro de 2022.

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

BRASIL. **Lei 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 e dá outras providências.

BRASIL. **Lei 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.

BRASIL. **Constituição 1988**. Constituição da República Federativa do Brasil. 10. ed. rev., atual e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. 334 p.

BRASIL. AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **INDICADORES DE QUALIDADE - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)**. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 15 agosto de 2022.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Índice de Qualidade das Águas**. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguassuperficiais/108-indices-de-qualidadedas->

águas 01.pdf/02.pdf/ 03.pdf> Acesso em: 25 de agosto de 2022.

CETESB (São Paulo) **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2019** [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins ; Coordenação técnica Fábio Netto Moreno, Marta Condé Lamparelli, Beatriz Durazzo Ruiz; Coordenação cartográfica Carmen Lúcia V. Midaglia ; Equipe técnica Luiz Antônio Medeiros ... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2020.

CETESB. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.

CONSEMA. **Resolução CONSEMA nº 196, de 3 de junho de 2022**. Estabelece orientações com objetivo de unificar procedimentos na aplicação da Lei nº 14.285, 29 de dezembro de 2021 que alterou a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em:<
<https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/2022-1/2154-resolucao-consema-n-196-2022-1/file>> Acesso em: 11 de nov de 2022.

CRICIUMA, **Lei municipal nº 3900 de 28 de outubro de 1999**. Dispõe Sobre a Legislação Ambiental do Município De Criciúma e dá outras Providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/c/criciuma/lei-ordinaria/1999/390/3900/lei-ordinaria-n-3900-1999-institui-a-lei-do-zoneamento-de-uso-do-solo-do-municipio-de-criciuma-revoga-as-leis-n-2038-84-e-2-039-84-e-da-outras-providencias>> Acesso em: 30 de out de 2022.

FCTH. **Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo**. 1999. São Paulo, SP.

FUNASA. **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas**. 2016. Maranhão.

HOELZEI M.; BELLETTINI A. S.; JORGE M. Q. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes, Inundações e Movimentos de Massa**. Criciúma. 2014. Disponível em:<
<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18527>.> Acesso em: 18 de set de 2022.

MACEDO, Jorge Antônio Barros de. **Águas e águas**. 2. ed. Belo Horizonte: Crq-Mg, 2004

MUNICÍPIO DE TOLEDO. **Manual de Drenagem Urbana Volume I**. Paraná. 2017. Disponível em: <
https://www.toledo.pr.gov.br/sites/default/files/manual_de_drenagem_urbana_-_volume_i.pdf> Acesso em: 12 de ago de 2022.

MPSC. Ministério Público de Santa Catarina. **Enunciados de delimitação de áreas de preservação permanente em núcleos urbanos informais consolidados**. Santa Catarina.2020. Disponível em:
 <<https://documentos.mp.sc.br/portal/manager/resourcesDB.aspx?path=5738>>

Acesso em: 20 de ago de 2022.

MPSC. Ministério Público de Santa Catarina. **Estudo Técnico Socioambiental**. Santa Catarina. 2021. Disponível em: <https://www.mpsc.mp.br/etsa/diretrizes-para-o-estudo-tecnico-socioambiental-etsa>. Acesso em 01 de nov de 2022.

OKANA, C. M. P.; POLETO, C. Gerenciamento de recursos hídricos. Capítulo 1. **Bacias hidrográficas e Recursos Hídricos**. 1ª ed. Rio de Janeiro. Interciência. 2014.

SCHAFFER, W. B. et al. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra?** Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília, DF: MMA, 2011. 96 p. (Série Biodiversidade, 41).

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS/ABRH. v. 4. 2015. 943 p.

TUCCI, C. E. M.; BRAGA, Benedito. **Clima e recursos hídricos no Brasil**. 95 Porto Alegre: ABRH, 2003. 348 p

TUCCI, C. E. M. **Regulamentação da drenagem urbana no Brasil**. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 13, n. 1, p. 29-50, 2016

IPAT/UNESC. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - Universidade do Extremo Sul Catarinense. **Projeto Nascentes – 1ª Etapa**. Criciúma. 2010

