

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS ERECHIM  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

**VICTOR MATHEUS DOS SANTOS LOPES**

**A POLÍTICA DE SEGURANÇA HÍDRICA: UM OLHAR PARA A TRANSPOSIÇÃO  
DO RIO CRAVO**

**ERECHIM, 2023**

**VICTOR MATHEUS DOS SANTOS LOPES**

**A POLÍTICA DE SEGURANÇA HÍDRICA: UM OLHAR PARA A TRANSPOSIÇÃO  
DO RIO CRAVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura de Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Drº. João Paulo Peres Bezerra

**ERECHIM, 2023**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Lopes, Victor Matheus dos Santos

A Política de Segurança Hídrica: um olhar para a transposição do rio Cravo / Victor Matheus dos Santos Lopes. -- 2023.

f.

:

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Licenciatura em Geografia, Erechim,RS, 2023.

1. Crise da Gestão das Águas. 2. Segurança e insegurança Hídrica. 3. Secas e Estiagem. 4. Transposição do rio Cravo. I. Universidade Federal da Fronteira Sul. II. Título.

**VICTOR MATHEUS DOS SANTOS LOPES**

**A POLÍTICA DE SEGURANÇA HÍDRICA: UM OLHAR PARA A TRANSPOSIÇÃO  
DO RIO CRAVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Licenciado em Geografia.


Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 10/07/2023.

**BANCA EXAMINADORA**



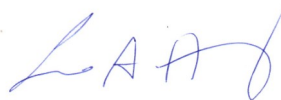
---

Prof. Dr. João Paulo Peres Bezerra – UFFS  
Orientador



---

Prof. Dr. José Mario Leal Martins Costa – UFFS  
Avaliador



---

Prof. Dr. Luciano Augusto Henning – UFSC  
Avaliador

## RESUMO

A crise da gestão hídrica é intensificada cada vez mais, pois é um dos efeitos das mudanças ambientais, estudadas como parte da questão ambiental do contemporâneo, o Antropoceno. Nesse sentido, é urgente o avanço de estudos e pesquisas que fomentem propostas, alternativas e resoluções para as diversas problemáticas que relacionam a temática das questões ambientais. Ancorada nessa perspectiva, a presente pesquisa parte da compreensão da crise da gestão das águas como uma das diversas lacunas do Antropoceno. A presente investigação tem por objetivo geral observar a constituição das políticas relacionadas à gestão de recursos hídricos e de segurança hídrica, por meio do estudo da região hidrográfica do rio Uruguai e com detalhes para o alto curso do Rio do Cravo/Erechim-RS, com vistas a melhor compreender o processo de transposição de água presente nesta bacia hidrográfica. Nesse sentido, buscou-se, no primeiro momento, produzir uma síntese da formação teórica da questão ambiental do contemporâneo e da construção política internacional e nacional da segurança e insegurança hídrica. No segundo momento, evidenciou-se o quadro geral da formação política estadual da gestão das águas em relação ao histórico da construção da proteção dos mananciais de abastecimento de água. No terceiro bloco, elaborou-se um quadro geral das classes de mananciais de abastecimento urbano e o índice de vulnerabilidade da Região Hidrográfica do rio Uruguai (RHU), seguido dos aspectos gerais para os Comitês de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Nesse momento, demos especial enfoque para os Comitês do rio Apuaê-Inhandava e Passo Fundo, no Rio Grande do Sul. Com o referencial teórico metodológico do Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas aliadas as técnicas do Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, em específico a interpretação visual de imagens satelitais, estabeleceu-se os procedimentos metodológicos para a construção geral do diagnóstico - teórico, jurídico, cartográfico - dos recortes espaciais da pesquisa. No último bloco, com ênfase para a transposição do rio Cravo como processo de uma política de segurança hídrica do município de Erechim, foi realizada a sistematização do diagnóstico das nascentes a montante do ponto de transposição da microbacia. Como parte dos resultados, foi apresentado o diagnóstico geral das nascentes e o detalhamento das nascentes de Erechim.

**Palavras-chave:** Crise da Gestão das Águas; Segurança e Insegurança Hídrica; Secas e estiagem.

## ABSTRACT

The crisis of water management is being increasingly intensified, as it is one of the effects of environmental changes studied as part of the contemporary environmental issue, the Anthropocene. In this regard, it is urgent to advance studies and research that promote proposals, alternatives, and resolutions for the various issues related to environmental matters. Anchored in this perspective, the present research starts from the understanding of the water management crisis as one of the many gaps of the Anthropocene. The general objective of this investigation is to observe the formation of policies related to water resource management and water security, through the study of the Uruguai River hydrographic region, with a focus on the upper course of the Cravo River in Erechim-RS, in order to better understand the water transfer process in this hydrographic basin. In this regard, the first step was to produce a synthesis of the theoretical formation of the contemporary environmental issue and the international and national political construction of water security and insecurity. The second step highlighted the overall framework of state-level political formation of water management in relation to the historical construction of protection of water supply sources. The third section presented a general framework of urban water supply source categories and the vulnerability index of the Uruguai River hydrographic region (RHU), followed by general aspects of the Committees of Santa Catarina and Rio Grande do Sul. Special emphasis was given to the Committees of the Apuaê-Inhandava and Passo Fundo rivers in Rio Grande do Sul. With the theoretical and methodological reference of Environmental Planning of Hydrographic Basins, combined with Geoprocessing and Remote Sensing techniques, specifically visual interpretation of satellite images, methodological procedures were established for the overall construction of the diagnosis - theoretical, legal, cartographic - of the spatial segments of the research. In the last section, with emphasis on the transposition of the Cravo River as part of a water security policy in the municipality of Erechim, the diagnosis of the upstream springs from the transposition point of the microbasin was systematized. As part of the results, the general diagnosis of the springs and the detailed analysis of the springs in Erechim were presented.

**Keywords:** Water Management Crisis; Water Security and Insecurity; Droughts and Water Scarcity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Síntese Cronológica do Ambientalismo no século XX	23
Tabela 1 – Unidades Nacionais de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos	29
Quadro 2 – Distribuição da água na Terra	35
Quadro 3 – Distribuição da água doce na Terra	35
Tabela 2 – Avanço das Políticas de Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil	44
Tabela 3 – Avanço da proteção dos mananciais estaduais	47
Tabela 4 – Documentação elaborada em cada nível do PNSH	48
Tabela 5 – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (2021)	49
Tabela 6 – Classes do Monitor de Secas do Brasil	52
Tabela 7 – Classificação de Severidade da Seca	53
Tabela 8 – Regiões Hidrográficas do Rio Uruguai vertente santa-catarinense	61
Tabela 9 – Bacias Hidrográficas do Rio Uruguai vertente sul-rio-grandense	64
Tabela 10 – Municípios da UPG Dourado	68
Tabela 11 – Municípios da UPG Apuaê	69
Tabela 12 – Municípios da UG Erechim	71
Quadro 4 – Média climatológica	75
Tabela 13 – Relação das classes entre os municípios	89
Tabela 14 – Consulta realizada no Catálogo da Capes	110
Tabela 15 – Quantidade dos trabalhos por ano	112

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo Metodológico da pesquisa	13
Figura 2 – Distribuição da água no ciclo	34
Figura 3 – Amostragem do uso das águas	51
Figura 4 – Delimitação da Bacia Hidrográfica do Prata	57
Figura 5 – Hipsometria da Região Hidrográfica do Uruguai brasileira	59
Figura 6 – Classificação dos Mananciais para Abastecimento Urbano	59
Figura 7 – Vulnerabilidade dos Mananciais Municipais da RHU	60
Figura 8 – Localização da Região Hidrográfica do Uruguai	63
Figura 9 – Localização dos Municípios do rio Uruguai, vertente gaúcha	65
Figura 10 – Bloco diagrama dos Sistemas Aquíferos	66
Figura 11 – Localização da Microbacia do rio Cravo	84
Figura 12 – Hipsometria da Microbacia do rio Cravo	85
Figura 13 – Declividade da Microbacia do rio Cravo	85
Figura 14 – Hierarquia de drenagem da Microbacia do rio Cravo	86
Figura 15 – Mapa da vegetação da área de interesse	86
Gráfico 1 – Amostragem geral do quantitativo arbóreo na área mapeada	88
Gráfico 2 – Amostragem geral da área mapeada	88
Gráfico 3 – Amostragem geral dos fragmentos arbóreos	89
Gráfico 4 – Amostragem detalhada dos maiores fragmentos	90
Figura 16 – Mancha urbana Erechim 1972	91
Figura 17 – Expansão urbana de Erechim 1972 – 2023	92
Figura 18 – Mancha urbana Erechim 2023	92
Figura 19 – Nascentes de 1 a 7	93
Figura 20 – Nascentes de 8 a 13	94
Figura 21 – Nascentes de 14 a 20	95
Figura 22 – Nascentes de 21 a 26	96
Figura 23 – Nascentes de 27 a 40	97
Figura 24 – Nascentes de 39 a 46	98
Figura 25 – Nascentes de 47 a 56	99
Figura 26 – Nascentes de 57 a 63	100



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BCRS25	Base Cartográfica do estado do Rio Grande do Sul, escala 1:25.000
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGBHPF	Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo
CGBHAI	Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Apuaê-Inhandava
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COP	Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
CRH/RS	Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DRHS	Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização da Alimentação e Agricultura
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler
GPABH	Gestão e Planejamento Ambiental de Bacia Hidrográfica
GNSS	Sistema Global de Navegação por Satélites
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
ISH	Índice de Segurança Hídrica
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
IUGS	União Internacional de Ciências Geológicas
LS-8	LANDSAT-8
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCGIA	National Centre for Geographical Information and Analysis
NEPA	National Environmental Protection Act
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OLI	Operational Land Imager
ONU	Organização das Nações Unidas

OMM	Organização Meteorológica Mundial
PAC	Programa de Aceleração de Crescimento
PAM	Programa de Alimentação Mundial
PERH/RS	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul
PERH/RS	Política Estadual de Recursos Hídrico
PERH/SC	Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico de Erechim
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSH	Plano Nacional de Segurança Hídrica
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPG	Programa de Pós-Graduação
PROGESTÃO	Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas
QGIS	GIS Development Team
SAPL	Sistema de Apoio ao Processo Legislativo
SC	Santa Catarina
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul
SERH/RS	Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul
SHAU	Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
RADAMBrasil	Levantamento Sistemático de Recursos Naturais
REM	Radiação Eletromagnética
RS	Rio Grande do Sul
UG	Unidade de Gestão
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UF	Unidade Federativa
UPG	Unidades de Planejamento e Gestão
USGS	United States Geological Survey
UTA	Unidades Territoriais de Análise

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....	17
1.1.1 Objetivos Geral.....	17
1.1.2 Objetivos Específicos.....	17
1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
<b>2 A CRISE AMBIENTAL DO CONTEMPORÂNEO.....</b>	<b>25</b>
2.1 A FORMAÇÃO DO MOVIMENTO AMBIENTAL AO LONGO DO SÉCULO XX.....	25
2.2 OS IDOS DO SÉCULO XX E A URGÊNCIA AMBIENTAL.....	29
2.3 CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA POLÍTICA DE PROTEÇÃO DAS ÁGUAS.....	31
2.3.1 A urgência da Segurança Hídrica.....	33
<b>3 BACIAS HIDROGRÁFICAS E A BOA GESTÃO DAS ÁGUAS.....</b>	<b>38</b>
3.1 CICLO DAS ÁGUAS E SUAS ETAPAS.....	38
3.2 A BACIA HIDROGRÁFICA: COMO RECORTE FUNDAMENTAL.....	42
3.3 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	44
3.4 POLÍTICA DAS ÁGUAS NACIONAL E A FORMAÇÃO DOS COMITÊS DE GESTÃO.....	47
3.5 GEOTECNOLOGIAS: CONCEPÇÕES ELEMENTARES.....	53
<b>4 A GESTÃO DAS ÁGUAS E OS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO URBANO</b>	<b>56</b>
4.1 REGIÃO HIDROGRÁFICA DO URUGUAI: SANTA CATARINA.....	58
4.2 A REGIÃO HIDROGRÁFICA DO URUGUAI: RIO GRANDE DO SUL.....	60
4.2.1 Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Apuaê-Inhandava.....	62
4.2.2 Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Passo Fundo.....	68
<b>5 DIAGNÓSTICO DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO CRAVO.....</b>	<b>73</b>
5.1 ABASTECIMENTO DA ÁGUA.....	77
5.2 MANANCIAIS SUPERFICIAIS DE CAPTAÇÃO E ABASTECIMENTO HÍDRICO URBANO EM ERECHIM – RS.....	80
5.3 ETAPAS DO DIAGNÓSTICO DAS NASCENTES.....	82
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>103</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE A – Dados das Imagens SRTM.....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE B – Levantamento bibliométrico.....</b>	<b>112</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em tempos de crises econômicas, políticas e ambientais torna-se fundamental o avanço em pesquisas e estudos com o enfoque em medidas que contribuam com soluções. Sejam como propostas teóricas ou práticas que busquem superar os desafios da conjuntura ambiental no atual contexto do Antropoceno.

