



**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS
AMBIENTAIS – PPGECAM**

JANAINA RIBEIRO VELHO

**SUBSÍDIOS TÉCNICOS E CONCEITUAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE
PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM CAXIAS DO SUL - RS**

CAXIAS DO SUL

2022

JANAINA RIBEIRO VELHO

**SUBSÍDIOS TÉCNICOS E CONCEITUAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE
PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM CAXIAS DO SUL - RS**

Dissertação de mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais da Universidade de Caxias do Sul – UCS, como requisito parcial para a obtenção de grau de mestre em Engenharia e Ciências Ambientais.

Orientador Prof. Dr. Juliano Rodrigues Gimenez

CAXIAS DO SUL

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

V436s Velho, Janaina Ribeiro

Subsídios técnicos e conceituais para implantação de pagamento por serviços ambientais em Caxias do Sul - RS [recurso eletrônico] / Janaina Ribeiro Velho. – 2022.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais, 2022.

Orientação: Juliano Rodrigues Gimenez.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Engenharia ambiental. 2. Recursos hídricos - Caxias do Sul (RS) - Aspectos ambientais. 3. Encargos tributários sobre o impacto ambiental - Caxias do Sul (RS). 4. Direito ambiental - Brasil. 5. Bacias hidrográficas. I. Gimenez, Juliano Rodrigues, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 62:502

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Ana Guimarães Pereira - CRB 10/1460

JANAINA RIBEIRO VELHO

SUBSÍDIOS TÉCNICOS E CONCEITUAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM CAXIAS DO SUL - RS

Dissertação de mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais da Universidade de Caxias do Sul – UCS, como requisito parcial para a obtenção de grau de mestre em Engenharia e Ciências Ambientais.

Aprovada em ____/_____/____

Banca Examinadora

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

Prof. Dr. Taison Anderson Bortolin
Universidade de Caxias do Sul – PPGECAM

Prof. Dr. Alexandre Altmann
Universidade de Caxias do Sul – PPGDir

Prof. Dr. Cristiano Poletto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IPH

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar forças e esperança nos momentos difíceis nesta jornada e por me presentear com a maior dádiva divina neste período tão marcante em minha vida.

Ao professor Dr. Juliano Rodrigues Gimenez, responsável pela orientação deste trabalho e sua inestimável e imprescindível ajuda nas etapas de planejamento e supervisão e por sua leal amizade.

À professora Dra. Vania Elisabete Schneider pelas palavras de apoio, incentivo e seus abraços reconfortantes. E não menos importante, pela cedência de espaço junto ao Instituto de Saneamento Ambiental (2018-2020) para desenvolvimento das minhas atividades de bolsista; e sua então equipe pela colaboração sempre que requisitada.

À Universidade de Caxias do Sul pela concessão da Bolsa de Pós-graduação BPG-UCS Modalidade I, sem esta oportunidade este sonho não teria se tornado realidade.

Ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Caxias do Sul pela cedência de informações, e a todos servidores que de forma direta ou indireta contribuíram para a construção deste trabalho, e um agradecimento especial à equipe da Superintendência de Recursos Hídricos que forneceram as principais informações e discussões para desenvolvimento do presente estudo.

Por último, mas não menos especial, agradeço profundamente à minha família e preciosos amigos pelo amor e carinho.

RESUMO

Nos últimos anos, os municípios brasileiros estão sendo desafiados sob o ponto de vista de governança, especialmente, com a imputação de metas que envolvem a temática de saneamento ambiental e segurança hídrica. Apesar do município de Caxias do Sul possuir Plano Municipal de Saneamento Básico e a Lei de Zona das Águas (ZA) – que regulamenta o uso do solo, o parcelamento do solo e as atividades econômicas nestas áreas, as metas estabelecidas pelo Marco Legal do Saneamento são de grande vulto. Mesmo com os regramentos legais em áreas produtoras de água para o abastecimento público, é perceptível seu descumprimento e a verificação de danos ambientais. Entretanto, a maioria das legislações ambientais possuem o cunho punitivo, dentro do fundamento jurídico de comando e controle. Uma possibilidade de minimizar esta situação é promover incentivos às pessoas que protegem voluntariamente os recursos naturais, por meio do princípio protetor recebedor e do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Neste íterim, o objetivo geral do estudo é analisar os subsídios técnicos e conceituais para implantação de PSA em bacias rurais no município de Caxias do Sul. Para alcançar os objetivos específicos foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica e análise documental. Os resultados obtidos referem-se: à determinação de requisitos legais relacionados especialmente aos recursos hídricos e ao PSA; aos requisitos técnicos relacionados ao PSA; e a caracterização das bacias de captação e reservas hídricas. Neste último, destaca-se a caracterização das bacias como unidade de gestão e planejamento e a análise socioambiental das ZA rurais baseada em informações técnicas advindas da autarquia municipal de saneamento, a fim de atender a pré-requisitos específicos do programa Produtor de Águas coordenado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Os objetivos foram satisfatoriamente atendidos, especialmente com a elaboração do quadro resumo das principais informações técnicas. Recomenda-se que a autarquia amplie seus estudos, ensejando em uma análise técnica, econômica e ambiental mais detalhada dentro dos resultados obtidos nessa pesquisa, o qual culminará na resposta se o município de Caxias do Sul pode ser efetivamente submetido ao processo seletivo do Programa Produtor de Água.

Palavras-chave: recursos hídricos; pagamento por serviços ambientais; Programa Produtor de Águas.

ABSTRACT

In recent years, Brazilian municipalities have been challenged from the point of view of governance, especially with the attribution of goals involving the theme of environmental sanitation and water security. Although the municipality of Caxias do Sul has a Municipal Basic Sanitation Plan and the Water Zone Law (ZA) – which regulates land use, subdivision of land and respiratory activities in these areas, the targets immune from the Marco Legal do Sanitation are of great importance. Even with the legal regulations in areas producing water for public supply, its non-compliance and the verification of environmental damage are noticeable. However, most environmental legislation has a punitive nature, within the legal basis of command and control. One possibility to minimize this situation is to promote incentives to people who voluntarily protect natural resources, through the protective principle received and the Payment for Environmental Services (PES). In the meantime, the general objective of the study is the technical and conceptual supervisors for the implementation of PES in rural basins in the municipality of Caxias do Sul. In order to achieve the specific objectives, an extensive bibliographical research and documental analysis was carried out. The results obtained refer to: the guarantee of legal requirements related especially to water resources and PSA; the technical requirements related to the PSA; and the characterization of catchment basins and water reserves. In the latter, the characterization of the basins as a management and planning unit and the socio-environmental analysis of the rural ZA based on technical information from the municipal sanitation authority stand out, in order to meet specific prerequisites of the Water Producer program coordinated by National Water and Basic Sanitation Agency. The objectives were satisfactorily met, especially with the elaboration of the summary table of the main technical information. It is recommended that the autarchy expand its studies, testing a more detailed technical, economic and environmental analysis within the results obtained in this research, which will culminate in the answer if the municipality of Caxias do Sul can be effectively subordinated to the selection process of the Producer Program of water.

Keywords: water resources; payment for environmental services; Water Producer Program.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bacias Hidrográficas e o município de Caxias do Sul.....	40
Figura 2 – Bacias de captação de Caxias do Sul	41
Figura 3 – Bacias de captação em operação	41
Figura 4 – Soluções baseadas na Natureza para a gestão de recursos hídricos.....	53
Figura 5 – Mapa de imagem aerofotogramétrica da bacia Dal Bó.....	59
Figura 6 – Áreas do SAMAE, de preservação e compensação ambiental, na ZA Marrecas ...	61
Figura 7 – Divisão da Zona das Águas.....	62
Figura 8 – Volume total de água produzido por tipo de sistema em 2021	62
Figura 9 – Postos de monitoramento pluviométrico do SAMAE.....	65
Figura 10 – Precipitação média anual no RS.....	66
Figura 11 – Distribuição temporal da chuva em Caxias do Sul nos anos de 2013 e 2014.....	67
Figura 12 – Índices pluviométricos da área central do município nos anos 2020 a jun./2022.	69
Figura 13 – Histórico de infrações entre 1991 e 2021.....	72
Figura 14 – Total de infrações por ZA no período de 1991 a dezembro de 2021	72
Figura 15 – Total de infrações entre 1991 a dez./2021 subdividido por tipo de bacia.....	73
Figura 16 – Representatividade dos tipos agrupados de infração	74
Figura 17 - Zoneamento em 1ª categoria.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios de controle da qualidade de água para consumo humano	25
Quadro 2 – Exemplo de alguns projetos do programa Produtor de Água.....	35
Quadro 3 – Legislações atinentes à gestão de recursos hídricos	44
Quadro 4 – Legislações atinentes ao ordenamento territorial	46
Quadro 5 – Legislações ambientais aplicáveis	47
Quadro 6 – Distanciamentos mínimos em APP	49
Quadro 7 – Legislações que reportam direta ou indiretamente sobre PSA.....	50
Quadro 8 – Legislações municipais sobre PSA no RS.....	51
Quadro 9 – Bacias de captação e acumulação de água em operação	60
Quadro 10 – Tipificação dos Autos de Infração.....	73
Quadro 11 – Resumo das informações técnicas das bacias rurais.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores máximos investidos em PSA pelo Projeto Reflorestar.....	36
Tabela 2 – Comparativo de áreas dentro do município de Caxias do Sul.....	61
Tabela 3 – Representatividade das categorias de consumidores de água em dez/2021	63
Tabela 4 – Normal climatológica de Caxias do Sul - CEFET/FEPAGRO (1976 a 2005).....	66
Tabela 5 – Nível mais baixo da água observado e sua respectiva data de observação	70
Tabela 6 – Tipificação das infrações no período de 1991 a dezembro de 2021	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI	Auto de Infração
AIE	Auto de Infração e Embargo
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP	Área de Preservação Permanente
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CF	Constituição da República Federativa do Brasil nº 1988
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
DEP	New York City Department of Environmental Protection
DIOUT	Divisão de Outorga
ETA	Estação de Tratamento de Água
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET	Índice de Estado Trófico
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IQA	Índice de Qualidade das Águas
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
MG	Minas Gerais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NC	Normal Climatológica
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ODS6	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 06 – água e saneamento para todos
ONU	Organização das Nações Unidas
PDDI	Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico

PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNPSA	Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSH	Plano Nacional de Segurança Hídrica
PSA	Pagamento por Serviço Ambiental ou Pagamento por Serviços Ambientais
RS	Estado do Rio Grande do Sul
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAC	Solução Alternativa Coletiva de abastecimento de água para consumo humano
SAI	Solução Alternativa Individual de abastecimento de água para consumo humano
SAMAE	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
SbN	Solução baseada na Natureza
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul
SEMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SIOUT RS	Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul
SISAGUA	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano
SPO	Superintendência de Planejamento e Obras
SRH	Superintendência de Recursos Hídricos
TNC	ONG The Nature Conservancy
VIGIAGUA	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano
WWAP	World Water Assessment Program
ZA	Zona das Águas

LISTA DE UNIDADES DE MEDIDA

células/ml	células por mililitro
ha	hectare
l/s	litros por segundo
m	metro
mm	milímetro
m ²	metro quadrado
m ³ /s	metro cúbico por segundo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO GERAL.....	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2 REVISÃO TEÓRICA	21
2.1 RECURSOS HÍDRICOS.....	21
2.2 DIREITO AMBIENTAL.....	26
2.3 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS	28
3 METODOLOGIA.....	37
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	37
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO	37
3.3 METODOLOGIAS PARA DESENVOLVIMENTO DOS OBJETIVOS.....	42
4 REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DO PSA	44
4.1 REQUISITOS LEGAIS.....	44
4.2 REQUISITOS TÉCNICOS	52
5 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS DE CAPTAÇÃO E RESERVAS HÍDRICAS ..	58
5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS COMO UNIDADE DE GESTÃO E PLANEJAMENTO.....	58
5.2 ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DAS BACIAS DE CAPTAÇÃO E RESERVAS HÍDRICAS	71
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
7 RECOMENDAÇÕES.....	82
REFERÊNCIAS	83
ANEXO A – PRÉ-REQUISITOS DO PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA	94
ANEXO B – CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO SAMAE	96
ANEXO C – ZONEAMENTO DA ZA FAXINAL.....	98
ANEXO D – ZONEAMENTO DA ZA MARRECAS	99
ANEXO E – ZONEAMENTO DA ZA PIAÍ.....	100
ANEXO F – ZONEAMENTO DA ZA SEPULTURA	101
ANEXO G – ZONEAMENTO DA ZA MULADA.....	102
ANEXO H – AUTOS DE INFRAÇÃO ZA FAXINAL.....	103
ANEXO I – AUTOS DE INFRAÇÃO ZA MARRECAS.....	104

ANEXO J – AUTOS DE INFRAÇÃO ZA PIAÍ.....	105
ANEXO K – AUTOS DE INFRAÇÃO ZA SEPULTURA.....	106
ANEXO L – AUTOS DE INFRAÇÃO ZA MULADA.....	107
ANEXO M – USO DO SOLO ZA FAXINAL.....	108
ANEXO N – USO DO SOLO ZA MARRECAS.....	109
ANEXO O – PARCELAMENTO IRREGULAR ZA FAXINAL.....	110
ANEXO P – PARCELAMENTO IRREGULAR ZA MARRECAS.....	111
ANEXO Q – PARCELAMENTO IRREGULAR ZA PIAÍ.....	112
ANEXO R – PARCELAMENTO IRREGULAR ZA SEPULTURA.....	113
ANEXO S – PARCELAMENTO IRREGULAR ZA MULADA.....	114

1 INTRODUÇÃO

Pode-se perceber que ao longo dos anos, com o crescimento da população mundial, houve aumento do consumo de recursos naturais para fabricação especialmente dos bens de consumo, bem como intervenção em zonas rurais e ambientes preservados visando a ampliação das áreas de agricultura, além da expansão do território urbano. Tais condições podem ser observadas e modeladas atualmente através de diversos métodos, tais como a Pegada Ecológica e a Pegada Hídrica, onde o estilo de vida da população resulta em tensões distintas sobre os ecossistemas, podendo inclusive conduzir à extinção de diversos recursos naturais não renováveis (SILVA et al., 2013).

Da mesma forma, a demanda por água tratada e de qualidade tem aumentado de acordo com o crescimento populacional e desenvolvimento econômico. Hoje, as tecnologias para o tratamento de água são suficientes para a remoção dos principais poluentes existentes nos recursos hídricos, porém, é sabido que melhor será a qualidade da água tratada, quanto melhor for a qualidade do recurso hídrico de origem, bem como a sua quantidade disponível. Corroborando neste sentido, o relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos, elaborado pela *World Water Assessment Program* (WWAP, 2019), informa que o uso de água no mundo vem aumentando cerca de 1% por ano desde a década de 1980 com tendência que a demanda por água continue crescendo em taxa similar até 2050, o que representa de 20% a 30% em relação ao nível atual de uso por consequência da demanda crescente de água para uso doméstico e industrial; além deste aumento de demanda de água, os níveis de estresse hídrico continuarão a aumentar também por conta dos efeitos da intensificação da mudança climática.

Mediante tais circunstâncias e concomitante à preocupação de promover o desenvolvimento sustentável¹, os municípios devem ofertar uma cobertura de fornecimento de água potável e de tratamento dos esgotos sanitários de forma que acolha a população residente na área urbana e rural tendo a obrigatoriedade em atender ao novo Marco Legal do Saneamento

¹ O conceito foi estabelecido pelo Relatório de Brundtland, em 1987, o qual é utilizado pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2017): “O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades”.

Básico², sem esquecer de suas obrigações quanto à gestão de seus recursos hídricos³ em todas as esferas. Ou seja, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 6 (ODS6) determina: “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” (ONU, 2015, p. 26). Por conseguinte, as nações necessitam atender os desdobramentos dos ODS até 2030, sendo que para a questão hídrica são elencadas as seguintes ações (ONU, 2015):

- a) Universalização do acesso à água potável, saneamento e higiene;
- b) Melhorar a qualidade da água;
- c) Aumentar a eficiência do uso da água em todos os setores;
- d) Gestão integrada dos recursos hídricos;
- e) Proteger e restaurar ecossistemas relacionados à água;
- f) Treinamento envolvendo temas associados à água e saneamento; e
- g) Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

Outro compromisso que os municípios brasileiros possuem é atender o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), quando existente. O município de Caxias do Sul, dentro de seu planejamento estratégico e físico-financeiro, sancionou o PMSB por meio da Lei Complementar nº 558, de 16 de maio de 2018, estabelecendo metas e prazos. No que tange ao escopo do presente estudo, destaca-se que a lei supracitada contempla ações para promover a preservação dos recursos hídricos, a promoção do saneamento rural, estudos de capacidade hidrológica e classificação dos mananciais hídricos superficiais (CAXIAS DO SUL, 2018b).

Com relação ao regramento das áreas cujos recursos hídricos têm a finalidade de abastecimento público, Caxias do Sul estabeleceu a Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005, conhecida popularmente como Lei da Zona das Águas (ZA), legislação de fundamental importância para o regramento: do uso e parcelamento do solo; das atividades admitidas, permitidas e vedadas; das infrações e penalidades nas bacias de captação e reserva hídrica do município. O objetivo dessa Lei é assegurar a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos em quantidade e qualidade. Cabe ressaltar que em Caxias do Sul, a

² A Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020 atualizou o marco legal do saneamento básico, modificando a competência para editar normas de referência à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). O artigo 11-B determina o prazo até 31 de dezembro de 2033 para a universalização do saneamento básico, de forma a garantir o atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população atendida com coleta e tratamento de esgoto sanitário.

³ Visando uma sustentabilidade global, o documento mais atual é a Agenda 2030 que possui dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) instituídos pela ONU.

gestão do abastecimento público de água e o esgotamento sanitário em Caxias do Sul é realizada pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE). Por sua vez, a Superintendência de Recursos Hídricos (SRH) do SAMAE é responsável pela gestão das águas subterrâneas e superficiais. Ou seja, dentre as atribuições conferidas ao SAMAE está a fiscalização das ZA quanto ao descumprimento dos regramentos presentes na Lei da ZA com possibilidade de lavratura de auto de infração⁴.

Ao longo dos anos de atuação da fiscalização de bacias de captação do SAMAE, muitos foram os registros de danos ambientais com lavratura de autos de infração. Nesse sentido, observa-se que existem muitos proprietários de áreas, dentro das ZA, que desenvolvem atividades de diversos tipos, tais como agropecuária, comércio, indústria, serviços e ocupação para moradia e/ou lazer. Uma parcela desses proprietários efetuou algum dano ambiental, ou seja, estas intervenções foram realizadas sem os cuidados necessários e ferindo as leis ambientais aplicáveis. Isso reflete o problema de pesquisa, onde pode-se destacar que os impactos ambientais ocasionados em ZA acontecem, muitas vezes, por desconhecimento das legislações ambientais por parte dos proprietários, sendo que as principais infrações ambientais identificadas são a supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (APP), represamento de recursos hídricos, abertura de acessos, parcelamento indevido do solo, edificações sem o devido licenciamento aplicável, entre outros.

Modificar o ecossistema em áreas de APP influencia diretamente na disponibilização de água no ciclo hidrológico, gerando assim consequências nas áreas das represas de acúmulo de água para fins de abastecimento público. Outra questão a ser analisada no problema de pesquisa é que atualmente as legislações ambientais vigentes no município apresentam caráter informativo e punitivo e inexistente legislação que estabeleça que os protetores possam receber recompensa pela preservação ou conservação dos recursos naturais. Um instrumento que possibilita gratificar, com ou sem remuneração, aqueles que voluntariamente realizam a conservação⁵ ou preservação ambiental é denominado de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA):

O PSA surge como uma nova ferramenta ou estratégia, integrando às políticas de conservação aqueles agentes que adotam práticas sustentáveis de uso do solo e que mantem ou recuperam os sistemas naturais, pelo que passam a ser compensados, uma vez que os benefícios provenientes destas ações são usufruídos não somente por quem as pratica, mas por toda a sociedade. (ANDRADE, 2015, p. 7).

⁴ De acordo com a Lei Complementar nº 246/2005, art. 80, constitui infração toda ação ou omissão que se refiram à proteção, preservação e recuperação das áreas de bacia de captação. Contempla infrações cometidas por pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado; com possibilidade de aplicação de multa (art. 83).

⁵ De acordo com a Lei nº 9.985/2000, art. 2º: Conservação é entendida como manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural.

Além disso, o PSA é uma ferramenta moderna com aplicação diversificada: hídrico, sequestro de carbono, conservação da biodiversidade, beleza cênica proveniente de paisagem natural, entre outros. Independente da modalidade de PSA, o envolvimento da comunidade, mais especificamente, dos proprietários, para conservação e preservação ambiental deve ser de forma voluntária, com possibilidade de remuneração financeira e outras formas de incentivo.

Destaca-se nesse trabalho o PSA hídrico, voltado para a disponibilidade quantitativa e qualitativa, que tem como propósito preservar as áreas de vulnerabilidade hídrica como nascentes e APP, baseada na metodologia do Programa Produtor de Água coordenado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), tendo como exclusividade as áreas rurais dos municípios brasileiros.

Portanto, o presente estudo visa analisar somente as áreas cujos recursos hídricos são destinados ao suprimento ou reserva de água para a população, delimitadas pela Lei das ZA, tendo como objeto somente as bacias rurais que possuem potencial para implantar o PSA.

Do ponto de vista científico, existem muitos estudos de caso de aplicação do PSA em vários países no mundo e também no Brasil. Os estudos correlatos ao PSA no Brasil são recentes, o que possibilita criar cenários de preservação e conservação ambiental em áreas de vulnerabilidade ambiental, no âmbito municipal.

1.1 OBJETIVO GERAL

Diante disso, o estudo busca responder às seguintes questões de pesquisa: a) Como identificar as áreas potenciais para pagamento por serviços ambientais em Caxias do Sul na esfera de saneamento básico?; b) Que tipo de pagamento por serviços ambientais é mais adequado para promover a preservação ambiental atrelada ao abastecimento público de água?; c) Como determinar quais áreas em Caxias do Sul são elegíveis para a implantação do pagamento por serviços ambientais de cunho hídrico?; d) Quais são os aspectos técnicos associados às Zona das Águas em Caxias do Sul que podem auxiliar no planejamento, na estruturação e na implantação do pagamento por serviços ambientais?

A partir dessas questões de pesquisa é possível sintetizar o problema central de pesquisa como sendo: Quais conceitos e aspectos técnicos podem ser selecionados para basilar a análise e diagnóstico antecedendo a implantação do pagamento por serviços ambientais em Caxias do Sul? Essa pergunta de pesquisa se translada diretamente para o objetivo geral do trabalho: analisar os subsídios técnicos e conceituais para implantação de Pagamento por Serviços

Ambientais em bacias rurais no município de Caxias do Sul, pertencente ao estado do Rio Grande do Sul (RS).

Desta forma, o Pagamento por Serviços Ambientais pode se tornar um instrumento de auxílio na promoção da preservação da disponibilidade hídrica quali-quantitativa nas bacias rurais de Caxias do Sul.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Sendo assim, desdobram-se os objetivos específicos que nortearão o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa:

1. Identificar os requisitos técnicos e legais para a implantação do Pagamento por Serviços Ambientais em Caxias do Sul;
2. Caracterizar as bacias de captação e reservas hídricas como unidade de gestão e planejamento de acordo com os pré-requisitos do Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA);
3. Elaborar análise socioambiental das bacias de captação e reservas hídricas como subsídio para elaboração, planejamento e implantação do PSA.

Este projeto de pesquisa possui relevância social, econômica e ambiental, pois possibilita a remuneração aos proprietários rurais para manterem preservada e conservada as áreas importantes para a manutenção dos ecossistemas e também de seus respectivos recursos hídricos. A questão econômica tem cunho fundamental pois os produtores rurais são remunerados e recompensados pela sua função primordial na preservação e conservação dos habitats naturais, onde, por sua vez, a população urbana não dispõe de área suficiente para desempenhar esta função. Além disso, o desenvolvimento do presente estudo vem ao encontro dos macros desafios regionais propostos pela Universidade de Caxias do Sul, ou seja, está vinculado à “preservação ambiental”, ao “agronegócio” e a “saúde e qualidade de vida”.

Outro ponto a ser avaliado é sobre como o proprietário gostaria de receber este pagamento, seja de forma pecuniária ou em capacitações e/ou consultorias técnicas para melhoramento das práticas agropecuárias visando otimizar as áreas ocupadas para esse fim, tendo em conta que este levantamento poderá ser realizado através de ações de educação ambiental antecedentes e durante a execução da implantação do PSA, segundo diretrizes do Programa Produtor de Água.

Com isso, o presente trabalho contribuirá para estruturar o Pagamento por Serviços Ambientais em Caxias do Sul, especificamente nas bacias rurais de captação do Faxinal, Marrecas, Piaí, Sepultura e Mulada. Por fim, a meta do estudo é viabilizar a participação do Município no Programa Produtor de Água da ANA.

2 REVISÃO TEÓRICA

A revisão bibliográfica está subdividida de maneira a basilar as informações técnicas e conceituais subsidiando a estruturação de elementos necessários para implantação de pagamento por serviços ambientais em Caxias do Sul.

Os subsídios conceituais iniciam na temática recursos hídricos, evoluindo para direito ambiental e finalizando com o pagamento por serviços ambientais.

2.1 RECURSOS HÍDRICOS

No Brasil, o cenário da gestão de recursos hídricos é analisado anualmente pela ANA, onde associações de mudanças climáticas e variação nos ciclos hidrológicos são pesquisadas. Estudos apontam mudanças de variáveis como temperatura e precipitação, resultando em mudanças no padrão de chuvas no Brasil: chuvas mais fortes e frequentes no Sul e Sudeste, e secas mais frequentes no Nordeste (ANA, 2017).

O Relatório de Conjuntura (ANA, 2020) apresenta os indicadores do ODS6 com informações sobre o Brasil, onde destaca-se: 77,5% dos corpos hídricos brasileiros possuem boa qualidade de água; 63,1% é o grau de implementação de gestão integrada dos recursos hídricos em uma escala de 0 a 100; e 10,3% dos ecossistemas aquáticos tiveram alteração ao longo dos anos.

A disponibilidade hídrica, que representa a quantidade de água acessível para diversos usos da água considerando determinado nível de garantia de fornecimento pelos mananciais, é outro aspecto de extrema importância para a gestão e planejamento hídrico e das cidades. Segundo cálculos realizados pela ANA (2017), o Brasil possui uma disponibilidade hídrica superficial cuja vazão média considera 260.000 m³/s, sendo que 80% encontra-se na região Amazônica com menor densidade demográfica e menor demanda de água. Isso exemplifica a desigualdade da disponibilidade hídrica dentro do território brasileiro.

Em termos globais, o Brasil possui grande oferta de água. Esse recurso natural, entretanto, encontra-se distribuído de maneira heterogênea no território nacional. Esse fator, somado aos usos intensivos da água pelas diferentes atividades econômicas nas bacias hidrográficas brasileiras e aos problemas de qualidade de água decorrentes da poluição hídrica, exigem ações de gestão dos recursos hídricos cada vez mais efetivas a partir do monitoramento dos recursos hídricos (ANA, 2020, p. 4).

Muitos municípios brasileiros utilizam as águas subterrâneas como fonte principal ou complementar para o abastecimento público de água, seja de forma permanente ou como fonte

alternativa em períodos de escassez hídrica (ANA, 2017). É importante destacar a questão hidrológica envolvida na dinâmica das águas subterrâneas e superficiais:

A descarga de água dos aquíferos⁶ mantém o equilíbrio ecológico e pereniza a maior parte dos rios, lagos e pântanos no Brasil, por meio de sua contribuição ao fluxo de base dos cursos de água.

Em cerca de 90% dos rios brasileiros o fluxo de base, proveniente dos aquíferos, alimenta os rios e os mantém perenes nos períodos secos. A exceção ocorre nos terrenos cristalinos do semiárido nordestino, os quais não tem capacidade de regularizar seus rios, tornando-os intermitentes. (ANA, 2017, p. 37).

Analisando a estratégia governamental brasileira no âmbito da gestão hídrica, existe o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH, 2022), que consiste em assegurar à atual e às futuras gerações a adequada disponibilidade quali-quantitativa de água e atuar na prevenção contra eventos hidrológicos críticos; tudo isso por intermédio de planejamento e execução de obras de infraestrutura hídrica, baseado nos principais problemas relacionados, basicamente, à disponibilidade/escassez hídrica e a demanda de consumo de água para diversas atividades. Os fatores que podem alterar a segurança hídrica envolve o equilíbrio entre oferta e demanda de água envolvem a expansão urbana e o crescimento econômico.

A segurança hídrica, de acordo com o conceito da ONU, existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias, devendo ser consideradas as suas quatro dimensões: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência, como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país. O Índice de Segurança Hídrica (ISH) calculado para o Brasil considera essas quatro dimensões (IBAMA, 2022, p. 145-146).

O Relatório de qualidade do meio ambiente elaborado pelo IBAMA (2020), utiliza nomenclaturas importantes do ponto de vista da segurança hídrica: infraestrutura cinza e infraestrutura verde. A infraestrutura cinza relaciona-se ao modo tradicional para viabilizar a oferta de água: ampliação, melhoria e manutenção de obras de infraestrutura hídrica e com o aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos, além de ações estruturantes na gestão, seja pela falta ou excesso de água (marcos regulatórios, salas de situação, melhoria de legislação e na articulação institucional e setorial) (IBAMA, 2020). Por outro lado, existe a infraestrutura verde.

A infraestrutura verde, natural ou ecológica é a aplicação de uma Solução baseada na Natureza (SbN) para fornecer opções de administração dos recursos hídricos. As SbN são inspiradas e suportadas pela natureza e usam, ou imitam, processos naturais que são propositalmente manejados para se obter benefícios relacionados à gestão da água.

⁶ Aquífero: é uma formação geológica do subsolo, constituída por rochas permeáveis, que armazena água em seus poros ou fraturas. Outro conceito refere-se a aquífero como sendo, somente, o material geológico capaz de servir de depósito e de transmissão da água armazenada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2019).

[...]. Em suma, as Sbn focam nos serviços ecossistêmicos que geram resultados positivos e desejados no manejo da água. (IBAMA, 2022 apud UNESCO; UN WATER, 2018).

No que tange a disponibilidade hídrica dos recursos utilizados para abastecimento público, não há como dissociar a relação com a qualidade da água e com as legislações que regulamentam a gestão de recursos hídricos sob o aspecto ambiental e de saúde pública.

O conhecimento sobre a qualidade de água dos mananciais é fundamental para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, os quais devem ser analisados sob ótica regional, considerando também as informações presentes no Plano de Bacia, cuja elaboração é de responsabilidade do Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH), quando existente.

De acordo com ANA (2017, p. 42), a qualidade de água pode ser entendida como:

Assim como ocorre com as águas subterrâneas, a qualidade das águas superficiais de rios, córregos e lagos é um fator que determina sua disponibilidade para diversos usos, tais como o abastecimento humano, recreação, produção de alimentos e industrial. A qualidade da água superficial e subterrânea é condicionada por variáveis naturais ligadas, por exemplo, ao regime de chuvas, escoamento superficial, geologia e cobertura vegetal, e por impactos antrópicos, como o lançamento de efluentes, provenientes de fontes pontuais e fontes difusas, e o manejo dos solos, entre outros.

Dessa forma, a qualidade das águas é estabelecida considerando fatores de enquadramento que objetiva a determinação da classificação dos corpos de água no território nacional, estabelecendo as condições e padrões de lançamento de efluentes; essa é a finalidade da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 instituída Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). As águas doces são classificadas como: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. De acordo com a classificação presente no Art. 4º da Resolução CONAMA Nº 357/2005, o abastecimento público pode utilizar águas doces classificadas na classe especial, classe 1, classe 2 e classe 3, respeitadas as determinações de tipo de tratamento a ser aplicado conforme a classificação do corpo hídrico.

Os órgãos ambientais licenciadores utilizam a Resolução CONAMA Nº 357/2005 para estabelecer restrições e condicionantes nas licenças ambientais, inclusive de empreendimentos de cunho de saneamento ambiental (abastecimento público de água e sistema de esgotamento sanitário), especialmente quanto ao monitoramento dos corpos hídricos, especificando as análises e padrões a serem observados.

Sob a ótica de saúde ambiental sob o espectro dos órgãos de vigilância em saúde pública, norteiam a fiscalização e o controle da qualidade de água o regramento estabelecido por intermédio de legislação específica. Ou seja, os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade foram atualizados e são

estabelecidos, atualmente, pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Tal legislação se aplica à água destinada para consumo humano advinda de Sistema de Abastecimento de Água (SAA)⁸, Solução Alternativa Coletiva (SAC)⁹, Solução Alternativa Individual (SAI)¹⁰ e fornecimento por carro-pipa. Além disso, a Portaria exige o monitoramento da qualidade da água bruta supridos por manancial superficial ou subterrâneo; estabelece procedimentos de controle e vigilância da água e seu padrão de potabilidade¹¹.

Com relação ao controle da qualidade da água, a Portaria GM/MS nº 888/2021, em seu capítulo VI, estabelece os critérios para realizar o plano de amostragem da água bruta e tratada, tais como frequência e parâmetros a serem analisados. No que se refere ao escopo do presente estudo, o SAMAE realiza análises dos parâmetros de SAA (manancial superficial) e SAC (manancial subterrâneo), conforme determinação, onde destaca-se (BRASIL, 2021):

Art. 42 Os responsáveis por SAA e SAC devem analisar pelo menos uma amostra semestral da água bruta em cada ponto de captação com vistas a uma gestão preventiva de risco.

§ 1º Nos Sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, supridos por manancial superficial devem realizar análise dos parâmetros Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez, Cor Verdadeira, pH, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total e dos parâmetros inorgânicos, orgânicos e agrotóxicos, exigidos neste Anexo.

§ 2º Sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, supridos por manancial subterrâneo devem realizar análise dos parâmetros Turbidez, Cor Verdadeira, pH, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, condutividade elétrica e dos parâmetros inorgânicos, orgânicos e agrotóxicos, exigidos neste Anexo.

Um importante fator de controle biológico da qualidade da água bruta e tratada refere-se às cianobactérias, produtoras de cianotoxinas que representam risco à saúde¹². Por este motivo, a Portaria GM/MS nº 888/2021 institui controle e monitoramento a fim de minimizar os riscos de contaminação da água para consumo humano com cianotoxinas em sistemas de abastecimento com captação em mananciais superficiais. Tal controle prevê análise de clorofila-a, fitoplâncton, cianobactérias e, em contagem de células de cianobactérias acima de

⁸ Art. 5º. V – SAA: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição.

⁹ Art. 5º. VI – SAC: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição.

¹⁰ Art. 5º. VII – SAI: modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atende a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares.

¹¹ Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Art. 5º. III – padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos para os parâmetros da qualidade da água para consumo humano, conforme definido neste Anexo.

¹² Portaria GM/MS nº 888/2021, art. 43, § 9º Quando detectada a presença de cianotoxinas na água tratada, na saída do tratamento, será obrigatória a comunicação imediata a autoridade de saúde pública, às clínicas de hemodiálise e às indústrias de injetáveis.

20.000 células/ml, deve-se realizar análise de cianotoxinas microcistinas, saxitoxinas e cilindropermopsinas no ponto de captação com frequência no mínimo semanal (conforme art. 43, § 2º).

O Quadro 1 apresenta, de forma sintética, a subdivisão dos critérios de controle e plano de amostragem conforme o tipo de sistema de abastecimento.

Quadro 1 – Critérios de controle da qualidade de água para consumo humano

SISTEMA DE ABASTECIMENTO	ANEXO ¹	CRITÉRIOS DE CONTROLE
SAA, SAC e SAI	1	Padrão bacteriológico
	2	Padrão de turbidez pós-desinfecção ou pós-filtração
	9	Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde
	11	Padrão organoléptico de potabilidade
SACsup ²	3, 4 e 5	Tempo de contato mínimo para desinfecção
SACsub ³	6, 7 e 8	Tempo de contato mínimo para desinfecção
SAA e SACsup ²	10	Padrão de cianotoxinas
	12	Frequência de monitoramento de cianobactérias
SAA e SACsup ² ou SACsub ³	13	Número mínimo de amostras e frequência para análises físicas e químicas
	14	Número mínimo de amostras mensais para análises bacteriológicas
SACsup ² ou SACsub ³	15	Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para análises físicas, químicas e microbiológicas

Notas: 1 – conforme Portaria GM/MS nº 888/2021; 2 – com captação em manancial superficial; 3 – com captação em manancial subterrâneo

Fonte: Próprio autor (2022).

No que se refere ao monitoramento e controle de cianobactérias, o SAMAE possui uma rotina bem definida de amostragem da água bruta, sendo imediatamente modificada em virtude dos resultados das análises a fim de cumprir rigorosamente os critérios estabelecidos pelo órgão de vigilância de saúde com relação à qualidade da água bruta e tratada para consumo humano.

Para gerenciar as informações atinentes à água e ao controle de doenças de veiculação hídrica, o Ministério da Saúde (2022) criou o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano (VIGIAGUA), que consiste em ações continuadas realizadas pelas autoridades de saúde pública, visando garantir acesso à população à água em quantidade e qualidade. Por sua vez, o Sistema de Informações de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano (SISAGUA) integra o VIGIAGUA, servindo como instrumento que auxilia no gerenciamento de riscos à saúde a partir dos dados gerados periodicamente pelos órgãos de vigilância de saúde e pelos responsáveis pelos serviços de abastecimento de água. Ou seja, o SAMAE envia, periodicamente, os resultados das análises exigidas pela portaria de portabilidade no Portal SISAGUA.

De forma a contemporizar a influência da gestão pública na disponibilidade hídrica, um subproduto foi idealizado resultando em uma produção científica tendo como objeto de estudo efetuar o diagnóstico do uso de recursos hídricos superficiais e subterrâneos pelo município de Caxias do Sul, cuja finalidade é o abastecimento público de água e diluição de esgotos sanitários gerados. Complementarmente, esta publicação teve o intuito de contribuir para futuros estudos visando a implementação do instrumento de cobrança pelo uso de recursos hídricos, previsto pela PNRH, e contribuiu de forma substancial para a análise dos usos atuais dos recursos hídricos. Velho et al. (2019) apresentaram como principais informações e resultados, tendo como base o ano de 2018: o município está localizado no divisor das bacias hidrográficas do rio Caí do rio Taquari-Antas; 99,32% do volume acumulado de água foi captado através de represas de acumulação e 0,68% é proveniente de poços tubulares profundos que atendem exclusivamente às comunidades rurais; 99,44% do volume total de água captada é proveniente da bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas; 60% dos sistemas e estações de tratamento de esgotos sanitários está localizada da bacia do rio Taquari-Antas; a categoria residencial possui maior quantidade de economias (91,07%); porém o perfil de maior consumo é a categoria industrial (85,13 m³/economia).

Melhorar a gestão dos recursos hídricos e fornecer a todos o acesso a água potável e saneamento seguros e acessíveis financeiramente são ações essenciais para erradicar a pobreza, construir sociedades pacíficas e prósperas, e garantir que “ninguém seja deixado para trás” no caminho rumo ao desenvolvimento sustentável. Essas metas são totalmente alcançáveis, desde que exista uma vontade coletiva para proceder assim. (WWAP, 2019, p. 12).

2.2 DIREITO AMBIENTAL

Observa-se que o direito e as legislações ambientais têm evoluído continuamente, com foco no atendimento às necessidades humanas, considerando em especial as fragilidades dos ecossistemas, bem como a disponibilidade dos recursos naturais renováveis e não renováveis.

Os instrumentos de comando e controle são utilizados a fim de determinar normas, regras, procedimentos e padrões para as atividades econômicas visando o cumprimento dos objetivos da política em questão (qualidade da água, redução da poluição atmosféricas, entre outros). Os instrumentos econômicos se caracterizam pelo caráter indutor dos comportamentos desejados pela política ambiental, por intermédio de imposição de preços e tributos, criação de subsídios ou emissão de créditos pela não poluição (NUSDEO, 2012).