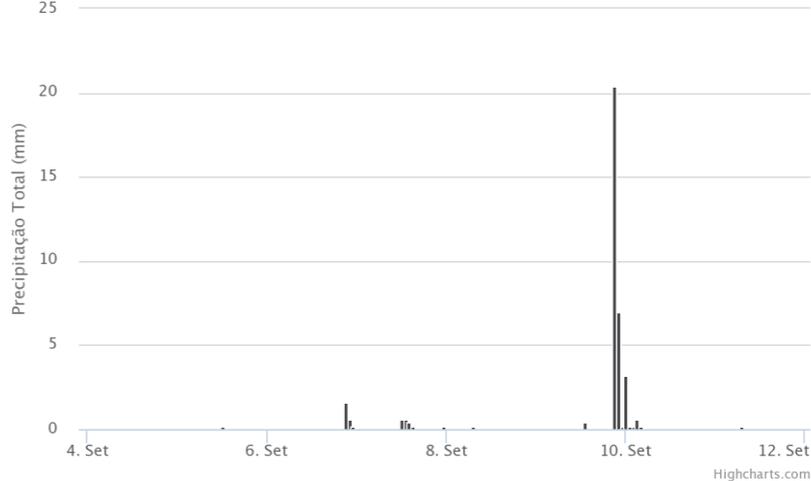
IPAT / UNESC. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Criciúma** Criciúma, UNESC: 2009.

IPARQUE/UNESC. **Diagnóstico Socioambiental do Rio Criciúma**. Criciúma. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Resultados do Censo 2010**. Disponível em:< <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st> > Acesso em: 24 de outubro de 2022.

APÊNDICE(S)

APÊNDICE A – FICHAS DESCRITIVAS

CRICI-10	
Data da vistoria	5/9/2022
Bairro	Santa Catarina
Coordenadas (UTM)	658094.00 m E
	6827460.00 m S
	Zona 22 J
Recurso hídrico	Nascente
Tipo	Pontual
Morfologia	Incisão
Regime	Perene
Origem	Natural
Sondagem	Não
Profundidade	Não se aplica
Potenciométrico	Aflorante
Situação	Cobertura vegetal preservada.
Obs.	
Presentes na Vistoria	Maurício Menezes, Samuel Liecheski, Vitor Bastos.
Guia do mapa	Foto em campo
	
<p>1043 : Criciúma – UNESC</p> <p>Precipitação Total (mm)</p> 	
 <p>DMACRI Diretoria de Meio Ambiente de Criciúma</p> <p>Responsavel Técnico Geólogo, MSc Maurício Thadeu Fenilli de Menezes CREA 137523-9 SC / RS</p>	

CRICI-11	
Data da vistoria	5/9/2022
Bairro	Santa Catarina
Coordenadas (UTM)	658069.00 m E
	6827371.00 m S
	Zona 22 J
Recurso hídrico	Nascente
Tipo	Pontual
Morfologia	Incisão
Regime	Perene
Origem	Natural
Sondagem	Não
Profundidade	Não se aplica
Potenciométrico	Aflorante
Situação	Cobertura vegetal preservada.
Obs.	
Presentes na Vistoria	Maurício Menezes, Samuel Liecheski e Vitor Bastos

Guia do mapa

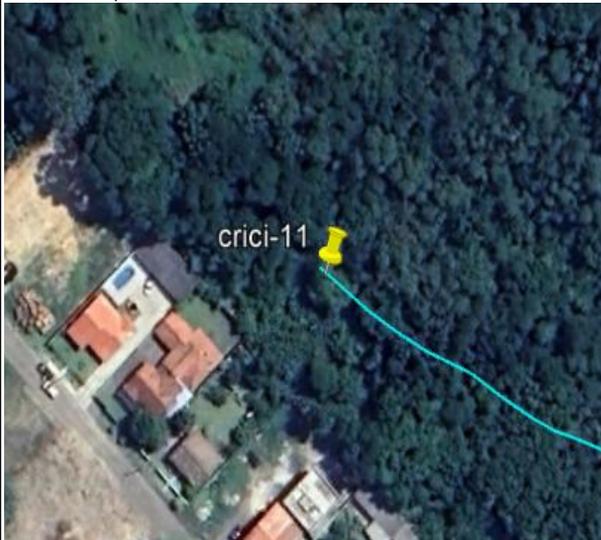
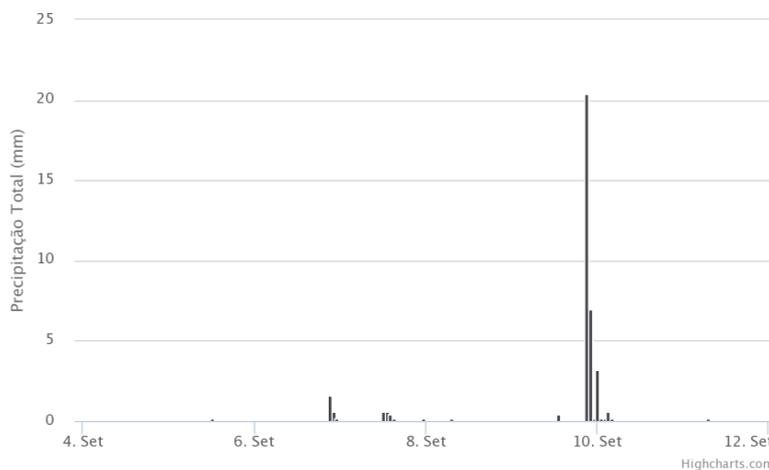