As dimensões dos usos e das formações socioespaciais, que resultam na apropriação, exploração e transformação da natureza em recursos ambientais ou matéria-prima, são realizadas por uma lógica imediatista voltada para a obtenção do lucro, através do uso e ocupação das terras. Partindo do avanço do meio-técnico-científico-informacional, tempo da Globalização, como nos ensina Milton Santos (2020), o espaço geográfico torna-se palco da mobilização dos sistemas de ações e sistemas de objetos.

A partir desse cenário de crise, o que pode levar a humanidade a vivenciar um possível colapso ambiental. Segundo Gonçalves (2012), é importante destacar que essa crise não se trata do Sistema Terra e dos fluxos biogeoquímicos, mas sim, dos arranjos políticos e econômicos, a partir de lógicas tecnocráticas corruptivas. Nos contextos que ocorrem esses arranjos, há um aumento da desigualdade socioeconômica, como consequência há um maior contingente da população em situação de rua, com fome, refugiadas, sem água (sistemas de abastecimento e/ou tratamento) e demais conflitos socioespaciais.

Uma destas mazelas é a seca, compreendida em sua multiescalaridade. Com esse olhar é importante refletir acerca da questão ambiental do contemporâneo e considerar os diversos movimentos e processos dos circuitos socioprodutivos e dos demais arranjos, sejam eles econômicos, políticos e culturais que atuam em distintas escalas. Isto é, os impactos e níveis das alterações geocológicas atuam de distintas maneiras nas diversas esferas geossistêmicas. Nesse aspecto, o ciclo das águas é um dos pontos centrais desse cenário, que nos dedicaremos a observar, uma vez que interage diretamente com as alterações do uso e ocupação das terras.

Nesse sentido, torna-se urgente a compreensão do debate da Segurança e Insegurança Hídrica, basilar para formulação das políticas, projetos e programas de enfrentamento da crise da gestão das águas. Portanto, é urgente a continuidade de estudos e pesquisas que contribuam com soluções para esses desafios, já que os índices dos registros de estiagem e seca em diversas regiões do mundo são intensificados. O presente trabalho apresenta, em um primeiro momento, um olhar para a questão da crise da gestão das águas que compreende uma das

faces do Antropoceno, com uma abordagem acerca do histórico da formação geopolítica internacional da água, bem como para o caso brasileiro.

## 1.1 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

### 1.1.1 Objetivos Geral

O objetivo geral pode ser sintetizado da seguinte forma:

Observar a constituição das políticas relacionadas à gestão de recursos hídricos e de segurança hídrica, por meio do estudo da Região Hidrográfica do rio Uruguai e com detalhes para o alto curso do Rio do Cravo/Erechim-RS com vistas a melhor compreender o processo de transposição de água presente nesta bacia hidrográfica.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

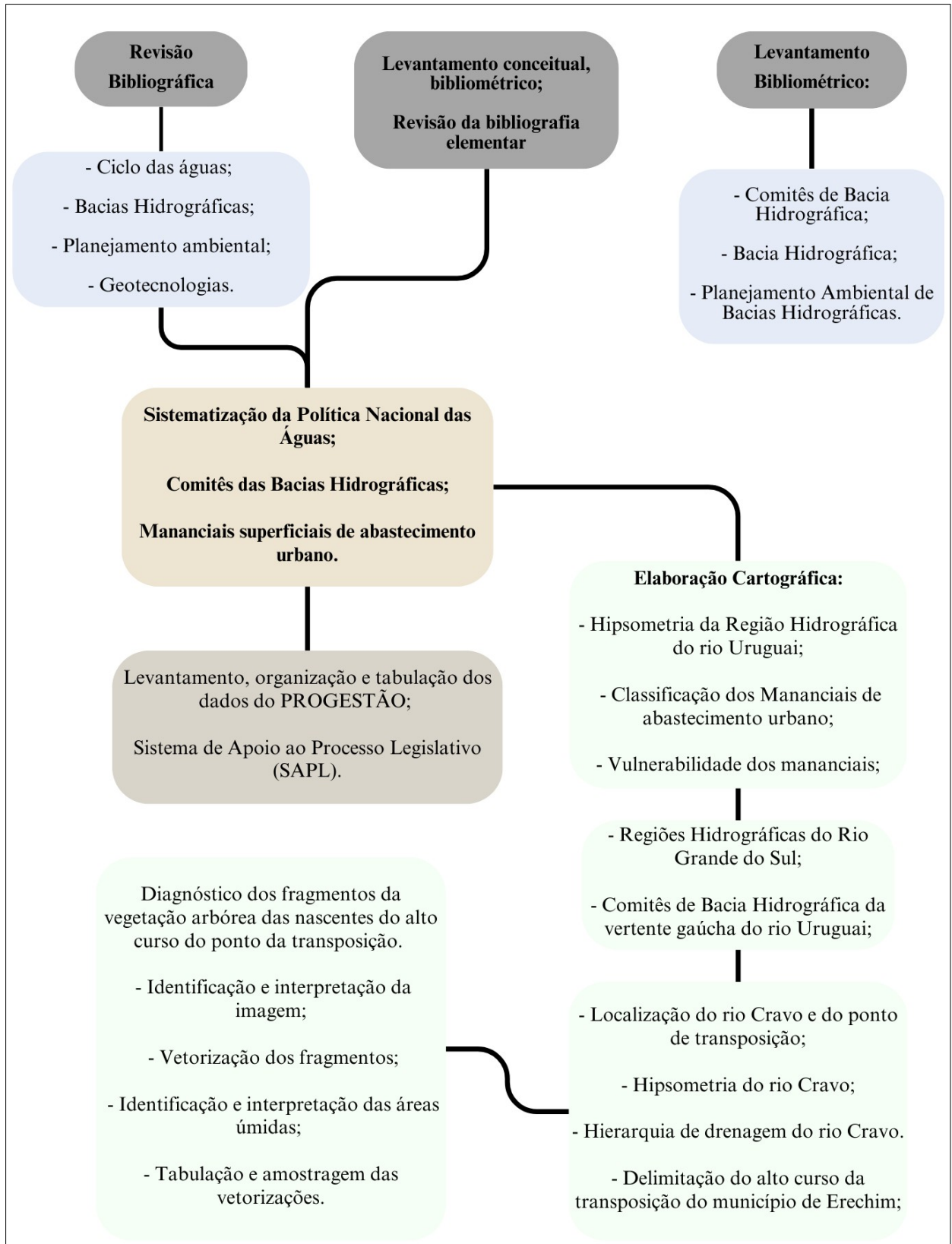
Os objetivos específicos desta pesquisa podem ser sistematizados na seguinte forma:

- Observar os conceitos de: Ciclo das Águas; Planejamento e Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas; Segurança e Insegurança Hídrica; Mananciais Superficiais de Abastecimento Urbano; e Conceitos e definições relacionadas ao âmbito das Geotecnologias;
- Elaborar caracterização da Região hidrográfica do Rio Uruguai como foco nas categorias de mananciais de abastecimento urbano;
- Elaborar caracterização do alto curso da bacia do rio do Cravo e o diagnóstico preliminar das áreas lindeiras às nascentes presentes no Município de Erechim na BCRS25, (FEPAM, 2018).

## 1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De acordo com as etapas explicitadas da pesquisa trazemos o fluxo metodológico em conformidade com os processos realizados, foram: (1) Levantamento bibliográfico e revisão conceitual elementar; (2) Histórico cronológico dos marcos e avanços da temática hídrica no nível internacional e nacional e da questão jurídica; (3) Mapeamentos do recorte de pesquisa; (4) Diagnóstico prévio das nascentes a montante do ponto de transposição da microbacia do rio Cravo. A seguir o fluxograma da pesquisa:

Figura 1 - Fluxo Metodológico da pesquisa



A descrição do levantamento bibliográfico foi elaborado em sete etapas que consistem na (1), consulta realizada em janeiro de 2023, na base de dados no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes<sup>1</sup> dos Programas de Pós-Graduação do Brasil, foram considerados todos trabalhos localizados, recorte histórico entre 1987/2022; (2) os termos de busca/localizadores foram consultados individualmente: ‘Comitês de bacia hidrográfica’; ‘Bacia hidrográfica’ e ‘Planejamento ambiental’; (3) aplicação dos filtros de seleção, os filtros utilizados foram: ‘Grande Área Conhecimento’ e a ‘Área Conhecimento’; (4) quantificação do total dos trabalhos com e sem os filtros; (5) quantificação das dissertações e teses; (6) quantificação das Instituições; (7) apresentação do avanço dos trabalhos entre 2017 a 2022.

Para a sistematização do levantamento da formação Política Nacional das Águas; da proteção dos mananciais superficiais de abastecimento urbano foi realizado no mês de janeiro de 2023, em 3 etapas que consistiram na (1), elaboração do histórico das políticas de gerenciamento de recursos hídricos estaduais para sistematização do quadro nacional, consultado no Portal da Legislação – Estaduais, do Sistema de Apoio ao Processo Legislativo (SAPL)<sup>2</sup>, também realizado a consulta no município de Erechim/RS; (2) levantamento e elaboração do quadro histórico do PROGESTÃO<sup>3</sup>, os itens considerados foram: a criação da Política Estadual de Recursos Hídricos; Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH); o Fundo Estadual de Recursos Hídricos; o Plano Estadual de Recursos Hídricos; Órgão gestor de recursos hídricos e a quantidade de Comitês de Bacias Hidrográficas por estado. Após a coletada nas 27 unidades federativas (UF), elaborou-se uma tabela com apresentação do quadro político-institucional do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos das respectivas UF’s. A PNRH/1997 foi utilizada como referência temporal, considerou-se os registros mais antigos de início da tabulação para cada uma das etapas.

Para revisão da bibliografia fundamental foi realizado levantamento de busca, consulta e estudo de livros e artigos dos seguintes conceitos: (1) Ciclo das águas; (2) Bacias Hidrográficas; (3) Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas e (4) Geotecnologias. Segue a literatura utilizada para essa elaboração: Tucci (2001); Câmara; Davis; Monteiro (2001); Matias (2003); Santos (2004); Ramos (2005); Magalhães Júnior (2007); Silva; Rodriguez; Meireles (2011); Guerra, et al. (2012); Christofolletti (2015; 2017); Arana et al. (2018); Bezerra (2011; 2015; 2020); Gomes; Bianchi; Oliveira (2021);

O procedimento metodológico dos mapeamentos realizados foi pautado pelo conhecimento das técnicas do geoprocessamento, dos sistemas de informações geográficas

1 Consultado em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

2 Consultado em: <http://www4.planalto.gov.br/legislacao/portal-legis/legislacao-estadual/legislacoes-estaduais>

3 Consultado em: <https://progestao.ana.gov.br/panorama-dos-estados>

(SIG), apontam Câmara et al. (2001); Matias (2003); Bezerra (2011) e do Sensoriamento Remoto apresentam Novo (2010); Florenzano (2011); Panizza e Fonseca (2012). A partir disso foram organizados em 3 recortes espaciais, o (1) da Região Hidrográfica do rio Uruguai, com 3 produtos cartográficos; (2) da vertente gaúcha do rio Uruguai, com 2 produtos e o (3) da microbacia do rio Cravo, com 3 produtos cartográficos.

O mapeamento da Região Hidrográfica do rio Uruguai ocorreu em 3 etapas, realizadas em (1) elaboração cartográfica da área de estudo com três temas: Carta Hipsométrica; Classificação dos mananciais de abastecimento urbano e Vulnerabilidade dos mananciais. Toda produção cartográfica foi realizada por meio do *software* Qgis (3.28) no Laboratório de Geoprocessamento da UFFS, *campus* Erechim/RS. Para delimitação e produção cartográfica da área de estudo, foi realizada coleta dos dados matriciais e vetoriais das bases: BCRS25 (escala de mapeamento, 1:25000), FEPAM (2018)<sup>4</sup>; Malhas Territoriais, IBGE (2022)<sup>5</sup>; da ottocodificada da RHU, ANA (2016)<sup>6</sup> e do Atlas Água/Tipo de Sistema<sup>7</sup>, ANA (2021).