Franco (2012, p. 205) aborda sobre os princípios do direito aplicados as normas ambientais:

Nesse contexto, diversos são os princípios orientadores da interpretação e aplicação das normas ambientais, tais como: o Princípio do Desenvolvimento Sustentável; da Função Social da Propriedade; do Poluidor-Pagador e do Usuário-Pagador; da Prevenção e da Precaução; do Acesso Equitativo aos Benefícios dos Recursos Naturais; da Solidariedade, dentre outros. Cabe frisar que o desenvolvimento sustentável, mais que um princípio, caracteriza o próprio modelo de desenvolvimento adotado, como fim maior do Estado brasileiro.

A evolução das leis moderniza a aplicação dos princípios do direito, mudando o foco de apenas punir o agente causador do dano (princípio poluidor-pagador), dando oportunidade para os agentes protetores receberem incentivos por suas ações voluntárias de conservação e/ou preservação ambiental (princípio protetor-recebedor).

O princípio do poluidor-pagador tem origem econômica. Apesar da sua importância para inibir a degradação ambiental, verifica-se que o homem, mesmo assim, ignora as consequências e o risco de ter que pagar pela degradação: ou porque são situações de miséria, ou porque, mesmo assim, é vantajoso correr riscos.

O capitalismo valoriza o econômico. Tanto o princípio do poluidor-pagador, quanto o princípio do usuário-pagador buscam dar um valor econômico ao meio ambiente, punindo pecuniariamente quem polui e cobrando pelo uso dos meios naturais. Mas quem preserva nada recebe pelo serviço que presta. Recentemente, surgiu o princípio do protetor-recebedor, que busca valorizar os serviços prestados à sociedade por aqueles que zelam, cuidam e protegem o meio ambiente.

O princípio do protetor-recebedor busca o pagamento por serviços ambientais, como uma forma mais eficaz de multiplicar agentes motivados a preservar a natureza, para que ela continue prestando serviços indispensáveis à preservação da biodiversidade e da própria dignidade humana. (RECH, 2011, p. 50-51).

De acordo com o autor Altmann (2011, p. 76), o PSA é apenas um (talvez o primeiro) mecanismo desenvolvido com base no conceito do provedor-recebedor; uma forma de viabilizar a efetividade das legislações e garantir justiça social, com maior equidade, promovendo políticas de incentivo (FRANCO, 2012).

A fim de estabelecer diretrizes de planejamento e expansão das atividades econômicas e sociais dentro de seu território, os municípios necessitam observar as fragilidades que a cercam e balizar suas ações utilizando as legislações como instrumentos de gestão:

Embora fundamentais em qualquer política ambiental, os instrumentos de comando e controle são considerados insuficientes para a criação de incentivos específicos para práticas de conservação, desenvolvimento de novas tecnologias e correção de preços de produtos e serviços impactantes ao meio ambiente. Nesse cenário passa-se a discutir a inclusão de instrumentos econômicos, de caráter indutivo, nas políticas ambientais. Esses têm, como uma de suas características, maior eficiência em comparação aos de comando e controle, no sentido de permitir a consecução dos objetivos da política ambiental por meio de medidas de menor custo aos seus destinatários e à própria administração. (NUSDEO, 2012, p. 3)

Lacunas são perceptíveis à luz do cumprimento das legislações regidas pelos instrumentos de comando e controle:

Evidencia-se que a simples existência de legislação não é suficiente para impedir o avanço do desmatamento, a perda dos remanescentes florestais e garantia de observância das restrições ou obrigações inerentes às áreas protegidas. A fiscalização no modelo tradicional de comando-e-controle não dá conta de aplicar a legislação e torna-la efetiva. (FRANCO, 2012, p. 206).

Além disso, é perceptível que as legislações ambientais nos âmbitos federal, estadual e municipal muito têm a evoluir em todas as temáticas, se pensado sob a ótica do desenvolvimento sustentável e seus respectivos pilares – ambiental, econômico, cultural e social. Todavia, é notável que há municípios e estados que vem se destacando por suas políticas de proteção ao meio ambiente, ampliando a percepção sustentável no intuito de incentivar e ampliar o PSA, seja para preservação, conservação ou melhorias ambientais nos ecossistemas terrestres e aquáticos. A identificação dos requisitos legais aplicáveis ao presente estudo faz parte dos objetivos específicos, portanto, os mesmos estão apresentados no Capítulo 4 – Requisitos técnicos e legais para a implantação do PSA.

2.3 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

Segundo Nusdeo (2012), os estudos acadêmicos voltados à atribuição de valor aos serviços prestados pelo meio ambiente iniciaram a partir da segunda metade da década de 90. Exemplo disso é o estudo precursor envolto na temática de PSA elaborado por Robert Costanza e colabores, em 1997, publicado na Revista Nature: “The value of the world’s ecosystem services and natural capital”. A pesquisa pioneira reúne informações sobre o valor dos serviços ecossistêmicos distribuídos no mundo e os estoques de capital natural. O estoque de capital natural é composto por árvores, minerais e ecossistemas; o capital manufaturado são as máquinas e edificações, resultados da intervenção humana; e o capital humano são os corpos físicos. Os serviços ecossistêmicos consistem em fluxos de materiais, energia e informações de estoques de capital natural que combinam com serviços de capital manufaturado e humano com a finalidade de produzir bem-estar humano. Os serviços ecossistêmicos e suas funções foram divididas em 17 categorias (COSTANZA et al., 1997):

1. Regulação do gás – regulação da composição química atmosférica;
2. Regulação do clima – regulação da temperatura global, precipitação, e outros processos climatológicas mediados biologicamente em nível global ou local;

3. Regulação de distúrbio – capacitância, amortecimento e integridade do ecossistema em resposta às flutuações ambientais;
4. Regulação da água – regulação dos fluxos hidrológicos;
5. Fornecimento de água – armazenamento e retenção de água;
6. Controle da erosão e retenção de sedimentos – retenção de solo dentro de um ecossistema;
7. Formação do solo – processos de formação do solo;
8. Ciclagem de nutrientes – armazenamento, ciclo interno, processamento e aquisição de nutrientes;
9. Tratamento de resíduos – recuperação de nutrientes móveis, remoção ou quebra de nutrientes em excesso ou nutrientes ou compostos xenobióticos;
10. Polinização – movimento dos gametas florais;
11. Controle biológico – regulações trófico-dinâmicas das populações;
12. Refúgio – habitat para populações residentes ou transitórias;
13. Produção de comida – parcela da produção primária bruta extraída dos alimentos;
14. Matérias-primas – parcela da produção primária bruta extraída das matérias-primas;
15. Recursos genéticos – fontes de materiais biológicos únicos e produtos genéticos.
16. Recreação – oportunidades ofertadas para atividades recreativas; e
17. Cultural – oportunidades ofertadas para usos não-comerciais.

Já os biomas considerados no artigo são o marinho e o terrestre, os quais subdividem-se em (COSTANZA et al., 1997):

- Marinho: oceano; costa marítima; estuários, leitos de algas, recifes de corais e plataforma oceânica;
- Terrestre: floresta (tropical, temperada e boreal); relva, pastagens; zonas úmidas (pântanos, manguezais e planícies aluviais); lagos e rios; deserto; tundra; gelo, neve e rocha; terra cultivada; e urbana.

Por fim, Costanza et al. (1997) apresentam valores estimados para os serviços ecossistêmicos por unidade de área por bioma, multiplicado pela área total de cada bioma e somado sobre todos os serviços e biomas, resultando em uma média anual de U\$ 33 trilhões pelos serviços ecossistêmicos prestados pela natureza. À época, esse montante representava 1,8 vezes o Produto Nacional Bruto global. Segundo os autores, tal resultado pode aumentar à medida que o capital natural e os serviços ecossistêmicos se tornarem mais escassos.

O estudo de Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005) definiu as modalidades de serviços ecossistêmicos: serviços de provisão, serviços de suporte, serviços de regulação e serviços culturais. Os autores (MEA, 2005; BRASIL, 2021) explicam e exemplificam as modalidades de serviços ecossistêmicos:

- Serviços de provisão: os que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros;
- Serviços de regulação: os que concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, a minimização de enchentes, inundações e secas, controle de doenças de veiculação hídrica, qualidade da água e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamento de encostas;
- Serviços de suporte: os que mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a formação, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a fotossíntese, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético;
- Serviços culturais: os que constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, entre outros.

PARRON et al. (2019) apresentam uma revisão sistemática de publicações sobre serviços ecossistêmicos no Brasil, no período de 2006 a 2017, cujas publicações relativas à classificação dos serviços ecossistêmicos são classificadas em ordem decrescente: visão geral (34%), serviços de regulação (30%), serviços de provisionamento (20%), serviços de suporte (14%) e serviços culturais (2%). Entre os exemplos dos serviços ecossistêmicos estudados, os mais comuns são: biodiversidade (11,1%), sequestro de carbono (9,8%), prevenção e controle da erosão (8,8%), fornecimento de água (8%), qualidade da água (7,3%) e comida (6,3%).

Sven Wunder (2005, p. 2), classifica os serviços ecossistêmicos em quatro tipos:

- Sequestro e armazenamento de carbono através de plantio e manutenção de florestas;
- Proteção da biodiversidade por intermédio de conservação ou restauração de corredores ecológicos;

- Proteção de bacias hidrográficas onde os usuários de água (à jusante dos recursos hídricos) pagam os agricultores (à montante dos recursos hídricos) pela adoção de práticas que limitem o desmatamento, a erosão do solo, os riscos de inundação, entre outros aspectos; e
- Beleza paisagística pagando as comunidades locais para não realizarem atividades de caça onde há vida selvagem.

Além disso, menciona os cinco critérios para descrever o princípio de pagamento por serviços ambientais (WUNDER, 2005, p. 3):

- 1º. Adesão voluntária;
- 2º. Um serviço ambiental bem definido e capaz de garantir o serviço;
- 3º. Ter, no mínimo, um comprador de serviços ambientais;
- 4º. Ter, no mínimo, um provedor de serviços ambientais;
- 5º. Se e somente se o provedor de serviços ambientais proteger o serviço ambiente provido (condicionalidade a realização do pagamento).

Steiner (2013, p. 112) explica, de forma singular, a diferença entre serviços ecossistêmicos e serviços ambientais:

Serviços ecossistêmicos, neste sentido, seriam as funções e processos dos ecossistemas imprescindíveis para a preservação, conservação, recuperação, uso sustentável e melhoria do meio ambiente e promoção do bem-estar humano, os quais podem ser afastados pela intervenção humana. Portanto, de forma complementar, os serviços ambientais são os de consultoria, educação, monitoramento e avaliação, prestados por agentes públicos e privados que tenham impacto na mensuração, prevenção ou correção de danos aos serviços ecossistêmicos.

Recentemente, foram acordados os conceitos inerentes aos serviços ecossistêmicos e ambientais, de acordo com o art. 2º da Política Nacional de PSA (PNPSA):

- II - serviços ecossistêmicos: benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, nas seguintes modalidades: [...];
- III - serviços ambientais: atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos;
- IV - pagamento por serviços ambientais: transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes;
- V - pagador de serviços ambientais: poder público, organização da sociedade civil ou agente privado, pessoa física ou jurídica, de âmbito nacional ou internacional, que provê o pagamento dos serviços ambientais nos termos do inciso IV deste **caput**;
- VI - provedor de serviços ambientais: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, ou grupo familiar ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais dos ecossistemas. (BRASIL, 2021)

Rech pontua com maestria sobre a obrigatoriedade de preservação sob a ótica legal e a resolubilidade frente ao PSA:

Os serviços potencialmente existentes e prestados pela natureza, sem nenhuma intervenção humana, não geram nenhuma obrigação ou responsabilidade civil, mas, quando para preservar as potencialidades existentes, exige-se alguma prestação de serviço por parte do proprietário ou possuidor, se está diante de uma obrigação de

fazer, que tem natureza contratual, pois bilateral, de um lado quem é obrigado a prestar o serviço e, de outro, o beneficiado. [...] (RECH, 2011, p. 63).

Todavia, é assertiva a necessidade de definição dos pagadores e provedores de serviços ambientais:

A adoção de mecanismo de incentivo positivo, tais como PSA, confere ao direito ambiental uma função promocional. A lógica do PSA, por conseguinte, é o estímulo às ambientalmente desejáveis, mediante remuneração pelos serviços ambientais prestados pelo provedor à comunidade” (ALTMANN, 2011, p. 76).

“Assim, a criação de sistemas de PSA baseia-se na concepção de que os custos inerentes à manutenção desses serviços atualmente suportados por alguns – externalidades positivas – devem ser internalizados e redistribuídos entre os beneficiários dos serviços, visando a garantir a sustentabilidade do modelo socioeconômico e maior efetividade na tutela ambiental. (FRANCO, 2012, p. 212).

Nusdeo (2012) destaca em sua obra quatro tipos de serviços ambientais que podem estar associados entre si: conservação da biodiversidade, servidões florestais¹³, proteção a bacias hidrográficas, sequestro e estocagem de carbono.

Os serviços ambientais que envolvem as bacias hidrográficas geralmente são financiados por meio de taxas de usuários para financiar melhorias e gestão na área, tais usuários residem a jusante dos recursos hídricos. De acordo com Unisféra (2004, p. 10): “Portanto, é essencial desenvolver sofisticados modelos hidrológicos para vincular práticas de conservação com a geração de serviços de qualidade e quantidade de água, a fim de garantir que o sistema de PSA esteja fornecendo os serviços pelos quais os beneficiários estão pagando”.

Butzke (2011, p. 30), descreve de forma simplista a importância dos serviços ambientais e a relação com a sustentabilidade para os municípios brasileiros:

Os serviços ambientais são uma nova realidade mundial e já representam, embora ainda em pequena escala, uma nova realidade no Brasil. Estão se tornando, hoje, uma nova bandeira e podem ajudar o homem do futuro neste Planeta, para que continue a ter possibilidades e recursos para seguir tendo vida digna e saudável em um planeta ainda habitável por muito tempo.

Favretto (2012) lista algumas experiências internacionais de implantação de PSA:

- Costa Rica, em 1997, por conta de problemas ambientais relacionados ao desmatamento, onde o órgão governamental independente recebe e gerencia os recursos do programa (Fundo Nacional de Financiamento Florestal – Fonafifo);

¹³ Nesse sentido, pode-se entender essa modalidade de servidão como uma autolimitação do proprietário com o objetivo de conservar seu imóvel rural para fins de preservação ambiental, na qual abre mão de componentes de seus direitos de uso e gozo, limitação essa que se transfere junto com a propriedade até seu término, quando estabelecida em caráter temporário. (NUSDEO, 2007 *apud* NUSDEO, 2012, p. 29)

- México, em 1996, em virtude da degradação de recursos florestais, cujo projeto Scolel Té, relacionado a créditos de carbono operado pela Bolsa de Chicago;
- Nova York, pagamento para manter a água limpa em detrimento de investir em estações de tratamento de água;
- Brasil, Programa Produtor de Água da ANA.

O exemplo de Nova York é conhecido mundialmente por ser uma modalidade de PSA de sucesso e por ser o pioneiro, em 1997. Trata-se de um PSA para proteger as águas que abastecem a cidade de Nova York (Ecosystem Marketplace, 2006). O sistema de abastecimento da cidade de Nova York é composto por 19 reservatórios e 3 lagos que armazenam 580 bilhões de galões de água, inseridas na bacia hidrográfica de Catskill-Delaware (localizada a 120 quilômetros ao norte da cidade de Nova York), responsável por 90% da água consumida pela cidade (MATSUOKA, 2019). Cabe mencionar que Departamento de Proteção Ambiental da cidade de Nova York (*New York City Departamento of Environmental Protection – DEP*) é o responsável pelo abastecimento de água e tratamento de esgoto da cidade. Atualmente, o DEP fornece financiamento para projetos de redução de demanda de água em instalações em propriedades por intermédio do Programa Municipal de Eficiência Hídrica (DEP, 2022).

Pesquisando artigos científicos, foi possível encontrar um que reporta os padrões globais na implantação de pagamento por serviços ambientais. Esta pesquisa baseou-se em publicações sobre PSA, onde resultou em 90 referências de literatura atinente a 55 casos de PSA em todo o mundo até meados de 2014. Os pagamentos por serviços ambientais são distribuídos em forma decrescente: proteção e restauração de bacias hidrográficas; conservação da biodiversidade; mitigação das alterações climáticas através do sequestro de carbono ou desmatamento evitado; e múltiplos serviços de sistemas voltados para a agricultura (EZZINE-DE-BLAS et al., 2016). Outra informação advinda do estudo apresenta diferenças significativas entre PSA público e privado: PSA público é alto na Europa e Ásia, ainda muito baixo na África subsaariana por menor capacidade de organizar esquemas de PSA, todavia, a América Latina é a principal região de implementação de PSA, com uma grande variedade de arranjos (EZZINE-DE-BLAS et al., 2016).

O programa Protetor das Águas, principal programa de PSA em curso no Brasil, teve início em 2006, capitaneado pela ANA. Trata-se de um programa de controle da poluição difusa rural, dirigido prioritariamente às bacias hidrográficas de maior importância para o abastecimento urbano. É baseado no princípio do protetor recebedor e prevê pagamentos aos produtores rurais que adotem práticas e manejos conservacionistas. Tem por objetivos: (i) adoção de práticas conservacionistas de solo com finalidade de abatimento efetivo da erosão e da sedimentação; (ii) implantação de sistemas de saneamento ambiental, incluindo abastecimento de água, tratamento

de esgotos e coleta de lixo; (iii) implantação e manutenção das APP; e (iv) formalização da reserva legal através da averbação em cartório (ANA, 2009 *apud* GODECKE; HUPFFER; CHAVES, 2014, p. 36-37).

No Brasil, desde 2005 os programas PSA estão ganhando força, a partir da iniciativa pioneira do município de Extrema (Minas Gerais – MG) e do programa Produtor de Águas, [...]. (GODECKE; HUPFFER; CHAVES, 2014).

Um dos estudos pioneiros no Brasil, sobre Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica, foi retratado por Castello Branco (2015, p. 24), onde o território escolhido foi a micro bacia do Rio das Pedras, situada em Rio Claro no Rio de Janeiro:

[...] foi lançado, em 2009, o projeto Produtores de Água e Floresta (PAF), uma das primeiras iniciativas no país a implementar um mecanismo de valoração e Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). O PAF focou em áreas produtoras de água e prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica, garantindo a conservação ambiental associada à geração de renda no campo.

O artigo dos autores Godecke, Hupffer & Chaves (2014) demonstra o resultado de pesquisa sobre as legislações estaduais e municipais brasileiras relacionadas ao PSA. Destaca-se que as primeiras legislações estaduais são do Norte do País, cujo Acre, em 1999, criou a Lei 1.277 que prevê incentivos aos seringueiros organizados em associações; já o estado do Amazonas, em 2007, regulamentou a Lei Complementar nº 53 que reconhece os serviços ambientais e estabelece base jurídica para PSA em Unidades de Conservação (OLIVEIRA JUNIOR, 2010 *apud* GODECKE; HUPFFER; CHAVES, 2014).

Godecke, Hupffer & Chaves (2014) citam os primeiros PSA municipais que participam do programa Produtor de Água da ANA, onde destaca-se:

- Projeto Conservador das Águas em Extrema (MG) em 2005, em convênio com a ONG *The Nature Conservancy* (TNC);
- Ecocrédito em Montes Claros (MG) em 2006;
- Projeto Oásis em Apucarana (Paraná) em 2009, em parceria com a Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza;
- Projeto ProdutorES de Água em todas as bacias do Espírito Santo a partir de 2008;
- Projeto Produtores de Água e Floresta, na microbacia do Rio das Pedras, pertencente à bacia do rio Guandu, no município de Rio Claro (RJ) em 2009;
- Programa Manancial Vivo em Campo Grande (Mato Grosso do Sul) em 2010;
- Projeto Protetor das Águas, sub-bacia do arroio Andreas na bacia do Rio Pardo, em Vera Cruz (RS), em 2011, em parceria com a Universidade de Santa Cruz do Sul, *Universal Leaf Tabacos, Fundación Altadis*, Prefeitura Municipal de Vera Cruz,

Associação dos Fumicultores do Brasil, Sindicato das Indústrias de Tabaco e do Comitê da bacia hidrográfica do Rio Pardo.

O Quadro 2 apresenta alguns projetos do programa Produtor de Água da ANA, apresentando a região, os usos da água, o ano que iniciou o projeto, a quantidade de propriedades e o valor de PSA recebido.

Quadro 2 – Exemplo de alguns projetos do programa Produtor de Água

Nome do projeto	Município	Ano de início	Usos de água	Quantidade de propriedades contratadas	Valor PSA por propriedade
Projeto Conservador das águas – Extrema	Extrema/MG	2005	Abastecimento público e agropecuária	144	R\$ 176,00/hectare, atualizado anualmente
Programa Produtor de Água no PCJ	Joanópolis/SP e Nazaré Paulista/SP	2007	Abastecimento público e agropecuária	150	Sem informação
Produtores de Água e Floresta – Bacia do Rio Guandu/RJ	Rio Claro/RJ	2007	Abastecimento público, agropecuária, indústria e mineração	62	R\$ 100 a 40.000,00 por ano
Projeto Produtor de Água do Rio Camboriú / SC	Camboriú e Balneário Camboriú/SC	2009	Abastecimento público, pecuária e agricultura	298	R\$ 547,76/hectare
Programa Manancial Vivo	Campo Grande/MS	2009	Abastecimento público e agropecuária	62	Sem informação
Protetor das Águas	Vera Cruz/RS	2010	Abastecimento público, agropecuária e industrial	54	R\$ 350,00/hectare + R\$ 200,00 por aderência
Oásis Apucarana	Apucarana/PR	2012	Abastecimento público de outros municípios à jusante	450	R\$ 100 a 500,00 por mês

Fonte: Adaptado de ANA (2021).

A ANA disponibiliza um mapa interativo¹⁴ contendo todos os projetos que fazem parte do programa Produtor de Águas.

O estado do Espírito Santo possui o Projeto Reflorestar que tem como objetivo promover a restauração do ciclo hidrológico por meio da conservação e recuperação da cobertura florestal, cuja meta era recuperar 80 mil hectares até o ano 2018. Dentre as modalidades oferecidas estão: a Floresta em Pé (até 10 hectares por propriedade rural); regeneração natural; recuperação com plantio; sistemas agroflorestais; sistemas silvipastoris; e

¹⁴ <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=7ec090fe5d2f4608a60c8ec709f8ec09>

floresta manejada (ESPÍRITO SANTO, 2021). A Tabela 1 apresenta os valores máximos investidos pelo Reflorestar, com base no valor de referência do Tesouro Estadual.

Tabela 1 – Valores máximos investidos em PSA pelo Projeto Reflorestar

Modalidade	Aquisição de insumo (R\$/hectare)	PSA (R\$/hectare/ano)
Floresta em pé	Não aplicável	241,84
Recuperação com plantio	8.168,78	214,96
Regeneração natural	2.633,35	204,21
Sistema agroflorestal	8.598,72	Não aplicável
Sistema silvipastoril	3.627,58	Não aplicável
Floresta manejada	5.696,65	Não aplicável

Fonte: ESPÍRITO SANTO (2021).

O repasse dos recursos é feito mediante assinatura de contrato entre o produtor rural e a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Seama), por meio do qual são pactuados os usos a que se destinam os recursos. Os valores a serem pagos para aquisição de insumos e para o reconhecimento dos benefícios gerados pela floresta serão dimensionados com base em projeto técnico, que fará parte de contrato. Os projetos técnicos somente poderão ser elaborados por profissionais indicados pelo Reflorestar. A aplicação correta dos recursos repassados será fiscalizada anualmente pela unidade de gerenciamento do Reflorestar. (ESPÍRITO SANTO, 2021)

A preservação florestal é especialmente valorizada por agentes econômicos ou usuários que necessitam de água em quantidade previsível, como hidrelétricas, e em qualidade, como empresas de abastecimento de água ou agricultores, ou seja, condições para o PSA hídrico. Em algumas situações existe a cobrança de taxas aos usuários finais por conta da conservação ambiental, outros casos o sistema de pagamento envolve iniciativa governamental, por fim, o esquema de remuneração implicará custos menores do que soluções voltadas à construção de novos SAA (soluções de infraestrutura cinza) (NUSDEO, 2012).

Por fim, cabe uma reflexão sobre a importância na mudança dos padrões de agricultura associado ao conceito de PSA que, por sua vez, tem ligação com o desenvolvimento regional sustentável:

A concepção de PSA como ferramenta de preservação ambiental, especialmente de matas ciliares e biodiversidade, precisa contemplar uma percepção sistêmica, indispensável à construção da racionalidade ecológica. Exatamente nesse particular, a edificação de uma abordagem complexa do PSA enseja a promoção da agroecologia unida a relevantes aspectos, como o incentivo à fertilidade natural dos solos (emprego de métodos conservativos de esterco, adubação verde e restos de colheitas), ao controle natural das pragas (inimigos naturais e outras técnicas), preservação da biodiversidade, ausência do emprego de técnicas que envolvam organismos geneticamente modificados, fortalecimento das redes sociais do campo, valorização dos conhecimentos locais e autonomia do agricultor familiar. (JODAS; PORTANOVA, 2014, p. 144).

3 METODOLOGIA

Neste Capítulo estão presentes o tipo de pesquisa adotado, a caracterização do ambiente de estudo e a metodologia para desenvolvimento dos objetivos geral e específicos.

3.1 TIPO DE PESQUISA

A análise documental é o tipo de pesquisa predominante aplicada a este estudo. Pesquisa em fontes de dados primários (documentos oficiais, reportagens de jornal, fotografias, contratos, gravações, entre outros) e em fontes de dados e informações secundários (relatórios de pesquisa, relatórios de empresas, tabelas, entre outros) são exemplos de pesquisa documental, onde este tipo de pesquisa baseia-se em materiais que ainda não receberam um tratamento analítico (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Conforme já relatado anteriormente, o ambiente de estudo está relacionado às ZA rurais de Caxias do Sul, as quais são exploradas como bacias de captação de água para consumo humano e as bacias que atualmente são reservas hídricas para futura exploração.

Devido ao delineamento do ambiente de estudo, o presente trabalho pode também ser enquadrado como pesquisa do tipo estudo de caso. Para uma pesquisa ser classificada como estudo de caso, ela pode ser uma metodologia qualitativa e que se expandiu para investigações quantitativas; possuir alguma particularidade que o diferencie, o qual deve ser descrito e analisado de modo mais aprofundado; e emprega mais que uma técnica de coleta de dados e/ou procedimentos para o delineamento da pesquisa (KNECHTEL, 2014; PEREIRA et al., 2018; PRODANOV; FREITAS, 2013).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO

A caracterização do ambiente de estudo inicia pela descrição do local objeto do estudo, neste caso, pelo município de Caxias do Sul e avança para as suas distinções de saneamento (especificamente água e esgoto sanitário), gestão de recursos hídricos e demais informações correlatas.

O presente estudo tem seu desenvolvimento direcionado ao município de Caxias do Sul, o qual está situado na região nordeste gaúcha, reconhecido como um polo de desenvolvimento econômico, se destacando por suas indústrias do ramo metal mecânico, pela produção vitivinícola e pela prestação de serviços e comércio.

Historicamente, Caxias do Sul foi criada pelo desmembramento de São Sebastião do Caí em 20 de junho de 1890, cujo nome foi uma homenagem ao Duque de Caxias (PREFEITURA DE CAXIAS DO SUL, 2021a). Recentemente, o município integra a Região Metropolitana da Serra Gaúcha¹⁵ juntamente com outros 13 municípios (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população estimada para o município de Caxias do Sul no ano 2021 é de 523.716 habitantes. Comparando os resultados do último censo realizado no ano 2010, Caxias do Sul é a segunda cidade gaúcha mais populosa e o 45º lugar entre os 5.570 municípios brasileiros (IBGE, 2021).

De acordo o PDDI, o município possui área total de 1.638,34 km², sendo 216,51 km² de área urbana (CAXIAS DO SUL, 2019b). Cabe salientar que o perímetro urbano está inserido no denominado 1º Distrito do Município. A divisão distrital do município compreende: 1º Distrito, Criúva, Fazenda Souza, Santa Lúcia do Piaí, Vila Cristina, Vila Oliva e Vila Seca (PREFEITURA DE CAXIAS DO SUL, 2021b).

De acordo com o PDDI, o Sistema de Planejamento Municipal é composto por Planos Estratégicos setoriais (o qual inclui o Plano Municipal de Saneamento), Planos Diretores Distritais e Legislação Urbanística Territorial e Regularizações (com a inclusão da Zona das Águas) (CAXIAS DO SUL, 2019b).

No tocante ao saneamento ambiental, Caxias do Sul setoriza as quatro temáticas da seguinte forma:

- a) O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) é a autarquia responsável pela distribuição de água potável, coleta e tratamento do esgoto sanitário;
- b) A Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) é responsável por contratar e gerenciar os serviços de coleta e destinação final dos resíduos sólidos urbanos; e
- c) A Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos atua na implantação, ampliação e manutenção das redes de drenagem urbana (águas pluviais).

¹⁵ A Região Metropolitana da Serra Gaúcha foi criada pela Lei Complementar nº 14.293 de agosto de 2013, sendo constituída pelos municípios de Antônio Prado, Bento Gonçalves, Carlos Barbosa, Caxias do Sul, Farroupilha, Flores da Cunha, Garibaldi, Ipê, São Marcos, Nova Pádua, Monte Belo do Sul, Santa Teresa e Pinto Bandeira (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p. 72).

Por ser tratar de uma pesquisa aplicada ao município de Caxias do Sul, mais especificamente quanto à gestão de recursos hídricos no âmbito local, trata-se de abrangência exclusiva das atividades desenvolvidas pelo SAMAE.

Como premissa para alcançar o objetivo geral, foi solicitado o apoio do SAMAE quanto ao acesso e disponibilização de dados e informações atinentes à Divisão de Recursos Hídricos e demais correlatas. A autorização do SAMAE para acesso às informações encontra-se no Anexo B.

O atendimento municipal de água e esgotamento sanitário obteve autonomia com a criação do SAMAE, por meio da Lei nº 1.474, de 05 de janeiro de 1966, visando fornecer serviço de saneamento básico de qualidade ao município (CAXIAS DO SUL, 1966).

Desde 1º de janeiro de 2022, a estrutura organizacional do SAMAE está dividida em: Direção Superior; Assessoria de Informática; Assessoria Jurídica; Superintendência Administrativa; Superintendência Comercial; Superintendência de Orçamento, Finanças e Licitações; Superintendência de Planejamento e Obras (SPO); Superintendência de Recursos Hídricos (SRH); Superintendência de Serviços de Abastecimento de Água; e Superintendência de Sistemas de Esgotamento Sanitário (CAXIAS DO SUL, 2021c).

A Superintendência de Recursos Hídricos desempenha atividades associadas à gestão dos recursos hídricos responsáveis pelo abastecimento público de água: monitoramento hidrobiológico dos afluentes e reservatórios de acumulação (lagos formados à montante das barragens); fiscalização das atividades, uso e ocupação do solo nas bacias de captação; pesquisa, análise de dados e informações georreferenciadas relativas ao zoneamento das bacias de captação; pesquisa e modelagem de uso do solo, águas subterrâneas e superficiais; licenciamentos e outorgas junto aos órgãos ambientais competentes; além de emissões de pareceres técnicos requeridos internamente e pelas Secretarias Municipais de Caxias do Sul. Todavia cabe esclarecer que as atividades relativas à segurança de barragens são tratadas pela SPO com apoio da SRH.

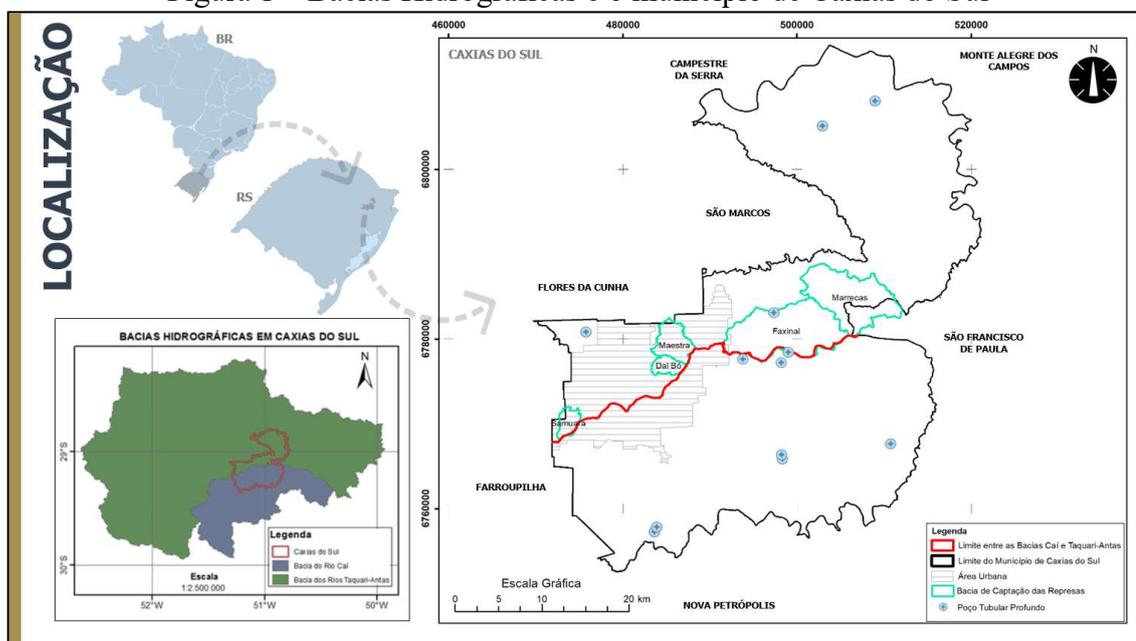
A SRH do SAMAE atua na gestão dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos associados diretamente ao abastecimento público de água. Contudo, o foco do presente estudo é restrito aos recursos hídricos superficiais.

Antes de adentrar às particularidades dos recursos hídricos no âmbito municipal, é pertinente mencionar sobre a importância da localização do Município considerando os recursos hídricos de forma regional.

O estado do Rio Grande do Sul (RS) é dividido em 3 (três) regiões hidrográficas, que por sua vez são subdivididas em bacias hidrográficas. O município de Caxias do Sul está

inserido na Região Hidrográfica do Guaíba, abrangendo as bacias hidrográficas do Taquari-Antas e do Rio Caí. Tal situação ocorre pelo fato de Caxias do Sul estar localizado em um divisor de águas entre as bacias hidrográficas supracitadas, conforme demonstra a Figura 1.

Figura 1 – Bacias Hidrográficas e o município de Caxias do Sul



Fonte: SAMAE (2022).

De acordo com informações disponibilizadas pela SEMA (2021), Caxias do Sul possui 53% do seu território inserido na bacia hidrográfica do Rio Taquari-Antas, na porção Centro-Norte do município, e 43% inserido na bacia hidrográfica do Rio Caí, na porção Centro-Sul do município.

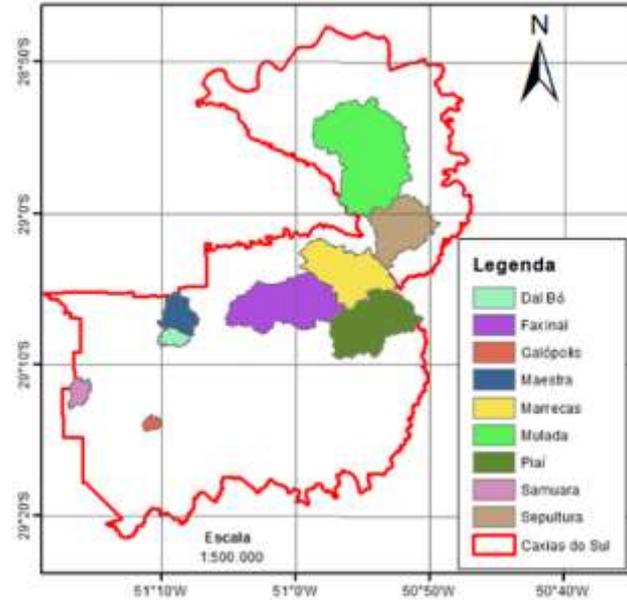
Quanto aos recursos hídricos no âmbito municipal, a nomenclatura usada é bacia de captação e acumulação de água para o abastecimento público, no que concerne à exploração de água para consumo humano sob responsabilidade do SAMAE:

O uso e o parcelamento do solo em áreas de bacia de captação, chamada Zona das Águas, é disciplinado pela Lei Complementar Municipal nº 246, de 6 de dezembro de 2005. Em seu artigo 6º, parágrafo 1º esclarece que a Zona das Águas é composta pelas bacias hidrográficas que tem por função a captação e acumulação de água para o abastecimento público do município de Caxias do Sul. (SAMAE, 2021).

Seria mais oportuno utilizar a nomenclatura microbacia em detrimento da escala dos recursos hídricos municipais, todavia, por conta da legislação que rege a ZA, neste trabalho adotou-se: bacia de captação e acumulação de água.

Conforme estabelece a Lei da ZA, Caxias do Sul possui nove bacias de captação, conforme distribuição geográfica apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Bacias de captação de Caxias do Sul

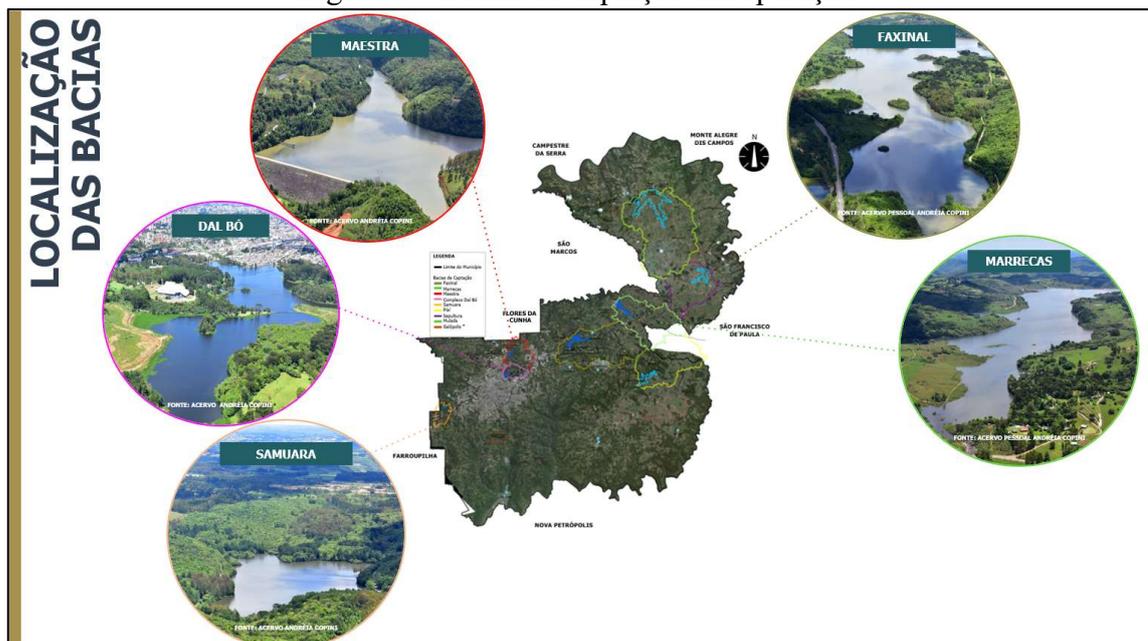


Fonte: SAMAE (2021).

A bacia Galópolis foi recentemente descaracterizada por instrumento legal (CAXIAS DO SUL, 2021b) onde a região de sua abrangência está sendo abastecida pelo SAA Faxinal.

Atualmente, Caxias do Sul conta com represamento e operação de sistemas de abastecimento de água em cinco bacias, conforme representado na Figura 3: Samuara, Dal Bó, Maestra, Faxinal e Marrecas.