Foto em campo



1043 : Criciúma - UNESC

Precipitação Total (mm)



Responsável Técnico
Geólogo, MSc
Maurício Thadeu Fenilli de Menezes
CREA 137523-9 SC / RS

APÊNDICE B – TRECHOS DE DRENAGEM

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-01	Nascente com curso d'água	Perene			Aberta	184	

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-02	Nascente com curso d'água	Perene			Aberta	146	

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-03	Drenagem Boca de Mina	Perene	Galeria		Fechada	86	

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-04	Curso d'água	Perene			Aberta	59	

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-05	Curso d'água	Perene			Aberta	85	

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-06	Drenagem	Perene	Galeria 600 mm		Fechada	224	

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-07	Drenagem	Perene	Galeria 800 mm		Fechada	448	

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-08	Drenagem	Perene	Galeria 1000 mm		Fechada	187	

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-09	Curso d'água	Efêmero			Aberta	64	

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-10	Curso d'água	Efêmero			Aberta	43	

Trecho	Tipologia	Regime Escoamento	Micro drenagem	Macro drenagem	Seção	Extensão (m)	Foto
T-11	Curso d'água	Efêmero			Aberta	163	

APÊNDICE C – ATENDIMENTO AOS CRITÉRIOS POR TRECHO, CONFORME LEI N. 14.285/2021

Trecho - 01	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Não
Possui quadras e lotes edificadas?	Não
Possui uso predominantemente urbano?	Não
Possui drenagem de água pluvial?	Não
Possui esgotamento sanitário?	Não
Possui abastecimento de água potável?	Não
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Não
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Não

Trecho - 02	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Não
Possui quadras e lotes edificadas?	Não
Possui uso predominantemente urbano?	Não
Possui drenagem de água pluvial?	Não
Possui esgotamento sanitário?	Não
Possui abastecimento de água potável?	Não
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Não
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Não

Trecho - 03	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Não
Possui quadras e lotes edificadas?	Não
Possui uso predominantemente urbano?	Não
Possui drenagem de água pluvial?	Não
Possui esgotamento sanitário?	Não
Possui abastecimento de água potável?	Não
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Não
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Não

Trecho - 04	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Não
Possui quadras e lotes edificadas?	Não
Possui uso predominantemente urbano?	Não
Possui drenagem de água pluvial?	Não
Possui esgotamento sanitário?	Não
Possui abastecimento de água potável?	Não
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Não
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Não

Trecho - 05	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Não
Possui quadras e lotes edificadas?	Não
Possui uso predominantemente urbano?	Não
Possui drenagem de água pluvial?	Não
Possui esgotamento sanitário?	Não
Possui abastecimento de água potável?	Não
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Não
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Não

Trecho - 06	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Sim
Possui quadras e lotes edificadas?	Sim
Possui uso predominantemente urbano?	Sim
Possui drenagem de água pluvial?	Sim
Possui esgotamento sanitário?	Não
Possui abastecimento de água potável?	Sim
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Sim
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Sim

Trecho - 07	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Sim
Possui quadras e lotes edificados?	Sim
Possui uso predominantemente urbano?	Sim
Possui drenagem de água pluvial?	Sim
Possui esgotamento sanitário?	Sim
Possui abastecimento de água potável?	Sim
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Sim
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Sim

Trecho - 08	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Sim
Possui quadras e lotes edificados?	Sim
Possui uso predominantemente urbano?	Sim
Possui drenagem de água pluvial?	Sim
Possui esgotamento sanitário?	Sim
Possui abastecimento de água potável?	Sim
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Sim
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Sim

Trecho - 09	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Sim
Possui quadras e lotes edificados?	Sim
Possui uso predominantemente urbano?	Sim
Possui drenagem de água pluvial?	Sim
Possui esgotamento sanitário?	Sim
Possui abastecimento de água potável?	Sim
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Sim
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Sim

Trecho - 10	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Sim
Possui quadras e lotes edificados?	Sim
Possui uso predominantemente urbano?	Sim
Possui drenagem de água pluvial?	Sim
Possui esgotamento sanitário?	Sim
Possui abastecimento de água potável?	Sim
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Sim
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Sim

Trecho - 11	
Critério	Atendimento
Está inclusa no perímetro urbano?	Sim
Dispõe de sistema viário?	Sim
Possui quadras e lotes edificados?	Sim
Possui uso predominantemente urbano?	Sim
Possui drenagem de água pluvial?	Sim
Possui esgotamento sanitário?	Sim
Possui abastecimento de água potável?	Sim
Possui energia elétrica e iluminação pública?	Sim
Possui e coleta de resíduos sólidos?	Sim