Através do site USGS/Earth Explorer<sup>8</sup> pertence ao Serviço Geológico dos Estados Unidos vinculado ao Departamento do Interior. Local de consulta e coleta das imagens *raster* do projeto SRTM (Missão Topográfica Radar Shuttle ou Missão Topográfica de Radar Embarcado), 1 Arc-Second Global<sup>9</sup>. Para abarcar a área do rio Uruguai são utilizadas 37 cenas, as informações para a localização estão inseridas no apêndice A. A elaboração da carta hipsométrica foi realizada em 2 etapas, a (1) geração do limite territorial da RHU, com o Sistema de Projeção Coordenadas Geográficas, Datum: SIRGAS 2000; e a (2) mosaico e recorte do *raster* SRTM, com o Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator – UTM/métricas, zona 22S.

A primeira carta gerada foi a hipsométrica (figura 1), com a seleção das camadas ‘Municípios’ do rio Grande do Sul e Santa Catarina em sobreposição com a camada ‘Drenagem’ ottocodificada da RHU, para iniciar o processo do mosaico das imagens com a ferramenta ‘mosaico de imagem’, a partir da coleta das 37 cenas da área. Em seguida foi realizado o recorte por máscara, selecionando os municípios integrantes da região

4 Disponível em: <http://ww2.fepam.rs.gov.br/bcrs25/>

5 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>

6 Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/search?keyword=Rio%20Uruguai>

7 Disponível em: [https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/55687001738641e090eda572941ce9c7\\_0/about](https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/55687001738641e090eda572941ce9c7_0/about)

8 Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

9 Consultado em: [https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)



hidrográfica. Em seguida foi gerado o *shp*, e realizado recorte do *raster* do SRTM com a ferramenta ‘recorte por máscara’ da área territorial da RHU, com a elaboração da carta hipsométrica. Esse procedimento forneceu a base para classificação altimétrica, foram utilizadas 6 classes. Para construção do *layout* da carta foram inseridas as camadas vetoriais ‘América Latina’; ‘País’; ‘Unidades federativas’ (RS e SC) e ‘Laguna dos patos’. Após organizado o mapa, acrescido os elementos essenciais e realizado a geração do *layout*, obteve-se o arquivo: *Hipsometria da Região Hidrográfica do Uruguai*.

Para a geração cartográfica dos mapas de *Classificação dos mananciais de abastecimento urbano* e de *Vulnerabilidade dos mananciais* foram utilizados as mesmas etapas, são elas (1) classificação pelo atributo ‘tipos de mananciais’ e ‘classes dos mananciais’; (2) separar e organizar entre os municípios de SC e RS. No mapa de *Classificação dos mananciais*, 4 classes foram indicadas: ‘Exclusivamente superficial’ e ‘subterrânea’; ‘Preponderante superficial’ e ‘subterrânea’, separados os respectivos municípios com o quantitativo entre os estados e o total da área. No mapa de *Vulnerabilidade dos mananciais*, as classes utilizadas foram: A2; B; C e D, ambas já caracterizadas pela ANA. As classes dos mananciais foram filtradas a partir dos respectivos municípios com o quantitativo entre os estados e o total. Na última etapa, para construção dos *layout’s* dos mapas, os arquivos (figura 2); (figura 3) foram gerados pelo *software*.

O mapeamento da vertente gaúcha do rio Uruguai foi realizado em duas etapas, foram (1) localização dos Comitês de Bacias da Região Hidrográfica do Uruguai; a (2) a quantidade dos municípios em cada Comitê do RS. As camadas *shp* utilizadas foram: ‘América Latina’; ‘País’; ‘Unidades federativas’ e ‘Municípios’ (RS e SC); ‘Bacia hidrográfica’ e ‘Laguna dos patos’. Após este procedimento foi identificado cada Comitê em sua respectiva Região Hidrográfica. Para geração dos *layout’s* foi consultado o banco de dados da SEMA/Painel sobre as Bacias Hidrográficas do Estado<sup>10</sup> para identificação dos dados coletados por Região Hidrográfica: Comitês Hidrográficos; População total; Municípios. Na finalização dos mapas os arquivos (figura 4); (figura 5) foram gerados pelo *software*.

Para elaboração da delimitação da microbacia do Cravo foram utilizadas as mesmas bases cartográficas dos primeiros mapeamentos, realizado em quatro etapas básicas, (1) identificação do canal principal; (2) a classificação da drenagem; (3) delimitação da bacia e (4) cota altimétrica dos municípios da microbacia do SRTM. A partir da camada ‘Trecho drenagem’ da BCRS25, FEPAM (2018) foi realizado o *shp* do rio

<sup>10</sup> Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/painel-bacias-hidrograficas>

Cravo, em seguida a classificação da drenagem. A partir da geração da camada de drenagem da microbacia, foi realizada a ‘seleção por localização’ das nascentes que tributam para o canal principal. Em seguida foi gerado as cotas altimétricas com o mosaico dos municípios da área, com a ferramenta ‘extrair contorno’, intervalos de 100 metros.

Para concluir a etapa da delimitação da microbacia utilizou-se a camada da drenagem, com as nascentes destacadas em sobreposição da cota altimétrica para vetorização dos pontos de cumeada. A vetorização foi realizada manualmente considerando o ponto inicial no exutório da drenagem e seguindo os pontos mais elevados e o declive altimétrico do relevo, sentido norte/sul e sudeste/oeste, delimitando a linha de cumeada. Após a delimitação concluída gerou-se a vetorização do *shp*. para recortar como máscara a camada *raster* (s28 w53) SRTM. Com as camadas cortadas realizou-se a elaboração da classificação altimétrica da microbacia em 5 classes, acrescentou-se a camada ‘Cidade’ para geração do *layout* da carta hipsométrica.

Em seguida para a hierarquização da drenagem as camadas ‘Limite’ e ‘Drenagem da microbacia’ foram sobrepostas, a partir da ferramenta de ‘categorização por valor/ordem’ a hierarquia de 6 classes de drenagem, conforme a metodologia proposta por Strahler, de acordo com Mapeiasul, (2017, apud FEPAM, 2018, p. 5). Em seguida foi possível realizar as contagens básicas fisiográficas da área de estudo, o cumprimento do canal principal e da drenagem, o perímetro e a área da microbacia. Ambos foram realizados na ferramenta ‘calculadora de campo’. Para as medidas dos canais fluviais, foi realizado na opção *length* a conversão para Km<sup>2</sup> e gerados os valores respectivos. Para as medidas da microbacia utilizou-se as opções *area* e *perimeter* com as respectivas conversões para Km e Km<sup>2</sup>. Em seguida foi possível realizar o *layout* do mapa.

Para geração do mapa de localização as camadas utilizadas e sobrepostas foram: ‘América Latina’; ‘Brasil’; ‘RS’; ‘SC’; ‘Apuaê-Inhandava’; ‘Passo Fundo’; ‘Municípios RS’; ‘Municípios fronteiriços’; ‘Limite das bacias hidrográficas’; ‘Canal cravo’; ‘Transposição’, em seguida realizou-se a geração do *layout* do mapa.

Foi utilizada a metodologia da interpretação visual de imagens satelitais para a vetorização da composição dos fragmentos arbóreos na área das nascentes a montante da transposição, seguimos como base em (NOVO, 2010); Florenzano (2011); Bezerra (2011; 2020); Arana et al (2018); Bezerra; Leal; Nunes (2020) e Silveira (2021). Foi realizada em 6 etapas (1) identificação e vetorização das nascentes da área de drenagem; (2) geração do *buffer* de 100 m<sup>2</sup> do ponto da nascente, pela ferramenta ‘Geoprocessamento/Buffer’; (3) identificação e vetorização dos fragmentos de mata e vegetação arbórea da área do *buffer*

criado; (4) identificação e vetorização das áreas úmidas; (5) geração do mapa da vegetação das nascentes e (6) criação da chave de identificação.

As vetorizações foram realizadas a partir do *OpenLayerPlugin – Bing Maps – Aerial* disponibilizada no *software*, na escala de mapeamento 1:25000 mesma escala da base utilizada da FEPAM (2018), a menor unidade mapeada foram os pontos das nascentes. Foi gerado o *buffer* de 100 metros a partir do ponto de cada nascente, a partir dessa delimitação realizou-se a identificação dos fragmentos de mata dessa área das respectivas nascentes. A vetorização e classificação das chaves de interpretação são processos realizados em conjunto, porém produtos distintos que auxiliam na identificação e mapeamento dos objetos geográficos imageados, de acordo com Florenzano (2011); Panizza e Fonseca (2012).

Desta forma para a elaboração das chaves de interpretação foi utilizado dez parâmetros de identificação/tipologia de uso do solo, a saber: (1) local da transposição; (2) trecho drenagem; (3) massa d'água; (4) área florestal; (5) cultura permanente; (6) cultura temporária; (7) solo exposto seco; (8) solo exposto úmido; (9) área edificada; (10) estradas. As classes utilizadas foram: Cor/Tonalidade; Textura; Padrão; Estrutura e Coordenadas/UTM. A partir desse procedimento foi realizado a identificação, interpretação, classificação e vetorização dos fragmentos de mata das áreas das nascentes, conforme Panizza e Fonseca (2012) e Silveira (2021).

A etapa final foi o diagnóstico da composição dos fragmentos arbóreos das nascentes do município de Erechim a montante da transposição. Após a vetorização realizada foram elaborados gráficos da Área de drenagem, do *buffer* e da vegetação por município; no segundo bloco Nascentes por município e vegetação por nascentes e a quantidade dos fragmentos por nascente; no terceiro bloco o Índice da vegetação e nascentes e área por município dos fragmentos acima de 1 ha; no último bloco foi realizado o detalhamento da vegetação por município. Os gráficos apresentam os valores da amostragem geral das nascentes a montante da transposição para realizar comparativo da composição arbórea e o nível de conservação em cada um dos 4 municípios.

Em relação a etapa do diagnóstico compõem no processo metodológico do Planejamento Ambiental das Bacias Hidrográficas, em conformidade com o trabalho Meio Ambiente e Urbanização na Micro-bacia do Areia Branca - Campinas (São Paulo) de Leal (1995, apud BEZERRA, 2011, p. 22). Utilizamos essa base teórica metodológica como direcionamentos basilares para formulação da presente pesquisa. A fase de diagnóstico é ao mesmo tempo síntese e uma generalização que integra a definição das unidades ambientais; do uso e ocupação dos solos (categoria vegetação); unidades de paisagem e a identificação

dos problemas ambientais, como evidenciado no fluxograma metodológico da pesquisa de (BEZERRA, 2011, p. 23).

Essa base referencial nos auxilia com os fundamentos elementares para construção e formulação das etapas básicas do presente trabalho, já apresentados pelo fluxograma da pesquisa. Nesse sentido o processo de compreensão teórica metodológica é realizada em consonância com as etapas desse estudo, em conformidade com as referências teóricas utilizadas. A elaboração e sistematização do diagnóstico é de grande relevância para compreensão da produção do uso do território e uma primeira avaliação das problemáticas ambientais de ocorrência no recorte espacial. Seguindo com base de Bezerra (2015), que realizou um inventário (etapa de análise) e diagnóstico (etapa de síntese e generalização), como processos basilares dos problemas ambientais identificados.

Corroborando com essa estrutura teórica metodológica, ressaltamos que em Santos (2009) no capítulo 5 “Temáticas e temas usados em planejamento ambiental” traz significativos apontamentos para formulação das etapas anteriormente descritas. Com isso, compreende-se a conjunção dessas abordagens técnico-científicas apresentadas nos estudos teóricos e práticos de Leal (1995); Bezerra (2015) e alguns pressupostos metodológicos com Santos (2009). O enfoque dado para o presente trabalho foi para a questão hidrográfica, em especial para as nascentes. Para realização desse diagnóstico, utilizou-se análise do uso e ocupação do solo da microbacia do Cravo, com a categoria vegetação arbórea de cada nascente do município de Erechim montante do ponto de transposição do rio Cravo.