Figura 3 – Bacias de captação em operação



Fonte: SAMAE (2022).

As bacias de captação Samuara, Dal Bó e Maestra (parcial) estão localizadas na área urbana de Caxias do Sul.

Caxias do Sul possui três bacias que ainda não possuem sistemas de captação, portanto, consideradas como reservas hídricas, a saber: Piaí, Sepultura e Mulada.

Cabe salientar, ainda, que as bacias de captação Samuara, Maestra, Marrecas, Piaí e Mulada possuem uma fração da bacia fora dos limites do município de Caxias do Sul.

3.3 METODOLOGIAS PARA DESENVOLVIMENTO DOS OBJETIVOS

Adentrando nas metodologias utilizadas para desenvolvimento dos objetos traçados, é oportuno mencionar que os pré-requisitos do Programa Produtor de Água da ANA foram obtidos por intermédio de mensagem para o correio eletrônico do Programa, cuja resposta na íntegra está disponibilizada no Anexo A. Tais pré-requisitos auxiliaram no direcionamento do presente estudo.

O atendimento aos objetivos específicos baseia-se na metodologia aplicada, que por sua vez encontra-se fundido com a experiência profissional e do ambiente de estudo como discente do PPGECAAM. Neste sentido, os resultados obtidos são produções da equipe técnica da SRH, que por sua vez acaba lapidando e desenvolvendo novos produtos de análises tendo em vista o pleito para a implantação de PSA em Caxias do Sul vislumbrando a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos de cunho hídrico, especialmente às bacias rurais pertencentes a Lei da Zona das Águas.

O primeiro objetivo específico refere-se à identificação dos requisitos técnicos e legais almejando a implantação do PSA em Caxias do Sul. Para isso, realizou-se uma ampla pesquisa bibliográfica que está especialmente concentrada no Capítulo 4. Cabe ressaltar que os pré-requisitos do Programa Produtor de Águas da ANA encontra-se no item 4.2 – Requisitos técnicos.

O objetivo específico seguinte remete à caracterização das bacias de captação e reservas hídricas como unidade de gestão e planejamento de acordo com os pré-requisitos da ANA. A caracterização está presente no Capítulo 5, especificamente no item 5.1 juntamente com a explicação da problemática das ZA urbanas e rurais, sendo fruto de análise documental e análise de dados com presença de pesquisa bibliográfica como suporte.

O último objetivo específico refere-se à elaboração de análise socioambiental das bacias de captação e reservas hídricas como subsídio para elaboração, planejamento e implantação do PSA. Foi realizada análise de dados frente à análise documental com elaboração de mapas e

gráficos apresentados no Capítulo 5, item 5.2. Por sua vez, os mapas foram elaborados utilizando banco de dados e imagens georreferenciadas do ano 2018 por intermédio do software ArcGIS. Cabe destacar que foi elaborado um quadro resumo (Quadro 10) contendo as principais informações e análise socioambiental de forma a facilitar a compreensão e julgamento das cinco bacias conjuntamente.

4 REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DO PSA

O presente Capítulo corresponde aos resultados obtidos com o estudo, no que tange identificar os requisitos técnicos e legais para a implantação do PSA em Caxias do Sul. Inicia-se pela listagem de requisitos legais aplicáveis.

4.1 REQUISITOS LEGAIS

Não há como abordar sobre direito ambiental sem iniciar pela Constituição Federal Brasileira de 1988, que, em seu Artigo 225 menciona sobre o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Complementarmente, o parágrafo 1º desse artigo estabelece as obrigações incumbidas ao poder público para assegurar o direito ao meio ambiente, destaque à alínea I: “preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas” (BRASIL, 1988).

Já a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), estabelecida pela Lei nº 6938/1981, tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental visando condições de desenvolvimento socioeconômico, tendo como um dos seus princípios o de realizar a manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser protegido visando a coletividade (BRASIL, 1981).

Adentrando ao tema de gestão de recursos hídricos, considerando o uso exclusivo para abastecimento público, é premissa ter conhecimento instrumentos legais vigentes em diferentes âmbitos, assim como explicitado no Quadro 3.

A PNRH é a lei maior sobre a gestão de recursos hídricos no Brasil, cujos objetivos estão expressos em seu art. 2º, cabendo destaque àquele que menciona: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

Quadro 3 – Legislações atinentes à gestão de recursos hídricos

LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997	Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) Define os fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da PNRH, o enquadramento dos corpos d'água, a outorga de direito de uso de recursos hídricos, a criação dos CBH, entre outros aspectos.

LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Lei nº 10.530, de 30 de dezembro de 1994	Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) Institui o Sistema e a Política Estadual de Recursos Hídricos do RS. Cria o Departamento de Recursos Hídricos, responsável por coordenar e acompanhar a execução do PERH e emitir outorga ¹⁶ do direito de uso dos recursos hídricos.
Decreto nº 37.033, de 21 de novembro de 1996	Outorga de uso de água Regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos no RS.
Portaria SEMA nº 110, de 30 de agosto de 2018	Sistema de Outorga de Água do RS – SIOUT RS Institui a obrigatoriedade de solicitação de qualquer atividade relacionada a intervenções em recursos hídricos no SIOUT RS.
Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005	Lei da Zona das Águas – ZA Estabelece conceitos, funções, disciplina o uso e parcelamento do solo em ZA.
Decreto nº 18.537, de 21 de dezembro de 2016	Dosimetria dos autos de infração em ZA Estabelece critérios para a dosimetria da penalidade de multa no âmbito do SAMAE.
Lei Complementar nº 508, de 15 de abril de 2016	Afere divisores de ZA Aferição dos divisores de todas as bacias de captação e acumulação de água para o abastecimento do município de Caxias do Sul.
Lei Complementar nº 664, de 10 de novembro de 2021	Descaracteriza a ZA Galópolis Descaracteriza a bacia de captação e acumulação de água para o abastecimento público denominada Galópolis.

Fonte: Próprio autor (2022).

Para o RS, o regramento da gestão de recursos hídricos foi antecessor à PNRH. O órgão gestor é a Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura – SEMA, por intermédio do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento, da Divisão de Outorga (DIOUT) e dos CBH.

Cabe salientar que o pedido de outorga do uso dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos é requisitada por meio do SIOUT RS, cuja análise técnica e emissão de autorização ou licença de uso é realizada pelo DIOUT. A regulamentação da outorga do direito de uso dos recursos hídricos segue as determinações do Decreto nº 37.033/1996.

Partindo para a esfera municipal, a lei que regulamenta o uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas em Caxias do Sul é a Lei Complementar nº 246/2005. Segundo Caxias do Sul (2005), o seu artigo 4º apresenta que cada bacia de captação será tratada de acordo com suas fragilidades ambientais que lhe caracterizam, base para o zoneamento do uso do solo. Cabe ressaltar o seu artigo 5º que aborda sobre as ocupações existentes, consolidadas, nas áreas de bacias de captação, que serão objeto de apreciação através de lei específica onde deverá ser contemplada, entre outros aspectos, a preservação das áreas necessárias à garantia da salubridade da bacia. Esta mesma lei, aborda em seu capítulo III sobre as condicionantes ambientais, incluindo as faixas de preservação dos corpos hídricos, reservatórios de

¹⁶ Art. 29 – Dependerá da outorga do uso da água qualquer empreendimento ou atividade que altere as condições quantitativas e qualitativas, ou ambas, das águas superficiais ou subterrâneas, observado o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacia Hidrográfica.

acumulação, cursos d'água, nascentes, banhados, áreas de recarga, entre outras caracterizações de recursos hídricos, bem como a vegetação em áreas de preservação permanente.

Já o Decreto nº 18.537/2016, estabelece os critérios para a dosimetria da penalidade de multa para as infrações administrativas de menor lesividade ao meio ambiente, regulamentando os capítulos XVII e XVIII da lei complementar nº 246/2005, os quais enquadram as infrações, penalidades e multas aplicáveis às situações de intervenção sobre licenciamento ambiental, tais como construções civis, corte de árvores, intervenção em recursos hídricos, entre outros aspectos (CAXIAS DO SUL, 2016a).

Diante da atividade de emissão de Auto de Infração (AI) e Auto de Infração e Embargo (AIE) exarados pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) é possível inferir-se que o regramento das multas através do Decreto nº 18.537/2016 possui caráter somente punitivo, sendo que a reversão do pensamento para preservação, na maioria dos casos não é alcançado, inclusive pelo fato de que muitos infratores possuem reincidência. Um maior detalhamento sobre este assunto está contemplado no Capítulo 4 – Caracterização das bacias de captação e reservas hídricas.

Velho, Gimenez e Araujo (2021), efetuaram uma pesquisa das legislações que abordam o tema ordenamento territorial visando a implantação de PSA em Caxias do Sul – RS, perpassando pelas legislações de ZA de Caxias do Sul. Ordenamento territorial nada mais é que o arranjo físico-territorial das cidades associado ao plano diretor e demais políticas – econômica, social, cultural e ecológica da sociedade. Visando sintetizar informações, o Quadro 4 lista as principais legislações sobre ordenamento territorial.

Quadro 4 – Legislações atinentes ao ordenamento territorial

LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Constituição da República Federativa do Brasil nº 1988, de 05 de outubro de 1988.	Constituição Federal (CF) de 1988 Destaca-se o Capítulo III – Política Agrícola e Fundiária, art. 186 que trata sobre a importância das propriedades rurais quanto a função social; e o Capítulo VI – Meio Ambiente, art. 225, menciona que todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado.
Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001	Estatuto da Cidade Remete aos art. 182 e 183 da CF, sobre política urbana e ordenamento territorial das cidades. O art. 4º menciona sobre a utilização de instrumentos em nível municipal, tais como: plano diretor, parcelamento, uso e ocupação do solo, e zoneamento ambiental.
Lei Orgânica, de 04 de abril de 1990	Lei Orgânica de Caxias do Sul Dentro do Capítulo IV que elenca as competências do Município, observa-se o art. 37 que remete a proteção das paisagens naturais, proteção do meio ambiente, combate à poluição e fomentar a produção agropecuária. Já o art. 38 menciona as atribuições de competência do município, entre elas: elaborar o Plano Diretor, promover o adequado ordenamento territorial por intermédio do planejamento, parcelamento e uso do solo.

LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Lei Ordinária nº 6.810, de 20 de dezembro de 2007	Lei de parcelamento do solo Disciplina o parcelamento do solo para fins urbanos, a regularização fundiária, exceto em ZA.
Lei Complementar nº 589, de 19 de novembro de 2019	Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI)¹⁷ Institui o PDDI, os Planos Diretores Distritais, menciona as legislações urbanísticas territoriais e de regulamentação diretamente relacionadas com o PDDI.
Lei Complementar nº 308, de 24 de setembro de 2008	Programa Serrano Legal Regularização fundiária e arquitetônica do loteamento irregular Serrano. Regulamenta o art. 5º da Lei Complementar nº 246/2005.
Lei Complementar nº 523, de 19 de dezembro de 2016	Áreas consolidadas em ZA Regularização fundiária e arquitetônica quanto às ocupações consolidadas nas bacias urbanas Dal Bó, Maestra, Samuara e área urbana de Ana Rech, inserida na bacia Faxinal. Regulamenta o art. 5º da Lei Complementar nº 246/2005.
Lei Complementar nº 606, de 08 de julho de 2020	Programa Caxias Legal Institui o programa de regularização arquitetônica Caxias Legal, incluindo as edificações construídas em ZA.
Lei Complementar nº 657, de 13 de agosto de 2021	Programa Esse Terreno é Meu Regularização fundiária urbana – Reurb, na zona urbana e rural, incluindo a ZA.

Fonte: Adaptado de Velho, Gimenez e Araujo (2021) e Prefeitura de Caxias do Sul (2022).

Avançando a pesquisa, adentra-se para as legislações de cunho ambiental. A lei magna, leia-se, CF de 1988, remete sobre as responsabilidades do Poder Público em proteger o meio ambiente. Ademais, o Quadro 5 apresenta as principais legislações ambientais aplicáveis ao presente estudo.

Quadro 5 – Legislações ambientais aplicáveis

LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA Dispõe sobre a PNMA, institui sobre os órgãos e entidades responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, institui o CONAMA que possui a finalidade de assessorar e propor diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais, além de deliberar sobre normas e padrões. Institui o Instituto Brasileiro de Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Chico mendes de Conservação da Biodiversidade como órgãos executores da PNMA.
Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Lei de crimes ambientais Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000	Atividades potencialmente poluidoras Altera a Lei nº 6.938/1981, acrescentando o Anexo VIII sobre as atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais.
Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997	Licenciamento ambiental Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos pela PNMA, os tipos de licenças ambientais, competência de licenciamento dos órgãos ambientais, lista no Anexo I as atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.

¹⁷ Cabe ressaltar que o PDDI dentro de suas diretrizes gerais aborda a preservação das bacias hidrográficas de interesse para o abastecimento de água, o saneamento ambiental, o patrimônio natural e a sustentabilidade do Município. O Anexo 05 ilustra o mapa da Zona das Águas no município de Caxias do Sul. Disponível em: <https://caxias.rs.gov.br/servicos/planejamento/plano-diretor/lc589>.

LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986	Estudo de Impacto Ambiental Determina as atividades modificadoras do meio ambiente que possuem obrigatoriedade de apresentar estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental ao órgão ambiental estadual.
Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012	Novo código florestal brasileiro Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal, além de prever instrumentos econômicos e financeiros para o alcance dos objetivos.
Lei nº 15.434, de 9 de janeiro de 2020	Código Ambiental do RS Institui o Código estadual do Meio Ambiente do estado do Rio Grande do Sul. Lista conceitos, menciona os direitos dos cidadãos e os instrumentos da política estadual do meio ambiente.
Resolução CONSEMA ¹⁸ nº 372, de 22 de fevereiro de 2018	Empreendimentos e atividades passíveis de licenciamento ambiental no RS Dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento ambiental.
Lei Complementar nº 376, de 22 de dezembro de 2010	Política Municipal de Meio Ambiente – PMMA Consolida a Política Municipal do Meio Ambiente. Destaca-se o art. 33-A, parágrafo único, que menciona que os empreendimentos de porte enquadrado como isento para atividade de movimento de terra, localizados total ou parcialmente em ZA necessitam solicitar documento de isenção de atividade.
Decreto nº 17.139, de 28 de agosto de 2014	Compensações ambientais Dispõe sobre alternativas para conversão de compensações ambientais em Caxias do Sul.
Decreto nº 20.265, de 1 de julho de 2019	Regulamentação da Política Municipal de Meio Ambiente Procedimentos referente a apuração de infrações administrativas por condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, imposição das sanções, a fixação da sanção de multa, a fixação da defesa e dos recursos.
Lei nº 8.331, de 2 de outubro de 2018	IPTU “Verde” Isenta o pagamento de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) em imóveis que possuam em seu interior APP, relevante interesse ecológico, Reserva Particular do Patrimônio Natural e cobertas por florestas nativas. Destaca-se o art. 1º, inciso V: áreas de nível crítico conforme Lei de ZA. Parágrafo único. A isenção de que trata este artigo será proporcional a área preservada do imóvel.

Fonte: Próprio autor (2022).

À luz do novo código florestal brasileiro (BRASIL, 2012), alguns conceitos são importantes serem aludidos, art. 3º, pela magnitude da preservação ambiental, a saber:

- 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;
- [...]

¹⁸ CONSEMA: Conselho Estadual de Meio Ambiente.

VI - uso alternativo do solo: substituição de vegetação nativa e formações sucessoras por outras coberturas do solo, como atividades agropecuárias, industriais, de geração e transmissão de energia, de mineração e de transporte, assentamentos urbanos ou outras formas de ocupação humana;

[...]

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; [...].

Um regramento indispensável à proteção dos mananciais é abordado no art. 4º para as áreas de APP, onde destaca-se alguns exemplos no Quadro 6.

Quadro 6 – Distanciamentos mínimos em APP

DESCRIÇÃO DA APP	DISTANCIAMENTO MÍNIMO
Curso d'água natural perene e intermitente de menos de 10 metros de largura	30 metros
Curso d'água natural perene e intermitente que tenham de 10 a 50 metros de largura	50 metros
Áreas no entorno de nascentes e olhos d'água perenes	Raio de 50 metros
Encostas ou partes destas com declividade superior a 45º	Equivalente a 100% na linha de maior declividade
Áreas no entorno dos reservatórios artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais	Na faixa definida na licença ambiental do empreendimento
No entorno de reservatórios artificiais que não decorram de barramento ou represamento de cursos d'água naturais	Não será exigida Área de Preservação Permanente
Na implantação de reservatório artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público	Faixa mínima de 30 metros e máxima de 100 metros em área rural
	Faixa mínima de 15 metros e máxima de 30 metros em área urbana

Fonte: Adaptado do art. 4º e 5º do novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

Em contrapartida a Lei Complementar nº 376/2010, em seu art. 6º lista as áreas consideradas APP, entre eles: banhados naturais; áreas que abriguem exemplares raros da fauna e da flora; as que sirvam de local de pouso ou reprodução de espécies migratórias; nascentes de rios; o entorno dos lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais, das nascentes, ainda que intermitentes, e dos chamados olhos d'água (CAXIAS DO SUL, 2010).

Outra legislação que serve como instrumento de análise ambiental frente ao dinamismo das atividades econômicas é a Resolução CONSEMA nº 372/2018 e suas respectivas alterações, no que tange aos empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos naturais dentro de enquadramento de porte do empreendimento e potencial poluidor da atividade, baseado em codificação específica de licenciamento denominada de CODRAM.

Finalizando a pesquisa de legislações, apresenta-se no Quadro 7 àquelas que preconizam e antecedem a Política de PSA, incluso a mesma.

Quadro 7 – Legislações que reportam direta ou indiretamente sobre PSA

LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012	Novo código florestal brasileiro O Art. 41 menciona a importância em promover programa de apoio e incentivo à conservação ambiental, onde destaca-se o inciso I: pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais.
Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021	Política Nacional de PSA (PNPSA) Aborda sobre os tipos de serviços ecossistêmicos, as modalidades de pagamentos por serviços ambientais, os objetivos e diretrizes da PNPSA, do contrato de PSA, dos incentivos.
Lei nº 15.434, de 9 de janeiro de 2020	Código Ambiental do RS Destaca-se alguns <u>objetivos do planejamento ambiental</u> reportado no art. 15: X - estimular a proteção ambiental por meio de incentivos, como por meio de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA. Já o capítulo II retrata sobre os <u>estímulos e incentivos</u> , onde prepondera: Art. 21. O Pagamento por Serviços Ambientais será disciplinado por regulamento, sendo de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes.
Lei nº 15.434, de 9 de janeiro de 2020	Código Ambiental do RS Por fim, no Capítulo X sobre a <u>proteção do solo agrícola</u> , salienta-se: Art. 181. É dever do Estado do Rio Grande do Sul e dos municípios estimular, incentivar e coordenar a geração e difusão de tecnologias apropriadas à recuperação e à conservação do solo, segundo a sua capacidade de produção. § 1º Os órgãos públicos competentes deverão promover ações de divulgação de compensações financeiras à propriedade que execute ação de preservação ambiental. § 3º A conservação e recuperação do solo poderão ser feitas por meio de Pagamento por Serviços Ambientais, o qual será disciplinado por regulamento.

Fonte: Próprio autor (2022).

A PNPSA reporta os requisitos gerais para participação no Programa Federal de PSA, conforme art. 6º, § 4º (BRASIL, 2021):

- Enquadramento em uma das ações definidas para o Programa;
- Comprovação de uso ou ocupação regular do imóvel;
- Formalização de contrato específico; e
- Outros requisitos estabelecidos em regulamento.

O Quadro 8 apresenta os resultados de pesquisa onde foram encontradas legislações específicas de PSA em municípios gaúchos.

Quadro 8 – Legislações municipais sobre PSA no RS

LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Lei nº 4.264, de 1 de dezembro de 2015	PSA de Vera Cruz/RS Institui a Política Municipal de PSA, cria o Programa Municipal de PSA e o Fundo Municipal de PSA no município de Vera Cruz/RS.
Decreto nº 5.370, de 16 de novembro de 2016	Fundo Municipal de PSA de Vera Cruz/RS Aprova o regulamento do Fundo Municipal de PSA do município de Vera Cruz/RS.
Lei nº 5.993, de 22 de agosto de 2017	PSA de Venâncio Aires/RS Institui a Política Municipal de PSA, cria o Programa Municipal de PSA e o Fundo Municipal de PSA no município de Venâncio Aires/RS.
Decreto nº 6.161, de 30 de agosto de 2017	Fundo Municipal de PSA de Venâncio Aires/RS Aprova o regulamento do Fundo Municipal de PSA do município de Venâncio Aires/RS.
Lei nº 2.138, de 8 de dezembro de 2017.	PSA de Camaquã/RS Institui a Política Municipal de PSA, cria o Programa Municipal de PSA e o Fundo Municipal de PSA no município de Camaquã/RS.
Lei nº 1.471, de 6 de dezembro de 2018	PSA de Cristal/RS Institui a política Municipal de PSA, cria o Programa Municipal de PSA, o Conselho Municipal de PSA e o fundo Municipal de PSA no município de Cristal/RS

Fonte: Próprio autor (2022).

Estas foram as legislações ambientais e correlatas aplicáveis ao presente estudo de caso e que servirão de sustentação para a elaboração de legislação específica de PSA para o município de Caxias do Sul.

Cabe destacar que a Lei das ZA é uma legislação, que, mesmo passados mais de 15 anos da sua entrada em vigor, continua sendo um instrumento que rege o uso do solo visando a quantidade e qualidade da água produzida nestas regiões do município caxiense. Entretanto, atualmente, existe uma Comissão permanente e multidisciplinar, formada por servidores do SAMAE, que possuem como objetivos realizar atualização e adequação da Lei Complementar Municipal nº 246/2005. Neste ensejo, está sendo aventado pela Comissão a inserção de um Capítulo na Lei, para realizar o chamamento para o PSA no município, cujos regramentos serão elaborados em legislação específica à posteriori.

A partir da avaliação dos instrumentos jurídicos atinentes ao ordenamento territorial e ao PSA aplicáveis à Caxias do Sul, não foram identificados conflitos interinstitucionais (legislações, fiscalizações e superposições), baseados na pesquisa bibliográfica realizada no presente estudo. (VELHO; GIMENEZ & ARAUJO, 2021, p. 121)

4.2 REQUISITOS TÉCNICOS

Antes de abordar diretamente sobre conceito e aplicação do PSA, é necessário imergir em peculiares inerente ao PSA.

Inicia-se pelos serviços ecossistêmicos são similares a proposição de Soluções baseadas na Natureza (SbN). Grande parte das SbN envolvem a conservação do solo, preservação das áreas úmidas, restauração da vegetação e dos ecossistemas aquáticos, conforme a Figura 4 que apresenta: exemplos de Serviços Ecossistêmicos (SE); soluções de infraestrutura verde a ser aplicada em vertentes, fundos de vale, na área urbana ou rural; e soluções de infraestrutura cinza correspondente.

Frente à análise das SbN viáveis de serem implantadas pelo município de Caxias do Sul, destaca-se a restauração ou conservação de florestas e vegetação ripária¹⁹ sob a ótica da gestão de recursos hídricos visando a implantação de PSA.

Algumas das estruturas verdes presentes nas Figura 4 fazem parte das ações previstas no programa Produtor de Águas da ANA: construção de bacias de infiltração (barraginhas) nas estradas; saneamento rural; reflorestamento; recuperação de nascentes e ações afins visando quantidade e qualidade de água.

De acordo com Antunes, Marenzi & Espinoza (2017, p. 80-81), elencam alguns desafios para se obter sucesso nos projetos de PSA.

A implantação de ações de restauração previstas em projetos de PSA depende do conhecimento das características gerais da área definida, da avaliação das condições para recuperação ambiental nas Áreas de Proteção Permanente (APPs) e outras áreas prioritárias, bem como da escolha acerca das melhores técnicas de restauração recomendadas para as diferentes situações encontradas e o estabelecimento de custos envolvidos em cada técnica de restauração.

[...]

No entanto, limitações de natureza técnica, institucional e legal são desafios às experiências brasileiras de PSA, além do déficit financeiro, devido aos altos custos de recuperação e implementação com mapeamento e diagnóstico socioambiental. Para lidar com estes desafios, é essencial que esta política pública estabeleça estratégias visando sua superação.

Uma das estratégias em uso quanto à redução de custos, está a conservação florestal, como forma de impedir a degradação de novas áreas, onde a atividade de PSA pode ser conciliada com o ordenamento territorial, planejando o uso da paisagem, com base em áreas prioritárias para a conservação, favorecendo melhores resultados ambientais.

¹⁹ Vegetação ou mata ripária pode ser subdividida em mata ciliar e mata de galeria que acompanham os corpos d'água (ICMBIO, 2022) e contribuem para os serviços ambientais de manutenção da qualidade da água, preservação do solo, estabilizam as margens protegendo-as de erosões (SILVEIRA, 2020).

Figura 4 – Soluções baseadas na Natureza para a gestão de recursos hídricos

Problema no manejo da água (SE primário a ser provido)	Solução de infraestrutura verde	Compartimento		Paisagem		Solução de Infraestrutura cinza correspondente (para o SE primário)	
		Vertentes da bacia	Fundos de vale	Rural	Urbana		
Regulação de suprimento de água (incluindo mitigação de seca)	Restauração ou conservação de florestas	■	■	■	■	Represas e bombeamento de água. Sistemas de distribuição de águas	
	Reconexão de rios às planícies de inundação		■	■	■		
	Restauração e conservação de áreas úmidas		■	■	■		
	Construção de áreas úmidas		■	■	■		
	Captação de água pluvial				■		
	Espaços verdes (biorretenção e infiltração)				■		
	Pisos permeáveis				■		
Regulação de suprimento de água (incluindo mitigação de seca)	Purificação da água	Restauração ou conservação de florestas	■	■	■	Estação de tratamento de água	
		Vegetação riparia		■	■		
		Reconexão de rios às planícies de inundação		■	■		
		Restauração e conservação de áreas úmidas		■	■		
		Construção de áreas úmidas		■	■		
		Espaços verdes (biorretenção e infiltração)					■
		Pisos permeáveis					■
	Controle de erosão	Restauração ou conservação de florestas	■	■	■	Reforço de encostas	
		Vegetação riparia		■	■		
	Controle biológico	Restauração ou conservação de florestas	■	■	■	Estação de tratamento de água	
		Vegetação riparia		■	■		
		Reconexão de rios às planícies de inundação		■	■		
	Controle de temperatura da água	Restauração ou conservação de florestas	■	■	■	Represas	
		Vegetação riparia		■	■		
Reconexão de rios às planícies de inundação			■	■			
Construção de áreas úmidas			■	■			
Construção de espaços verdes (sombreamento de canais)				■	■		
Moderação de eventos extremos (enchentes)	Controle de enchentes de rios	Restauração ou conservação de florestas	■	■	■	Represas e diques	
		Vegetação riparia		■	■		
		Reconexão de rios às planícies de inundação		■	■		
		Restauração e conservação de áreas úmidas		■	■		
		Construção de áreas úmidas		■	■		
		Canais de conexão ("atalhos" sobre fundos de vale)		■	■		
	Controle de enxurradas	Telhados verdes				■	Infraestrutura urbana contra enxurradas
		Captação de água pluvial				■	
		Espaços verdes (biorretenção e infiltração)		■		■	
		Pisos permeáveis				■	

Fonte: Adaptado de UNEP-DHI/IUCN/TNC, 2014.

Fonte: IBAMA (2022, p. 154).

O Programa Produtor de Água visa a redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, propiciando melhoria na qualidade da água e a regularização da oferta, flexibilizando as metodologias adotadas considerando as peculiaridades de cada região ao município, cujos projetos podem ser de caráter técnico ou técnico-financeiro (ANA, 2018b).

Os projetos de conservação de solo e água contemplam (ANA, 2018b):

- Adequação de estradas rurais, incluindo: sarjetas, bigodes, camalhões, regularização de leito, abaulamento, elevação de greide e revestimento primário
- Construção de bacias de contenção e infiltração, conhecidas também como barraginhas;
- Construção de terraços;
- Recomposição de vegetação por meio de reflorestamento com recomendação de cercamento da área;
- Implantação de saneamento rural das propriedades;
- Atividades de mobilização social, opcional; e
- Atividades de capacitação para os produtores rurais quanto para a população envolvida.

Os projetos devem observar os itens obrigatórios que são posteriormente analisados pelos técnicos da Caixa (ANA, 2018b), onde destaca-se:

- Informações básicas: memórias de cálculos das intervenções de conservação de solo e adequação de estradas;
- Anotação de Responsabilidade Técnica ou Registro de Responsabilidade Técnica dos profissionais envolvidos no projeto;
- Mapa de localização georreferenciada das intervenções com a delimitação da bacia hidrográfica;
- Mapa com localização georreferenciada aproximada de cada barraginha, se aplicável;
- Mapa com localização georreferenciada de terraços e recuperação florestal, inclusive com cercamento;
- Mapa com localização georreferenciada com o ponto da sede da propriedade rural para implantação de fossas sépticas e biodigestores; e
- Projetos executivos passíveis de financiamento por meio de contrato de repasse.

O Manual Operativo do Programa Produtor de Águas (ANA, 2012) apresenta uma síntese das etapas da implantação dos projetos:

- Identificação dos provedores e beneficiários de serviços ambientais;

- Identificação dos interessados com disposição a pagar pelos serviços ambientais;
- Reuniões de aproximação dos provedores e beneficiários com vistas a estabelecer um mercado para os serviços ambientais;
- Definição de papéis e responsabilidades;
- Elaboração do diagnóstico sócio ambiental e Projeto Básico;
- Estimativa de valores de referência para os pagamentos relativos aos abatimentos;
- Definição das questões de ordem financeiras (orçamento, cronograma, fontes de financiamento para o pagamento dos serviços ambientais);
- Identificação de órgãos e entidades que possam fornecer insumos que facilitem a implementação das ações;
- Reunião com parceiros e produtores a fim de determinar a estratégia de implantação do projeto;
- Validação da metodologia e dos parâmetros de abatimento de erosão do projeto;
- Treinamentos relativo aos procedimentos de implantação e certificação;
- Lançamento do edital para seleção das propriedades;
- Identificação dos produtores interessados;
- Elaboração dos projetos individuais das propriedades;
- Recebimento, análise e seleção das propostas dos produtores;
- Implementação dos projetos;
- Instalação de equipamentos de monitoramento hidrológico em pontos estratégicos da bacia;
- Certificação do grau de implantação dos projetos; e
- Pagamento, aos produtores certificados, dos valores contratados.

O Manual Operativo (ANA, 2012) menciona que as etapas acima listadas não necessitam obedecer obrigatoriamente uma ordem cronológica, podendo algumas, inclusive, serem desenvolvidas simultaneamente ao longo da implementação do projeto.

A ANA elaborou documento técnico que apresenta as diretrizes para que os municípios participem do Programa Produtor de Água, onde destaca-se a intervenção da ANA na questão financeira dos projetos:

O orçamento da ANA pode servir à execução de diversas ações de conservação da água e do solo, como por exemplo a construção de terraços e bacias de infiltração, readequação de estradas vicinais, recuperação e proteção de nascentes, reflorestamento de áreas de preservação permanente e reserva legal e saneamento ambiental. Essas são as atividades objeto dos projetos que deverão ser analisados pela

CAIXA²¹. Esses projetos são elaborados pelos **Proponentes** do contrato de repasse que, geralmente, são prefeituras municipais. (ANA, 2018b, p. 5)

A ANA originou uma listagem de tópicos que devem ser considerados para implantação e execução de um projeto produtor de água (ANA, 2018a):

1. Definição da problemática hidrológica (abastecimento público, agropecuário, ambiental, entre outros);
2. Levantamento de instituições existentes na região que possam ser parceiros;
3. Levantamento de potenciais ações de conservação e recuperação dos recursos hídricos, com arranjo organizacional das instituições e definição de plano de trabalho;
4. Imagens ou mapas que auxiliem no delineamento inicial para o planejamento de ações dentro da bacia hidrográfica; e
5. Diagnóstico da bacia hidrográfica de interesse:
 - Quantos hectares;
 - Quantas propriedades rurais e produtores rurais;
 - Quantas nascentes e quais necessitam ser protegidas ou recuperadas;
 - Dimensionamento dessa recuperação de nascentes em hectares;
 - Quantos quilômetros de estradas;
 - Quantas barraginhas (se recomendável ou não sua implantação);
 - Quantos hectares de APP necessitam ser protegidos;
 - Quantos hectares de APP necessitam ser recuperados;
 - Quantos quilômetros de cerca e quantidade de materiais para proteger as APP; e
 - Quais áreas são mais vulneráveis.

De acordo com o Programa Produtor de Água (2021), para que um projeto participe do Programa é necessário atender os seguintes pré-requisitos:

1. Bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento;
2. Descrição do problema a ser enfrentado;
3. Atuação no âmbito da propriedade rural;
4. Adesão voluntária dos produtores rurais;
5. Estruturação técnica e financeira por meio de parcerias institucionais;

²¹ Banco Caixa Econômica Federal.

6. Diagnóstico socioambiental prévio da bacia;
7. Diversificação e complementariedade das intervenções em campo;
8. Plano de monitoramento de resultados;
9. Plano de ampliação do projeto para bacias adjacentes;
10. Estímulo às práticas sustentáveis de produção.

Em tempo, cabe uma reflexão sobre a importância na mudança dos padrões de agricultura associado ao conceito de PSA que, por sua vez, tem ligação com o desenvolvimento regional sustentável:

A concepção de PSA como ferramenta de preservação ambiental, especialmente de matas ciliares e biodiversidade, precisa contemplar uma percepção sistêmica, indispensável à construção da racionalidade ecológica. Exatamente nesse particular, a edificação de uma abordagem complexa do PSA enseja a promoção da agroecologia unida a relevantes aspectos, como o incentivo à fertilidade natural dos solos (emprego de métodos conservativos de esterco, adubação verde e restos de colheitas), ao controle natural das pragas (inimigos naturais e outras técnicas), preservação da biodiversidade, ausência do emprego de técnicas que envolvam organismos geneticamente modificados, fortalecimento das redes sociais do campo, valorização dos conhecimentos locais e autonomia do agricultor familiar. (JODAS; PORTANOVA, 2014, p. 144).

Tendo em conta os pré-requisitos listados acima, o Capítulo 5 foi desenvolvido de forma a descrever as informações sobre: as bacias hidrográficas rurais (item 1); problemática das áreas rurais (item 2); e diagnóstico socioambiental prévio das bacias (item 6).

5 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS DE CAPTAÇÃO E RESERVAS HÍDRICAS

O presente Capítulo corresponde aos resultados obtidos com o estudo, bem como, por meio da análise de informações e dados coletados referente à gestão de recursos hídricos, abastecimento público de água e resultados da fiscalização em ZA.

Para demonstrar o alcance dos objetivos específicos, os resultados serão apresentados através da caracterização das bacias de captação e reservas hídricas localizadas na área rural.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS COMO UNIDADE DE GESTÃO E PLANEJAMENTO

A Lei da ZA estabelece e delimita as áreas produtoras de água visando o abastecimento público. Para isso, o zoneamento do uso do solo foi definido em categorias, a fim de assegurar a disponibilidade hídrica quali-quantitativa e permitir a ocupação da bacia considerando uma densificação mínima, por se constituírem em área cuja função social prioritária é a preservação das águas dos seus mananciais (CAXIAS DO SUL, 2005). Ainda com relação à densificação mínima, a referida Lei determina as atividades permitidas, admitidas e vedadas; estabelece os parâmetros de edificação e de parcelamento do solo conforme a categoria de zoneamento.

A própria Lei remete a ZA como unidade de gestão, no âmbito municipal, de acordo com seu art. 6º em seu parágrafo 1º (CAXIAS DO SUL, 2005):

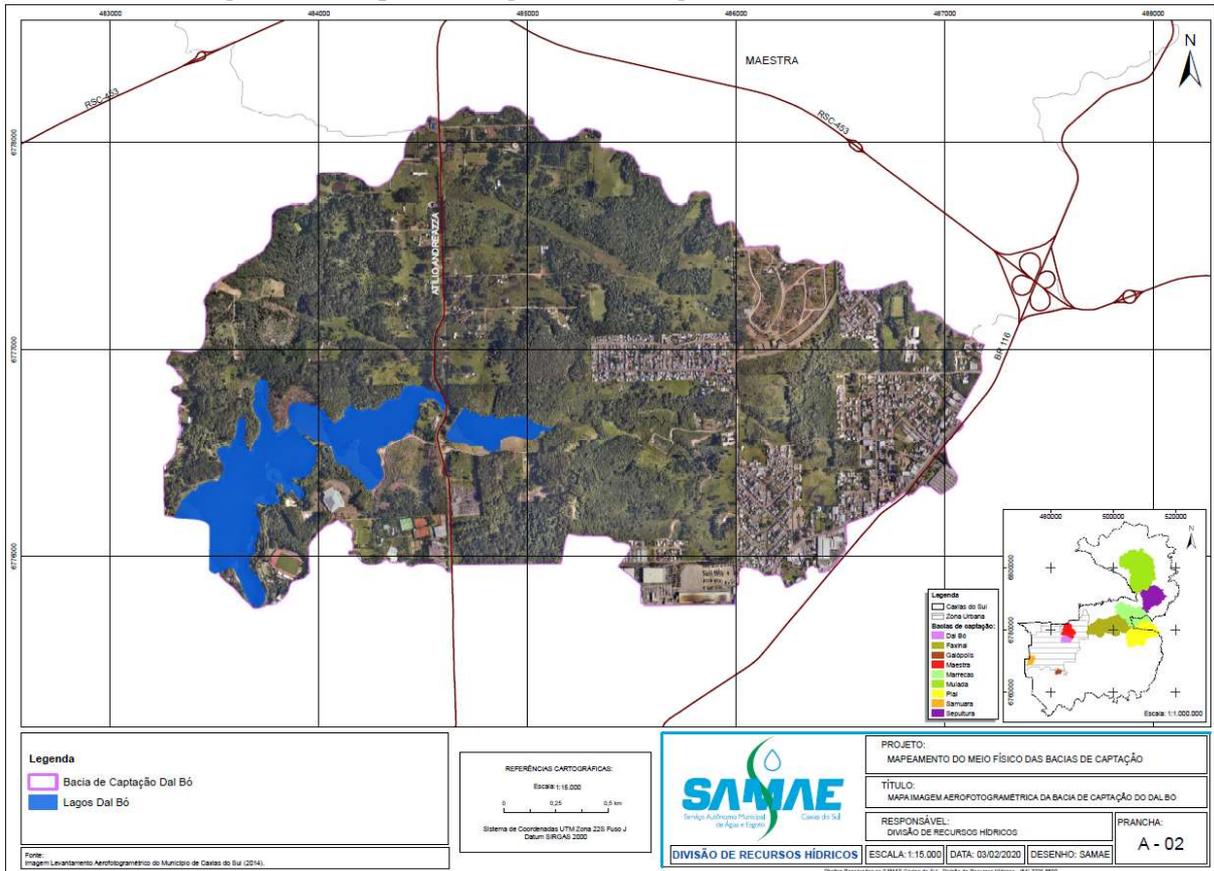
§ 1º A Zona das Águas é composta pelas bacias hidrográficas, que têm por função a captação e acumulação de água para o abastecimento público do município de Caxias do Sul, [...].

Considerando a mesma legislação, emana ao entendimento de ZA também como unidade de gestão e planejamento, segundo seu art. 9º:

Art. 9º As bacias de captação e acumulação de água são áreas destinadas a garantir o abastecimento de água à população, sendo os demais usos condicionados ao prévio atendimento dessa demanda. (CAXIAS DO SUL, 2005).

Uma forma de demonstrar a funcionalidade das bacias de captação como unidade de gestão e planejamento é através de representação gráfica, como exemplificado na Figura 5. A SRH elaborou diversos mapas para cada uma das bacias, utilizando geoprocessamento, imagens aerofotogramétricas e modelagem utilizando softwares específicos.

Figura 5 – Mapa de imagem aerofotogramétrica da bacia Dal Bó



Fonte: SAMAE (2022).

Cabe salientar que a imagem utilizada se refere ao levantamento aerofotogramétrico do município de Caxias do Sul no ano 2014.

Tal entendimento é reforçado pelo art. 12 (CAXIAS DO SUL, 2005), o qual estabelece os objetos de preservação permanente (corpos d'água superficiais, reservatórios públicos de acumulação, nascentes ou olhos d'água, banhados, lagoas e reservatórios artificiais, corpos d'água subterrâneos, vegetação primária e secundária em estágio médio e avançado de regeneração, além de encostas com declividade superior a 45° (quarenta e cinco graus).

O zoneamento do uso do solo é diferenciado para as bacias urbanas e rurais. Isso se deve pelo fato de que, na concepção da Lei da ZA, o zoneamento das bacias urbanas baseou-se em estudos técnicos contratados (estudos de hidrologia e hidrogeologia), respeitando a fragilidade ambiental e restrição de uso, considerando as áreas de carga e descarga. Ou seja, as bacias urbanas Dal Bó, Maestra e Samuara possuem o seguinte zoneamento em ordem de maior para menor restrição de ocupação e uso (CAXIAS DO SUL, 2005): nível crítico (entende-se por APP); nível elevado; nível moderado; e nível baixo. Por sua vez, as bacias rurais Faxinal,

Marrecas, Piaí, Sepultura e Mulada são classificadas como 1ª categoria (entende-se por APP) e 2ª categoria (menor restrição).

Perpassando pela gestão dos recursos hídricos, é oportuno reportar a importância de cada ZA que atualmente produz e abastece a população caxiense por intermédio dos recursos hídricos superficiais e os desafios enfrentados na gestão pública de saneamento. O Quadro 9 apresenta sinteticamente, as bacias de captação que estão sendo exploradas e seus respectivos SAA.

Quadro 9 – Bacias de captação e acumulação de água em operação

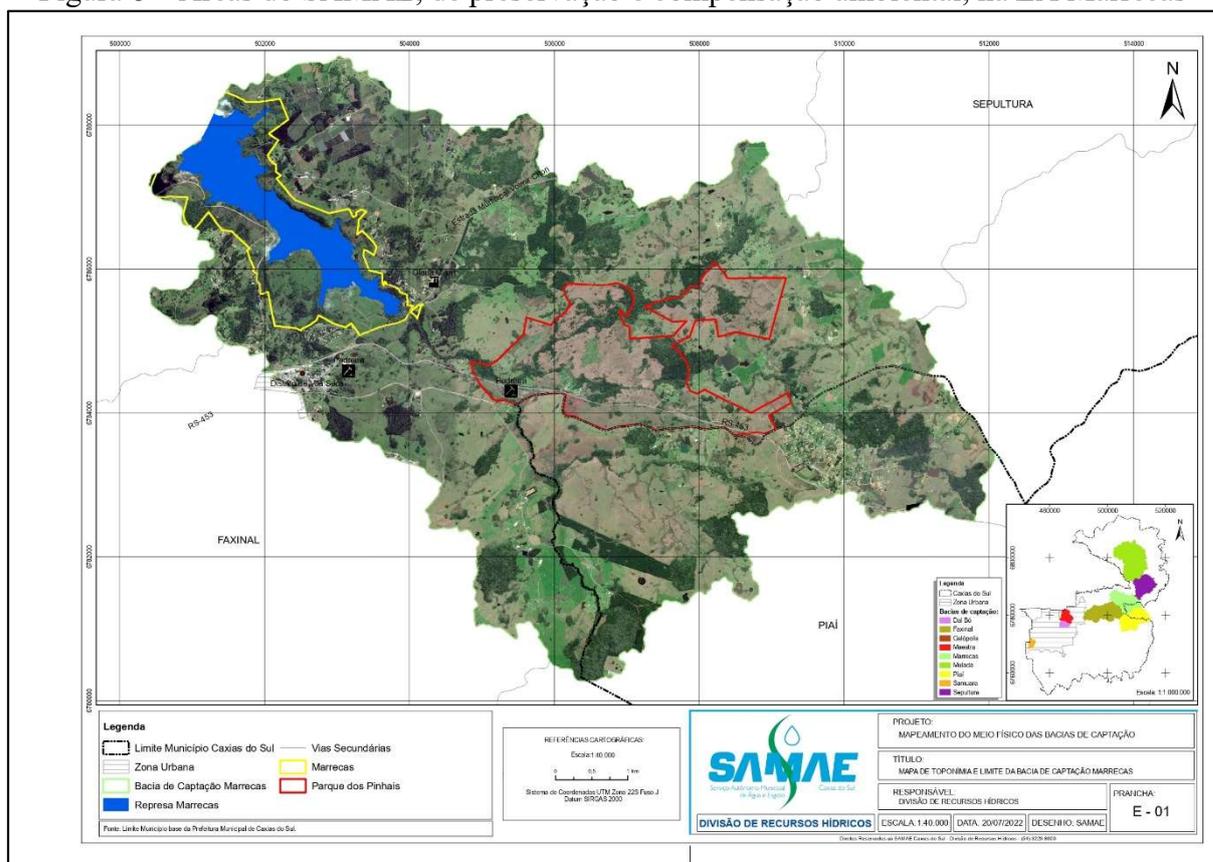
Bacia	Área da Bacia [km ²]	Barramento	Início da operação	SAA	ETA
Dal Bó	6,43	São Paulo	1928	Complexo Dal Bó	Borges de Medeiros
		São Pedro	1943		
		São Miguel	1948		
Samuara	6,87	Samuara	1957	Samuara	Samuara
Maestra	15,27	Maestra	1971	Maestra	Celeste Gobbato
Faxinal	66,79	Faxinal	1992	Faxinal	Parque da Imprensa
Marrecas	53,25	Marrecas	2012	Marrecas	Morro Alegre

Fonte: Adaptado de SAMAE (2021).

Com relação ao patrimônio ambiental, o artigo 18 do PDDI (CAXIAS DO SUL, 2019b) enumera as unidades de conservação, dentre elas, destaca-se às inseridas em ZA: Parque Ecológico do Faxinal (ZA Faxinal), Parque Municipal Celeste Gobbato (ZA Dal Bó) e Reserva Natural Parque dos Pinhais (ZA Marrecas). Além dessas, existe também a Área de Proteção Ambiental do Faxinal (ZA Faxinal). Um exemplo é visualizado na Figura 6, que apresenta as áreas do SAMAE na ZA Marrecas cujos objetivos são de preservação da área do reservatório e suas APPs e área de compensação ambiental pela implantação do SAA Marrecas, representada pelo Parque dos Pinhais.

É importante avaliar a representatividade da ZA frente à sua função socioambiental. Para demonstrar isso, apresenta-se uma série de informações e comparativos. Iniciando pela Tabela 2 que compara a área do município de Caxias do Sul com a ocupação de áreas conforme sua funcionalidade.

Figura 6 – Áreas do SAMAE, de preservação e compensação ambiental, na ZA Marrecas



Fonte: SAMAE (2022).

Tabela 2 – Comparativo de áreas dentro do município de Caxias do Sul

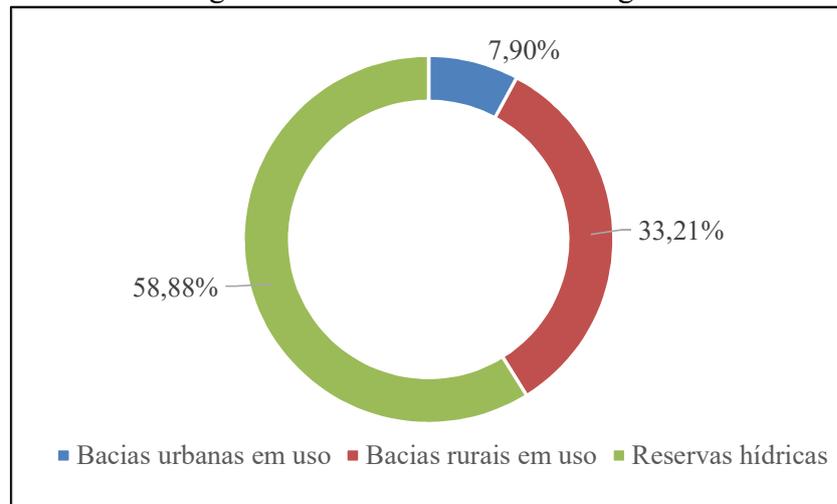
	Área [km ²]	Percentual da área total [%]
Área total do município	1.638,34	100
Área urbana	216,51	13,22
Área total em Zona das Águas	361,45	22,06
Área total em Zona das Águas sendo explorada	148,61	9,07
Área total das Reservas Hídricas	212,84	12,99

Fonte: Adaptado de (CAXIAS DO SUL, 2019b) e SAMAE (2021).

A área delimitada para Zona das Águas é superior à área urbana do município. Visando garantir o fornecimento de água, sob o aspecto de planejamento estratégico de longo prazo, o município necessita uma área superior ao seu atual adensamento populacional urbano. Nos dias atuais, 9,07% da área total do município está sendo explorada para produzir água bruta com posterior tratamento por SAA.

Avançando na análise, adentra-se nas áreas pertencentes à ZA, conforme a Figura 7.

Figura 7 – Divisão da Zona das Águas

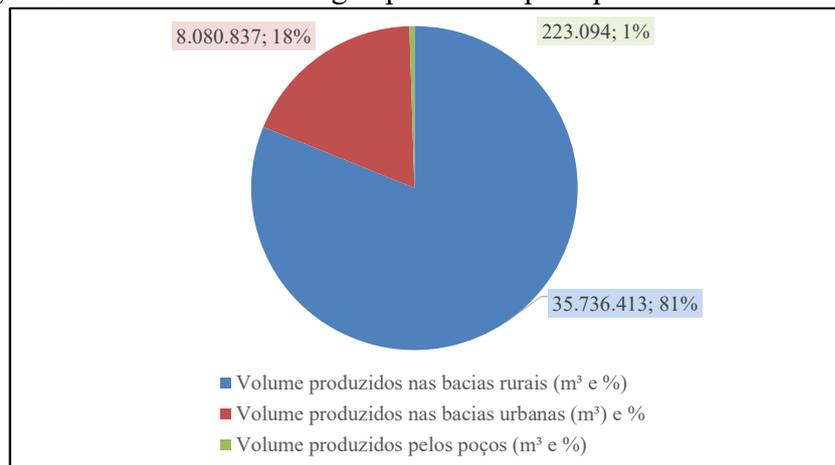


Fonte: Próprio autor (2022).

Atualmente, 41,12% da área total de ZA está sendo explorada para atender a uma população estimada 507.422 habitantes (SAMAE, 2022), que corresponde a 96,89% da população total do município para o ano 2021 (IGBE, 2021). A outra parte da população caxiense, 3,11%, possui acesso à água por meio de SAC ou SAI. Portanto, 14.861,2 hectares são necessários para atender a população abastecida exclusivamente por SAA.

O volume total produzido de água por tipo de sistema pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8 – Volume total de água produzido por tipo de sistema em 2021



Fonte: Próprio autor (2022).

Estes volumes são utilizados por 4 (quatro) tipos de categorias de economia de água: residencial, comercial, industrial e público. Na Tabela 3 apresenta-se a representatividade dos consumidores de água por categoria considerando como referência o mês de dezembro/2021.

Tabela 3 – Representatividade das categorias de consumidores de água em dez/2021

Categoria	Volume micromedido [%]	Total de economias [%]	Volume micromedido por economia [m³/economia]
Residencial	78,99	91,64	8,37
Comercial	9,74	7,33	12,89
Industrial	9,09	0,57	154,03
Pública	2,19	0,45	47,10

Fonte: Próprio autor (2022).

Observa-se que a categoria residencial é de maior representatividade em total de economias, cujo consumo é de 8,37 m³/economia no mês de dezembro/2021. O perfil industrial do município pode ser evidenciado se analisada a sua respectiva categoria em virtude do consumo micromedido de 154,03 m³/economia, apesar de representar 0,57% do total de economias em dezembro/2021. Todavia, a utilização de poços tubulares é permitida em indústrias, sob as seguintes circunstâncias:

- Utilização somente no processo industrial em locais onde há rede pública de abastecimento de água; ou
- Utilização para consumo humano e processo industrial em locais onde não haja viabilidade de fornecimento através de rede pública de água.

As áreas rurais do município são abastecidas, preferencialmente, por poços tubulares profundos (que se enquadram como SAC), onde não é possível realizar o fornecimento de água tratada pelo SAA, seja por fator técnico e/ou econômico.

Diante da característica pujante do município, onde o espírito empreendedor é latente e a expansão das atividades econômicas é acelerada, não há como dissociar à pressão sobre os lotes urbanos que possuem uma localização privilegiada do ponto de vista logístico. Nesse sentido, é perceptível, ao longo dos anos, a densificação das edificações se aproximando e reprimindo as ZA urbanas, especialmente pelos terrenos disponíveis nas cercanias das principais vias de tráfego que cruzam o município e viabilizam o acesso as principais rodovias do RS.

Ainda que as bacias urbanas correspondam apenas a 1,74% da área total do município, o fornecimento de água alcança uma população estimada de 104.731 habitantes (ano 2021), isso sem considerar que a capacidade hidrológica e de infraestrutura instalada possa viabilizar o aumento nos volumes produzidos de água em seus respectivos SAA, aspecto de extrema importância frente às estiagens de chuva cada vez mais severas e frequentes na região Sul do Brasil.

Ou seja, do ponto de vista da gestão pública de saneamento, é salutar reconhecer a importância e as dimensões quali-quantitativas dos SAA que a compõem. Em um País onde a disponibilidade hídrica não é equânime, em uma região de onde o relevo é acidentado e com recursos hídricos de pequeno porte, todo manancial é importante.

Além disso, o perímetro urbano se expande na área rural, acarretando na modificação do uso do solo, bem como no estado de conservação dos recursos hídricos e de seu entorno que, por sua vez, estão diretamente associados à quantidade e qualidade da água.

Cabe destacar que o presente estudo não apresentará as informações qualitativas pois os dados de monitoramento da qualidade das águas superficiais, bem como os índices calculados (Índice de Qualidade das Águas – IQA e o Índice de Estado Trófico – IET) foram submetidos, pela equipe técnica da autarquia, para publicação científica e ainda não estão disponíveis.

A quantidade de água pode ser mensurada através do ciclo hidrológico e do balanço hídrico. O ciclo hidrológico considera a circulação de água entre a superfície terrestre e a atmosfera, cuja abrangência pode ser classificada como ciclo global e ciclo regional. O ciclo global é um ciclo fechado que considera a recirculação de toda a água existente no planeta Terra, onde os oceanos possuem maior evaporação do que precipitação e o inverso ocorre nos continentes; já o ciclo regional: trata-se de um ciclo aberto pela circunstância que parte da água retorna e outra parte é trazida de fora pela atmosfera e é considerado o fluxo de água pelo balanço hídrico (GÓIS & MENDES, 2013).

As fases do ciclo hidrológico são: precipitação, evaporação, transpiração, infiltração, percolação, escoamento superficial e escoamento subterrâneo. (GÓIS & MENDES, 2013, p. 56-57)

Todavia, antes de apresentar o balanço hídrico brasileiro, cabe uma conceituação que auxilia no entendimento desta temática:

A bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente. (SILVEIRA, 2002, p. 41)

Cabe exemplificar a importância da gestão hídrica, o governo federal disponibilizou o estudo Contas Econômicas Ambientais da Água no Brasil – CEAA (IBGE, 2020), que demonstra informações referentes ao balanço entre disponibilidade e demanda hídrica da economia.

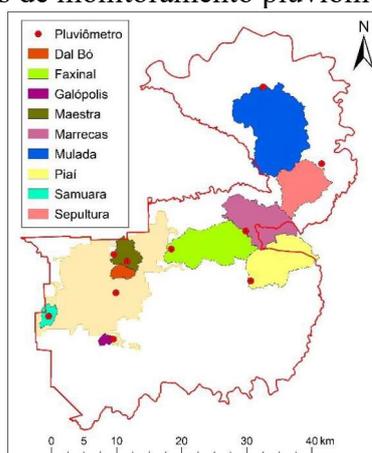
O balanço hídrico brasileiro é composto por entradas, estoque e saídas. As entradas referem-se as precipitações pluviométricas e entrada de água de rios com nascentes fora do

Brasil, e o retorno da água utilizada no desenvolvimento das atividades econômicas ao meio ambiente. As saídas consideram a evaporação, a evapotranspiração das plantas, a retirada da água pelas atividades econômicas e a saída de água dos rios para o mar ou para outros países (IBGE, 2020).

Em 2017, as entradas no balanço hídrico brasileiro foram: precipitação (51,1%), entrada de água de outros países (36,4%) e retorno da água utilizada pelas atividades econômicas (12,5%) (IBGE, 2020). No mesmo ano, houve redução no estoque total de água no Brasil, onde as saídas foram as principais responsáveis (61,9%), evaporação/evapotranspiração (27,0%) e a captação pelas atividades econômicas (11,1%) (IBGE,2020).

A SRH realiza monitoramento meteorológico nas ZA de Caxias do Sul, contemplando chuva, evaporação, umidade relativa do ar, temperatura, entre outros aspectos. A Figura 9 apresenta a localização dos postos de monitoramento pluviométrico operados pelo SAMAE.

Figura 9 – Postos de monitoramento pluviométrico do SAMAE



Fonte: SAMAE (2022).

Ao total, são nove postos de monitoramento pluviométrico distribuídos nas ZA, sendo que cada pluviômetro possui um raio de abrangência de 10 km. Os dados de evaporação advêm do tanque Classe A instalado na Estação de Tratamento de Água Parque da Imprensa, o qual possui um raio de abrangência de 50 km.

Os dados pluviométricos são comparados aos dados relativos à Normal Climatológica (NC)²² considerando o período de 1976 a 2005, de acordo com a Tabela 4. De forma

²² De acordo com o Instituto nacional de Meteorologia, as Normais Climatológicas indicam as características médias do clima em uma localidade com base em dados históricos observados de períodos de 30 anos. A extinta Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), por intermédio de seu Centro Estadual de Meteorologia (CEMET), realizou coleta de dados meteorológicos no período de 1976 a 2005, disponibilizando dados da Normal Climatológica.

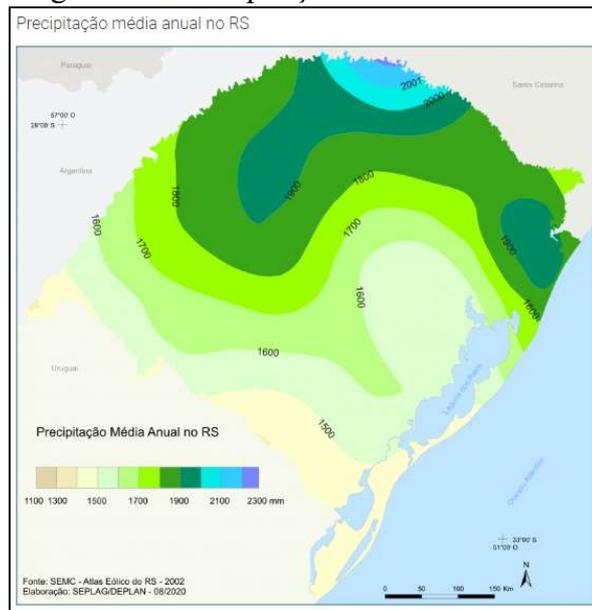
complementar, é possível visualizar na Figura 10 a distribuição geográfica da precipitação média anual no RS.

Tabela 4 – Normal climatológica de Caxias do Sul - CEFET/FEPAGRO (1976 a 2005)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL NC
170,9	139,4	105,6	157,9	119,2	144	158	123	181,7	177,5	124,1	138,1	1.739,4 mm

Fonte: SAMAE (2022).

Figura 10 – Precipitação média anual no RS

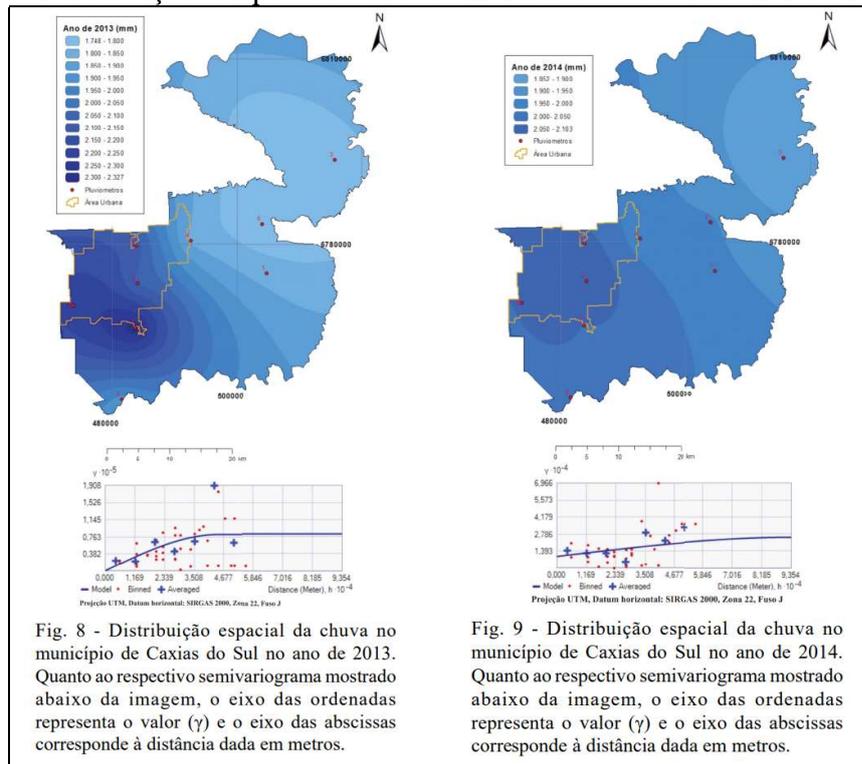


Fonte: Rio Grande do Sul (2021)

A precipitação média no município oscila próximo a NC em anos sem eventos climáticos extremos a exemplo da Figura 11.

De acordo com Belladonna & Vargas (2017), a distribuição da precipitação acumulada dos anos 2013 e 2014 seguem a tendência observada nas distribuições mensais: maiores concentrações pluviométricas de 2.000mm nas regiões sudoeste e oeste próxima ao perímetro urbano e precipitações dentro da média (1.800mm) na região nordeste, que possui altitude mais elevada.

Figura 11 – Distribuição temporal da chuva em Caxias do Sul nos anos de 2013 e 2014



Fonte: Adaptado de Belladonna & Vargas (2017)

Este estudo permitiu evidenciar que as menores precipitações ocorrem na região onde estão inseridas as maiores bacias de captação do Município de Caxias do Sul, reserva para o abastecimento atual e futuro. A diferença entre estes locais e a área na qual está disposta a sede municipal atingiu 579 mm em 2013 e 251 mm em 2014. Apesar de ainda não possuir estatística pluviométrica com um período de tempo mais extenso, esse resultado corrobora com a sensação popular de que historicamente na região do Planalto dos Campos Gerais de Caxias do Sul a pluviometria é inferior a observada nos vales da Serra Geral e na sede urbana municipal. (BELLADONNA; VARGAS, 2017, p. 618)

Em virtude das últimas estiagens que assolaram o Rio Grande do Sul, a SRH realizou estudos direcionados quanto ao balanço hídricos simplificado das ZA de Caxias do Sul. Destaca-se o estudo concluído em abril/2020, o qual versa sobre análise do regime hidrológico do ano 2019/2020, cujo objetivo era apresentar os consumos dos poços profundos operados pelo SAMAE, o monitoramento evaporimétrico e pluviométrico nas ZA. Para cada ZA foi realizada a análise do regime hidrológico, resultando em cálculos de balanço hídrico, os quais consistiram em:

- Entrada: volume precipitado anual (em mm) multiplicado pela área da ZA;
- Saídas: somatório entre o volume de água evaporado e o volume de água bruta retirado das represas (SAA em operação);

- Volume evaporado: volume evaporado anual (em mm) medido no tanque Classe A multiplicado pela área da ZA;
- Volume de água da represa: volume de água bruta retirado das represas pelos SAA em operação; e
- Entradas – Saídas: diferença do volume precipitado anual (em mm) e do volume de saídas (em mm).

Observou-se que para o ano 2019, todas ZA tiveram o volume precipitado anual abaixo da NC e os volumes evaporados bem expressivos devido às altas temperaturas especialmente nas estações primavera e verão (setembro a março). Tal comportamento agravou-se no primeiro trimestre de 2020 em todas as ZA. Todavia, a partir do mês de maio a agosto/2020 as precipitações ficaram acima da NC, conforme Figura 12, amenizando os baixos níveis de água das represas.

Comparando-se os volumes anuais apresentados na Figura 12, somente o ano 2020 ficou acima da NC, sendo visível os períodos de estiagem 2019/2020; 2020/2021 e 2021/2022:

- 2019/2020: junho a setembro/2019, março a abril/2020;
- 2020/2021: setembro a dezembro/2020 e fevereiro a abril/2021; e
- 2021/2022: setembro/2021 a fevereiro/2022.

Figura 12 – Índices pluviométricos da área central do município nos anos 2020 a jun./2022

ESTAÇÃO PLUVIOGRÁFICA ETA PARQUE DA IMPRENSA												
2019												
Dia	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
NDC	11	12	10	10	14	3	6	8	8	16	12	6
Total	139,75	160,30	137,70	184,05	206,60	31,25	92,50	104,95	103,10	269,25	187,30	68,95
Média	12,7	13,4	13,8	18,4	14,8	10,4	15,4	13,1	12,9	16,8	15,6	11,5
DNC (mm)	-31,15	20,90	32,10	26,15	87,40	-112,75	-65,50	-18,05	-78,60	91,75	63,20	-69,15
DNC (%)	-18,23	14,99	30,40	16,56	73,32	-78,30	-41,46	-14,67	-43,26	51,69	50,93	-50,07
Mínima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máxima	33,00	36,20	41,60	49,60	42,40	23,40	50,50	42,80	49,30	46,00	110,95	33,40
Total Anual:												1.685,70
ESTAÇÃO PLUVIOGRÁFICA ETA PARQUE DA IMPRENSA												
2020												
Dia	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
NDC	11	11	1	5	7	11	14	6	12	4	7	14
Total	195,30	166,75	7,45	35,30	144,55	191,90	418,15	129,40	138,05	61,80	74,40	186,60
Média	17,8	15,2	7,5	7,1	20,7	17,4	29,9	21,6	11,5	15,5	10,6	13,3
DNC (mm)	24,40	27,35	-98,15	-122,60	25,35	47,90	260,15	6,40	-43,65	-115,70	-49,70	48,50
DNC (%)	14,28	19,62	-92,95	-77,64	21,27	33,26	164,65	5,20	-24,02	-65,18	-40,05	35,12
Mínima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máxima	54,60	71,20	6,60	12,60	53,30	88,00	123,40	61,80	30,00	23,40	23,40	52,40
Total Anual:												1.749,65
ESTAÇÃO PLUVIOGRÁFICA ETA PARQUE DA IMPRENSA												
2021												
Dia	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
NDC	15	10	12	4	10	11	4	9	10	8	7	5
Total	286,20	119,40	101,00	22,00	208,40	168,45	29,15	143,42	181,20	121,32	40,93	25,58
Média	19,1	11,9	8,4	5,5	20,8	15,3	7,3	15,9	18,1	15,2	5,8	5,1
DNC (mm)	115,30	-20,00	-4,60	-135,90	89,20	24,45	-128,85	20,42	-0,50	-56,18	-83,17	-112,52
DNC (%)	67,47	-14,35	-4,36	-86,07	74,83	16,98	-81,55	16,60	-0,28	-31,65	-67,02	-81,48
Mínima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máxima	60,80	26,80	30,60	9,00	75,80	54,00	13,60	50,45	42,40	26,40	13,85	8,00
Total Anual:												1.447,05
ESTAÇÃO PLUVIOGRÁFICA ETA PARQUE DA IMPRENSA												
2022												
Dia	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
NDC	12	11	17	11	16							
Total	149,20	56,00	300,43	122,80	335,15							
Média	12,4	5,1	17,7	11,2	20,9							
DNC (mm)	-21,70	-83,40	194,83	-35,10	215,95							
DNC (%)	-12,70	-59,83	184,50	-22,23	181,17							
Mínima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
Máxima	31,60	14,00	113,65	45,90	94,00							
Total Anual:												963,58
Observação:												
NDC: significa Número de Dias com Chuva (considera-se que houve precipitação quando a precipitação acumulada for acima de 1,00 mm)												
FONTE: Bergamaschi et. al., UFRGS, 2003.												
DNC	Diferença em Relação à NORMAL CLIMATOLÓGICA - ATLAS CLIMATOLÓGICO DO RS: 1976 a 2005.											
DNC (mm)	Equivalente ao quantitativo em mm (mm) abaixo da normal climatológica											
DNC (mm)	Equivalente ao quantitativo em mm (mm) acima da normal climatológica											
DNC (%)	Equivalente ao percentual (%) abaixo da normal climatológica											
DNC (%)	Equivalente ao percentual (%) acima da normal climatológica											
DNC (%)	Equivalente ao percentual (%) abaixo da normal climatológica.											
DNC (%)	Equivalente ao percentual (%) acima da normal climatológica.											
NORMAL CLIMATOLÓGICA - CEMET/FEPAGRO (1976 A 2005)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
170,9	139,4	105,6	157,9	119,2	144	158	123	181,7	177,5	124,1	138,1	
837,00												
TOTAL NC: 1.739,40												

Fonte: SAMAE (2022).

Considerando o nível da água na régua instalada junto ao ponto de tomada de água bruta próximos aos barramentos, observa-se as seguintes marcas apresentadas na Tabela 5, reforçando a estiagem nos períodos citados.

Tabela 5 – Nível mais baixo da água observado e sua respectiva data de observação

REPRESA	ESTIAGEM 2019/2020	ESTIAGEM 2021/2022
Marrecas	-2,10 m (04/06/2020)	-2,84 m (23/03/2022)
Faxinal	-3,55 m (04/06/2020)	-3,81 m (24/03/2022)
Maestra	-4,70 m (04/06/2020)	-2,24 m (09/03/2022)
São Miguel (Complexo Dal Bó)	-2,05 m (04/06/2020)	-2,75 m (23/03/2022)
Samuara	-0,44m (18/05/2020)	-0,43 m (09/03/2022)

Fonte: SAMAE (2022).

Cabe salientar que foram adotadas manobras hidráulicas/operacionais, no último período de estiagem, a fim de minimizar os impactos de carga/descarga na represa Maestra, cuja parcela de suas redes de distribuição que possuem maior cota altimétrica foram abastecidas pelo SAA Marrecas (sem bombeamento de água tratada), e parte do SAA Marrecas foi absorvida pelo SAA Faxinal para diluir o impacto no volume de água disponível nos reservatórios das represas.

Mas de que forma o PSA pode influenciar positivamente nos recursos hídricos, no que tange a qualidade e quantidade de água disponível?

Nusdeo (2012), retrata detalhadamente os efeitos positivos das florestas na quantidade e qualidade dos recursos hídricos, a saber:

- Infiltração: solos vegetados têm maior capacidade de armazenamento de água;
- Interceptação: a copa das árvores intercepta a água da chuva e a neve, impedindo que caiam diretamente no solo;
- Escoamento superficial e sedimentos: as folhas depositadas no solo, as raízes e a vegetação rasteira reduzem o impacto da queda da água precipitada e ajudam a manter o solo firme, reduzindo a erosão do solo e o carregamento de sedimentos para os cursos d'água;
- Escoamento subterrâneo: a regulação da recarga de lençóis freáticos é mais eficiente em solos florestados, pois em solos desflorestados tendem a tornar-se menos porosos e impedir a recarga, embora a cobertura florestal possa diminuir a intensidade da recarga, ao reduzir o impacto na água (NUSDEO, 2012, p. 32);
- Precipitação: as florestas influenciam os níveis de precipitação em escala regional, apesar de variarem em função das condições ambientais específicas, tais como microclima, bioma, entre outros fatores do meio físico e biótico;

- Regulação da temperatura: a sombra produzida pelas árvores mantém a temperatura da água.
- Nutrientes e contaminantes: a mata ciliar é responsável por auxiliar na filtragem de contaminantes e a manutenção do equilíbrio químico da água; solos vegetados contêm mais nutrientes; e as folhas fornecem nutrientes para o ecossistema aquático.

Cabe destacar que as informações técnicas referentes às bacias de captação rurais e reservas hídricas estão elencadas na sequência do presente Capítulo.

5.2 ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DAS BACIAS DE CAPTAÇÃO E RESERVAS HÍDRICAS

A formação geológica, a topografia, o microclima são aspectos do meio físico importantes para o diagnóstico ambiental, juntamente com o meio biótico e antrópico. Todavia, o presente item não se destina a caracterização da plenitude do diagnóstico ambiental, sendo direcionado a uma análise socioambiental das ZA.

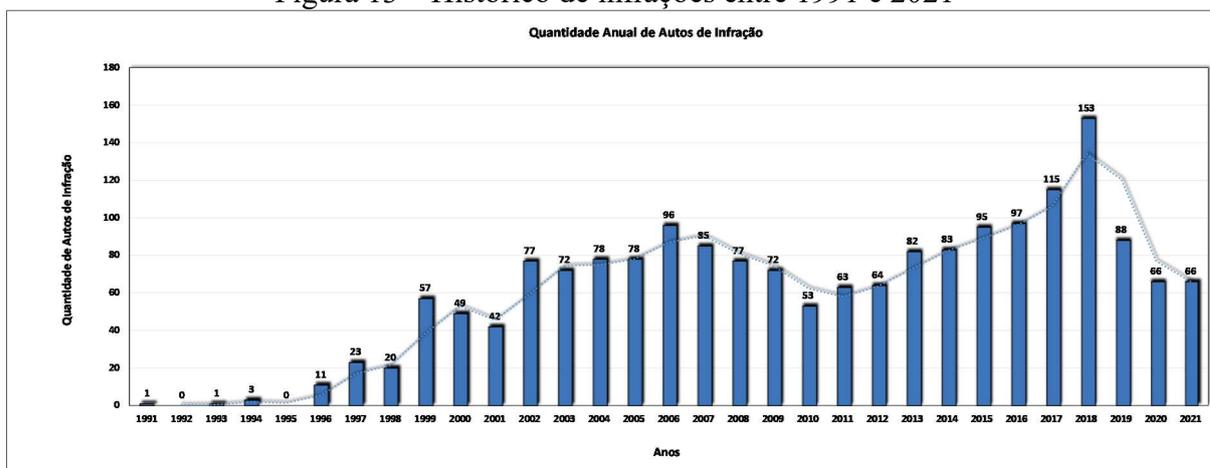
A análise socioambiental das bacias de captação e reservas hídricas contempla as seguintes informações:

- a. Histórico de Auto de infração (AI) e Auto de Infração e Embargo (AIE) nas ZA;
- b. Representatividade dos zoneamentos (1ª e 2ª categoria);
- c. Incidência georreferenciada dos AI e AIE;
- d. Apresentação das propriedades cadastradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) do estado do RS; e
- e. Delimitação de uso do solo.

Cabe salientar que as produções gráficas das alíneas *b*, *c* e *d* foram elaboradas como sendo uma produção científica a partir do banco de dados já existe na Autarquia e por questões do presente estudo associada às demandas internas do SAMAE conduzidas pela Comissão permanente para procedimentos quanto à atualização e adequação da Lei Complementar Municipal nº 246/2005, a qual a discente integra essa Comissão.

O histórico de AI e AIE contempla o período entre os anos 1991 e dezembro de 2021, totalizando 1.858 infrações distribuídas em todas as ZA, onde a Figura 13 retrata a evolução de infrações ao longo deste período. Cabe salientar que foi mantida a bacia Galópolis neste histórico, apesar de ter sido removida deste tipo de zoneamento em novembro de 2021.

Figura 13 – Histórico de infrações entre 1991 e 2021

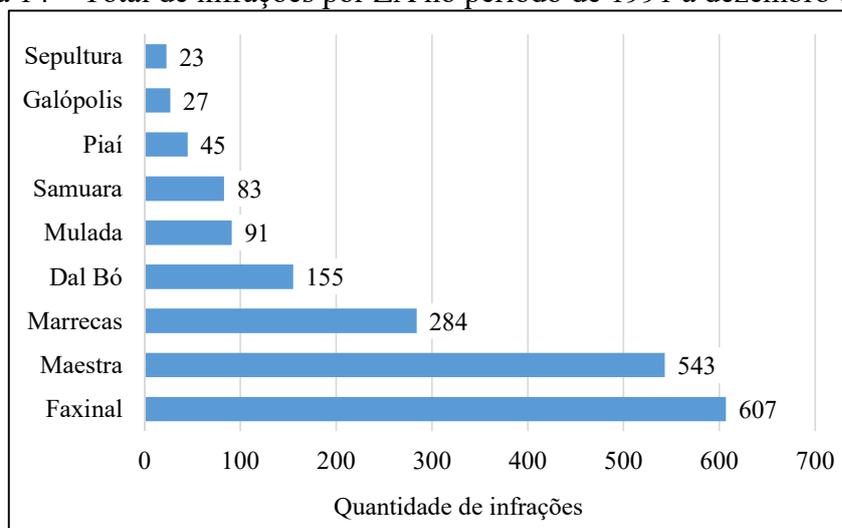


Fonte: SAMAE (2022).

É perceptível que o ano 2018 teve sobressalto na quantidade de infrações. Isso se deve ao fato de uma ação de fiscalização específica para uma atividade proibida em ZA.

A totalização de infração, neste período, por ZA está apresentado na Figura 14.

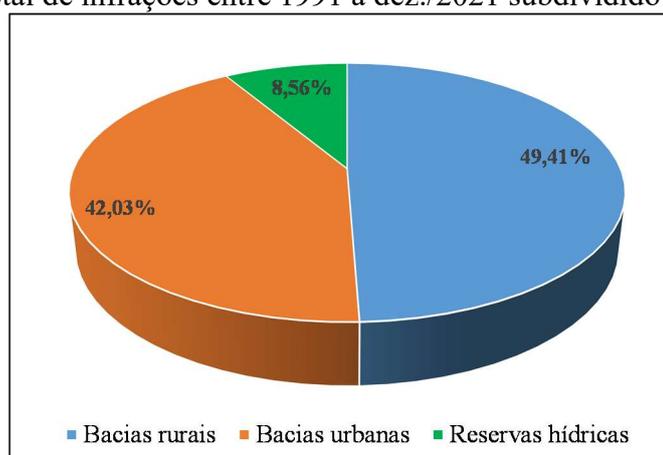
Figura 14 – Total de infrações por ZA no período de 1991 a dezembro de 2021



Fonte: Adaptado de SAMAE (2022).

Percebe-se que as infrações estão mais concentradas nas ZA que estão sendo exploradas atualmente. Para auxiliar essa análise, foi confeccionado o gráfico apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Total de infrações entre 1991 a dez./2021 subdividido por tipo de bacia



Fonte: Adaptado de SAMAE (2022).

Visualizando o gráfico acima, denota-se que as bacias rurais e posteriormente as bacias urbanas possuem a maior concentração de infrações ao longo do período analisado, onde uma pequena fração está distribuída nas reservas hídricas.

A SRH elaborou critérios para a tipificação das infrações a fim de analisar por tipo e por bacia, podendo resultar em análise de tendência de infrações devido as características de ocupação e uso de cada ZA. A SRH definiu 25 (vinte e cinco) tipos de infrações que resultam em 7 (sete) agrupamentos, conforme detalhado no Quadro 10.