Importante salientar que o diagnóstico elaborado para as nascentes de Erechim não configura uma amostragem completa e consolidada da dinâmica sócio territorial e do uso das terras desse recorte realizado. Evidencia uma caracterização inicial da conservação dos componentes arbóreos presentes nas áreas das nascentes estudadas. Com essa apresentação inicial é de fundamental importância um refinamento dos dados iniciais, bem como aprofundamento desses com demais categorias do uso e ocupação das terras. Após desse inventário e diagnóstico ambiental consolidados para os quatro municípios a montante da transposição (Quatro Irmãos; Erechim; Erebangó e Paulo Bento) é possível estabelecer os procedimentos para prognóstico dos cenários desejáveis para a segurança hídrica municipal.

## 2 A CRISE AMBIENTAL DO CONTEMPORÂNEO

Para a discussão da crise dos recursos hídricos é necessário compreender a crise ambiental contemporânea. Também compreendida como Antropoceno, conforme explicitado em Veiga (2012), a era da humanidade. Este paradigma incide nas alterações dos fluxos geocológicos, que foram intensificadas com a Revolução Industrial do século XIX. Nesse sentido, as alterações nos diversos ecossistemas, promovem constante mudança nos fluxos energéticos dos ciclos biogeoquímicos, a Era Humana reverbera em impactos na escala global planetária que influem na escala local e regional. Esse debate, é chamado pelo senso comum como a questão ambiental. Processo histórico marcado por transformações econômicas e políticas no contexto da Grande Guerra Mundial (1914 a 1945) e da Guerra Fria.

Nesse período existem muitos avanços tecnológicos (farmoquímica, petroquímica, bélica), ou seja, há um salto significativo na indústria química, com isso influencia no modo da produção socioespacial. No contexto da Guerra, a “corrida espacial” (a partir da década de 60), o movimento do êxodo rural modela uma nova configuração nos espaços rurais e urbanos, gerando novos fluxos migratórios e uma nova variação demográfica, processos que marcam o século XX.

### 2.1 A FORMAÇÃO DO MOVIMENTO AMBIENTAL AO LONGO DO SÉCULO XX

A questão ambiental pode ser entendida como novo paradigma, atrelado à concepção geopolítica crescimento econômico. Também em 1945 é instituída a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO)<sup>11</sup>, que estabelece processos para formação da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), instituída em 1948<sup>12</sup>. Esta, teve contribuição direta para a criação da Convenção do Patrimônio Mundial de 1972<sup>13</sup> (que teve relação para a formação de Estocolmo). Esses movimentos instituíram um debate político sobre a questão da fome e desigualdade social no mundo, tendo forte aderência com a então nova perspectiva: a questão ambiental.

Distintos eventos ocorreram a partir da década de 1950 que contribuíram para o movimento ambientalista, que marca a criação de importantes instituições globais da época. Um conjunto de desastres geradores de graves impactos, em decorrência de novos modelos dos bens de produção, podem ser associados ao avanço da agenda ambiental. Um dos episódios mais conhecidos (ainda no final da Grande Guerra Mundial) que marca a

---

11 Disponível em: <https://www.unesco.org/en/stories>

12 Acesso em: <https://www.iucn.org/about-iucn>

13 Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/convention/>

humanidade no século XX, foi o uso militar de ogivas nucleares para o bombardeio de Hiroshima e Nagasaki no Japão, em 1945. Outros episódios<sup>14</sup>, como o conhecido desastre na Usina Nuclear de Chernobyl, antiga União Soviética, em 1986, mostraram ao mundo a capacidade humana de autodestruição.

Ainda no decorrer da década de 1960, um dos marcos desse movimento, a importante obra da bióloga Rachel Carson, *Primavera Silenciosa* (1962) que relata o processo da toxicidade e bioacumulação de agrotóxicos nos Estados Unidos. é instituída a Política Ambiental dos Estados Unidos da América (EUA)<sup>15</sup>. Nesse período, no mundo ocidental, podemos observar a consolidação do movimento ambientalista/ecologista e, com isso, o início dos processos que redundariam, em diversas nações, atualmente as políticas ambientais.

Nas décadas seguintes entre os anos 70-80, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, capital da Suécia, em 1972, ficou consolidada o primeiro evento internacional a tratar sobre a questão ambiental. Gerou um marco no movimento ambientalista. Sobretudo pelo relatório Brundtland, *Our Common Future* - Nosso Futuro Comum, publicado em 1987, consolidou o debate sobre o meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

Ao longo dos anos 80 são formuladas distintas bases teórico-científicas sobre a noção de planejamento territorial e ambiental. Muitos avanços foram constituídos ao longo desses anos, sobretudo em conjunto da formação do Direito Ambiental que é instaurado com a (NEPA), em 1969. Com isso, revela o quanto foi preciso avançar para consolidar a noção de crimes ambientais e do conceito de meio ambiente como compreendido atualmente.

Importante mencionar, um marco no Brasil, sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº 6.938 de 1981<sup>16</sup>, institui a base da legislação ambiental nacional e, é um marco na perspectiva da proteção e conservação ambiental. Um dos aspectos que institui o quadro ambiental jurídico e técnico-político nacional. Destaca-se sobre a formação do Sistema Nacional do Meio Ambiente, no artigo 6º: “Os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental,

---

14 Conhecido caso de poluição em um rio e na baía da região, com a contaminação da biota aquática, teve efeitos de bioacumulação, também afetando a população e animais terrestres.

15 Foi através da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (National Environmental Protection Act-NEPA), aprovada pelo Congresso americano em 1969, que se deu tratamento metódico ao Estudos de Impacto Ambiental. A consagração deste princípio se deu com o surgimento, no final dos anos 60, nos Estados Unidos, do Estudo de Impacto Ambiental, mecanismo através do qual se procura prevenir a poluição e outras agressões ao ambiente, avaliando-se, antecipadamente, os efeitos da ação do homem sobre seu meio, incide os estudos de planejamento territorial e ambiental nesse contexto. (MILARÉ, 1998, p. 11).

16 Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)

constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente/SISNAMA”. Uma importante resolução que possibilitou avanços foi a CONAMA 01/1986, dispõem sobre os critérios básicos da avaliação de impacto ambiental.

Milaré (1998) discute os dez princípios que integram uma abordagem complexa do Direito Ambiental, são fundamentais, a compreensão individual destes e a sua integração, que poderá prover uma leitura crítica sobre políticas ambientais, sejam elas a brasileira ou internacionais. Vejamos os princípios citados: (1) do ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental da pessoa humana; (2) da natureza pública da proteção ambiental; (3) do controle do poluidor pelo Poder Público; (4) da consideração da variável ambiental no processo decisório de políticas de desenvolvimento; (5) da participação comunitária; (6) do poluidor-pagador; (7) da prevenção; (8) da função socioambiental da propriedade; (9) do direito ao desenvolvimento sustentável; (10) da cooperação entre os povos.

Ao contrário, se a defesa do meio ambiente é um dever precipuamente do Estado, que só existe para prover as necessidades vitais da comunidade, “torna-se possível exigir coativamente até, e inclusive pela via judicial, de todos os entes federados o cumprimento efetivo de suas tarefas na proteção do meio ambiente”. [...] De fato, é fundamental o envolvimento do cidadão no equacionamento e implementação da política ambiental, dado que o sucesso desta supõe que todas as categorias da população e todas as forças sociais, conscientes de suas responsabilidades, contribuam à proteção e melhoria do ambiente, que, afinal, é bem e direito de todos. Exemplo concreto deste princípio são as audiências públicas em sede de estudo prévio de impacto ambiental. (MILARÉ, 1998, p. 3).

Importa ressaltar a relevância do crescimento e do desenvolvimento econômico<sup>17</sup>, enquanto elementos fundamentais, para discussão e entendimento, dos princípios destacados por MILARÉ (1998). A noção de desenvolvimento sustentável é central, sendo um importante conceito para a discussão e entendimento dos princípios já mencionados. Este conceito se relaciona com outros discorridos nesse panorama. Milaré (1998) mantém seu foco na perspectiva jurídica dos princípios em questão, fundamentais à constituição do chamado Direito Ambiental.

“Princípios do conhecimento” designa aquilo que, em nosso processo de conhecer e de buscar a verdade das coisas, é o primeiro e o mais fundamental. [...] O conceito de princípio fundamental não se confunde com a noção de causa nem com a de elemento. Não é causa, porque aquilo que resulta do princípio não é seu efeito. Não é elemento, porque não funciona como parte na formação de um todo. É, antes um pressuposto que se estabelece como fundamento e ponto de partida. Ora, a ciência jurídica que, em última análise, se ocupa da conduta humana, quer individual quer socialmente, procura tirar suas fundamentações da natureza das coisas mesmas, desenvolvendo-as ao depois, de modo que a organização da sociedade através de um

---

17 O desenvolvimento sustentável é definido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”, podendo também ser empregado com o significado de “melhorar a qualidade de vida humana dentro dos limites da capacidade de suporte dos ecossistemas”. (MILARÉ, p. 7).

Estado possa atingir mais fácil e fielmente as formas que correspondam ao fim último do mundo natural e da coletividade humana. (MILARÉ, 1998, p. 9).

A relação entre os conhecimentos técnicos das ciências ambientais, em consonância com as jurídicas, é um desafio para pesquisadores e gestores, que deve observar axiomas epistêmicos das respectivas áreas do conhecimento. A seguir apresentamos um quadro com os principais eventos e Convenções em âmbito internacional com relação e contribuição para a formação da questão ambiental, entre o século XX e XXI. Importante salientar que não se trata apenas dos listados, esse quadro é apenas um demonstrativo do delineamento histórico dos acordos e tratados elaborados sobre as mudanças ambientais e climáticas.

Quadro 1 – Síntese Cronológica do Ambientalismo no século XX

Organização da Alimentação e Agricultura (FAO) - 1945
Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) - 1945
União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) - 1948
Organização Meteorológica Mundial (OMM) - 1950/51
União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS) - 1961
Programa de Alimentação Mundial (PAM) - 1961/63
Código Florestal, Lei nº 4.771 de 1965
Clube de Roma - 1968
Convenção de Viena - 1969
Estados Unidos - National Environmental Protection Act (NEPA) - 1969
Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano em Estocolmo - 1972
Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) - 1972
Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938 de 1981
Protocolo de Montreal - 1987
Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC) - 1988
Constituição Federativa da República do Brasil - 1988
Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) 'Earth Summit' - Eco92 – Rio92 / Agenda 21 / Carta da Terra
Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - 1992
Protocolo de Quioto - 1997
Política Nacional dos Recursos Hídricos, Lei nº 9.433 de 1997
Agência Nacional das Águas (ANA), Lei nº 9.984 de 2000
Política Nacional sobre Mudança do Clima, Lei nº 12.187 de 2009
Rio + 20 - 2012
Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) - 2015

Fonte: Autores (2023)



## 2.2 OS IDOS DO SÉCULO XX E A URGÊNCIA AMBIENTAL

Veiga (2012), nos mostra que há vasta literatura científica dedicada à temática ambiental, com diversas abordagens, temas e metodologias, que reforçam o caráter multidisciplinar deste campo do conhecimento. Sejam das Ciências Exatas e da Terra; Biológicas; Ambientais ou Humanidades, o entendimento das questões ambientais carece da tentativa de síntese, o que nos remete a Geografia enquanto ciência fundamental para o enfrentamento da crise ambiental. Na presente discussão a abordagem corrobora com as teses que apontam sobre as muitas faces que interconectam e intensifica a crise ambiental contemporânea, promovida pelo modelo de produção social das relações de produção capitalistas. Com gênese direta nos processos econômicos, políticos, culturais, sociais e ambientais, como apontam: Leff (2011); Veiga (2012); Gonçalves (2012); Marques (2014).

A crise da gestão hídrica é uma das facetas da crise ambiental, com influência direta na mudança do uso das terras, promovidas por uma lógica imediatista do lucro. De acordo com Veiga (2012), evidencia uma discussão sobre crescimento e desenvolvimento econômico, os impasses e a utopia de um desenvolvimento sustentável. Ainda nesse ponto, o autor, traz uma importante contribuição sobre a noção da justiça social e desenvolvimento sustentável, ambas categorias como uma proposição de alcance, que esbarram na contradição do crescimento econômico. Desafios postos pelo modelo de produção social excedente, intensificado pela Revolução Industrial no decorrer do século XVIII, com ampliação e aumento na formação da Globalização, com os processos ocorridos no século XX, aponta Santos (2001). Aspectos trazidos no decorrer desse capítulo. Esses elementos apontam sobre os desafios da justiça social e o tão falado desenvolvimento sustentável, para alcançar o fim da fome, da pobreza e dos desequilíbrios ambientais.