Quadro 10 – Tipificação dos Autos de Infração

	TIPOS AGRUPADOS	TIPOS DE AUTO DE INFRAÇÃO
1	Edificações	Edificação sem Licença
2	Corte de Vegetação	Corte de vegetação, corte de vegetação exótica, corte de vegetação nativa e destocamento
3	Movimentação de Terra	Aterro, movimentação de terra e terraplenagem
4	Abertura de Acesso	Abertura de acesso e abertura de estrada
5	Intervenção em APP	Construção de açude, intervenção em açude, intervenção em APP, intervenção em arroio, intervenção em banhado e valetamento/drenagem
6	Resíduos e Esgoto	Depósito de entulhos/calça, depósito/queima de lixo e esgoto a céu aberto
7	Outros	Atividade sem licença, canil, criação de suínos, hotel de cavalos, outros e parcelamento

Fonte: Adaptado de SAMAE (2022).

Através da tipificação e agrupamento dos AI e AIE, foi possível realizar análises sob diferentes aspectos. Todavia, neste estudo apresenta-se o resultado da tipificação das infrações

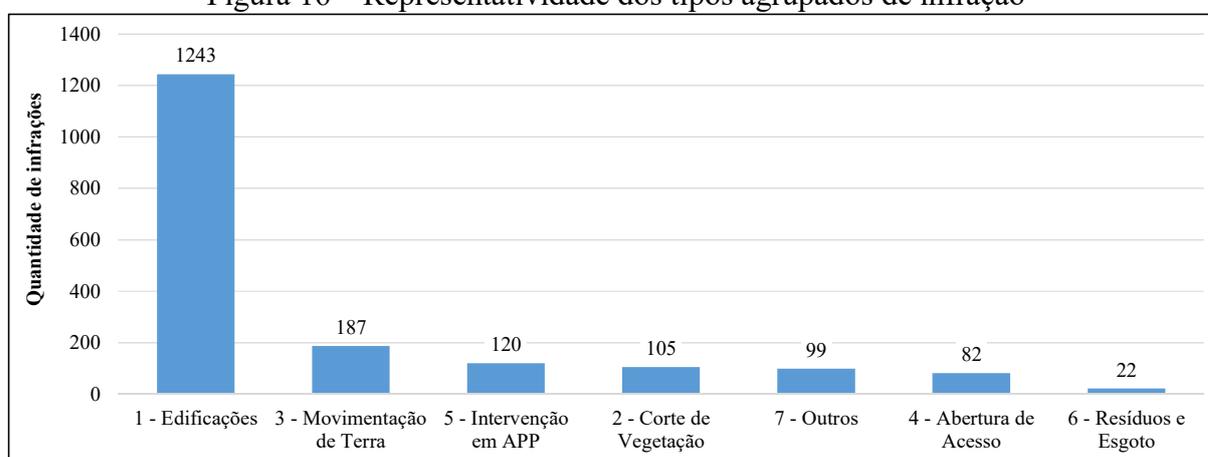
no período de 1991 a dezembro de 2021. A Tabela 6 apresenta a quantificação de infrações distribuída por tipo agrupado de infração e por ZA, melhor representada pela Figura 16.

Tabela 6 – Tipificação das infrações no período de 1991 a dezembro de 2021

Tipos Agrupados	Quant.	Quantidade Total de Autos de Infração 1991 - 2021									
		Dal Bó	Samuara	Maestra	Faxinal	Marrecas	Piaí	Sepultura	Mulada	Galópolis	
1 Edificações	1.243	95	58	423	370	212	20	9	39	17	
2 Corte de Vegetação	105	4	9	22	52	7	3	1	5	2	
3 Movimentação de Terra	187	21	10	44	59	25	6	3	16	3	
4 Abertura de Acesso	82	5	1	13	37	12	1	5	8	-	
5 Intervenção em APP	120	10	2	16	38	23	5	4	20	2	
6 Resíduos e Esgoto	22	5	2	3	11	-	-	-	-	1	
7 Outros	99	15	1	22	40	5	10	1	3	2	
Total	1.858	155	83	543	607	284	45	23	91	27	

Fonte: SAMAE (2022).

Figura 16 – Representatividade dos tipos agrupados de infração



Fonte: Adaptado de SAMAE (2022).

As edificações na ZA Maestra, Faxinal e Marrecas, respectivamente, são os quantitativos mais expressivos (1.005 infrações juntas). Todavia, a movimentação de terra, a intervenção em APP e o corte de vegetação, juntos, totalizam 412 infrações (22,17%) que significam, na maioria das constatações, danos ambientais de maior extensão e magnitude, podendo resultar em infrações com efeitos reversíveis ou irreversíveis²³.

²³ Infrações irreversíveis são infrações que, mesmo sendo realizado o Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), o meio ambiente não retorna a ser o que era originalmente antes da infração.

Tabela 1 – Efeitos significativos reversíveis ou irreversíveis identificado(s) na(s) infração(ões) e respectiva pontuação do Decreto Municipal nº 18.537, de 21 de dezembro de 2016 (decreto de dosimetria da Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005)

Exemplos: IV – degradação água subterrânea (20 pontos); V – interferência qualidade e quantidade água superficial e subterrânea de manancial ou recursos hídricos (45 pontos); VI – prejudique sistema abastecimento (45 pontos).

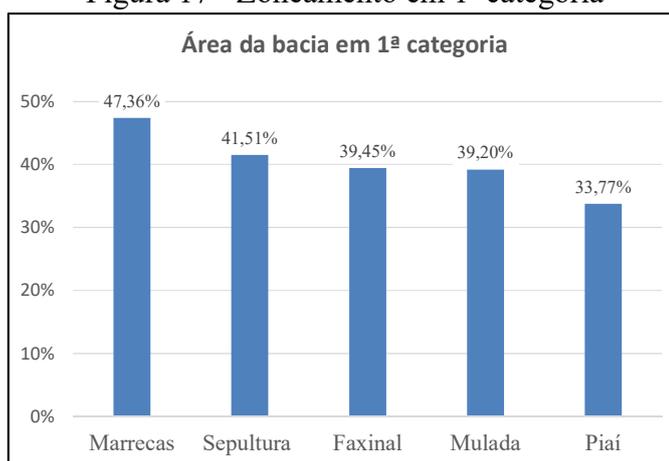
Verifica-se que as infrações associadas a edificações sem licença para construir constituem uma maior representatividade (66,9%), seguida da movimentação de terra (10,1%), intervenção em APP (6,5%) e corte de vegetação (5,7%). Cabe salientar que, em alguns casos, as edificações estão associadas a mais de um tipo de infração. Isso quer dizer que, existem constatações de edificação sem licença onde os fiscais da SRH verificam também corte de vegetação e/ou movimentação de terra associada à construção.

Tendo em vista a quantidade de dados e informações apresentadas na forma de mapas, elaborou-se o Quadro 11 para facilitar a busca e comparação das informações técnicas, a fim de viabilizar o planejamento, a elaboração e a implantação do PSA no município, de acordo com as condições do Programa Produtor de Água da ANA.

Os Anexos C, D, E, F e G apresentam a delimitação das áreas de 1ª e 2ª categoria onde baseado em imagens georreferenciadas do ano 2018 através da utilização do software ArcGIS. Cabe salientar que podem haver alterações nestas áreas por intermédio de aferições “*in loco*”, além do fato que estas produções gráficas foram desenvolvidas exclusivamente para o presente estudo.

Com relação ao zoneamento, percebe-se que as ZA rurais possuem uma variação na área abrangida por APP, tendo como denominação zoneamento em 1ª categoria, conforme Figura 17.

Figura 17 - Zoneamento em 1ª categoria



Fonte: Próprio autor (2022).

A bacia do Marrecas é a que detém maior área em primeira categoria entre as ZA rurais. Cabe salientar que podem haver alterações nestas áreas por intermédio de aferições “*in loco*”, além do fato que estas produções gráficas foram desenvolvidas exclusivamente para o presente estudo.

A SRH possui sistemática, desde 2015, de inserir as informações dos autos de infração no banco de dados georreferenciado utilizando o software ArcGIS, sendo que uma força-tarefa foi definida para inserir o histórico de todos autos de infração neste banco. Outra atividade realizada foi a inserção das propriedades inseridas em ZA por intermédio das informações disponibilizadas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) do RS. Todavia, constam neste banco apenas as propriedades que se cadastraram no CAR. O cruzamento da incidência georreferenciada dos AI e AIE com as propriedades declaradas no CAR viabilizou as produções gráficas: Anexo H, I, J, K e L. Cabe salientar que as áreas demarcadas na cor cinza são as propriedades que possuem CAR. Reprisando que a discussão dos resultados obtidos por meio da estratificação dos autos de infração já foi apresentada neste capítulo, em forma de gráficos.

De acordo com dados disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2019), os municípios brasileiros são estratificados conforme o conceito de módulo fiscal, fixado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Módulo fiscal, por sua vez, é uma unidade de medida, em hectares, cujo valor é fixado pelo INCRA²⁴, seu valor expressa a área mínima necessária para que uma unidade produtiva seja economicamente viável. O valor no módulo fiscal no Brasil varia de 5 a 110 hectares, e o município de Caxias do Sul tem o valor de 12 hectares. A classificação dos imóveis rurais é definida pela Lei nº 8.629/1993²⁵, art. 4º (BRASIL, 1993; EMBRAPA, 2019):

- Minifúndio: área inferior a um módulo fiscal;
- Pequena propriedade: até quatro módulos fiscais;
- Média propriedade: de área superior a quatro e até quinze módulos fiscais;
- Grande propriedade: área superior a quinze módulos fiscais.

Mais de 80% das fazendas em todo o mundo são propriedades familiares menores do que 2 hectares. Os pequenos agricultores familiares constituem a espinha dorsal dos suprimentos alimentares nacionais e, em muitos países, eles respondem por mais da metade da produção agrícola. (WWAP, 2019, p. 7).

Portanto, é primordial garantir o acesso seguro e equitativo à água e criar oportunidades de investimentos em serviços hídricos a fim de disponibilizar água para os produtores rurais, independentemente da sua escala produtiva (WWAP, 2019).

²⁴ O módulo fiscal calculado pelo INCRA considera: o tipo de exploração predominante no município (hortifrutigranjeira, cultura permanente, cultura temporária, pecuária ou florestal); a renda obtida no tipo de exploração predominante; outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada; o conceito de “propriedade familiar”. (EMBRAPA, 2019)

²⁵ Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, que dispõe sobre a reforma agrária.

O município de Caxias do Sul já desenvolve ações de preservação dos recursos hídricos e promoção de saneamento nas áreas rurais por intermédio do Programa Água Limpa, desde 2007. O programa, realizado pela secretaria Municipal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento em parceria com o SAMAE, implementa ações de: preservação e proteção de nascentes; implantação de fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro nas propriedades rurais; instalação de esterqueiras para recolhimento e degradação dos dejetos de animais; e estímulo a destinação adequada das embalagens de agroquímicos (CAXIAS DO SUL, 2022).

Ao longo dos anos, o programa instalou 30 conjuntos de tratamento de esgoto doméstico (fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro); realizou 30 proteções de nascentes visando a melhoria da qualidade de água utilizada para consumo humano contemplando a recuperação do entorno com o plantio de espécies nativas, além de 30 esterqueiras (VELHO; RECH; DAL BOSCO, 2022).

O Programa Água Limpa continua ativo e seus resultados receberam notoriedade. Destaca-se que Caxias do Sul foi vencedor do Prêmio da Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social, na categoria Gestores Públicos, no ano 2015 (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2022).

Dando continuidade à análise socioambiental das ZA, menciona-se que a SRH, através do método de vetorização de imagens georreferenciadas do ano 2018 utilizando o software ArcGIS, elaborou os mapas de delimitação de uso do solo nas bacias Faxinal e Marrecas.

Neste aspecto, a identificação e classificação do uso do solo é primordial para o conhecimento do ambiente como parte de um diagnóstico de PSA, permitindo a identificação de elementos que compõem a paisagem e a mensuração dos pagamentos e as ações de conservação e restauração a serem efetivadas em áreas definidas como prioritárias (IPÊ, 2015 *apud* ANTUNES, MARENZI & ESPINOZA, 2017, p. 80).

Os Anexos M e N apresentam a delimitação das áreas conforme o uso do solo cujas categorias definidas foram: reservatório da represa e açudes; agricultura; mata; campo; mineração; e edificações. Cabe salientar que a SRH está desenvolvendo estudos de pedologia em ZA a fim de classificar os tipos de solo, através de ensaios em campo e envio de amostras de solo para verificação das propriedades físicas e químicas dos mesmos.

Importante salientar que a mata é predominante na ZA Faxinal (54,84%), seguida pelo bioma campo (28,36%) e pelas atividades agrícolas (11,34%). Diferentemente da ZA Marrecas que apresenta predominância do bioma campo (64,15%), seguida de mata (24,43%) e pelas atividades agrícolas (5,87%).

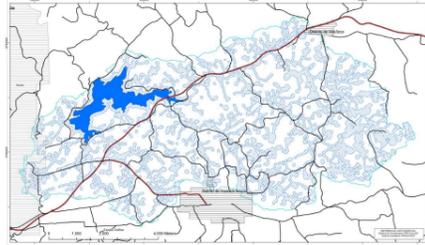
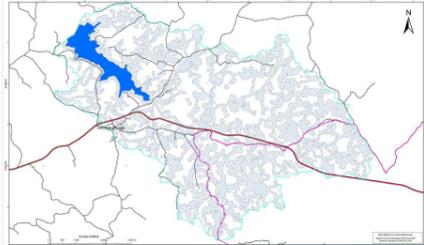
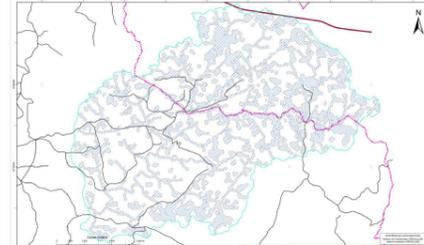
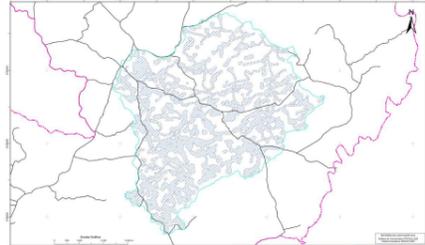
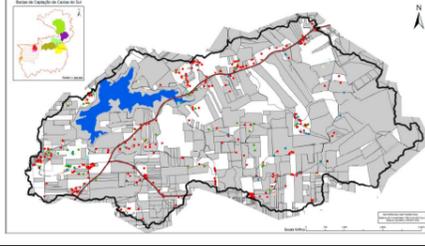
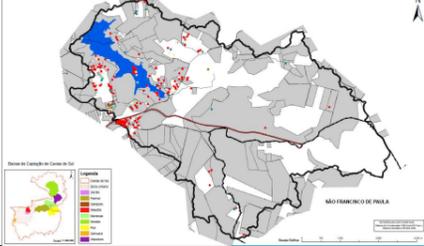
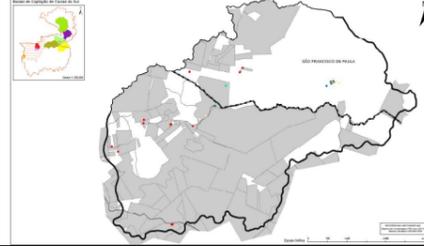
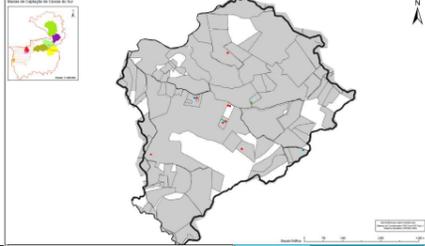
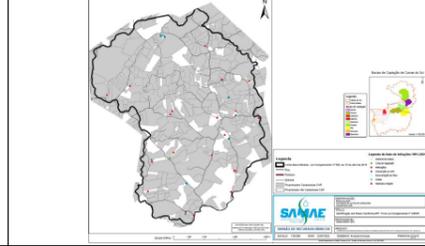
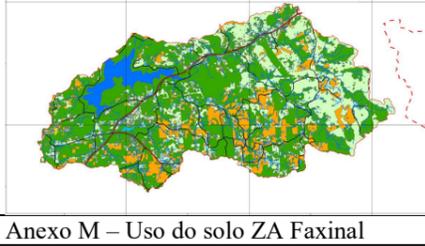
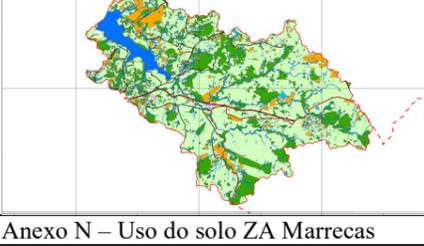
Finalizando, os Anexos O, P, Q R e S apresentam as áreas de parcelamento irregular do solo, baseado em imagens georreferenciadas do ano 2018 através da utilização do software ArcGIS.

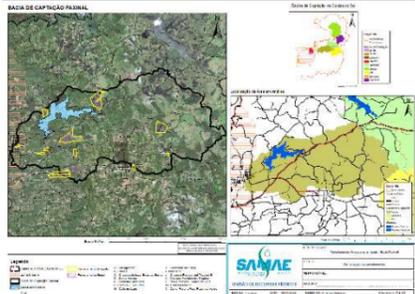
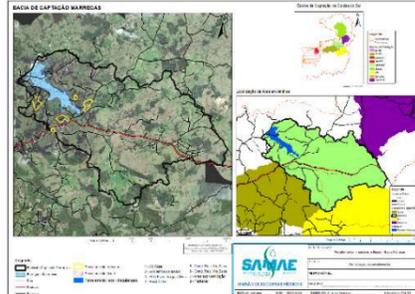
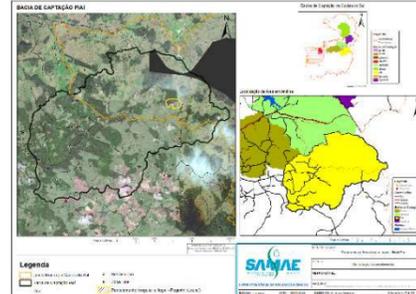
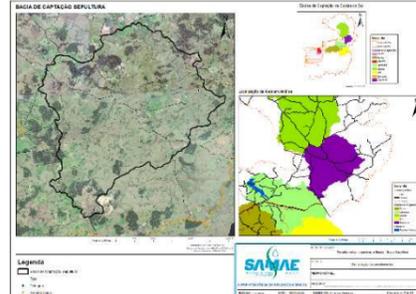
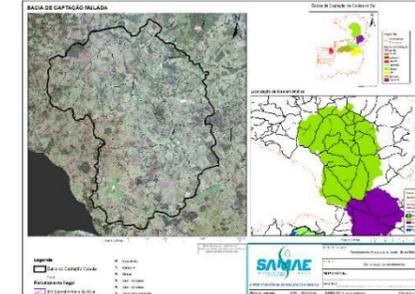
No aspecto social há uma grande preocupação dos órgãos públicos municipais quanto a formação de núcleos habitacionais com parcelamento irregular do solo, especialmente em ZA:

- Ocupação do solo de forma desordenada e sem respeitar as áreas de vulnerabilidade hídrica e os índices de permeabilidade do solo determinadas pelo zoneamento;
- Locais sem infraestrutura de saneamento básico (fornecimento de água potável; coleta e tratamento do esgotamento sanitário; sistema de drenagem pluvial; coleta dos resíduos domiciliares) que resultam em contaminação dos recursos hídricos e do solo;
- Ocorrência de doenças de veiculação hídrica entre os moradores;
- Residências, muitas vezes, construídas de forma precária podendo inferir risco a integridade física dos moradores; e
- Às vezes, locais mais remotos dificultando o acesso ao transporte público, às unidades de saúde e de assistência social.

Neste sentido, as ZA que merecem dedicação maior do poder público são, respectivamente, Faxinal e Marrecas, em função de serem bacias onde a expansão das atividades é mais aguçada em detrimentos às outras que são mais afastadas no perímetro urbano do município.

Quadro 11 – Resumo das informações técnicas das bacias rurais

ZA	BACIA RURAL SENDO EXPLORADA		RESERVA HÍDRICA – BACIA RURAL		
	FAXINAL	MARRECCAS	PIAÍ	SEPULTURA	MULADA
Área da bacia	6.679,30 hectares	5.325,50 hectares	5.855,50 hectares	4.365,80 hectares	11.062,10 hectares
Informações Gerais	Início da operação: 1992 Localização da represa: bairro Ana Rech ETA*: Parque da Imprensa (bairro N. Sra. de Lourdes)	Início da operação: 2012 ETA: Morro Alegre Localização da represa e da ETA: Distrito Vila Seca	Reserva hídrica para futuro barramento. A SRH irá contratar estudo técnico para verificar capacidade hídrica e definir o próximo manancial a ser explorado.	Reserva hídrica para futuro barramento. A SRH irá contratar estudo técnico para verificar capacidade hídrica e definir o próximo manancial a ser explorado.	Reserva hídrica para futuro barramento. A SRH irá contratar estudo técnico para verificar capacidade hídrica e definir o próximo manancial a ser explorado.
Zoneamento					
	Anexo C – Zoneamento da ZA Faxinal 1ª categoria*: 39,45% 2ª categoria: 60,55%	Anexo D – Zoneamento da ZA Marrecas 1ª categoria*: 47,36% 2ª categoria: 52,64%	Anexo E – Zoneamento da ZA Piaí 1ª categoria*: 33,77% 2ª categoria: 66,23%	Anexo F – Zoneamento da ZA Sepultura 1ª categoria*: 41,51% 2ª categoria: 58,49%	Anexo G – Zoneamento da ZA Mulada 1ª categoria*: 39,20% 2ª categoria: 60,80%
Observação: *Recursos hídricos desenhados por imagem enquadrados como 1ª categoria, podem sofrer alterações após aferições “in loco”.					
Autos de Infração (AI e AIE)					
	Anexo H – Autos de infração ZA Faxinal	Anexo I – Autos de infração ZA Marrecas	Anexo J – Autos de infração ZA Piaí	Anexo K – Autos de infração ZA Sepultura	Anexo L – Autos de infração ZA Mulada
1º lugar:	Edificações (61%)	Edificações (74,6%)	Edificações (44,4%)	Edificações (39,1%)	Edificações (42,9%)
2º lugar:	Movimentação de terra (9,7%)	Movimentação de terra (8,8%)	Outros (22,2%)	Abertura de acesso (21,7%)	Intervenção em APP (22,0%)
3º lugar:	Corte de vegetação (8,6%)	Intervenção em APP (8,1%)	Movimentação de terra (13,3%)	Intervenção em APP (17,4%)	Movimentação de terra (17,6%)
4º lugar:	Outros (6,6%)	Abertura de acesso (4,2%)	Intervenção em APP (11,1%)	Movimentação de terra (13,0%)	Abertura de acesso (8,8%)
5º lugar:	Intervenção em APP (6,3%)	Corte de vegetação (2,5%)	Corte de vegetação (6,7%)	Corte de vegetação (4,3%)	Corte de vegetação (5,5%)
6º lugar:	Abertura de acesso (6,1%)	Outros (1,8%)	Abertura de acesso (2,2%)	Outros (4,3%)	Outros (3,3%)
7º lugar:	Resíduos e esgoto (1,8%)	Resíduos e esgoto (0%)	Resíduos e esgoto (0%)	Resíduos e esgoto (0%)	Resíduos e esgoto (0%)
Uso do solo					
	Anexo M – Uso do solo ZA Faxinal	Anexo N – Uso do solo ZA Marrecas			
1º lugar:	Mata (54,84%)	Campo (64,15%)			
2º lugar:	Campo (28,36%)	Mata (24,43%)			
3º lugar:	Agricultura (11,34%)	Agricultura (5,87%)			
4º lugar:	Reservatório e açudes (4,67%)	Reservatório e açudes (4,86%)			
5º lugar:	Edificações (0,75%)	Edificações (0,53%)			
6º lugar:	Mineração (0,04%)	Mineração (0,16%)			

		BACIA RURAL SENDO EXPLORADA		RESERVA HÍDRICA – BACIA RURAL		
ZA	FAXINAL	MARRECAS	PIAÍ	SEPULTURA	MULADA	
Loteamentos irregulares						
	Anexo O – Parcelamento irregular ZA Faxinal	Anexo P – Parcelamento irregular ZA Marrecas	Anexo Q – Parcelamento irregular ZA Piaí	Anexo R – Parcelamento irregular ZA Sepultura	Anexo S – Parcelamento irregular ZA Mulada	
	Total: 14 parcelamentos irregulares.	Total: 8 parcelamentos irregulares.	Total: um parcelamento irregular, dentro da ZA Piaí mas localizado no município de São Francisco de Paula.	Nenhum parcelamento irregular nesta ZA.	Total: um parcelamento irregular.	

Legenda: * ETA – Estação de Tratamento de Água.

Fonte: Próprio autor (2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste ponto, é imprescindível retornar aos objetivos geral e específicos do trabalho. O atendimento aos objetivos baseia-se na metodologia aplicada, que por sua vez encontra-se fundido com a experiência profissional e do ambiente de estudo como discente do PPGECAM. Neste sentido, os resultados aqui apresentados emanaram de estudos desenvolvidos durante o mestrado em consonância com as produções técnicas da autarquia com foco na análise e estudo de viabilidade de PSA em Caxias do Sul.

O primeiro objetivo específico refere-se à identificação dos requisitos técnicos e legais almejando a implantação do PSA em Caxias do Sul. Para isso, realizou-se uma ampla pesquisa resultando nas informações apresentadas no Capítulo 4. Entende-se que esse objetivo foi plenamente alcançado, podendo ser utilizado como base para a elaboração do Projeto Básico de PSA.

O objetivo específico seguinte remete à caracterização das bacias de captação e reservas hídricas como unidade de gestão e planejamento de acordo com os pré-requisitos da ANA. Para que esse objetivo fosse atingido, avaliou-se os dados disponíveis em produções técnicas e no banco de dados e informações da SRH, demonstrando as distinções entre as bacias urbanas e rurais, o que compete a exploração dos recursos hídricos, entre outros aspectos de cunho operacional e de regime hidrometeorológico das mesmas.

O último objetivo específico refere-se à elaboração de análise socioambiental das bacias de captação e reservas hídricas como subsídio para elaboração, planejamento e implantação do PSA. Tal análise resultou na apresentação da problemáticas das ZA urbanas e rurais no tocante: à incidência de infrações ambientais; ao parcelamento irregular do solo; e às características de do meio físico (uso do solo e hidrografia). No intuito de facilitar a análise das cinco bacias conjuntamente, elaborou-se um quadro resumo (Quadro 11) contendo as principais informações e análise socioambiental das bacias.

Ou seja, os objetivos geral e específicos foram atendidos, bem como o atendimento satisfatório dos **pré-requisitos 1, 2 e 6** do Programa Produtor de Águas da ANA.

Por todo este contexto, depreende-se que este trabalho técnico-científico advindo do desenvolvimento da dissertação, contribui sobremaneira para que o município, por meio da autarquia, possa realizar tomada de decisão quanto à implantação do PSA em ZA rurais.

7 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que o SAMAE amplie seus estudos na pretensão de viabilizar resultados, de forma a requerer uma análise técnica, econômica e ambiental o qual culminará se o município de Caxias do Sul, dentro dos resultados obtidos nessa pesquisa, pode ser efetivamente submetido ao processo seletivo do Programa Produtor de Água. Cabe ressaltar que a ANA (2019), menciona que o PSA estimula os produtores rurais a investirem na preservação dos recursos hídricos, recebendo apoio técnico e financeiro para implementação de práticas conservacionistas.

Por fim, sugere-se a elaboração de estudos complementares que versem sobre:

- Atendimento aos demais pré-requisitos do Programa Produtor de Águas da ANA;
- O cruzamento das informações de zoneamento, autos de infração e propriedades que possuem CAR a fim de mensurar a quantidade de propriedades elegíveis ao PSA;
- Dar continuidade na elaboração dos mapas de uso do solo das bacias Piaí, Sepultura e Mulada;
- Planejar os pontos de monitoramento de recursos hídricos antes, durante e depois da implantação do PSA para verificação da quantidade e qualidade da água;
- Criar instrumentos de análise econômica dos recursos, investimentos e insumos utilizados no tratamento de água a fim de comparar o antes, durante e depois da implantação do PSA;
- Criar instrumentos de análise econômico dos investimentos a serem aplicados no PSA, calcular a taxa de retorno e mensurar os impactos benéficos do projeto;
- Elaborar projeto de Educação Ambiental para o público infantil e adulto;
- Refinar o Projeto Água Limpa de forma a torná-lo o próprio PSA, buscando parcerias a fim de dar robustez e perpetuação ao projeto; e
- Elaborar legislação específica de PSA para o município de Caxias do Sul dentro dos moldes da PNPSA.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: relatório pleno. Brasília, DF: ANA, 2017. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf. Acesso em: 03 dez. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020**: informe anual. Brasília, DF: ANA, 2020. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.23309814.pdf>. Acesso em: 24 set. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. ANA. **Manual Operativo**. 2 ed. Brasília, DF: ANA, 2012.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. ANA. **Nota Informativa – Programa Produtor de Água**. Brasília, DF: ANA, 2018a.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. ANA. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília, DF: ANA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-seguranca-hidrica>. Acesso em: 06 jul. 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. ANA. **Programa Produtor de Água: Projetos**. Brasília, DF: ANA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua/projetos-1>. Acesso em: 19 out. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. ANA. **Programa Produtor de Água e projetos demonstrativos de reuso agrícola de efluentes**. Anexo B: Diretrizes para o Programa Produtor de Água. Brasília, DF: ANA, 2018b.
- ALTMANN, Alexandre. Pagamento por serviços ambientais como mecanismo econômico para a mitigação das mudanças climáticas no Brasil. In: RECH, Adir Ubaldo (Org.). **Direito e economia verde**: natureza jurídica e aplicações práticas do pagamento por serviços ambientais, como instrumento de ocupações sustentáveis. Caxias do Sul: EducS, 2011. Cap. 3. p. 71-96.
- ANDRADE, Alexandra. Instituto Oikos de Agroecologia (Coord.). **Programa de Pagamento por Serviços Ambientais para os mananciais de abastecimento público do trecho paulista da Bacia do Paraíba do Sul**. Lorena: Instituto Oikos de Agroecologia, 2015. 151 p.
- ANTUNES, Pedro Paulo; MARENZI, Rosemeri Carvalho; ESPINOZA, Helia Del Carmen Farias. Análise da estrutura da paisagem da sub-bacia hidrográfica do Rio do Braço como subsídio para um projeto de Pagamento por Serviços Ambientais no município de Camboriú, Santa Catarina, Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n. 29 (1), p. 79-89, mai-ago. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320170106>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Águas subterrâneas: o que são?** São Paulo: ABAS, 2019. Disponível em: <http://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/>. Acesso em: 03 dez. 2019.

BELLADONA, Rossano; VARGAS, Tiago De. Distribuição espaço-temporal das precipitações e a relevância da orografia do município de Caxias do Sul (RS). **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 69/3, p. 607-620, mar. 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 27 ago. 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 20 ago. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993**. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo II, Título VII, da Constituição Federal. Brasília, DF: Presidência da República, 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8629compilado.htm. Acesso em: 18 jul. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 23 ago. 2021.

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. Brasília, DF: Presidência da República, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 12 jul. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. [...], institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm#:~:text=LEI%20No%209.985%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Regulamenta%20o%20art.,Natureza%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias. Acesso em: 13 jun. 2022.

BRASIL, **Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000**. Altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10165.htm. Acesso em: 12 jul. 2022.

BRASIL, **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm#:~:text=L10257&text=LEI%20No%2010.257%2C%20DE%2010%20DE%20JULHO%20DE%202001.&text=Regulamenta%20os%20arts.,urbana%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias. Acesso em: 13 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 13 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm#:~:text=%E2%80%9CEstabelece%20as%20diretrizes%20nacionais%20para,Art. Acesso em: 13 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021.** Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2021a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm. Acesso em: 13 jun. 2022.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.** Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2021b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 23 set. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, DF: CONAMA, 1986. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 12 jul. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997.** Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília, DF: CONAMA, 1997. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em: 12 jul. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: CONAMA, 2005. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 23 set. 2021.

BUTZKE, Alindo. Fundamentos ecológicos dos serviços ambientais. In: RECH, Adir Ubaldó (Org.). **Direito e economia verde: natureza jurídica e aplicações práticas do pagamento por serviços ambientais, como instrumento de ocupações sustentáveis.** Caxias do Sul: Educus, 2011. Cap. 1. p. 11-48.

CAXIAS DO SUL. **Decreto nº 17.139, de 28 de agosto de 2014.** Dispõe sobre alternativas para conversão de compensações ambientais no âmbito do Município de Caxias do Sul e dá outras providências. Caxias do Sul, Câmara Municipal, 2014.

CAXIAS DO SUL. **Decreto nº 18.537, de 21 de dezembro de 2016.** Estabelece critérios para a dosimetria da penalidade de multa no âmbito do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Caxias do Sul e dá outras Providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2016a.

CAXIAS DO SUL. **Decreto nº 20.265, de 1 de julho de 2019.** Dispõe sobre a regulamentação da Política Municipal do Meio Ambiente [...]. Caxias do Sul, Câmara Municipal, 2019^a.

CAXIAS DO SUL. **Lei nº 1.474, de 5 de janeiro de 1966.** Cria o Serviço Autônomo de Água e Esgoto e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 1966.

CAXIAS DO SUL. **Lei nº 6.810, de 20 de dezembro de 2007.** Disciplina o parcelamento do solo para fins urbanos, a regularização fundiária sustentável e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2007.

CAXIAS DO SUL. **Lei nº 8.331, de 2 de outubro de 2018.** Isenta do pagamento de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) imóveis que possuam em seu interior Áreas de Preservação Permanente, Relevante Interesse Ecológico, Reserva Particular do Patrimônio Natural e Cobertas por Florestas Nativas. Caxias do Sul, RS: Câmara Municipal, 2018a.

CAXIAS DO SUL. **Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005.** Estabelece conceitos e funções da Zona das Águas - bacia de captação e acumulação de água para abastecimento do município de Caxias do Sul, disciplina o uso e parcelamento do solo para estes espaços e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2005.

CAXIAS DO SUL. **Lei Complementar nº 308, de 24 de setembro de 2008.** [...] institui o Programa Serrano Legal, visando a Regularização Fundiária e Arquitetônica para o mesmo, e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2008.

CAXIAS DO SUL. **Lei Complementar nº 376, de 22 de dezembro de 2010.** Consolida a legislação relativa à Política Municipal do Meio Ambiente e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2010.

CAXIAS DO SUL. **Lei Complementar nº 508, de 15 de abril de 2016.** Afere os divisores das bacias de captação e acumulação de água para o abastecimento do Município de Caxias do Sul, constante na Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005, e dá outras providências, Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2016b.

CAXIAS DO SUL. **Lei Complementar nº 523, de 19 de dezembro de 2016.** Regulamenta o art. 5º da Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005, quanto às ocupações consolidadas nas Bacias de Captação urbanas Dal Bó, Maestra, Samuara e área urbana de Ana Rech, inserida na Bacia Faxinal, Zona das Águas, configuradas como parcelamentos irregulares, estabelece conceitos e limites, visando à regularização fundiária e arquitetônica dessas áreas e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2016c.

CAXIAS DO SUL. **Lei Complementar nº 558, de 16 de maio de 2018.** Institui o Plano Municipal de Saneamento e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2018.b

CAXIAS DO SUL. **Lei Complementar nº 589, de 19 de novembro de 2019.** Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Caxias do Sul e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2019b.

CAXIAS DO SUL. **Lei Complementar nº 606, de 8 de julho de 2020.** Institui o Programa de Regularização Arquitetônica “Caxias Legal” no município de Caxias do Sul, e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2020.

CAXIAS DO SUL. **Lei Complementar nº 657, de 13 de agosto de 2021.** Institui o Programa “Esse Terreno é Meu”, estabelecendo normas e procedimentos sobre a Regularização Fundiária Urbana – Reurb, no âmbito do município de Caxias do Sul, na zona urbana e rural, de acordo com a Lei Federal nº 13.465/2017, e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2021a.

CAXIAS DO SUL. **Lei Complementar nº 664, de 10 de novembro de 2021.** Descaracteriza a bacia de captação e acumulação de água para o abastecimento público denominada Galópolis, altera a Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005 e a Lei Complementar nº 508, de 15 de abril de 2016, e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2021b.

CAXIAS DO SUL. **Lei Ordinária nº 8.762, de 21 de dezembro de 2021.** Cria nova estrutura organizacional básica e quadro dos cargos em comissão e funções gratificadas do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto, dá nova redação aos artigos 28 e 30 e acresce item ao artigo 42 da Lei n.º 2.267, de 31 de dezembro de 1975, e dá outras providências. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 2021c.

CAXIAS DO SUL. **Lei Orgânica, de 4 de abril de 1990.** Lei orgânica do Município de Caxias do Sul. Caxias do Sul: Câmara Municipal, 1990. Disponível em: <http://www.camaracaxias.rs.gov.br/Leis/RM/RM-00000At.pdf>. Acesso em: 12 de jul. 2022.

CAXIAS DO SUL. **Água limpa.** Caxias do Sul: Secretaria Municipal da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022. Disponível em: <https://caxias.rs.gov.br/servicos/agricultura/agua-limpa>. Acesso em: 10 abr. 2022.

CASTELLO BRANCO, Maurício Ruiz. **Pagamento por serviços ambientais:** da teoria à prática. Rio Claro: ITPA, 2015. 188 p.

COSTANZA, Robert; d'ARGE, Ralph; de GROOT, Rudolf; FARBER, Stephen; GRASSO, Monica; HANNON, Bruce; LIMBRUG, Karin; NAEEM, Shahid; O'NEILL, Robert V.; PARUELO, Jose; RASKIN, Robert G.; SUTTON, Paul; van den BELT, Marjan. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**. London, v. 387, may 1997.

CRISTAL. **Lei nº 1.471, de 6 de dezembro de 2018.** Institui a política Municipal de PSA, cria o Programa Municipal de PSA, o Conselho Municipal de PSA e o fundo Municipal de PSA no município de Cristal/RS. Cristal, RS: Câmara Municipal, 2018. Disponível em: <https://www.cristal.rs.gov.br/leis-municipais/detalhes/2274>. Acesso em: 19 jul. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Módulos fiscais**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>. Acesso em: 3 jul. 2019.

ESPÍRITO SANTO. **Programa Reflorestar**. Vitória, ES: Governo do Estado, 2021. Disponível em: <https://www.es.gov.br/programa-reflorestar>. Acesso em: 25 jun. 2021.

EZZINE-DE-BLAS, Driss; WUNDER, Sven; RUIZ-PÉREZ, Manuel; MORENO-SANCHEZ, Rocio del Pilar. Global patterns in the implementation of payment for environmental services. **PLOS One**, San Francisco, p. 1-16, mar. 2016. DOI:10.1371/journal.pone.0149847

FAVRETTO, Daniel. Análise do sistema de pagamento por serviços ambientais no âmbito internacional. *In*: UNIVERSITAS E DIREITO 2012, 2012 Curitiba. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2012. DOI:10.7213/UNIVERSITAS.7486

FRANCO, José Gustavo de Oliveira. Aspectos prático-jurídicos da implantação de um sistema de pagamento por serviços ambientais com base em estudo de caso. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, Caxias do Sul, v. 2, n. 1, p. 200-256, jan./jun. 2012.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. Desafio Transforma de reaplicação de Tecnologias Sociais. **Tecnologia Social**. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/agua-limpa-desafio-para-o-desenvolvimento-consciente-e-sustentavel>. Acesso em: 26 mar. 2022.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. FEPAGRO. **Nota Técnica**: Centro Estadual de Meteorologia – CemetRS. Porto Alegre, RS: FEPAGRO, [20--]. Disponível em: http://www.cemet.rs.gov.br/upload/20120113153959nt_01_cemetr.pdf. Acesso em 20 jul. 2022.