A noção de meio ambiente e desenvolvimento sustentável são consolidados e amplamente difundidos no contexto do Relatório Brundtland, posteriormente com maior profundidade com a Carta da Terra e os diversos tratados sobre controle das emissões de poluentes atmosféricos. Essas afirmativas contribuem para a formação de uma Governança Ambiental, aliada a uma noção tripartite, que relaciona as instituições públicas; as privadas e a sociedade civil, aliada com a Gestão e ao Planejamento Ambiental. Apesar desses avanços e mudanças no panorama político internacional, ainda assim, mudanças necessárias não foram estabelecidas nos modos de produção/distribuição/consumo da atual sociedade.

Esses pontos são ressaltados, pois existem polos díspares da perspectiva ambiental. Uma primeira narrativa, que as decisões e acordos políticos que são elaborados cumprem o

papel da urgência climática. Como exemplo, temos anualmente a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima, as (COP's), a última edição, a 27<sup>a</sup>, ocorreu entre os dias 06 a 18 de novembro de 2022.<sup>18</sup> Também ocorre o aprofundamento de discussões corroboradas pelos estudos técnicos do Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC)<sup>19</sup>. “As mudanças climáticas induzidas pelo ser humano estão causando perturbações perigosas e generalizadas na natureza e afetando a vida de bilhões de pessoas em todo o mundo, [...]” Relatório de 2022, intitulado *Mudança Climática 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade*.

O contexto da crise da gestão das águas é intensificada pelas alterações do uso das terras e o aumento da poluição hídrica, estabelece desse modo um dos produtos da atual crise ambiental. Nesse sentido essa compreensão é fundamental para o avanço de pesquisas e estudos dessa temática, seja para análises de diagnósticos e prognósticos ambientais, ou de elaborações de Planos, Projetos e Programas para Gestão das Águas, como estabelecido em Magalhães Júnior (2011). O descrito promove breves apontamentos e reflexões acerca da crise ambiental do contemporâneo e uma de suas lacunas, a crise da gestão das águas, por ser a temática da presente pesquisa.

### 2.3 CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA POLÍTICA DE PROTEÇÃO DAS ÁGUAS

Nesse sentido é compreendido como o avanço da questão ambiental foi e é necessária para melhor monitoramento e fiscalização dos impactos ambientais, bem como para a compreensão dos níveis de fragilidade e restauro geocológico. Essa interação entre Natureza/Sociedade que se consolida como Meio Ambiente é o caráter decisivo para compreensão das pautas ambientais. Ou seja, é necessário uma visão holística que integre os elementos que condicionam a vida na terra, esses não estão isolados, bem como a vida social, são necessariamente dependentes dos sistemas geocológicos, por isso, a interconexão entre os aspectos físicos, químicos, bióticos e sociais/culturais, apontam (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2017).

Em *Epistemologia Ambiental*, Leff (2011), nos traz profundas discussões sobre a perspectiva ambiental, que é uma compreensão possível entre Natureza e Sociedade, reflete também sobre a crise ambiental, esta se torna um dos produtos da crise epistemológica atual. Ressalta-se aqui a urgência dos Planos; Programa; Projetos pautados pelo planejamento

---

18 Consultado em: <https://cop27.eg/#/>

19 Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorios/sexta-relatorio-de-avaliacao-do-ipcc-mudanca-climatica-2022>

territorial/ambiental. Essa perspectiva de integração entre os saberes das ciências ambientais possibilita enfrentamentos para a superação da crise da gestão hídrica relacionando no recorte teórico metodológico trazido nesta pesquisa dos campos da Geoecologia das Paisagens; Hidrogeografia; Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas.

Acerca da discussão da evolução das regras jurídicas internacionais aplicáveis aos recursos hídricos, como apresentam Oliveira; Junior (2015, p.2) apontam uma série de eventos que contribuíram para a formação. Com destaque mencionam o “Regulamento de uso da água de rios internacionais, aprovado em Helsinque, Finlândia, 1966”.

No panorama internacional, vale ressaltar a Conferência de Mar Del Plata, na Argentina em 1977, organizada pela ONU, com a temática da crise hídrica sob o foco central dos debates. Para além da busca por uma regulação internacional para uso da água, ocorre uma nova compreensão sobre a questão hídrica em nível mundial. Nesse contexto é consolidada essa concepção do planejamento e da gestão das águas, com influência na dinâmica econômica, política, social e ambiental.

Foi aprovado um Plano de Ação contendo recomendações como: a busca da eficiência no uso da água; o controle da poluição dos recursos hídricos e suas implicações para a saúde humana; planejamento para o uso da água; educação e pesquisa sobre o emprego e destino dos recursos hídricos; e estímulo à cooperação regional e internacional. [...] A meta que deveria ter sido alcançada até 1990 foi prorrogada para 2015, pela Declaração do Milênio, estabelecendo-se ainda garantia desses serviços essenciais de fornecimento de água e saneamento à metade da população sem acesso. [...], a criação, pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco), do Programa Hidrológico Internacional, com o objetivo de padronizar a coleta de dados sobre água no mundo. (OLIVEIRA; JUNIOR 2015, p. 4).

Os mesmos autores nos apresentam outros encontros e conferências que foram estruturantes, destacamos: a Conferência Internacional da Água e Meio Ambiente, Dublin, Irlanda, 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio de Janeiro, 1992) e a construção da Agenda 21, a Conferência Ministerial de Água Potável e Saneamento (Noordwijk, Holanda, 1994), Convenção sobre o Direito de Uso dos Cursos D'Água Internacionais para Fins Distintos da Navegação (ONU, 1997), a Conferência Internacional sobre Água e Desenvolvimento Sustentável (Paris, 1998), a Conferência Internacional da Água (Bonn, Alemanha, 2001), Conferência Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (Johanesburgo, África do Sul, 2002).

Ainda nessa abordagem, os autores ressaltam a contribuição da sequência do Fórum Mundial da Água, e o terceiro, em 2003, em Kyoto no Japão, foi realizado uma avaliação dos recursos hídricos em nível mundial e “[...], nessa avaliação alertou-se para o fato de que, se a inércia persistir, a crise mundial da água alcançará nos próximos anos proporções sem

precedentes e aumentará a crescente penúria de água por habitante em muitos países em desenvolvimento.”, *Ibidem* (p. 12). A partir desse período ocorre avanços e mudanças significativas na temática da gestão das águas, em escala mundial e nacional.

### 2.3.1 A urgência da Segurança Hídrica

O termo “crise hídrica” está cada vez mais presente nos estudos, pesquisas, modelos ambientais, relatórios globais, e demais documentos oficiais reconhecidos mundialmente. Mesmo com o aumento dessas pesquisas não diminui, ao menos significativamente, as populações que vivem sem acesso à água potável ou com a quantidade mínima saudável, isso revela a urgência e calamidade a serem enfrentadas. Pois como apontado pelo *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020: água e mudança climática* (p. 2)<sup>20</sup>, a incidência da escassez e da perda da qualidade das águas sofre influência direta com as mudanças climáticas

Ao final do período dos objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM, 2000–2015), 91% da população mundial utilizava fontes de água potável em melhores condições, e 68% utilizavam instalações sanitárias melhoradas. Ainda há muito a ser feito para alcançar os novos e mais altos níveis dos serviços de abastecimento de água e saneamento, administrados com segurança conforme definido pelos ODS, para os 2,2 bilhões e 4,2 bilhões de pessoas, respectivamente, que não possuem esse nível superior de serviço. (ONU, 2020, p. 5).

Essa discussão é cada vez mais importante e necessária, para construirmos estratégias de convivência e enfrentamento das mudanças climáticas e alteração dos sistemas terrestres, como os fluxos geobioquímicos com consequências no ciclo hidrológico. A dinâmica das águas por sua vez, sofre com essas mudanças.

O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas de agosto de 2021<sup>21</sup> remonta o quadro de urgência ambiental e fortifica o debate sobre o Antropoceno. Existe uma relação direta entre as alterações climáticas e a crise hídrica<sup>22</sup>. Nesse sentido essa construção traz alguns elementos de compreensão que relaciona com a crise ambiental na escala global e suas causas no local, de modo que sejam considerados os aspectos jurídicos, econômicos, ambientais e como esses se envolvem nos processos políticos.

No ano 2000, com a criação da ANA, há uma consolidação concreta da gestão das águas no território, no contexto legal e administrativo, esta, que também é responsável pelo

20 Consultado em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372882>

21 Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/>

22 Alguns estudos para o caso brasileiro: <https://jornal.unesp.br/2021/10/18/crise-climatica-potencializa-falta-de-agua-no-brasil/>; <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2021/07/pesquisadores-explicam-a-relacao-entre-mudanca-do-clima-e-crise-hidrica-no-brasil>

(SNIRH). Desde então, a Agência trabalha no desenvolvimento das informações sobre a “Divisão hidrográfica; quantidade e qualidade das águas; usos de água; disponibilidade hídrica; eventos hidrológicos críticos; planos de recursos hídricos; regulação e fiscalização dos recursos hídricos e programas voltados a conservação e gestão dos recursos hídricos.”. E é composto “por um conjunto de sistemas computacionais, agrupados em: gestão e análise e dados hidrológicos; para regulação dos usos de recursos hídricos; para planejamento e gestão de recursos hídricos.”, (ANA, 2023)<sup>23</sup>.

No panorama internacional, ocorrem avanços na questão da avaliação das águas mundiais, com organização da (ONU). Com contribuição para o país, uma concepção de grande relevância nessa perspectiva é a obra *Gestão das Águas no Brasil* de Tucci (2001), ainda na apresentação do livro, escrito por Jorge Werthein, então diretor da UNESCO no Brasil na época, consta;

A UNESCO, cumprindo mandato em nome do Sistema ONU, conduzirá um ambicioso programa de “Avaliação dos Recursos Hídricos Mundiais” e publicará, em 2002, um “Informe sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo” que será atualizado a cada dois anos. Esse informe incluirá uma análise global de recursos hídricos e examinará os avanços alcançados no cumprimento dos objetivos ligados à água definidos pela Agenda 21, que foi um dos documentos adotados na Rio 92. [...] A avaliação e o prognóstico do desenvolvimento sustentável dos Recursos Hídricos de um país trata da integração dos componentes dos sistemas naturais com o socioeconômico. Esses elementos foram analisados, considerando-se cenários de desenvolvimento econômico e social, buscando-se, assim, identificar a Visão esperada para o país. (TUCCI, 2001, p. 11).

Na obra referida descreve importantes questões acerca da área ‘Cenários possíveis’, elenca 3 cenários e as ‘Tendências’, ressalta-se o item Institucional, como consta:

O desenvolvimento institucional é a condição básica para todo processo de gerenciamento do País. No âmbito do cenário de 2025, provavelmente haverá um conjunto legal instituído consolidado, mas com grandes variações regionais quanto à sua implementação. A tendência é que, nas áreas onde o conflito pelo uso da água seja mais intenso, sejam estabelecidos acordos devido à necessidade de se chegar a soluções. Nas regiões sem um aparente conflito, poderão ocorrer discussões mais prolongadas com processo decisório pouco efetivo. Essa situação, por um lado, é benéfica por seu caráter didático, mas, por outro, não favorece o processo de planejamento. No entanto, o fator de demonstração poderá alterar esta tendência. No tocante às metas seguramente existirá a tendência de alguns setores em acompanhar o cenário econômico e, de outro, o cenário de valores sociais em função da região, das condições econômicas e da politização da população. (TUCCI, 2001, p. 15)

Ainda em 2002 é lançado uma importante obra do professor Carlos Tucci *Regionalização de Vazões*, que apresenta metodologias de regionalização hidrográficas, uma contribuição direta para a regionalização das Bacias Hidrográficas do Brasil.

---

<sup>23</sup> Consultado em: <https://www.snirh.gov.br/portal/snirh-1/aceso-tematico>.

Para além dos estados que já haviam elaborado suas políticas e para os que estavam no processo, em 2003, através da Resolução do CNRH nº 32, de 15 de outubro<sup>24</sup>, que “institui a Divisão Hidrográfica Nacional, implementando as regiões hidrográficas, [...], com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos.” sendo este plano, um grande avanço da gestão das águas no Brasil. A seguir a tabela da divisão hidrográfica nacional.