GODECKE, Marcos Vinicius; HUPFFER, Haide Maria; CHAVES, Iara Regina. O futuro dos Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil a partir do novo Código Florestal. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 31, p. 31-42, ago. 2014. DOI:10.5380%2Fdma.v31i0.34896

GÓIS, Josué Souza de; MENDES, Luiz Eduardo. Hidrologia e hidrometria. *In*: TELLES, Dirceu D'Alkmin (coord.); GÓIS, Josué Souza de (colab.). **Ciclo ambiental da água**: da chuva à gestão. São Paulo: Blucher, 2013. Cap. 2. p. 55-76.

ALTMANN, Alexandre. Pagamento por serviços ambientais como mecanismo econômico para a mitigação das mudanças climáticas no Brasil. *In*: RECH, Adir Ubaldo (Org.). **Direito e economia verde**: natureza jurídica e aplicações práticas do pagamento por serviços ambientais, como instrumento de ocupações sustentáveis. Caxias do Sul: Educs, 2011. Cap. 3. p. 71-96.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Contas econômicas ambientais da água**: Brasil 2013-2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades@**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/caxias-do-sul/panorama>. Acesso em: 20 set. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS – IBAMA. COELHO, Hanry Alves; CORRÊA, Andrea Alimandro (coord.). **Relatório de qualidade do meio ambiente Brasil 2020**. Brasília, DF: IBAMA, 2022. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/relatorios/qualidade-ambiental/relatorio-de-qualidade-do-meio-ambiente-rqma-relatorio-de-qualidade-do-meio-ambiente-rqma>. Acesso em: 20 jun. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Fitofisionomias**. Brasília, DF: ICMBio, 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisionomias.html?start=6>. Acesso em: 19 jul. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET. **Gráficos climatológicos**. Brasília, DF: INMET, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/gr%C3%A1ficos-climatol%C3%B3gicos>. Acesso em 20 jul. 2022.

JODAS, Natália; PORTANOVA, Rogério Silva. Pagamento por serviços ambientais (PSA) e agroecologia: uma abordagem crítica à agricultura moderna. **Revista do Direito Público**, Londrina, v. 9, n. 3, p. 129-152, set./dez. 2014.

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: InterSaberes, 2014.

MATSUOKA, Edson Hideo. **Conservação de água através de pagamento por serviços ambientais: avaliação de fatores críticos de sucesso dos projetos do rio Camboriú e das cidades de Extrema e Nova York**. 2019. 229 p. Dissertação (Mestrado em Gestão para a Competitividade) – Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 2019.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. MEA. **Relatório-síntese da Avaliação Eossistêmica do Milênio**. Resumo para tomares de decisão. Washington, DC.: Island Press, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sistema de informações de vigilância da qualidade da água para consumo humano**. SISAGUA. Brasília, DF: MS, 2022. Disponível em: <http://sisagua.saude.gov.br/sisagua/paginaExterna.jsf>. Acesso em: 05 jul. 2022.

NEW YORK CITY DEPARTMENT ENVIRONMENTAL PROTECTION. DEP. **Water Conservation and Reuse: Municipal Water Efficiency Program**. Nova York, NY: DEP, 2022. Disponível em: <https://www1.nyc.gov/site/dep/water/water-conservation.page>. Acesso em: 22 jul. 2022.

NUSDEO, Ana Maria de Oliveira. **Pagamento por serviços ambientais: sustentabilidade e disciplina jurídica**. São Paulo: Atlas, 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Agenda 2030**. Brasília, DF: ONU, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **A ONU e o meio ambiente**. Brasília, DF: ONU, 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: 31 ago. 2017.

PARRON, Lucilia Maria; FIDALGO, Elaine Cristina Cardoso; LUZ, Alessandra Polli; CAMPANHA, Monica Matoso; TURETTA, Ana Paula Dias; PEDREIRA, Bernardete Conceição Carvalho Gomes; PRADO, Rachel Bardy. Research on ecosystem services in Brazil: a systematic review. **Revista Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 14, n. 3, e2263, 2019. DOI:10.4136/ambi-agua.2263

PEREIRA, Adriana Soares; SHITSUKA, Dorlivete Moreira; PARREIRA, Fabio José; SHITSUKA, Ricardo. **Metodologia da pesquisa científica**. 1. ed. Santa Maria: UFSM, NTE, 2018.

PREFEITURA DE CAMAQUÃ. **Lei nº 2.138, de 08 de dezembro de 2017**. Institui a Política Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais, cria o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais e o Fundo Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais. Camaquã: Prefeitura de Camaquã, 2017. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/rs/c/camaqua/lei-ordinaria/2017/214/2138/lei-ordinaria-n-2138-2017-institui-a-politica-municipal-de>. Acesso em: 17 maio de 2019.

PREFEITURA DE CAXIAS DO SUL. **Cidade**. Caxias do Sul, 2021a. Disponível em: <https://caxias.rs.gov.br/cidade>. Acesso em: 21 set. 2021.

PREFEITURA DE CAXIAS DO SUL. **Subprefeituras**. Caxias do Sul, 2021b. Disponível em: <https://caxias.rs.gov.br/gestao/subprefeituras>. Acesso em: 21 set. 2021.

PREFEITURA DE CAXIAS DO SUL. SECRETARIA DO URBANISMO. **Legislação**. Caxias do Sul, 2022. Disponível em: <https://caxias.rs.gov.br/servicos/urbanismo/legislacao>. Acesso em: 8 jul. 2022.

PREFEITURA DE VENÂNCIO AIRES. **Lei nº 5.993, de 22 de agosto de 2017**. Institui a Política Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais, cria o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais e o Fundo Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais. Venâncio Aires: Prefeitura de Venâncio Aires, 2017. Disponível em: https://www.venancioaires.rs.gov.br/arq/conselhos/dow_18091111_5417.pdf. Acesso em: 17 maio de 2019.

PREFEITURA DE VENÂNCIO AIRES. **Decreto nº 6.161, de 30 de agosto de 2017**. Aprova o regulamento do Fundo Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais. Venâncio Aires: Prefeitura de Venâncio Aires, 2017. Disponível em: https://www.venancioaires.rs.gov.br/arq/leis/15_21589496-decreto-6161-2017.pdf. Acesso em: 17 maio de 2019.

PREFEITURA DE VERA CRUZ. **Lei nº 4.264, de 01 de dezembro de 2015.** Institui a Política Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais, cria o Programa Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais e o Fundo Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais. Vera Cruz: Prefeitura de Vera Cruz, 2015. Disponível em: https://www.veracruz.rs.gov.br/portal/leis_decretos/1/0/0/0/4264/2015/0/0. Acesso em: 17 maio de 2019.

PREFEITURA DE VERA CRUZ. **Decreto nº 5.370, de 16 de novembro de 2016.** Aprova o regulamento do Fundo Municipal de Pagamento por Serviços Ambientais. Vera Cruz: Prefeitura de Vera Cruz, 2016. Disponível em: https://www.veracruz.rs.gov.br/portal/leis_decretos/1/0/0/0/5370/2016/0/0. Acesso em: 17 maio de 2019.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PRODUTOR DE ÁGUA. [RES: Participação do Programa Produtor de Água]. Destinatário: Janaina Ribeiro Velho. Brasília, DF, 4 out. 2021, 17h52min. 1 e-mail.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994.** Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos. Porto Alegre, RS: Assembleia Legislativa, 1994. Disponível em: <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=97721&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=10350>. Acesso em: 23 set. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 37.033, de 21 de novembro de 1996.** Regulamenta a outorga do direito de uso da água no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS: Assembleia Legislativa, 1996. Disponível em: <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=99688&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=37033>. Acesso em: 23 set. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Portaria SEMA nº 110, de 31 de agosto de 2018.** Institui a obrigatoriedade do Sistema de Outorga – SIOUT para os procedimentos administrativos relacionados ao uso de recursos hídricos sob a gestão do Estado do Rio Grande do Sul. Diário Oficial do Estado: Porto Alegre, RS, ano LXXVI, n. 168, p. 4-7, 31 ago. 2018.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 15.434, de 9 de janeiro de 2020.** Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS: Assembleia Legislativa, 2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=388665>. Acesso em: 12 jul. 2022.

RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA E GESTÃO. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul.** 6. ed. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2021. *E-book*.

RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONSEMA nº 372, de 22 de fevereiro de 2018.** Dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou

capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento ambiental. Porto Alegre, RS: SEMA, 2018. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202112/23105618-consema-372-2018-atividades-licenciavies-municipios.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.

RECH, Adir Ubaldó. O valor econômico e a natureza jurídica dos serviços ambientais. *In: Direito e economia verde: natureza jurídica e aplicações práticas do pagamento por serviços ambientais, como instrumento de ocupações sustentáveis*. Caxias do Sul: Educs, 2011. Cap. 2. p. 49-69.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA – SEMA. **G040 – Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas**. Porto Alegre, RS: SEMA, 2021. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/g040-bh-taquari-antas>. Acesso em: 22 set. 2021.

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO – SAMAE. **Recursos Hídricos**. Caxias do Sul, 2021. Disponível em: <http://www.samaecaxias.com.br/Pagina/Index/10044>. Acesso em: 21 set. 2021.

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO – SAMAE. **Banco de dados SAMAE**. Caxias do Sul, 2022.

SILVA, Vicente de P. R. da; ALEIXO, Danilo de O.; DANTAS NETO, José; MARACAJÁ, Kettrin F. B.; ARAÚJO, Lincoln E. de. Uma medida de sustentabilidade ambiental: pegada hídrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 1, p.100-105, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000100014>

SILVEIRA, André L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. *In: TUCCI, Carlos E. M. (org.). Hidrologia: ciência e aplicação*. 3. ed. Porto Alegre, RS: UFRGS/ABRH, 2002. Cap. 2. p. 35-52.

SILVEIRA, F. F. (coord.). **Flora campestre: matas ripárias**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/floracampestre/matats-riparias/>. Acesso em: 19 jul. 2022.

STEINER, Vera Lúcia. **A função promocional do princípio protetor-recebedor e o desenvolvimento socioeconômico do Estado do Amazonas**. 2013. 707 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-graduação em Direito, 2013.

UNISFÉRA INTERNATIONAL CENTRE. Mayrand, Karel; PAQUIN, Marc (org.). **Payments for Environmental Services: a survey and assessment of current schemes**. Montreal: UNISFÉRA, 2004. Disponível em: <https://www.cbd.int/financial/doc/cec-pes.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2022.

VELHO, Janaina Ribeiro; GIMENEZ, Juliano Rodrigues; ARAUJO, Bruna de; MAIER, Deise Cristiane; CLEMES, Amanda Brisotto. Uso de recursos hídricos: análise sob a ótica de uma autarquia de saneamento municipal. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 23., 2019, Foz do Iguaçu. *Anais [...]*. Porto Alegre: Associação Brasileira de

Recursos Hídricos, 2019. Disponível em: <https://anais.abrhydro.org.br/job.php?Job=6207>. Acesso em: 8 jul. 2022.

VELHO, Janaina Ribeiro; GIMENEZ, Juliano Rodrigues; ARAUJO, Bruna de. Análise dos instrumentos jurídicos do ordenamento territorial com vistas à implantação de pagamento por serviços ambientais em Caxias do Sul, Rio Grande do Sul – Brasil. *In*: FRANÇA, Amanda Silveira de; GONÇALVES, Fábio Veríssimo; FOLMER, Ivanio. (org.). **Água, da nascente ao uso: uma avaliação dos processos no caminho hídrico**. 1. ed. Santa Maria, RS: Arco Editores, 2021. *E-book*. p. 100-126. Disponível em: https://www.arcoeditores.com/_files/ugd/4502fa_d6ca2584334c432b8c4d58a66976fda2.pdf. Acesso em: 8 jul. 2022.

VELHO, Janaina Ribeiro; RECH, Neiva Lourdes; DAL BOSCO, Volnei. Saneamento básico rural: Programa Água Limpa. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE, 50., 2022, Porto Alegre, RS. **Anais [...]**. Brasília, DF: Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, 2022. Disponível em: <https://trabalhosassemade.com.br/2022/50acnsa/#>. Acesso em: 30 jun. 2022.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME – WWAP. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2019: Não deixe ninguém para trás**. Resumo executivo. Colombella: UNESCO, 2019. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_por?posInSet=4. Acesso em: 22 nov. 2019.

WUNDER, Sven. Payments for environmental services: some nuts and bolts. **CIFOR Occasional**, Jakarta, paper 42, 2005.

ANEXO A – PRÉ-REQUISITOS DO PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA

Janaina Ribeiro Velho

De: Flávio Hermínio de Carvalho <Flavio.Carvalho@ana.gov.br> em nome de Produtor de Água <produtordeagua@ana.gov.br>
Enviado em: segunda-feira, 4 de outubro de 2021 17:52
Para: Janaina Ribeiro Velho
Cc: janainavelho@gmail.com; juliano.gimenez@ucs.br
Assunto: RES: Participação do Programa Produtor de Água
Anexos: 60_projetos_produtordeagua_2021_1.jpg; 00000.060888.2017_NOTA_TECNICA_21_2017_COIMP_SIP.pdf

Categorias: IMPORTANTE

Olá, Janaina.

Obrigado pelo interesse no Programa Produtor de Água. Trata-se de uma ação da ANA destinada a promover a conservação de recursos hídricos no meio rural, visando segurança hídrica. Por meio de ações conservacionistas associadas ao Pagamento por Serviços Ambientais - PSA, busca-se a melhoria da qualidade e a regulação do fluxo de água nas bacias hidrográficas.

O Programa é efetivado por meio do apoio a diversos Projetos espalhados por todo o Brasil. Estes têm a finalidade de revitalizar bacias hidrográficas e são conduzidos por meio de parcerias institucionais: sob orientação da ANA, as instituições parceiras gerenciam o Projeto, executam as ações em campo e prestam apoio técnico aos produtores rurais da área. Nossos Projetos são geralmente conduzidos por Prefeituras Municipais, Comitês de Bacias, empresas de saneamento e ONGs da área ambiental. O mapa com a localização dos Projetos está em anexo.

Nesses Projetos são previstas uma série de ações de conservação da água e do solo, como por exemplo, a construção de terraços e bacias de infiltração, a readequação de estradas vicinais, a recuperação e proteção de nascentes e matas ciliares, além do saneamento rural. Uma vez vinculados ao Programa Produtor de Água, esses Projetos podem receber apoio técnico e financeiro da ANA para executar essas ações.

Para que um Projeto possa fazer parte do Programa Produtor de Água é necessário cumprir com algumas exigências, quais sejam:

PRÉ REQUISITOS A SEREM ATENDIDOS PELOS PROJETOS	
1	BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE GESTÃO E PLANEJAMENTO.
2	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA A SER ENFRENTADO.
3	ATUAÇÃO NO ÂMBITO DA PROPRIEDADE RURAL.
4	ADESÃO VOLUNTÁRIA DOS PRODUTORES RURAIS.
5	ESTRUTURAÇÃO TÉCNICA E FINANCEIRA POR MEIO DE PARCERIAS INSTITUCIONAIS.
6	DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL PRÉVIO DA BACIA.
7	DIVERSIFICAÇÃO E COMPLEMENTARIDADE DAS INTERVENÇÕES EM CAMPO.
8	PLANO DE MONITORAMENTO DE RESULTADOS.
9	PLANO DE AMPLIAÇÃO DO PROJETO PARA BACIAS ADJACENTES.
10	ESTÍMULO ÀS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO.

De forma a tornar mais justa e transparente a seleção de Projetos, a ANA lançou editais de Chamamento Público para essa finalidade. O último edital foi lançado em 2017 (documento está em anexo). Até o momento não há a previsão do lançamento de nova chamada.

Recomendamos que Projetos interessados em fazer parte do Programa Produtor de Água mantenham-se preparados, seguindo os pré-requisitos acima elencados. A elaboração de estudo diagnóstico da área e a formação de um sistema de parcerias institucionais locais é de extrema importância. Além disso, recomendamos fortemente que os comitês de bacia hidrográficas sejam envolvidos nesse processo. Caso o Projeto já esteja em andamento também há a possibilidade de se cadastrar para fazer parte do Programa Produtor de Água, por demanda direta, sem necessidade de participação em Chamamento Público. Nesse caso, é necessário que o Projeto envie ofício à ANA solicitando o cadastramento junto ao Produtor de Água. No ofício, deve ser juntada documentação que comprove o preenchimento dos pré-requisitos, a qual será avaliada pela equipe da ANA.

Em relação aos Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), não há obrigatoriedade de adoção dessa política, mas isso é altamente recomendável. Nesse caso, os recursos para PSA devem ser viabilizados localmente, pois o apoio da ANA não cobre esse tipo de despesa.

No final deste ano vamos lançar uma nova edição do manual operativo do Programa. Creio que será de grande utilidade na sua dissertação.

Atenciosamente,
Equipe do Programa Produtor de Água.

De: Janaina Ribeiro Velho <jvelho@samaecaxias.com.br>

Enviada em: sexta-feira, 1 de outubro de 2021 13:50

Para: Produtor de Água <produtordeagua@ana.gov.br>

Cc: janainavelho@gmail.com; juliano.gimenez@ucs.br

Assunto: Participação do Programa Produtor de Água

Prezados Senhores, boa tarde.
Estimo que todos estejam com plena saúde.

Paralelamente à minha atividade profissional na Divisão de Recursos Hídricos junto ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Caxias do Sul, estou desenvolvendo minha dissertação na temática PSA.

O objetivo da minha dissertação é analisar os subsídios técnicos e conceituais para implantação de Pagamento por Serviços Ambientais em bacias rurais no município de Caxias do Sul, pertencente ao estado do Rio Grande do Sul. As bacias urbanas e rurais pertencem ao zoneamento do município, através de Lei específica que determina as bacias de captação de água para abastecimento público além das reservas hídricas para futura implantação de barramentos.

Um dos objetivos específicos da dissertação é analisar os pré-requisitos para implantação do PSA, de acordo com as diretrizes e orientações do Programa Produtor de Água da ANA.

Nesse sentido, gostaria de obter maiores informações de como participar do Programa Produtor de Água, bem como saber se está previsto novo Chamamento Público.

Desde já agradeço pela atenção dispendida.
Cientes de vosso retorno.

Atenciosamente,
Janaina Ribeiro Velho
Técnica de Saneamento
Diretora da Divisão de Recurso Hídricos - SAMAE
Fone: 54 3220.8600 - Ramal 312
Celular Corporativo: 54 99163-4172

Bolsista Modalidade I BPG-UCS
Mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais – PPGECAM
Universidade de Caxias do Sul
Engenheira Ambiental e de Segurança do Trabalho - CREA-RS 153.178
Celular privado: 54 99979-3352

ANEXO B – CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO SAMAE



Ofício nº 983/2018/DIG

Caxias do Sul, 28 de agosto de 2018.

Senhor Pró-Reitor:

Através do Ofício nº 35/2018 – PPPG de 05-07-2018, essa instituição comunica que a **servidora Janaina Ribeiro Velho** é aluna do Programa de Pós-graduação – Mestrado Profissional em Engenharia e Ciências Ambientais na Universidade de Caxias do Sul e que a discente foi aprovada e contemplada com uma Bolsa de Mestrado através de proposta de estudo, de acordo com o Processo Administrativo nº 2018010819.

Há relevância no tema objeto de estudo da servidora, principalmente no que tange à preservação, conservação e manutenção dos mananciais inseridos nas microbacias de captação do Município de Caxias do Sul, visto que o Pagamento por Serviços Ambientais é uma ferramenta utilizada em âmbito nacional que auxilia no manejo e proteção de áreas de captação de recursos hídricos, além de promover a melhora da qualidade da água bruta e a diminuição de custos com tratamento, visto que a carga poluidora nestes locais tende a diminuir, mediante o aumento do cuidado exercido pelos proprietários rurais.

Além disso, a pesquisa está amparada pelo requisito legal que se consolida na forma do Plano Municipal de Saneamento de Caxias do Sul, que apresenta com objetivos, entre outros fatores, a conservação e recuperação das áreas de preservação permanente, e a proteção à recarga dos sistemas hídricos.

**Prof. Dr. Juliano Rodrigues Gimenez,
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis
95020-972 – Caxias do Sul - RS**

SFSM/DIG.



À face do exposto, e considerando que o foco em contribuir com o desenvolvimento da região, os resultados finais da pesquisa serão divulgados ao SAMAE, informamos que a Divisão de Recursos Hídricos disponibilizará as informações constantes na Autarquia para o prosseguimento do estudo proposto.

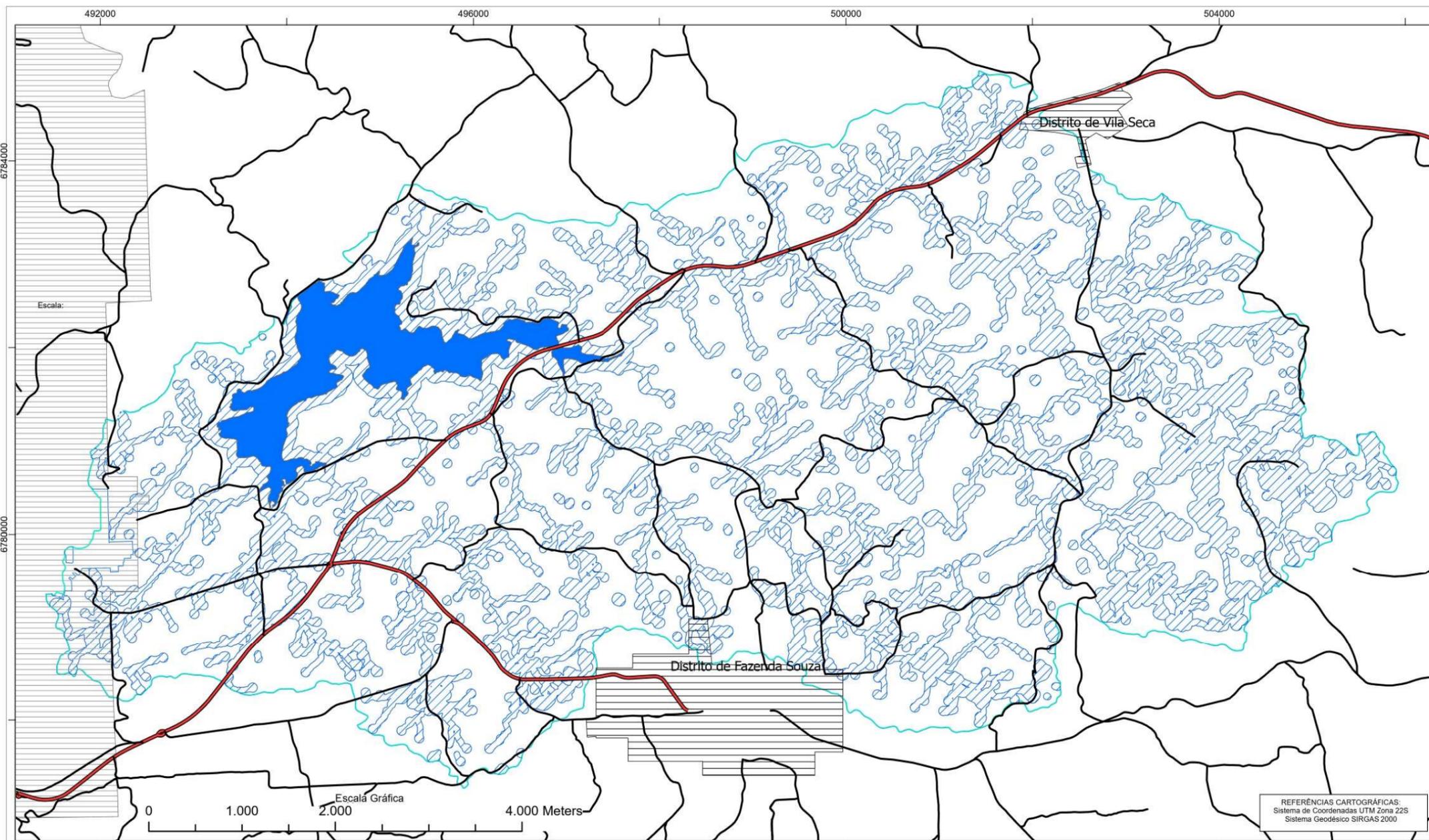
Informamos também que a servidora Bruna de Araújo, Diretora da Divisão de Recursos Hídricos será responsável pelo devido controle e acompanhamento quanto a efetivação do proposto.

Atenciosamente,



Giovani Zappas,
Diretor-Presidente.

ANEXO C – ZONEAMENTO DA ZA FAXINAL

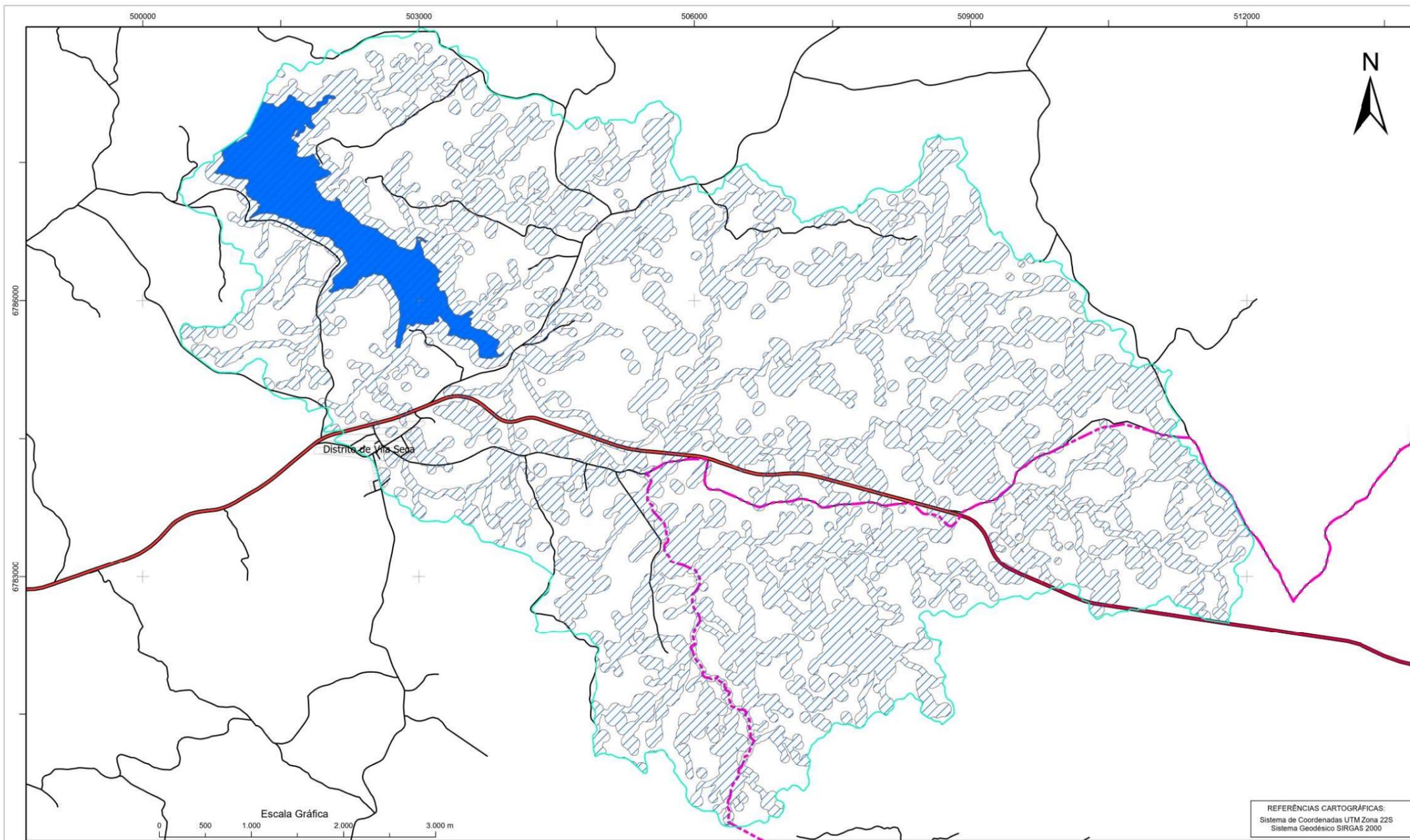


Legenda	
Limite da Bacia Faxinal (Área= 66.778.266,12 m²)*	Primeira Categoria (Área= 26.344.543,34 m²)**
Rodovia	Segunda Categoria (Área= 40.433.722,78 m²)
Estradas Municipais	Zona Urbana
Represa Faxinal	

* Lei Complementar nº 508, de 15 de abril de 2016.
 ** Recursos Hídricos desenhados por imagem, podem haver alterações após aferições "in loco".

<p>SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS</p>	<p>IDENTIFICAÇÃO: ZONEAMENTO DA BACIA DE CAPTAÇÃO FAXINAL</p>
	<p>TÍTULO: Identificação dos Níveis Conforme ART. 54 da Lei Complementar nº 246/05.</p>
	<p>RESPONSÁVEL: Volnei Dal Bosco</p>
	<p>ARQUIVO: S:\VOLNEI\MAPAS JANAINA\Arquivos antigos\Faxinal - zoneamento.aprx</p>
<p>ESCALA: 40.000 DATA: 20/07/2022 DESENHO: SRH PRANCHA: 01/01</p>	<p>REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS: Sistema de Coordenadas UTM Zona 22S Sistema Geodésico SIRGAS 2000</p>

ANEXO D – ZONEAMENTO DA ZA MARRECCAS



- Legenda**
- Limite Município Caxias do Sul
 - Limite da Bacia Marrecas (Área= 53.142.201,72 m²)*
 - Área Urbana
 - Represa Marrecas
 - Rodovia
 - Estradas Municipais
 - Primeira Categoria (Área= 25.170.364,06 m²)**
 - Segunda Categoria (Área= 27.971.837,66 m²)

* Lei Complementar nº 508, de 15 de abril de 2016.
 ** Recursos Hídricos desenhados por imagem, podem haver alterações após aferições "in loco".



SAMAE
 Serviço Autônomo Municipal
 de Água e Esgoto
 Caxias do Sul

IDENTIFICAÇÃO:
 ZONEAMENTO DA BACIA DE CAPTAÇÃO MARRECCAS

TÍTULO:
 Identificação do Zoneamento conforme ART. 54 da Lei Complementar nº 246/05.

RESPONSÁVEL:
 Volnei Dal Bosco

ARQUIVO:
 S:\VOLNEI\MAPAS_JANAINA\Arquivos antigos\Marrecas.aprx

ESCALA: 1:40.000

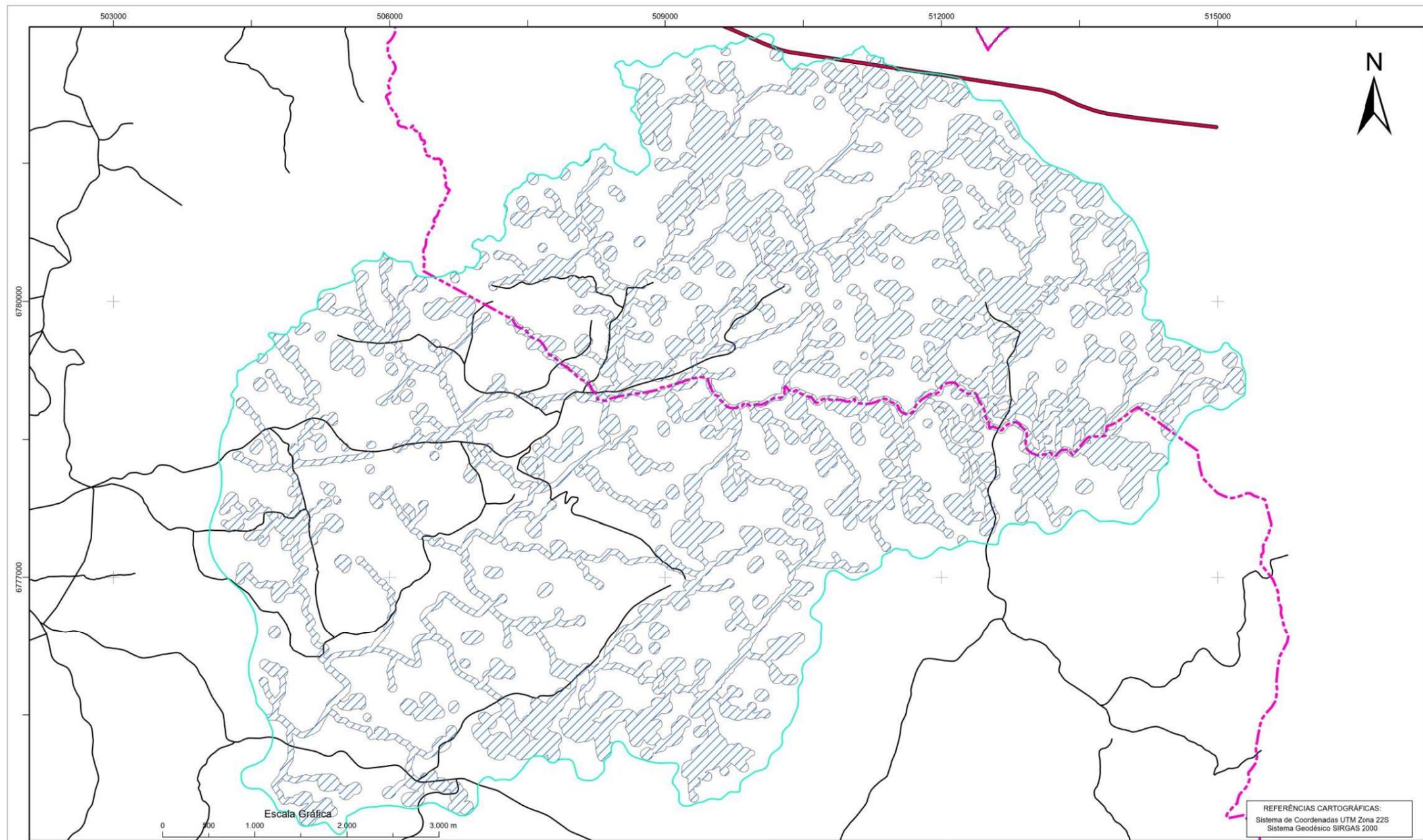
DATA: 20/07/2022

DESENHO: SRH

PRANCHA: 01/01

Direitos Reservados ao SAMAE Caxias do Sul - Superintendência de Recursos Hídricos - (54) 3220.8600

ANEXO E – ZONEAMENTO DA ZA PIAÍ



Legenda

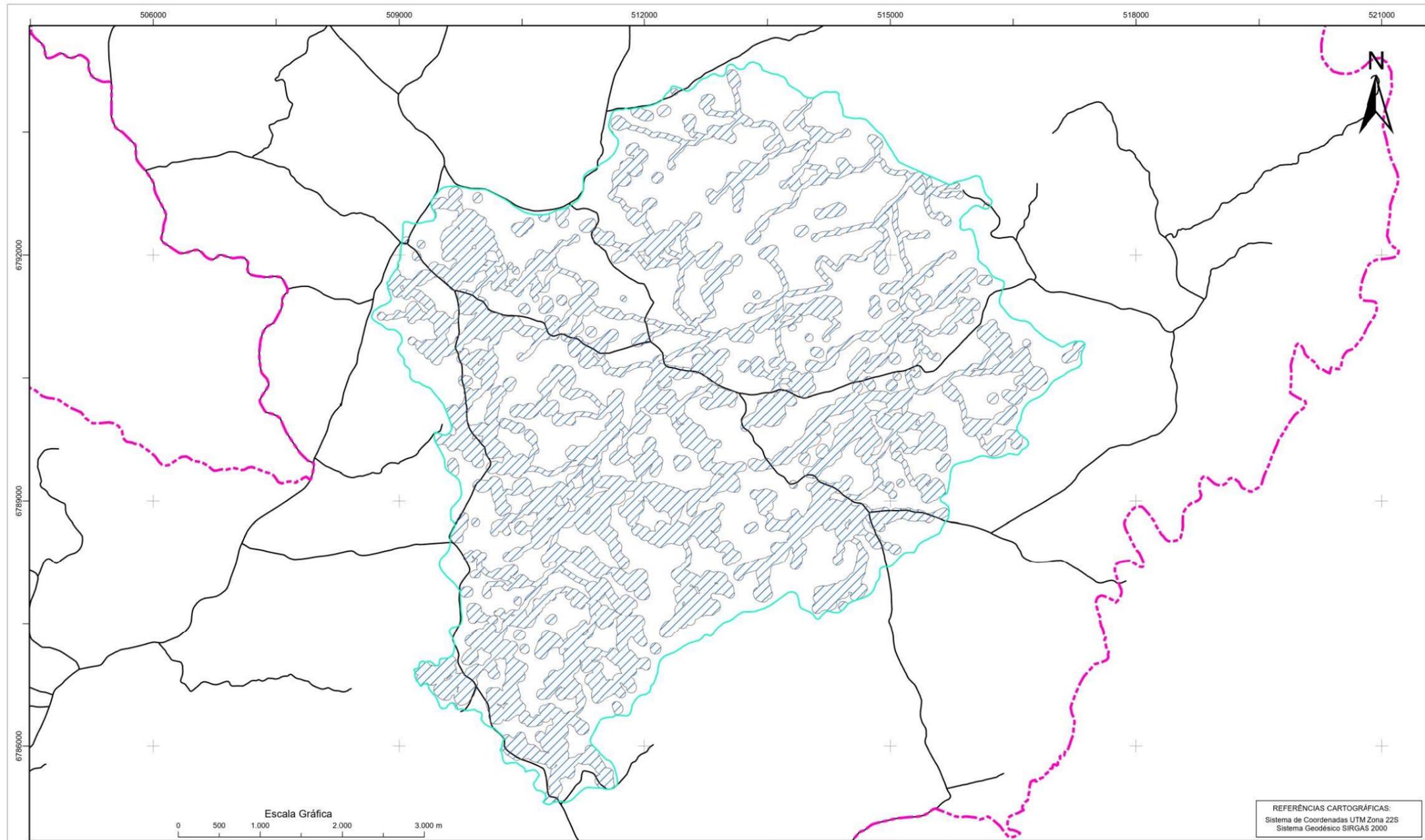
Limite Município Caxias do Sul	Estradas Municipais
Limite Bacia Piaí (Área= 58.584.740,59 m²)*	Primeira Categoria (Área= 19.784.221,91 m²)**
Rodovia	Segunda Categoria (Área= 38.800.518,68 m²)

* Lei Complementar nº 508, de 15 de abril de 2016.
 ** Recursos Hídricos desenhados por imagem, podem haver alterações após aferições "in loco".

 SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS	IDENTIFICAÇÃO: ZONEAMENTO DA BACIA DE CAPTAÇÃO PIAÍ		
	TÍTULO: Identificação do Zoneamento conforme ART. 54 da Lei Complementar nº 246/05.		
	RESPONSÁVEL: Volnei Dal Bosco		
	ARQUIVO: S:\VOLNEI\MAPAS JANAINA\Arquivos antigos\Piaí.aprx		
ESCALA: 1:40.000	DATA: 20/07/2022	DESENHO: SRH	PRANCHA: 01/01

Direitos Reservados ao SAMAE Caxias do Sul - Superintendência de Recursos Hídricos - (54) 3220.8600

ANEXO F – ZONEAMENTO DA ZA SEPULTURA



REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS:
Sistema de Coordenadas UTM Zona 22S
Sistema Geodésico SIRGAS 2000

Legenda

Limite Município Caxias do Sul	Estradas Municipais
Limite Bacia Sepultura (Área= 43.674.669,21 m²)*	Primeira Categoria (Área= 18.127.695,14 m²)**
Rodovia	Segunda Categoria (Área= 25.546.974,07 m²)

* Lei Complementar nº 508, de 15 de abril de 2016.
** Recursos Hídricos desenhados por imagem, podem haver alterações após aferições "in loco".



SAMA E
Serviço Autônomo Municipal
de Água e Esgoto
Caxias do Sul

SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS

IDENTIFICAÇÃO:
ZONEAMENTO DA BACIA DE CAPTAÇÃO SEPULTURA

TÍTULO:
Identificação do Zoneamento conforme ART. 54 da Lei Complementar nº 246/05.