Tabela 1 - Unidades Nacionais de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

<b>Região Hidrográfica</b>	<b>Bacia Hidrográfica – abrangência interestadual</b>
<u>Amazônica</u>	Amazônica
<u>Tocantins-Araguaia</u>	Tocantins-Araguaia
<u>Atlântico Nordeste Ocidental</u>	Gurupi
<u>Parnaíba</u>	Parnaíba
<u>Atlântico Nordeste Oriental</u>	Piranhas-Açu; Curimataú (Trairi / Pirangi Jacú / Grajaú / Cati); Goiana/Litoral Sul PB; Una/Jacuípe; Mundaú (Pratagi Alagoas /São Miguel / CELMM)
<u>São Francisco</u>	São Francisco (incluindo Bacia do Rio Verde Grande)
<u>Atlântico Leste</u>	Vaza Barris (Real/Piauí SE); Jequitinhonha/Pardo (Araçua/Extremo Sul BA - Baixo/Jucuruçu/ Itanhaém / Buranhém); Mucuri / Extremo Sul BA; Itaúnas /São Mateus
<u>Atlântico Sudeste</u>	Doce/Barra Seca; Itabapoana/Itapemirim; Paraíba do Sul; Ribeira do Iguape/Litoral Sul SP
<u>Paraná</u>	Paranaíba; Grande; Iguaçu; Piracicaba/Capivari/Jundiá – PCJ; Parapanema
<u>Uruguai</u>	Uruguai
<u>Atlântico Sul</u>	Mampituba/Araranguá/Urussanga
<u>Paraguai</u>	Paraguai

Fonte: (ANA, 2006)

24 Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2032.pdf>

As primeiras décadas dos anos 2000, constituem um período de importantes avanços na gestão das águas no Brasil. Ressaltamos, além da institucionalização da ANA, atual Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, a Regionalização Hidrográfica brasileira, mencionados anteriormente. Merece destaque: ‘O Programa Saneamento Para Todos’, promulgado pela resolução ANA nº 476, de 31 de maio de 2005, que é um marco no panorama nacional. Vejamos seu objetivo, consta:

Promover a melhoria das condições de saúde e da qualidade de vida da população urbana por meio de ações de saneamento, integradas e articuladas com ações de outras políticas setoriais, por meio de empreendimentos destinados ao aumento da cobertura e ao desenvolvimento institucional dos serviços públicos de saneamento básico, compreendendo abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos, ao adequado manejo de resíduos da construção e demolição e a preservação e recuperação de mananciais. (BRASIL, 2005).

Ainda na mesma Resolução, no item 2, em Modalidades, no parágrafo 2.8: “Preservação e Recuperação de Mananciais. Destina-se à implementação de ações relativas à preservação e recuperação de mananciais para o abastecimento público de água”. Continuando nessa construção, outro elemento com importante contribuição, é o quadro de avaliação do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH):

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos, por meio da Resolução nº 58/2006, atribuiu à ANA a responsabilidade pela elaboração do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, de forma sistemática e periódica. A primeira versão do Relatório de Conjuntura foi publicada em 2009 e, desde então, a publicação vem sendo apresentada por meio de dois documentos: o Relatório de Conjuntura, que traz um balanço da situação e da gestão dos recursos hídricos com periodicidade quadrienal, e os Relatórios de Conjuntura – Informes, atualizações de periodicidade anual. (ANA, 2023)<sup>25</sup>.

Importa ressaltar o Programa de Aceleração de Crescimento – PAC, criado em 2007, que visou avanços na infraestrutura, como: habitação social, saneamento básico, transporte, eletricidade, como apontam Jardim; Silva (2015). Também em 2007, foi desenvolvido o Projeto da Transposição do Rio São Francisco, realizado em conjunto de diversas entidades públicas e privadas, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional, com início da execução das obras em 2007<sup>26</sup>. Nesse contexto, surge uma política de segurança hídrica nacional de caráter de obras para infraestrutura de transposição de recursos hídricos. Em 2011, ressaltamos o Programa Água para Todos, associados ao Programa Segurança Alimentar e Nutricional.<sup>27</sup>

25 Consultado em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>

26 Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/transposicao-sao-francisco>

27 Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/dadosabertos/317-secretaria-nacional-de-programas-urbanos/agua-para-todos/6076-agua-para-todos>

Os projetos anteriormente mencionados, tiveram influências na gestão das águas em âmbito nacional, tratando de enfrentamentos para abastecimento hídrico urbano, seca no Nordeste, demais questões com relação aos recursos hídricos. É importante ressaltar que esse período elenca a construção de um plano político econômico que ocorreu ao longo desses anos. Isso evidencia como a gestão das águas tem caráter decisivo em diversas políticas públicas que tange a segurança nacional.

Importante destacar o aspecto do Direito Humano à Água e Saneamento deliberada pela Resolução A/RES/64/292 de 2010 da ONU<sup>28</sup>, que tem direta relação para redução da pobreza e desenvolvimento sustentável, basilar para os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Esse contexto trazido evidencia alguns elementos que constrói o panorama da evolução histórica da gestão dos recurso hídricos da seca e crise hídrica nacional. A partir disso, o PL 2447/2007<sup>29</sup> institui a Política Nacional de Combate e Prevenção à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, então promulgada como Lei nº 13.153 em 2015.

No Brasil, as principais áreas suscetíveis à desertificação são as regiões de clima semiárido ou subúmido seco, encontrados no Nordeste brasileiro e no norte de Minas Gerais. Essa região abrange 1.201 municípios, em um total de 16% do território do país, e incorpora 11 estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. A região também concentra 85% da pobreza do País. (Agência Senado, 2015).

A partir do delineado no presente capítulo, discorreu-se acerca da chamada crise ambiental do contemporâneo, com destaque para a questão da água. Para compreensão desse cenário é possível ser discutido com distintas interfaces, já que é uma questão multidisciplinar, também com multidimensionalidade. Pelo presente da temática, buscou-se para esses primeiros apontamentos conexões diretas com a construção política das águas, na perspectiva da segurança hídrica, no nível internacional e nacional. Esse cenário contribui diretamente com avanços no debate da crise da gestão das águas.

---

28 Consultado em:

[https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human\\_right\\_to\\_water\\_and\\_sanitation\\_media\\_brief\\_por.pdf](https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf)

29 Consultado em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=377206>



### 3 BACIAS HIDROGRÁFICAS E A BOA GESTÃO DAS ÁGUAS

#### 3.1 CICLO DAS ÁGUAS E SUAS ETAPAS

Para observarmos o ciclo das águas, não basta uma visão focada nos quantitativos deste fenômeno, mas a busca de uma visão integrada. As relações entre produção do espaço e ciclo das águas são muitas, e:

O ser humano com suas diversas formas de organização ao longo do processo histórico de apropriação do espaço planetário acabou por desenvolver múltiplos modos de relação com a natureza externa ao seu corpo. Assim as sociedades constituídas após a primeira revolução industrial foram gradualmente criando novas finalidades e técnicas de uso da água. Na sociedade moderna a complexidade cresceu com o surgimento de demandas conflitantes entre usuários. (BEZERRA, 2011, p. 19).

As interfaces inerentes ao ciclo das águas enquanto fenômeno é tema de pesquisa em diferentes campos do conhecimento com múltiplos caminhos teórico-metodológicos. Áreas como a Hidrologia, Meteorologia, Biologia, Engenharias, Climatologia, Meteorologia, entre outras, descreveram, quantificaram e qualificaram o ciclo das águas. Construindo diferentes abordagens, neste trabalho, leitoras e leitores encontrarão a Hidrogeografia e Geoecologia das Paisagens como fundo teórico que arquita o trabalho de conclusão de curso aqui presente.

A água é um elemento natural que está relacionado a diversos fatores físicos, químicos e biológicos elementares, substancial para a manutenção da vida no planeta. Dentre esses fatores, interfere no nível de intemperismo, no ciclo erosivo, no modelado do relevo, no nível hídrico dos rios, nos sistemas socioprodutivos. Nesse sentido, como reflete Gonçalves (2012) ressalta-se a necessária compreensão da concepção de território das águas, isto é, a influência/atuação social nesse ciclo.

Porém, sua distribuição no planeta não ocorre de maneira homogênea, existe regiões com abundância hídrica e outras em regime de seca e estiagem, vejamos o caso, da Bacia Amazônica e o deserto do Atacama, ambas na América Latina. Ou seja, é preciso observar os processos naturais ecológicos de cada região, e as mudanças promovidas por ações antrópicas, nos regimes pluviométricos.

É preciso observar a conjuntura contemporânea, onde acreditamos que a Geografia, enquanto disciplina científica tradicionalmente em busca da síntese, se mostra como a disciplina dentre as mais habilitadas para o enfrentamento dos chamados problemas ambientais, Bezerra (2011). Assim, a crise ambiental contemporânea e seus elementos como: o acúmulo da produção e concentração, de riqueza e bens naturais difusos, utilizados nos circuitos socioeconômicos acarretam mudanças significativas no uso e ocupação das terras. Resultando em interferências estruturais nas dinâmicas geoecológicas.

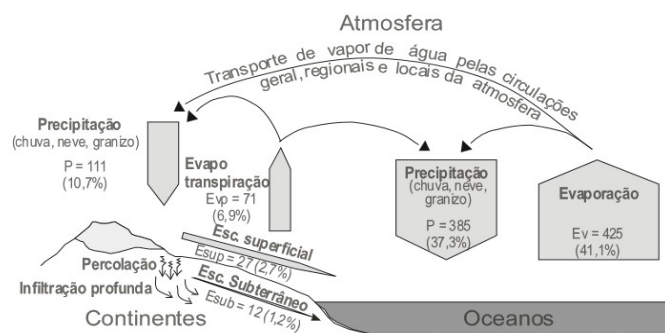
Nesse sentido é fundamental a compreensão desse processo na dinâmica da geoesfera, com relação direta nos estudos das Bacias Hidrográficas, como evidenciam, Christofolletti (1980); Ramos (2005). Como um sistema complexo e fechado, e também aberto. Fechado, pois a circulação de seus gases e fluidos se mantém na órbita terrestre, o princípio da Preservação, mas também aberto, por receber Energia e Matéria do Cosmos, como aponta Ramos (2005). O ciclo das águas pode ser compreendido de diversas maneiras, a princípio, é necessário apresentar a Hidrosfera e o Ciclo Hidrológico à escala global, para um primeiro entendimento macro.

As etapas básicas do ciclo das águas podem ser sintetizadas em cinco. São elas: precipitação; interceptação; escoamento superficial e subsuperficial; infiltração subterrânea; evaporação e evapotranspiração. Nas bacias continentais (foco da Hidrogeografia), nas bacias oceânicas, o maior dinamismo é da evaporação e precipitação, ainda em Ramos (2005). Ainda sobre a importância da evapotranspiração:

É tão importante quanto à chuva, pois enquanto uma representa o quanto entra de água no sistema solo-planta, a outra representa o quanto é perdido de água dos solos ou da planta para a atmosfera. Grosso modo, o resultado do balanço entre a chuva e a evapotranspiração e o quanto fica armazenado no solo, é denominado de balanço hídrico e é determinante do tipo de vegetação natural que ocorre em uma região, influenciando na formação dos biomas. O balanço hídrico também auxilia na definição do calendário agrícola de uma região e é útil no dimensionamento dos sistemas de irrigação. (EMBRAPA, 2012, p. 23).

O Sol é o principal agente fornecedor de energia para as dinâmicas do ciclo das águas. Responsável pela entrada de energia no Sistema Terra com interação entre os fluxos geocológicos. Importante ressaltar a taxa e os regimes pluviométricos e da evaporação/evapotranspiração em cada unidade de análise, pois reverberam nos valores de entrada e saída de água do sistema. De acordo com Ramos (2005, p. 32) que demonstra os “Tipos de fluxos e volumes de água movimentados no ciclo hidrológico anual do Planeta (em milhares de km<sup>3</sup>)”. A proporcionalidade entre precipitação, evaporação e escoamento em relação ao fluxo hídrico. A seguir apresenta-se o demonstrativo dessa distribuição.

Figura 2 – Distribuição da água no ciclo



Fonte: (RAMOS, 2005, p. 32)

Esses estágios podem ser estudados como índices para obtenção de análise quantitativa hídrica da unidade em questão, fundamental para compreensão do regime hidrográfico. Em conjunto desses, a vazão do escoamento superficial e subsuperficial também interfere nesse balanço, como aponta Christofolletti (1999). A atualização desses dados se faz necessária, pois o uso e a ocupação das terras tem influência direta nesse processo, seja pela perda da vegetação e/ou descaracterização da cobertura do solo, na impermeabilização do solo, no aumento da urbanização, entre outros exemplos.