RESPONSÁVEL:
Volnei Dal Bosco

ARQUIVO:
S:\VOLNEI\MAPAS JANAINA\Arquivos antigos\Sepultura.aprx

ESCALA: 1:45.000

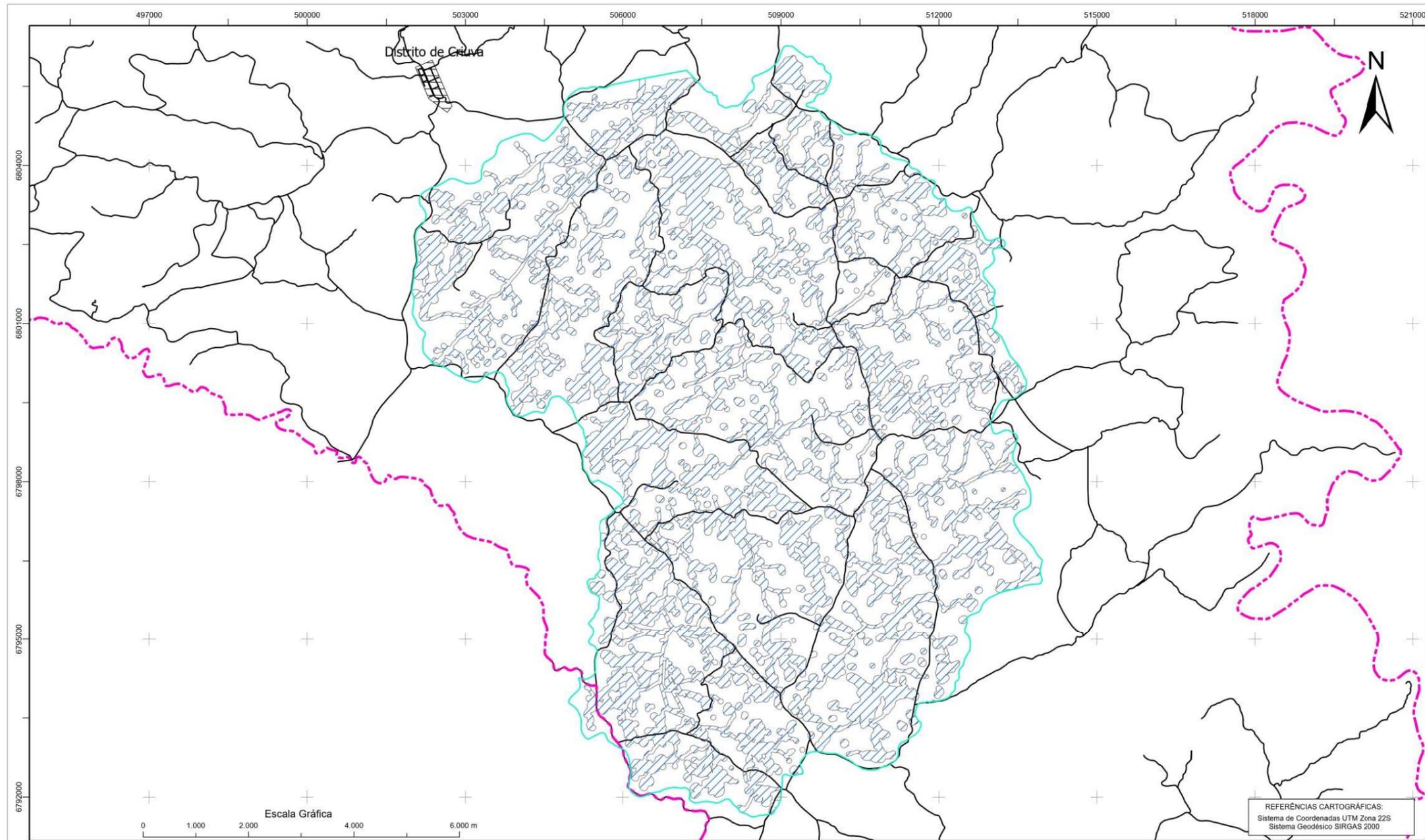
DATA: 20/07/2022

DESENHO: SRH

PRANCHA: 01/01

Direitos Reservados ao SAMA E Caxias do Sul - Superintendência de Recursos Hídricos - (54) 3220.8600

ANEXO G – ZONEAMENTO DA ZA MULADA



Legenda

Limite Município Caxias do Sul	Estradas Municipais
Limite Bacia Mulada (Área= 110.620.566,70 m²)*	Primeira Categoria (Área= 43.362.102,52 m²)**
Área Urbana	Segunda Categoria (Área= 67.258.464,18 m²)
Rodovia	

* Lei Complementar nº 508, de 15 de abril de 2016.
 ** Recursos Hídricos desenhados por imagem, podem haver alterações após aferições "in loco".



SAMAE
Serviço Autônomo Municipal
de Água e Esgoto
Caxias do Sul

IDENTIFICAÇÃO:
ZONEAMENTO DA BACIA DE CAPTAÇÃO MULADA

TÍTULO:
Identificação do Zoneamento conforme ART. 54 da Lei Complementar nº 246/05.

RESPONSÁVEL:
Volnei Dal Bosco

ARQUIVO:
S:\VOLNEI\MAPAS JANAINA\Arquivos antigos\Mulada.aprx

ESCALA: 1:70.000

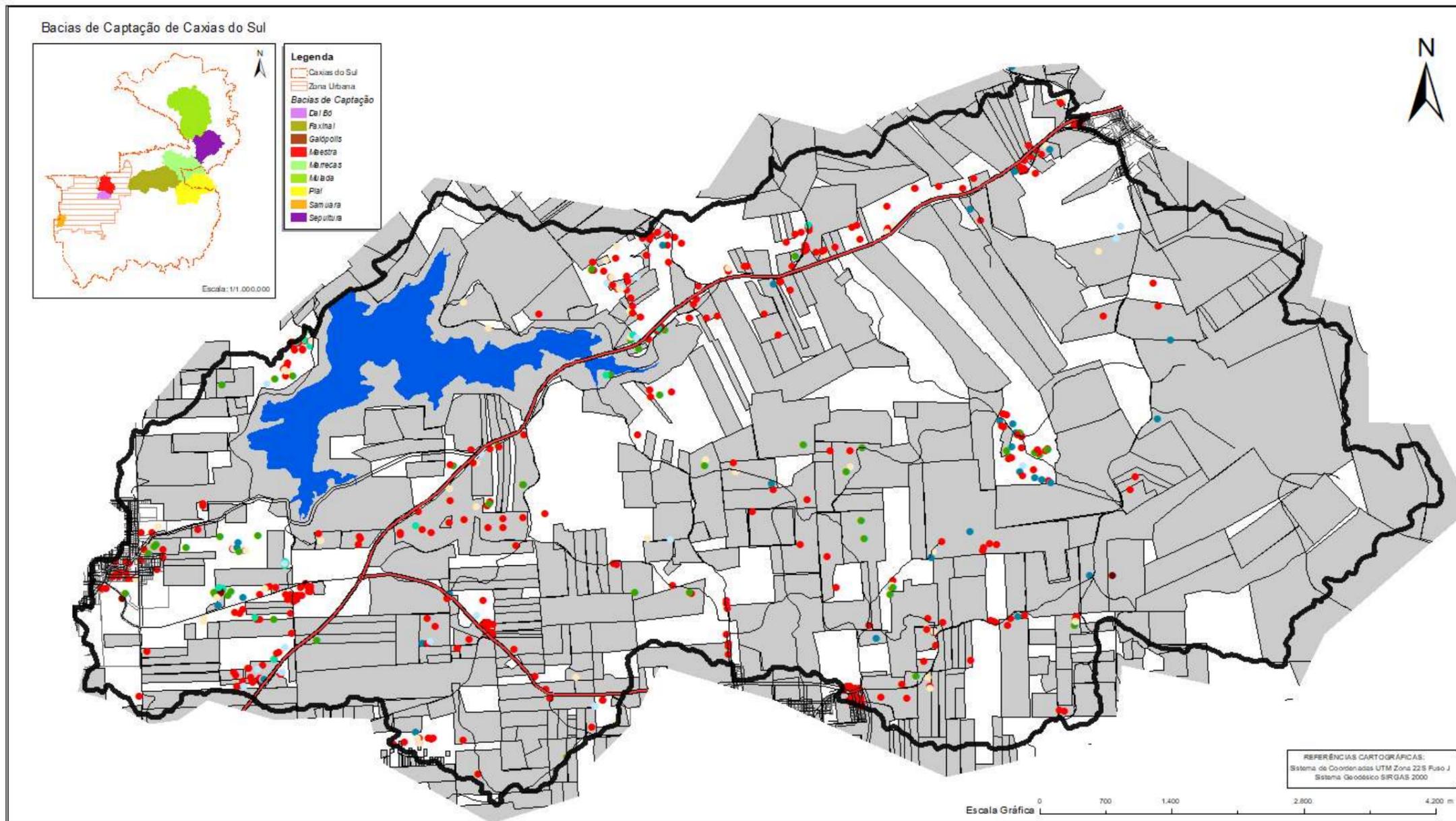
DATA: 20/07/2022

DESENHO: SRH

PRANCHA: 01/01

Direitos Reservados ao SAMAE Caxias do Sul - Superintendência de Recursos Hídricos - (54) 3220.8600

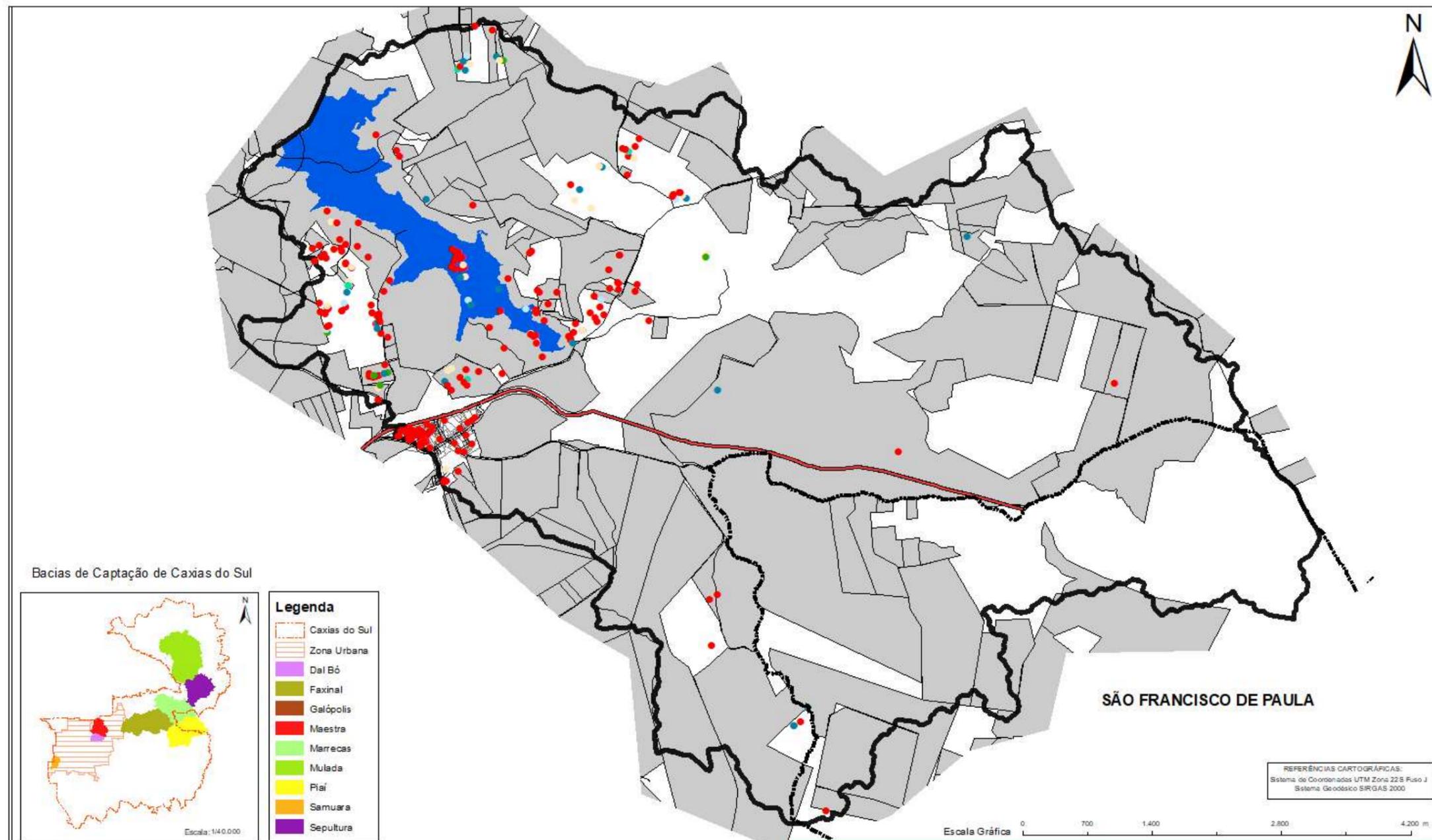
ANEXO H – AUTOS DE INFRAÇÃO ZA FAXINAL



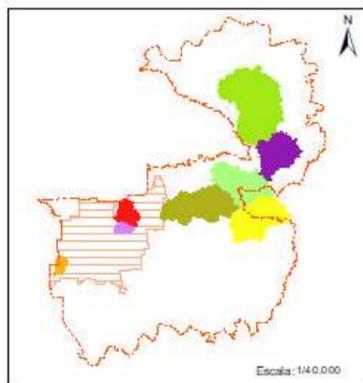
<p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Limite Bacia Faxinal - Lei Complementar nº 508, de 15 de abril de 2016 Rua Rodovia Estrada Represa Faxinal Propriedades Cadastradas CAR Propriedade não Cadastrada CAR 	<p>Tipos de Auto de Infrações 1991 - 2021</p> <ul style="list-style-type: none"> Abertura de Acesso Corte de Vegetação Edificações Intervenção em APP Movimentação de Terra Outros Resíduos e Esgoto 	 <p>DIVISÃO DE RECURSOS HÍDRICOS</p>	<p>IDENTIFICAÇÃO: BACIA FAXINAL HISTÓRICO DE AUTOS DE INFRAÇÕES CADASTROS CAR</p> <p>TÍTULO: Identificação dos Níveis Conforme ART. 18 da Lei Complementar nº 246/05.</p> <p>RESPONSÁVEL: Janaina Ribeiro Velho</p> <p>ARQUIVO: S:\2022\OPRACAO_020\02\INDICADOR_2021\Historico_Autos para Bacia Faxinal e CAR - 2021\Mapa Bacia Faxinal e CAR - Faxinal.mxd</p> <p>ESCALA: 1:40.000 DATA: 08/07/2022 DESENHO: Amanda Andrade PRANCHA: 01/01</p>
--	--	--	---

Divisão de Recursos Hídricos do SAMAE - Caxias do Sul - Divisão de Recursos Hídricos - (54) 3220-8000

ANEXO I – AUTOS DE INFRAÇÃO ZA MARRECAS



Bacias de Captação de Caxias do Sul



- Legenda**
- Caxias do Sul
 - Zona Urbana
 - Dal Bó
 - Faxinal
 - Galópolis
 - Maestra
 - Marrecas
 - Mulada
 - Piai
 - Samuara
 - Sepultura

- Legenda**
- Limite Município Caxias do Sul
 - Marrecas
 - Rua
 - Rodovia
 - Estrada
 - Represa Marrecas
 - Propriedades Cadastradas CAR
 - Propriedade não Cadastrada CAR

- Tipos de Auto de Infrações 1991 - 2021**
- Abertura de Acesso
 - Corte de Vegetação
 - Edificações
 - Intervenção em APP
 - Movimentação de Terra
 - Outros
 - Resíduos e Esgoto



IDENTIFICAÇÃO:
BACIA MARRECCAS
HISTÓRICO DE AUTOS DE INFRAÇÕES
CADASTROS CAR

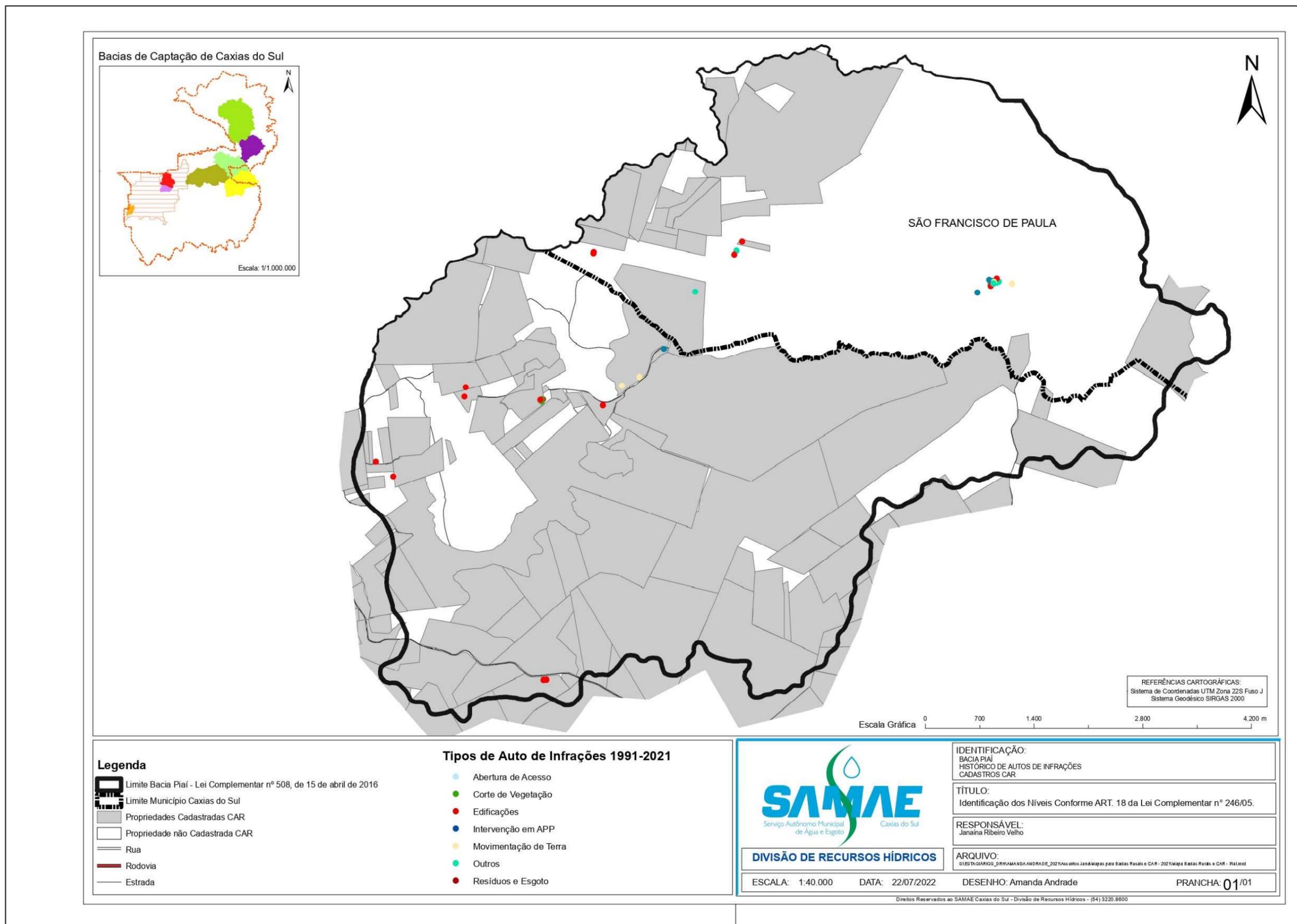
TÍTULO:
Identificação dos Níveis Conforme ART. 18 da Lei Complementar nº 246/05.

RESPONSÁVEL:
Janaina Ribeiro Velho

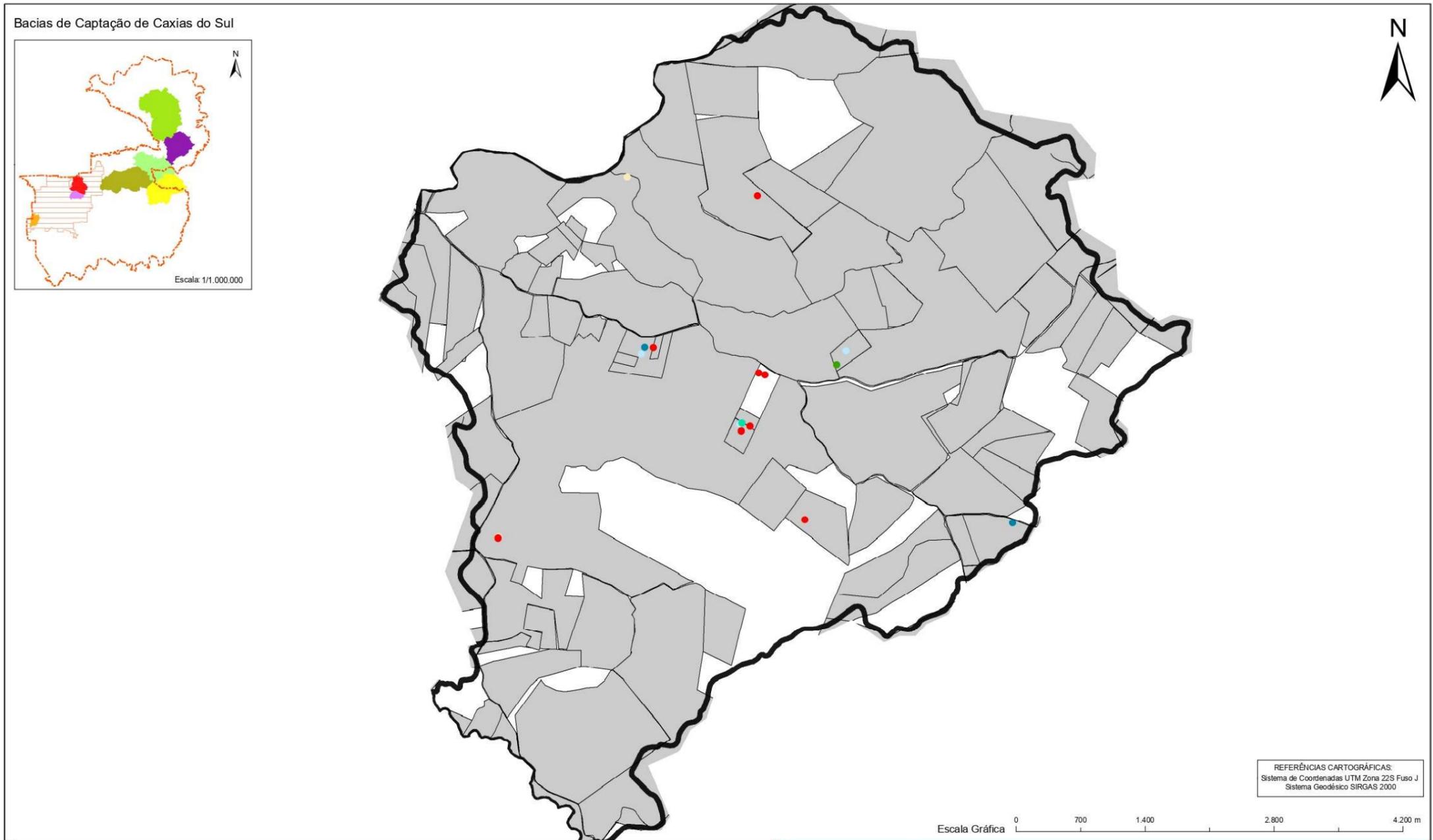
ARQUIVO:
SIS-OTOPRODUCO_2021/AMANDA ANDRADE_2021/Anexo 1 - Histórico de Autos de Infrações - CAD - 2021/Mapa Bacia Funil - CAD - Marrecas.rvt

ESCALA: 1:40.000 DATA: 08/07/2022 DESENHO: Amanda Andrade PRANCHA: 01/01

ANEXO J – AUTOS DE INFRAÇÃO ZA PIAÍ



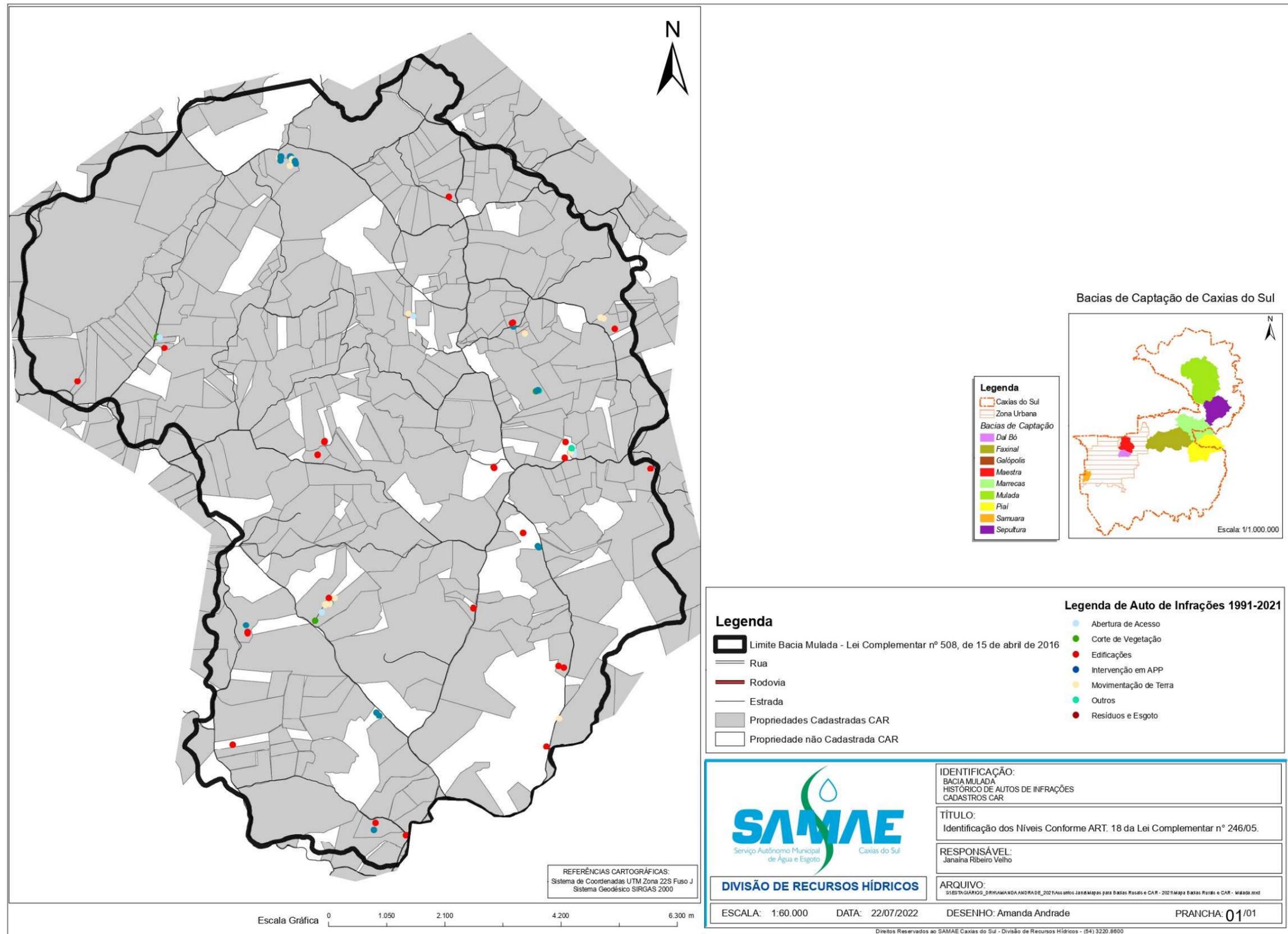
ANEXO K – AUTOS DE INFRAÇÃO ZA SEPULTURA



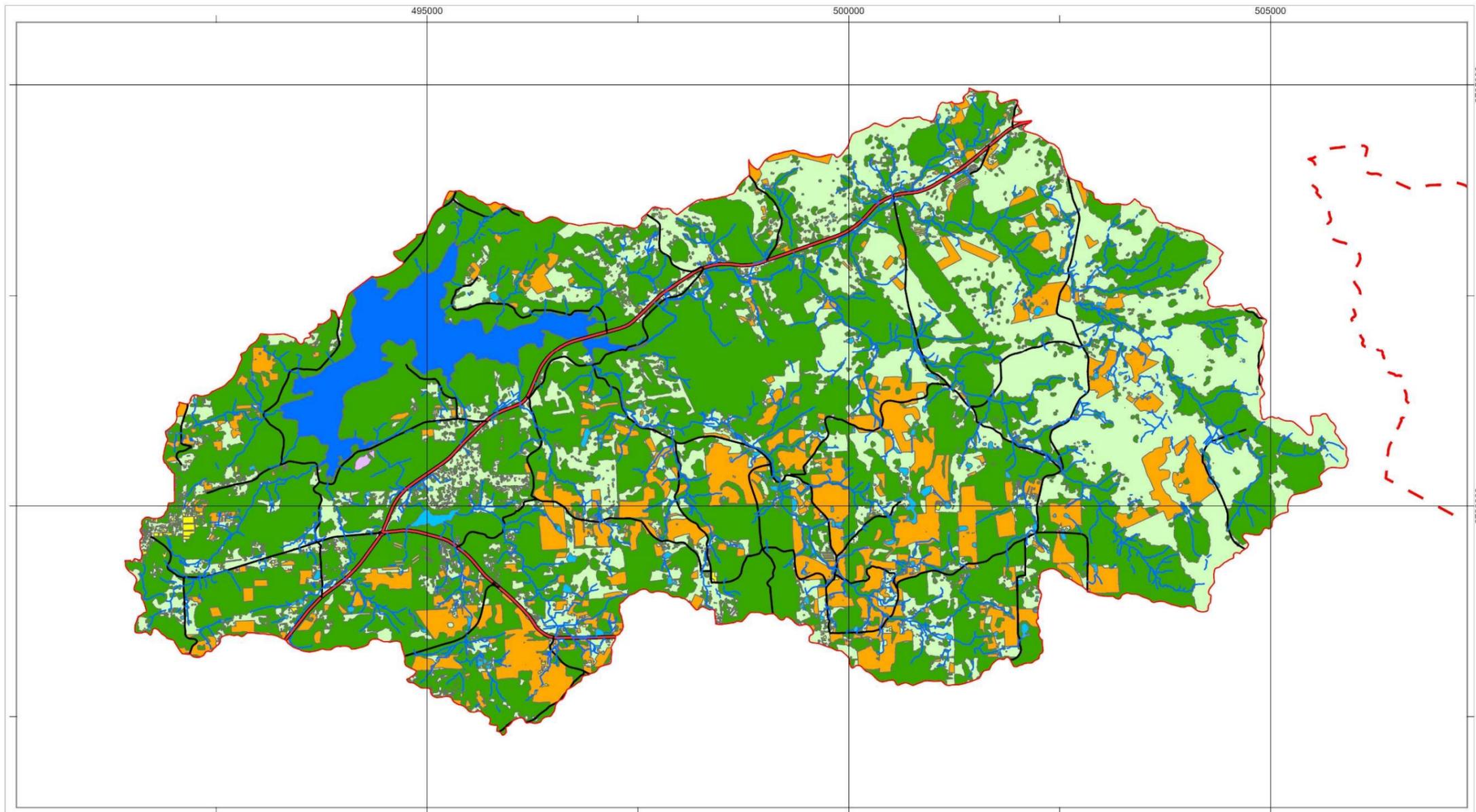
<p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Limite Bacia Sepultura - Lei Complementar nº 508, de 15 de abril de 2016 Rua Rodovia Estrada Propriedades Cadastradas CAR Propriedade não Cadastrada CAR 	<p>Tipos de Auto de Infrações 1991 - 2021</p> <ul style="list-style-type: none"> Abertura de Acesso Corte de Vegetação Edificações Intervenção em APP Movimentação de Terra Outros Resíduos e Esgoto 	 <p>DIVISÃO DE RECURSOS HÍDRICOS</p> <p>ESCALA: 1:40.000 DATA: 22/07/2022</p>	<p>IDENTIFICAÇÃO: BACIA SEPULTURA HISTÓRICO DE AUTOS DE INFRAÇÕES CADASTROS CAR</p> <p>TÍTULO: Identificação dos Níveis Conforme ART. 18 da Lei Complementar nº 246/05.</p> <p>RESPONSÁVEL: Janaina RibeiroVelho</p> <p>ARQUIVO: SISEMTOGARK09_01R1MAMANDA ANDRADE_2021166 setos JanaiMagas para Bacias Rurais e CAR - 2021 Mapa Bacias Rurais e CAR - Sepultura.mxd</p> <p>DESENHO: Amanda Andrade PRANCHA: 01/01</p>
---	---	--	---

Direitos Reservados ao SAMAE Caxias do Sul - Divisão de Recursos Hídricos - (54) 3220.8600

ANEXO L – AUTOS DE INFRAÇÃO ZA MULADA



ANEXO M – USO DO SOLO ZA FAXINAL



Escala Gráfica 0 500.000 2.000 3.000 m

REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS:
Sistema de Coordenadas UTM Zona 22S
Sistema Geodésico SIRGAS 2000

Legenda		
	Limite do Município	
	Limite da Bacia de Captação Faxinal	
	RSC 453 (Rota do Sol)	
	Estradas Municipais	
	Arroio	
	Agricultura	Área de Agricultura: 7.570.591,94 m ²
	Açude	Área de Açude: 618.104,08 m ²
	Campo	Área de Campo: 18.935.977,71 m ²
	Edificações	Área de Edificações: 499.467,16 m ²
	Lago da Barragem	Área de Lago: 2.501.121,96 m ²
	Mata	Área de Mata: 36.624.734,70 m ²
	Mineração	Área de Mineração: 26.804,53 m ²
Área total da Bacia: 66.779.266,12 m ²		



SAMAE
Serviço Autônomo Municipal
de Água e Esgoto
Caxias do Sul

IDENTIFICAÇÃO:
MAPA DE USO DO SOLO
BACIA DE CAPTAÇÃO FAXINAL

TÍTULO:
Uso do Solo Ano 2018.