A seguir apresentamos um quadro dos grandes reservatórios naturais de água no planeta, explicita a repartição de água no Sistema, de acordo com Ramos (2005). Os dados são de acordo com os trabalhos da UNESCO 1978, em Chow, Maidment, Mays, 1988.

Quadro 2 – Distribuição da água na Terra

Subsistema	Volume (km <sup>3</sup> )	%
Oceanos	1.338.000.000	96,538
Continentes	47.971.710	3,461
Atmosfera	12.900	0,001
Total	1.385.984.610	100

Fonte: (RAMOS, 2005, p. 34)

O quadro a seguir evidencia a proporção dos reservatórios de água doce no planeta.

Quadro 3 – Distribuição da água doce na Terra

Reservatórios		Volume (km <sup>3</sup> )	%	estado dominante
Continentes	Calotes de gelo e glaciares	24.364.100	69,554	sólido
	Toalhas aquíferas	10.530.000	30,060	líquido
	Lagos	91.000	0,260	«
	Água no solo	16.500	0,047	«
	Pântanos	11.470	0,033	«
	Rios	2.120	0,006	«
	Biota	1.120	0,003	«
Atmosfera		12.900	0,037	gasoso
Total		35.029.210	100	--

Fonte: (RAMOS, 2005, p. 34)

Esses conceitos básicos são essenciais para compreensão preliminar da dinâmica do ciclo das águas e as interferências causadas pelo atual modelo socioprodutivo. Nessa abordagem, se torna necessário a compreensão de nascente, em decorrência das distintas definições encontradas. De acordo com Guerra (1993, p. 301) “o mesmo que cabeceira de um rio. Geralmente não é um ponto e sim uma zona considerável da superfície da terra.” Na Lei 12.651/2012<sup>30</sup>, encontra-se no artigo 3º, parágrafo “XVII - nascente: afloramento natural do

30 Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)

lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água". Na resolução CONAMA 303/2002<sup>31</sup>, dispõem sobre as áreas de preservação permanentes, no artigo 2º, parágrafo "II - nascente ou olho d'água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea". No presente trabalho, tivemos como base para a noção de nascente a BCRS25, FEPAM (2018), da categoria Hidrografia – 'Trecho Drenagem'.

### 3.2 A BACIA HIDROGRÁFICA: COMO RECORTE FUNDAMENTAL

Como apresentado anteriormente, existe um acúmulo de pesquisas dessa temática no país, a partir desse cenário elenca-se o referencial teórico estudado, os livros utilizados foram: *Modelagem de Sistemas Ambientais* Christofolletti (1999); *Introdução à ciência da geoinformação* Câmara; Davis; Monteiro (2001); *Planejamento Ambiental teoria e prática* Santos (2004); *Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas (tomo 1) "Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas"* Silva; Rodriguez; Meireles (2011); *Análise da multidimensionalidade dos conceitos de bacia hidrográfica* Gomes; Bianchi; Oliveira (2021). A partir desse quadro bibliográfico, é discutido e construído o presente tópico; o histórico da formação conceitual, em seguida, algumas contribuições e avanços teórico-metodológicos que relaciona aos conceitos.

Importante ressaltar a contribuição da Geografia para a temática, bem como do avanço teórico conceitual, tendo em vista o quantitativo dos trabalhos publicados nos PPG's de Geografia desde 1987 no decorrer dos anos. Nesse sentido o enfoque dado é na abordagem da Geocologia da Paisagens, concatenado com a formação dos Geossistemas. No livro *Modelagem de Sistemas Ambientais* (1999), o professor Christofolletti realiza uma construção teórica sobre o Geossistema, bem como os principais aspectos teórico-metodológicos que constituíram sua formação. Nesse sentido elenca uma série de autorias e avanços que ocorreram nas décadas de 1940 em diante, dentre dessas, tem início, nesse mesmo período as análises das bacias hidrográficas.

Nesse período é então sistematizado a análise morfométrica das bacias hidrográficas, uma das referências é do hidrólogo, Horton (1945), com um marco metodológico para os estudos das bacias hidrográficas, aponta Christofolletti (1999). Outras contribuições de grande relevância foram, o geógrafo Strahler (1952), também Cailleux; Tricart (1956); do geógrafo Chorley (1962), com avanços na hierarquia e melhoramento das análises matemáticas de drenagem. Nos anos de 1964 e 68 são cunhados dois outros conceitos, morfoestrutura e morfoescultura, respectivamente, por Gerasimov e Mecerjakov, ambos da Geografia

---

31 Disponível em:

[https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/20\\_12\\_2013\\_14.59.14.834f63ee467e90be10cdf563383b3ade.pdf](https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/20_12_2013_14.59.14.834f63ee467e90be10cdf563383b3ade.pdf)

soviética, como aponta Christofolletti (1999). Existem outros autores com importantes contribuições para esses estudos, esses são destacados pela trajetória teórica, como vistos em (CHRISTOFOLETTI 1999); (RODRIGUEZ, et al, 2017).

A partir desse recorte temporal pode-se considerar um marco para os estudos das bacias hidrográficas, bem como da variação conceitual que ocorre ao longo das décadas. Em relação a variação conceitual, Gomes; Bianchi; Oliveira (2021) sistematizaram essa multidimensionalidade conceitual. Apresentam um quadro do avanço da classificação, destaca-se os 3 primeiros, para compreensão da mudança em decorrência da sistematização do Geossistema.

Para Horton (1945);

Entende a BH como um sistema composto por um conjunto de canais que drenam uma determinada superfície terrestre com limites naturalmente definidos. Entende que os canais fluviais podem ser hierarquizados e quantificados para fins de compreensão do ciclo hidrológico, da erosão e da dinâmica natural da bacia. (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021, p. 4).

Para Chorley (1962);

BH é um sistema aberto de captação de água, composto por setores mais elevados, divisores topográficos, donde partem os cursos de água para um rio principal rumo a uma saída comum. Deste modo, é um sistema aberto devido aos seus elementos estarem inter-relacionados por meio de diversos processos interacionais (hídricos, morfogenéticos, pedogenéticos e outros) que são desencadeados em função da matéria e energia que entram no sistema e em seus subsistemas e sai deles. (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021, p. 4).

Para Strahler (1979);

Entende a BH como um sistema de drenagem composto por um conjunto de pequenas bacias ajustadas em formas e tamanhos em relação ao rio para o qual confluem. Além disso, entende a BH como um sistema hídrico aberto e dinâmico. (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021, p. 4).

Para Christofolletti (1980, p.2), defini bacia hidrográfica sendo a

Área drenada por um rio ou por um sistema fluvial. A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia, da precipitação total e de seu regime, e das perdas devidas à evapotranspiração e à infiltração.

Nessa formação é visto o enfoque na abordagem do sistema físico biótico, tendo assim uma concepção marcadamente da Geografia Física. No decorrer dos anos 1990, com o avanço de demais campos do conhecimento das Ciências Ambientais, no paradigma dos Geossistemas, ocorre mudanças significativas nessa abordagem. De acordo com o artigo 1º da PNRH/1997, do fundamentos, “V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;”. A partir dessa concepção é possível compreender uma nova perspectiva desses estudos.

De acordo com Santos (2004, p. 85) bacia hidrográfica: “É a circunscrição de um território drenado por um rio principal, seus afluentes e subafluentes permanentes e intermitentes. Assim, tal conceito está associado à noção de sistema, de nascentes, de divisores de águas, de cursos hierarquizados e foz.”. E justifica que a bacia é a unidade espacial de gestão e do planejamento ambiental.

O livro *Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas (tomo 1) “Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas”* assume importante contribuição na abordagem geossistêmica da análise ambiental, com ênfase nas Bacias Hidrográficas. No capítulo “Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas”, os autores categorizam-na como:

É a superfície terrestre drenada por um sistema fluvial contínuo e bem definido. As águas escolhem outro sistema fluvial ou outros objetos hídricos. Seus limites estão geralmente determinados pela divisão principal, segundo o relevo. É o conjunto de terras drenadas por um corpo principal de águas. É um espaço físico-funcional. (SILVA; RODRIGUEZ; MEIRELES, 2011, p. 30).

A partir do apresentado compreende-se o avanço e as mudanças conceituais com relação ao desenvolvimento e consolidação dos geossistemas, aponta Christofolletti (1999).

Nessa abordagem a bacia hidrográfica é de fundamental importância para análise ambiental, por isso é concebida como unidade territorial/ambiental do uso e ocupação das terras. Atualmente, com a consolidação da Cartografia Automatizada; do Sensoriamento Remoto do ambiente; Geoprocessamento, áreas que compõem os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), essas integram a Ciência da Geoinformação que é interdisciplinar, segundo Câmara; Davis; Monteiro (2001). Esse acúmulo teórico-metodológico contribuiu sobremaneira para estudos e pesquisas sobre as bacias hidrográficas e demais temáticas de distintas áreas do conhecimento.

### 3.3 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Em específico, a sistematização do Planejamento e Gestão Territorial (também chamado de Ordenamento Territorial na Geografia), inicialmente é consolidado ao longo da década de 1960, como aponta Moraes (2005, p. 44), posteriormente, o Ambiental, com maior ênfase nas décadas de 1980-90, no caso brasileiro, com influência da Política Nacional de Meio Ambiente de 1981 e a construção do SISNAMA, segundo Santos (2004, p. 18-22). Durante o período histórico, anteriormente mencionado, foi palco de significativas mudanças, no aspecto econômico, político, cultural e social, em decorrência da Guerra Fria, no plano da política internacional.

Um dos desdobramentos desse cenário foi a formação da Governança Econômica Global que configura uma nova ordem mundial, com novas perspectivas na produção e no padrão de consumo no mundo ocidental, esse processo marca uma nova concepção de

crescimento econômico e cria a noção dos países desenvolvidos e o dos subdesenvolvidos, menciona Santos (2004). Ao longo da segunda metade do século XX ocorrem importantes avanços da questão ambiental, com medidas de avaliação de impactos ambientais e a mitigação, como exemplo da National Environmental Protection Act (NEPA) de 1969. Nesse contexto formaliza o planejamento ambiental, *ibidem*.

Importante salientar alguns avanços no panorama científico do século XX que contribuíram para formação das Ciências Ambientais, com relação direta para o Planejamento Ambiental. Na década de 1920 ocorre a consolidação da Ecologia com Tansley, como disciplina autônoma e na década seguinte, há o surgimento dos primeiros estudos de bacias hidrográficas, com ênfase nos Estados Unidos. No decorrer dos anos 1960, é validada a teoria da deriva continental, bem como os conceitos de morfo escultura e estrutura, fundamentais para avanços no campo das análises ambientais. Em conjunto desse período, ocorrem as hierarquias de drenagem, análises morfométricas, entre outros estudos ligados as bacias hidrográficas, de acordo com (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Na perspectiva do surgimento de uma nova teoria ambiental, com a Teoria Geral dos Sistemas, proposta por Bertalanffy (1968), que teve contribuição significativa para formação dos Geossistemas, um novo paradigma científico que teve formação da Geografia, segundo (Silva; Rodriguez; Cavalcanti, 2017). A partir desse novo método de análise também com o surgimento da rede mundial dos computadores, nas décadas seguintes, consolida a gênese da Cartografia Digital; do Sensoriamento Remoto; dos Sistemas de Informação Geográfico (SIG). São alguns contribuintes para o início do Planejamento Ambiental, nesse caso, em especial para as Bacias Hidrográficas.

Do ponto de vista do planejamento e da gestão, a bacia se caracteriza por: Abranger parte de um conjunto de feições ambientais homogêneas (paisagens, ecossistemas) ou de diversas unidades territoriais. Considera-se como a unidade mais apropriada para o estudo quantitativo e qualitativo do recurso água, e dos fluxos de sedimentos e de nutrientes. Assume-se como a unidade preferencial para o planejamento e a gestão ambiental. (SILVA; RODRIGUEZ; LEAL, 2011, p. 30-31).