RESPONSÁVEL:
Janaina Ribeiro Velho

ARQUIVO:
S:\VOLNEI\MAPAS JANAINA 22.07.2022\Arquivos de Mapas\Faxinal - uso do solo correto.aprx

ESCALA: 40.000

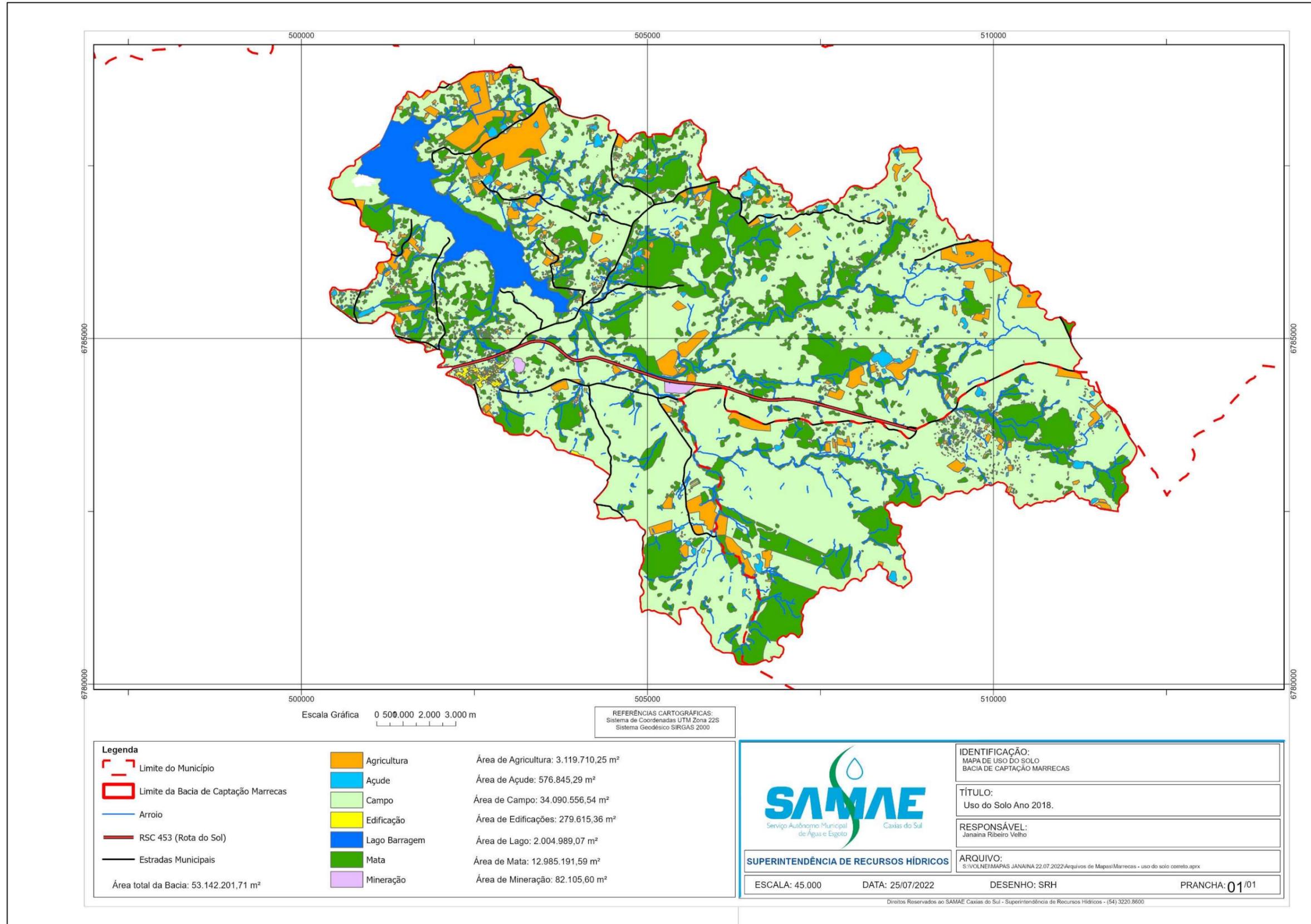
DATA: 25/07/2022

DESENHO: SRH

PRANCHA: 01/01

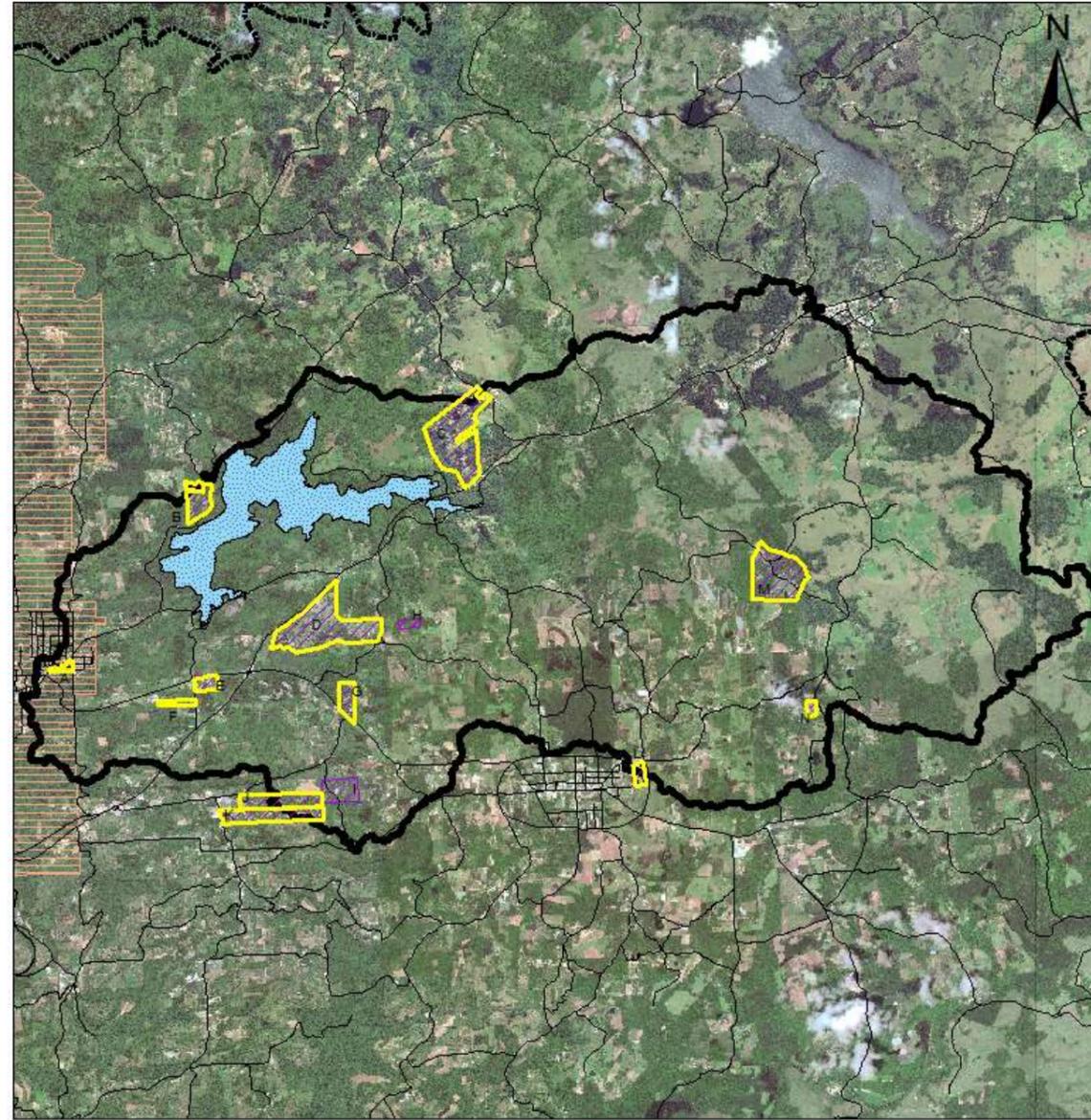
Direitos Reservados ao SAMAE Caxias do Sul - Divisão de Recursos Hídricos - (54) 3220 8600

ANEXO N – USO DO SOLO ZA MARRECAS



ANEXO O – PARCELAMENTO IRREGULAR ZA FAXINAL

BACIA DE CAPTAÇÃO FAXINAL



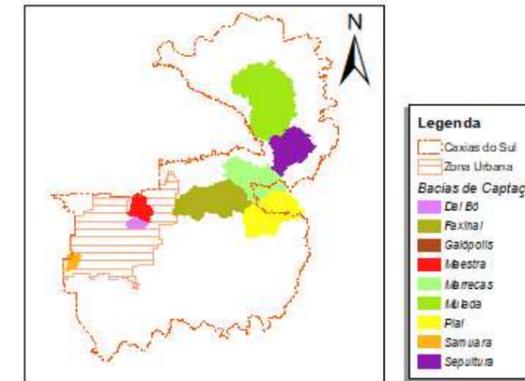
Escala Gráfica 0 1.250 2.500 5.000 7.500 m

REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS:
Sistema de Coordenadas UTM Zona 22S Fuso J
Sistema Geodésico SIRGAS 2000

Legenda

- | | | | |
|--------------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Limite Município Caxias do Sul | Parcelamento Irregular | A - Casagrande | H - Alexandre da Rosa |
| Zona Urbana | Parcelamento Ilegal | B - Basso | I - Marcarini |
| Bacia de Captação Faxinal | | C - Chacara de lazer Boca da Serra | J - Chacara Residencial Tropical II |
| Barragem Faxinal | | D - Santa Helena | K - Chacara Residencial Tropical I |
| Rua | | E - Modena-Castilhos | L - Tres Pinheiros - Morro da Cruz |
| | | F - Gabriel Luis Buffon | M - Chacara Martini |
| | | G - Café do Lago | N - Cond. Rural e Res. Fazenda Verde |

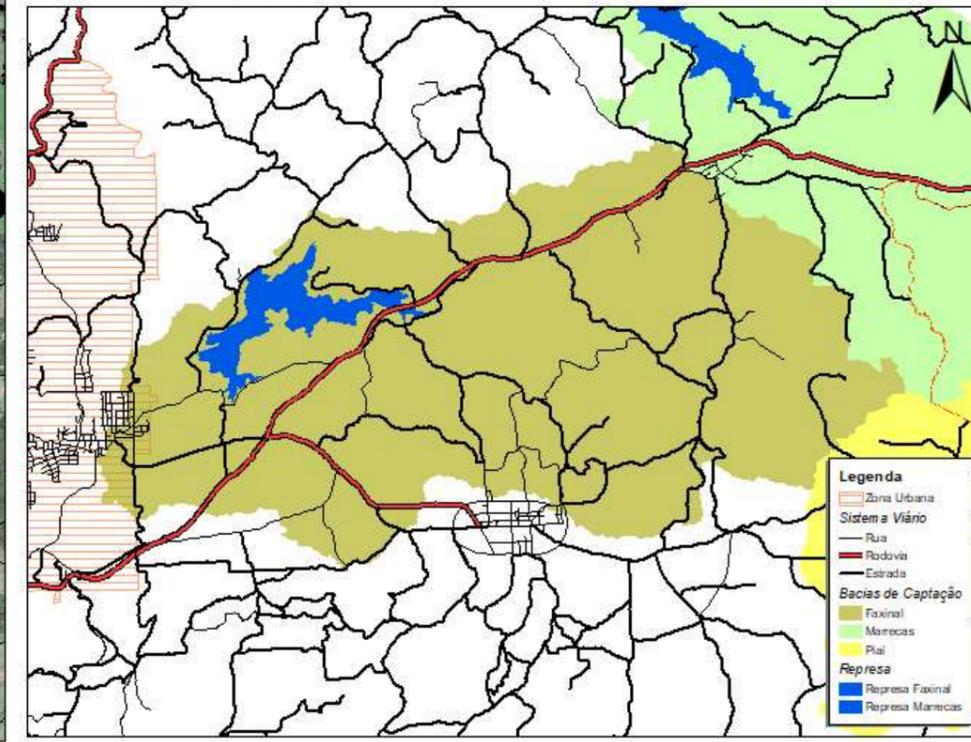
Bacias de Captação de Caxias do Sul



- Legenda
- Caxias do Sul
 - Zona Urbana
 - Bacias de Captação
 - Da/Bô
 - Faxinal
 - Galpólis
 - Marecas
 - Miróia
 - Piaí
 - Samuara
 - Sepultura

Escala: 1/1.000.000

Localização da Área em Análise



Escala Gráfica 0 0,5 1 2 3 4 5 6 km

- Legenda
- Zona Urbana
 - Sistema Viário
 - Rua
 - Rodovia
 - Estrada
 - Bacias de Captação
 - Faxinal
 - Marecas
 - Piaí
 - Represa
 - Represa Faxinal
 - Represa Marecas



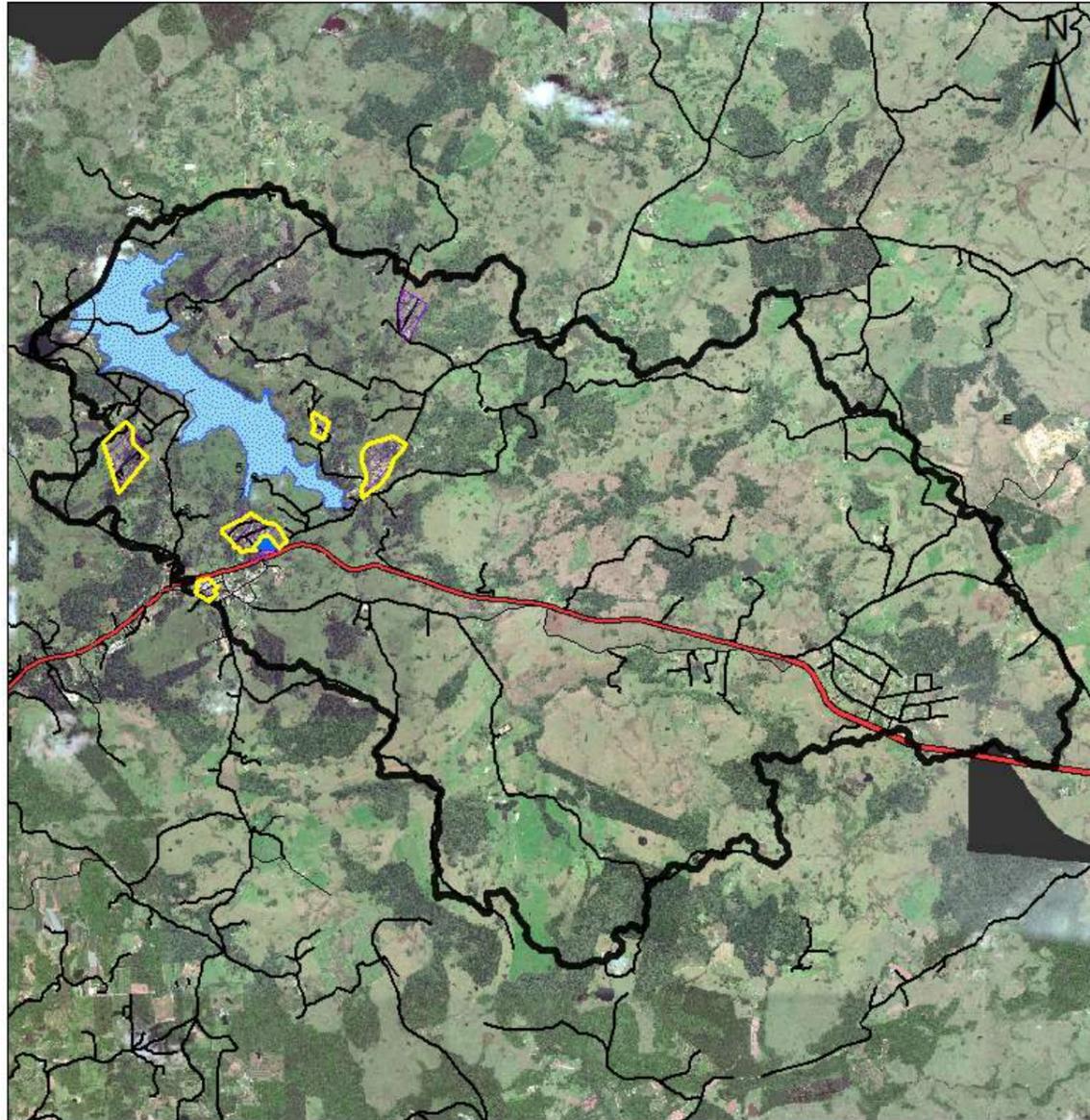
IDENTIFICAÇÃO:	Parcelamentos Irregulares e Ilegais - Bacia Faxinal
TÍTULO:	Demarcação de parcelamentos
RESPONSÁVEL:	
ARQUIVO:	

ESCALA: Indicada DATA: 08/04/2022 DESENHO: Amanda Andrade PRANCHA: 01/01

© Serviço Municipal de SAMAE - Caxias do Sul - Unidade de Recursos Hídricos - (51) 3221-3800

ANEXO P – PARCELAMENTO IRREGULAR ZA MARRECAS

BACIA DE CAPTAÇÃO MARRECAS



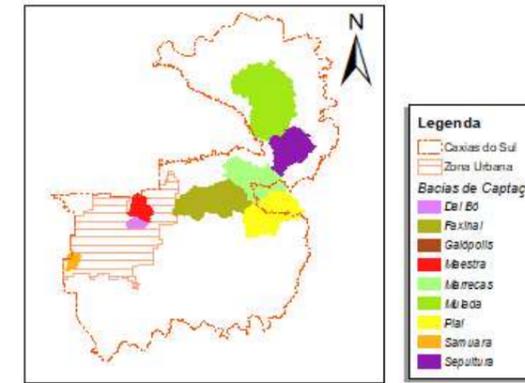
Escala Gráfica 0 1.050 2.100 4.200 6.300 m

REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS:
Sistema de Coordenadas UTM Zona 22 S Fuso J
Sistema Geodésico SIRGAS 2000

Legenda	
Bacia de Captação Marrecas	Parcelamento Irregular
Barragem Marrecas	Parcelamento Illegal
Rua	Parcelamento Illegal - Regularizado
Rodovia	
Estrada	

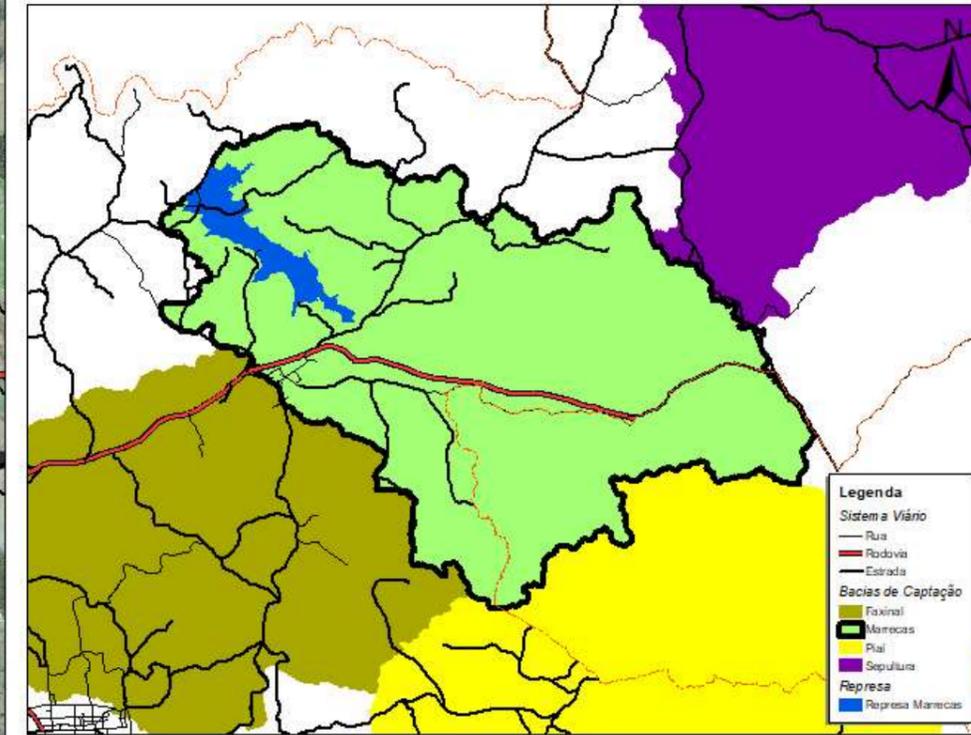
1 - Vô Rose	5 - Cond. Res. Vila Seca
2 - Eva lemos de Matos	6 - Cond. Res. Vila Seca
3 - Elda Elvira Vargas Alves	7 - Área sob verificação
4 - Rech-Citton	8 - Pantanal

Bacias de Captação de Caxias do Sul



Escala: 1/1.000.000

Localização da Área em Análise



Escala Gráfica 0 0,5 1 2 3 4 5 6 km

Legenda	
Sistema Viário	
Rua	
Rodovia	
Estrada	
Bacias de Captação	
Faxinal	
Marrecas	
Piaí	
Sepultura	
Represa	
Represa Marrecas	



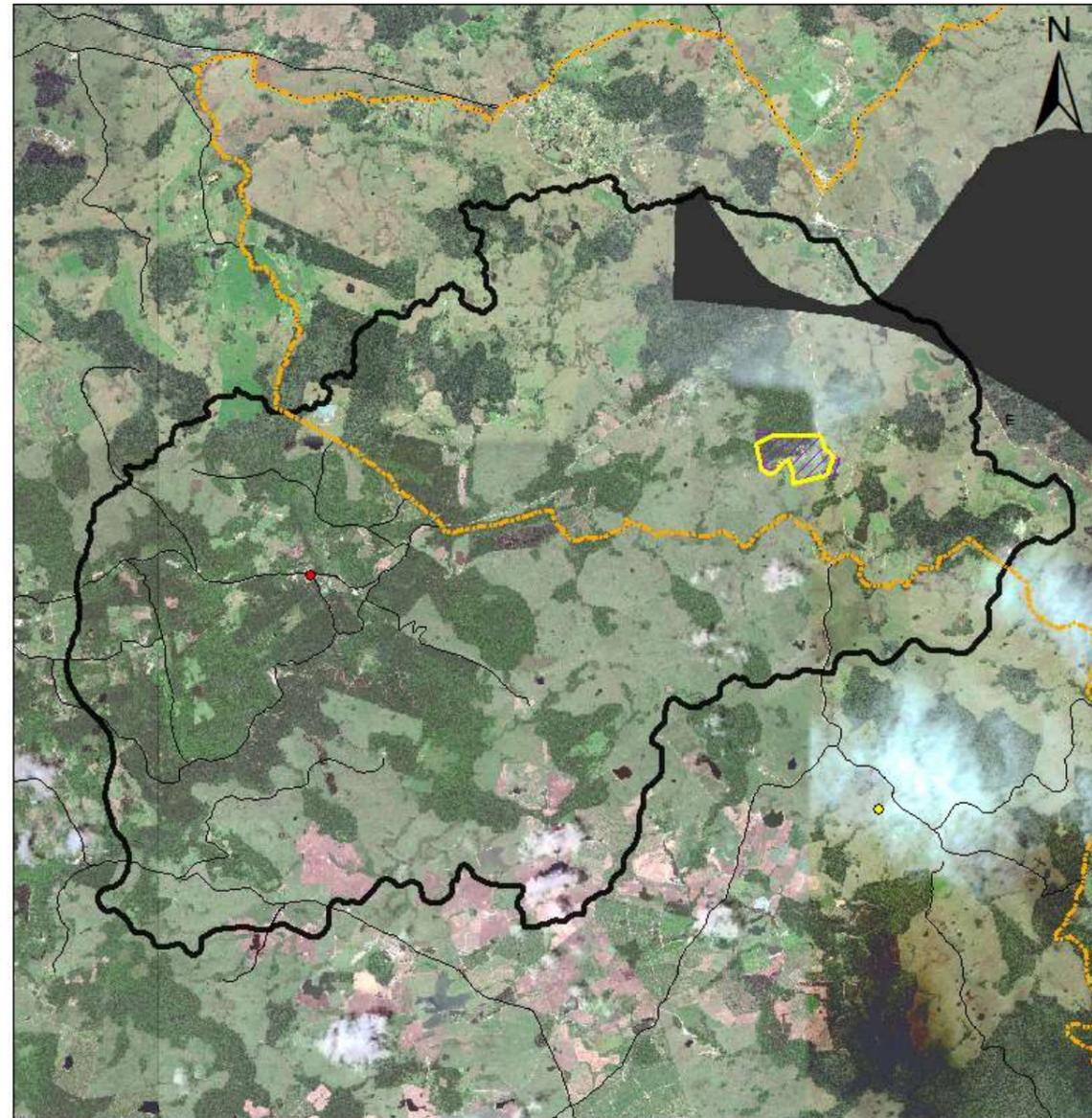
DIVISÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

ESCALA: Indicada DATA: 08/04/2022 DESENHO: Amanda Andrade PRANCHA: 01.01

IDENTIFICAÇÃO:	Parcelamentos Irregulares e Ilegais - Bacía Marrecas
TÍTULO:	Demarcação de parcelamentos
RESPONSÁVEL:	
ARQUIVO:	

ANEXO Q – PARCELAMENTO IRREGULAR ZA PIAÍ

BACIA DE CAPTAÇÃO PIAÍ



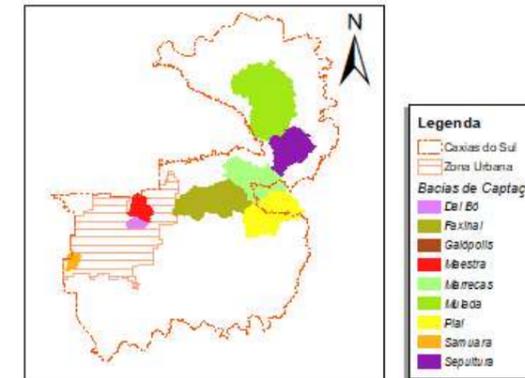
Escola Gráfica 0 1.050 2.100 4.200 6.300 m

REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS:
Sistema de Coordenadas UTM Zona 22S Fuso J
Sistema Geodésico SIRGAS 2000

Legenda

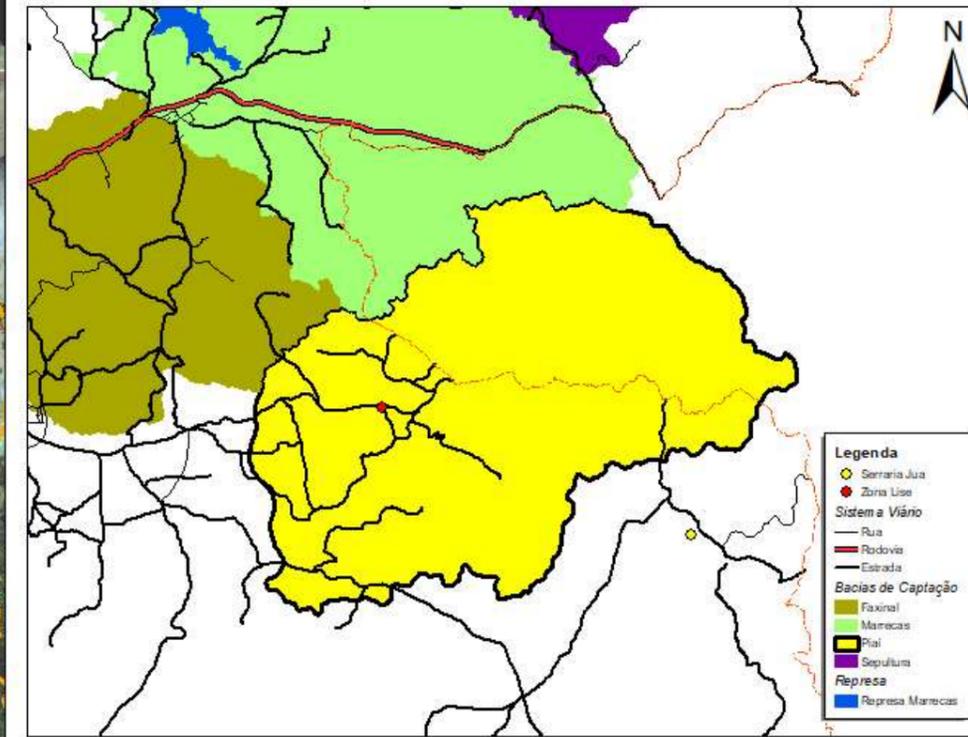
- Limite Município Caxias do Sul
- Bacia de Captação Piaí
- Rua
- Serraia Jua
- Zona Lise
- Parcelamento Irregular e Ilegal - Pegorini (Ururai)

Bacias de Captação de Caxias do Sul



Escala: 1/1.000.000

Localização da Área em Análise



Escola Gráfica 0 0,5 1 2 3 4 5 6 7 km



SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS

IDENTIFICAÇÃO:
Parcelamentos Irregulares e Ilegais - Bacia Piaí

TÍTULO:
Demarcação de parcelamentos

RESPONSÁVEL:

ARQUIVO:

ESCALA: Indicada

DATA: 08/04/2022

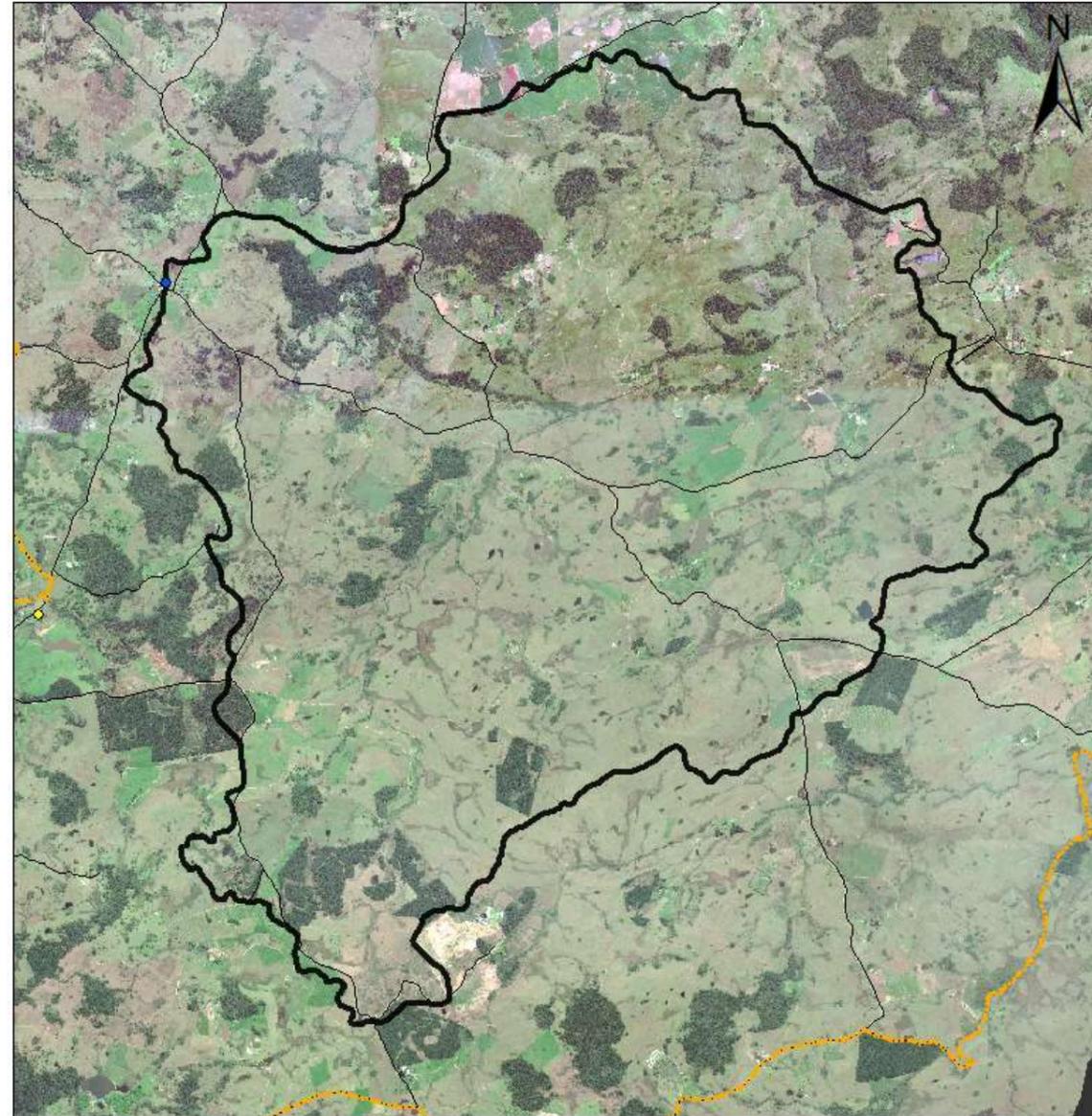
DESENHO: Amanda Andrade

FRANCHA: 01/01

© Serviço Municipal de Água e Esgoto SAMAE - Caxias do Sul - Universidade Federal do Rio Grande FURGS - 96201-900 - Caxias do Sul - RS - Brasil

ANEXO R – PARCELAMENTO IRREGULAR ZA SEPULTURA

BACIA DE CAPTAÇÃO SEPULTURA

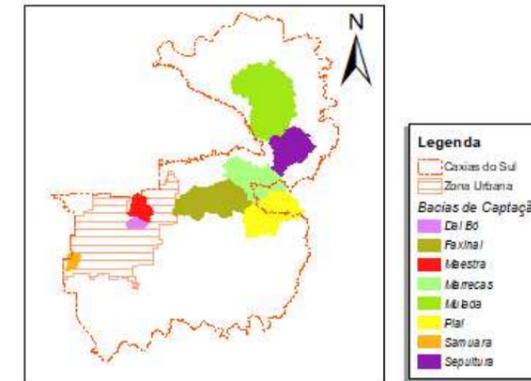


Escala Gráfica 0 875 1.750 3.500 5.250 m

REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS:
Sistema de Coordenadas UTM Zona 22S Fuso J
Sistema Geodésico SIRGAS 2000

- Legenda**
- Bacia de Captação Sepultura
 - Rua
 - Dalagno
 - Menino Deus

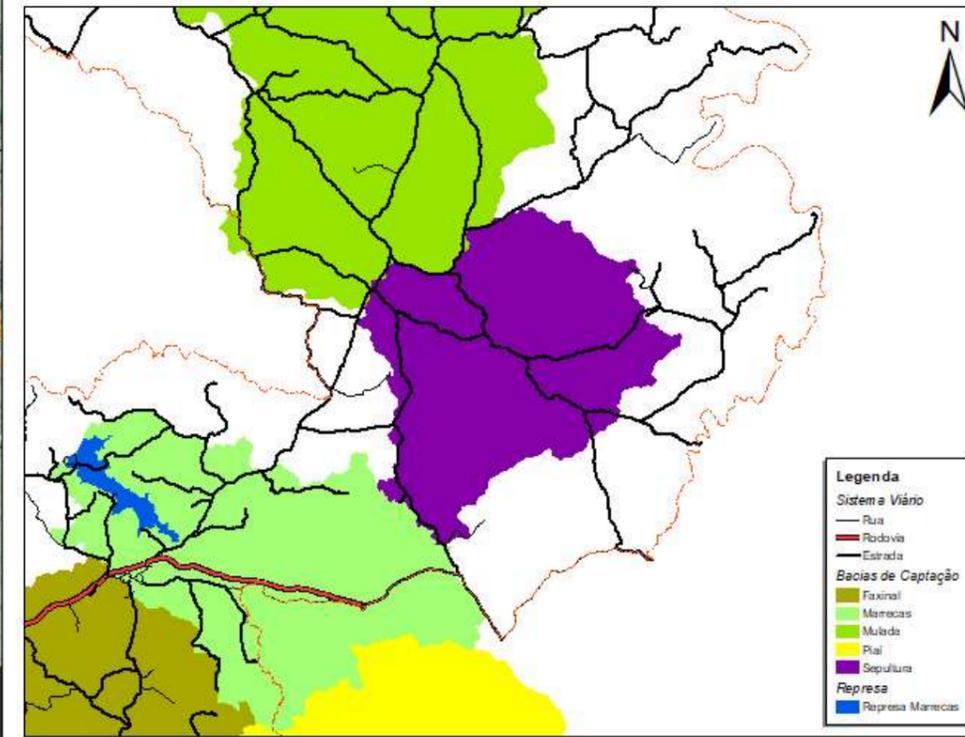
Bacias de Captação de Caxias do Sul



Escala: 1/1.000.000

- Legenda**
- Caxias do Sul
 - Zona Urbana
 - Bacias de Captação**
 - Dal Bo
 - Faxinal
 - Meestra
 - Mamecas
 - Mulda
 - Piaí
 - Samuira
 - Sepultura

Localização da Área em Análise



Escala Gráfica 0 0.5 1 2 3 4 5 6 7 km

- Legenda**
- Sistema Viário**
 - Rua
 - Rodovia
 - Estrada
 - Bacias de Captação**
 - Faxinal
 - Mamecas
 - Mulda
 - Piaí
 - Sepultura
 - Represa**
 - Represa Mamecas



SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS

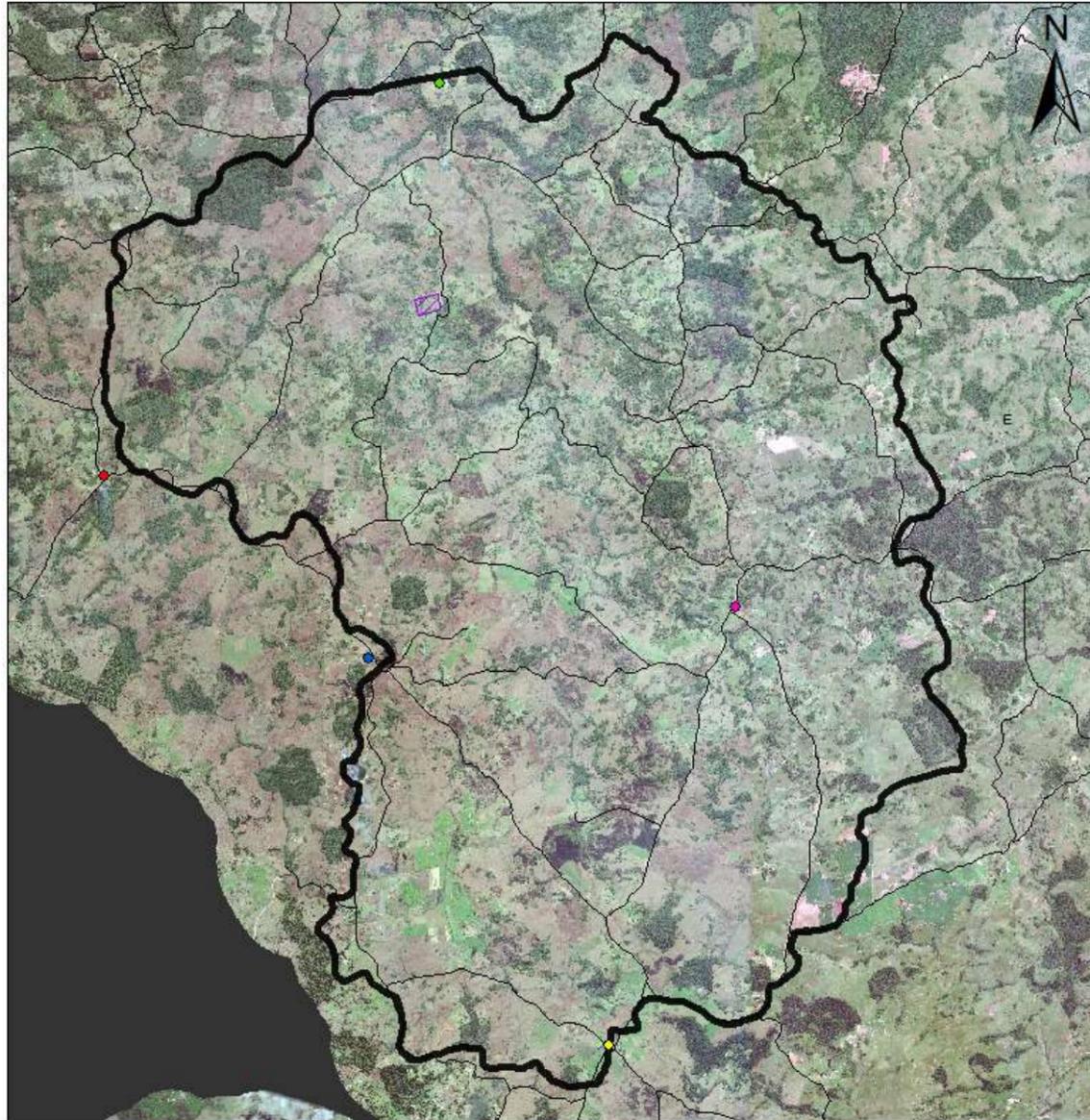
IDENTIFICAÇÃO:	Parcelamentos Irregulares e Ilegais - Bacia Sepultura
TÍTULO:	Demarcação de parcelamentos
RESPONSÁVEL:	
ARQUIVO:	

ESCALA: Indicada DATA: 08/04/2022 DESENHO: Amanda Andrade PRANCHA: 01/01

Diretor Responsável SAMAE Caxias do Sul - Divisão de Recursos Hídricos - (51) 3223.8800

ANEXO S – PARCELAMENTO IRREGULAR ZA MULADA

BACIA DE CAPTAÇÃO MULADA

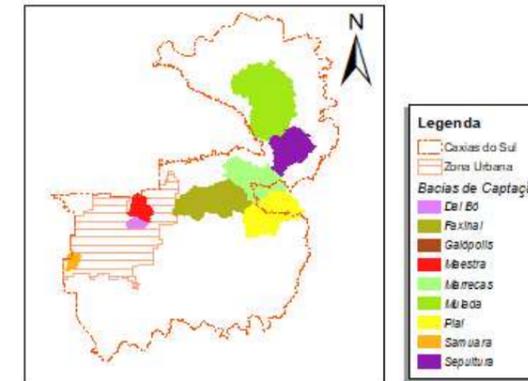


Esca Gráfica 0 1.900 2.600 5.200 7.800 m

REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS:
Sistema de Coordenadas UTM Zona 22S Fuso J
Sistema Geodésico SIRGAS 2000

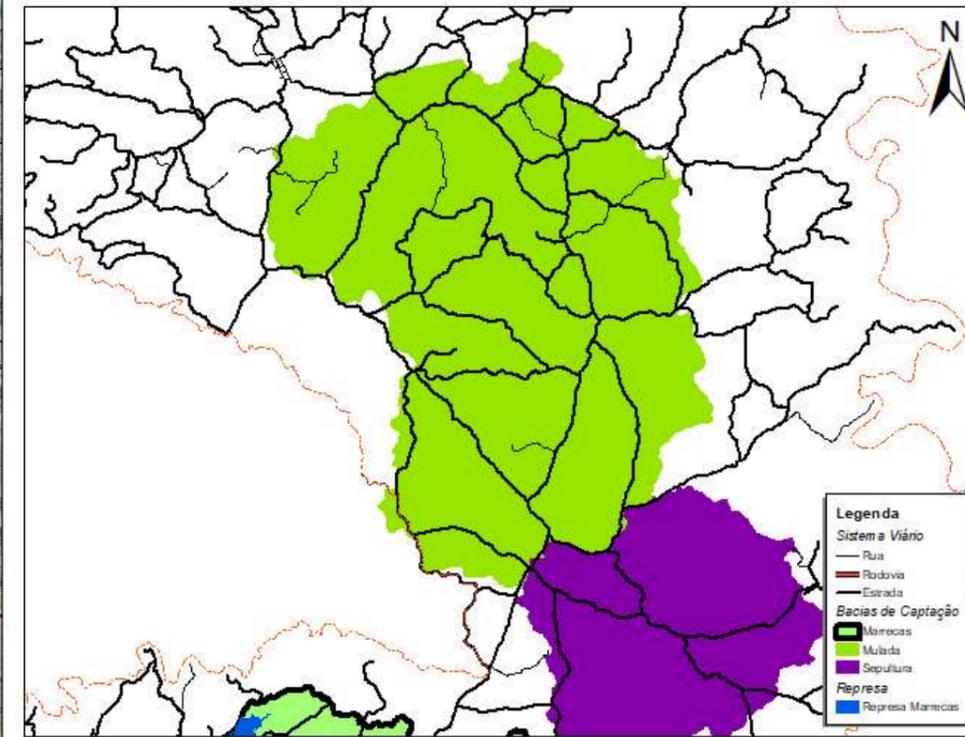
- Legenda**
- Bacia de Captação Mulada
 - Rua
 - Parcelamento Ilegal**
 - 455 Leonel Antonio da Silva
 - Boqueirão
 - Dalagno
 - Ilheus
 - São Francisco
 - São Francisco
 - Veraneio Lassalista

Bacias de Captação de Caxias do Sul



Esca: 1/1.000.000

Localização da Área em Análise



Esca Gráfica 0 0,5 1 2 3 4 5 6 7 km

- Legenda**
- Sistema Viário
 - Rua
 - Rodovia
 - Estrada
 - Bacias de Captação**
 - Marecas
 - Mulada
 - Sepultura
 - Represa**
 - Represa Marecas



SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS

IDENTIFICAÇÃO:	Parcelamentos Irregulares e Ilegais - Bacia Mulada
TÍTULO:	Demarcação de parcelamentos
RESPONSÁVEL:	
ARQUIVO:	

ESCALA: Indicada DATA: 08/04/2022 DESENHO: Amanda Andrade PRANCHA: 01/01

© Serviço Municipal de Água e Esgoto SAMAE - Caxias do Sul - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC - 2022