No caso brasileiro, foi fundamental a contribuição do Levantamento Sistemático de Recursos Naturais, projeto nomeado como RADAMBRASIL, com início nos anos 1970, pelo IBGE e diversas outras instituições de pesquisa, (IBGE, 2013). Em conjunto teve importantes avanços na concepção do uso das terras, compreensão que contribui com o desenvolvimento do Planejamento Ambiental. Importante ressaltar que não é objetivo trazer a multiplicidade dos conceitos sobre esse tema, mas sim, apresentar em aspecto geral do escopo das referências estudadas. Ainda sobre a concepção dessa abordagem no Brasil, a professora Rozely acrescenta;

Em suma, a partir da década de 1980, o planejamento ambiental foi incorporado pelos órgãos governamentais, instituições, sociedades ou organizações. Contudo

apresentou-se sob diferentes formas, em função das atribuições dos responsáveis pelo processo de planejamento. Metodologicamente, estes planejamentos expressam seu histórico, ou seja, a conjunção entre conceitos e estruturas de planejamento urbano, estudos de impacto ambiental e planos de bacia hidrográfica. Hoje, o planejamento ambiental incorpora também a perspectiva de desenvolvimento sustentável, preocupando-se com a manutenção de estoques de recursos naturais, qualidade de vida e uso adequado do solo, além do aspecto da conservação e preservação de sistemas naturais. (SANTOS, 2004, p. 23-22).

Independente do referencial teórico utilizado é fundamental considerar a formação histórica da questão ambiental, assim como, o contexto político e econômico internacional, como já descrito anteriormente. Diversos foram os elementos dessa formação, por isso é preciso ter a compreensão dos desdobramentos, das narrativas e das correntes de pensamentos que compuseram o movimento ambientalista. Um segundo apontamento necessário, é contemplar a multiplicidade do arcabouço teórico metodológico da Ciência Ambiental. Com relação a questão ambiental estabeleceram bases para debates e pesquisas. Na perspectiva geocológica também é corroborado a multidisciplinaridade do planejamento e:

Na atualidade, o Planejamento Ambiental é considerado como: Um instrumento da Política Ambiental, em consonância com o modelo e o estilo de desenvolvimento adotado. Um suporte articulado ao processo de tomada de decisões. Um exercício técnico-intelectual, voltado para traçar as diretrizes e programar o uso do território, dos espaços, das paisagens e das características da gestão ambiental. Um rumo para adequar as ações e intervenções dos governos e dos agentes econômicos e atores sociais, aos sistemas naturais. Para isso, o Planejamento Ambiental deverá ser: integrado, multiopcional, probabilístico, sistêmico, dialético e holístico. (SILVA; RODRIGUEZ; LEAL, 2011, p. 34-35).

De acordo com a bibliografia utilizado ocorrem algumas similaridades para a elaboração do planejamento, que varia conforme as temáticas, dentre as quais o diagnóstico e o prognóstico são processos fundantes da sistematização. Outros elementos fundantes são os indicadores ambientais e suas estratégias para aplicação; a avaliação dos impactos; as metodologias para integração dos temas e tomada de decisão; por fim, a participação social e a educação no planejamento, previsto em Santos (2004). Em específico sobre “o planejamento ambiental nas bacias hidrográficas, em uma concepção geocológica”, segundo Cavalcanti, et al., (1997, apud SILVA; RODRIGUEZ; LEAL, 2011, p. 43):

Identificar, delimitar e classificar as unidades espaciais, que formam a bacia. Estabelecer as relações entre os espaços e as paisagens naturais com os restantes tipos de espaços e as paisagens culturais. Determinar as potencialidades dos recursos e serviços ambientais, das diferentes unidades e da bacia como uma totalidade. Estabelecer as funções ecológicas e sociais. Determinar os problemas ambientais e o estado ambiental. Esclarecer os fatores e as causas que conduziram a “ordem” ou “desordem” espacial e ambiental predominante. Fazer propostas para ordenar ambiental, espacial e territorialmente a bacia.

Como o recorte da pesquisa é na temática das bacias hidrográficas o enfoque conceitual dado sobre o planejamento é nessa abordagem. Ao longo do delineado foram descritos pontos principais da formação histórica e conceitual do Planejamento Ambiental a



partir do referencial teórico estudado. Nessa perspectiva identifica-se aspectos gerais da vasta produção bibliográfica existente no Brasil (conforme disponível no Catálogo da Capes, levantamento explicitado no apêndice B). A partir do delineado dessa revisão conceitual contribui para compreensão do histórico da gestão das águas, seja no panorama internacional ou brasileiro. Por fim, a presente revisão evidencia a complexidade da temática e os principais elementos que fomentaram o avanço teórico metodológico da gestão das águas.

### 3.4 POLÍTICA DAS ÁGUAS NACIONAL E A FORMAÇÃO DOS COMITÊS DE GESTÃO

Para elaboração do quadro de referências dessa formação teve como objetivo central construir um panorama do avanço político-institucional da gestão das águas em nível internacional, em consonância com a concepção do Comitê de Bacia. Utilizou-se a Política Nacional de Recurso Hídricos, Lei 9.433/1997; *Gestão das Águas no Brasil*, Tucci (2001); *O Comitê de Bacia Hidrográfica o que é e o que faz?* ANA (2011). A partir desse quadro bibliográfico, é discutido e construído o presente tópico; o histórico da formação conceitual, em seguida, algumas contribuições e avanços institucionais da governança das águas.

É importante reconhecer as mudanças que ocorreram ao longo do século XX na política de Recursos Hídricos e o avanço nas primeiras décadas do século XXI. Desse modo compreende-se como a gestão das águas em escala nacional e estadual teve dimensões paralelas. Isso implica dizer que esse avanço não foi concomitante em toda escala federal, ao contrário, alguns estados (13 ao todo, constam na Tabela 2), que suas políticas estaduais de recursos hídricos iniciaram anteriormente da atual Política de 1997. Desse modo, é possível compreender alguns passos da construção da gestão das águas do Brasil.

O histórico sobre a lei das águas no Brasil tem um marco regulamentário de 1934, pelo Decreto das águas 24.643<sup>32</sup>, de lá para cá ocorreram mudanças significativas da organização e dos usos do território nacional. É importante trazer a cronologia do contexto da época e as principais mudanças que ocorreram. A década de 1930 foi período histórico de reformulações nas estruturas políticas, econômicas e educacionais em nosso país. Neste período, introduziu-se o modelo estadunidense de geração energética por usinas hidrelétricas, assumindo o caráter do uso florestal considerando sua importância de manutenção biológica, na época, uma cultura incipiente nos aspectos de conservação ambiental e proteção ecológica.

Ao longo do século XX ocorreram importantes eventos e convenções sobre as questões ambientais, e também para tratar em específico da temática da gestão das águas e a crise hídrica, os eventos mais relevantes foram mencionados no início do trabalho. Nesse

---

32 O Decreto do marco das águas: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D24643compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643compilado.htm)

contexto são elaborados os primeiros acordos e tratados internacionais na questão da conservação hídrica, principalmente posterior a 1992, com a Conferência de Dublin, com a temática da disponibilidade hídrica, com princípios para gestão sustentável da água, como apontado em (ANA, 2011, p. 17).

Nesse panorama ocorre o desenvolvimento da Gestão das Águas no contexto mundial, dessa forma consolida-se as políticas de nível nacional, principalmente nos países signatários dos tratados ambientais internacionais. Retomando alguns anos, em 1981 (mesmo ano da PNMA/6.938), é instituído o Decreto estadual nº 30.132 que “organiza o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e cria o Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul.”, representa um marco no Brasil, com relação direta para a formação dos Comitês do rio dos Sinos (1988 – um ano após a PNRH) e o Gravataí (1989), os primeiros do Brasil, de acordo com (ANA, 2011, p. 22).

Para que o processo de planejamento do uso da água nas bacias e regiões hidrográficas seja desenvolvido de forma eficiente, é necessário prever, entre outras ações, a revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos, a implementação dos comitês com as suas respectivas agências e o desenvolvimento de programas nacionais e regionais que atuem sobre os principais problemas emergentes identificados. (TUCCI, 2001, p. 178-179).

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), atua na coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criado pela Lei 9.433/97, além de ser o órgão gestor dos recursos hídricos nacional, integram ao Sistema: “Conselho Nacional de Recursos Hídricos; os órgãos estaduais gestores de recursos hídricos, que exercem o controle da outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio estadual; os comitês de bacia hidrográfica; as agências de bacia”, aponta Tucci (2001, p. 117-18). Na referida Lei, no Capítulo III, dos Comitês de Bacia Hidrográfica, entre os artigos 37 ao 40, estabelecem os critérios destes. Destaca-se o artigo 38, das competências:

III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia; IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes; VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo. (BRASIL, 1997).

Importante mencionar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) que sistematiza diretamente a estrutura da gestão das águas de nível nacional. A partir desses elementos é possível compreender a estrutura da Gestão das Águas no Brasil e a atuação dos Comitês de Bacias na estrutura do Sistema Nacional. O papel do Sistema de

Informações sobre Recursos Hídricos e sua atuação basilar nos princípios básicos, estabelecidos no artigo 26 e seus objetivos no artigo 27:

I- Descentralização da obtenção e produção de dados e informações; II- Coordenação unificada do sistema; III- Acesso aos dados e informações garantido à toda a sociedade. I- Reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil; II- Atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional; III- Fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos. (BRASIL, 1997).

No período da redemocratização forma-se um complexo sistema legal e institucional responsável pela gestão dos recursos hídricos, em escala nacional, que passa a ser tratado como matéria inerente ao Direito de Águas. De acordo com a Constituição Federal, em seu artigo 22, nos parágrafos IV e X – “competência privativa da União para legislar sobre águas, energia, regime dos portos e navegação lacustre, fluvial e marítima.” O parágrafo único deste artigo determina que a lei complementar pode autorizar os estados a legislar sobre questões específicas destas matérias. No artigo 26, está disposto, quais são as áreas e formações hídricas que são bens do Estado. (BRASIL, 1988). Remonta-se, pontos centrais da formação dos Comitês de Bacia na Gestão das Águas.

Posteriormente é promulgada a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433 de 1997, que visa a instauração de importantes normativas em relação a Gestão dos Recursos Hídricos. A Lei estabelece um marco jurídico no tocante ao planejamento social do direito a água, bem como usos múltiplos de caráter substancial a vida. A relação entre a demanda do consumo por/habitante, proporcional a cada Unidade Hidrográfica; além dos usos socioterritoriais, realizados em cada Bacia Hidrográfica, instauram a necessidade do monitoramento da recarga (pluviométrica) em cada região. De acordo com o artigo 1º, dos fundamentos, baseiam-se em:

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

Nesse sentido, a noção do uso múltiplo das águas e a gestão descentralizada revelam como fundamentos estipulados pela legislação, destaca-se o avanço no âmbito da gestão hídrica com o SNGRH, que contribui com os objetivos da Lei. Essa organização advém com os pressupostos da Governança Ambiental (mencionada no capítulo 1), estabelecida no país a partir do SISNAMA, previsto na (PNMA/1981), bem como da participação integrada entre os entes federados. Desse modo, compreende-se algumas perspectivas da legislação das águas,

bem como o modo de gestão e planejamento do recurso, com isso, faz-se necessário o aprimoramento e desenvolvimento das etapas estratégicas que tangem os programas e projetos para conservação e qualidade águas, em consonância com os setores produtivos.

Para a descrição do avanço legal da política de recursos hídricos estaduais, realizou-se um levantamento através do Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas – PROGESTÃO<sup>33</sup> que, em suma, é “um programa de incentivo financeiro aos sistemas estaduais para aplicação exclusiva em ações de fortalecimento institucional e de gerenciamento de recursos hídricos, mediante o alcance de metas definidas a partir da complexidade de gestão.” (ANA, 2022)<sup>34</sup>.

Os dados principais disponíveis na página de acesso do programa supracitado que foram organizados em tabelas e identificando as datas mais antigas até a década de 1990, a considerar: (1) a criação da Política Estadual de Recursos Hídricos; (2) Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH); (3) o Fundo Estadual de Recursos Hídricos; (4) o Plano Estadual de Recursos Hídricos; (5) Órgão gestor de recursos hídricos e (6) quantidade de Comitês de Bacias Hidrográficas. Após a realização da coleta das 27 unidades federativas (UF), elaborou-se a tabela 5, com apresentação do quadro político-institucional do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos das respectivas UF. Dessa forma é possível compreender o avanço na escala estadual até a PNRH/1997.

Tabela 2 – Avanço das Políticas de Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil

<b>Unidade Federativa</b>	<b>Caracterização</b>	<b>Criação das Políticas de GRH</b>
<b>São Paulo</b>	<b>Área física:</b> 248.222 km <sup>2</sup> (IBGE) <b>Pop esti:</b> 45.538.936 hab. (IBGE, 2018) <b>Número de municípios:</b> 645 <b>IDHM:</b> 0,783 (PNUD, 2010)	Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE)/1951; - 1987; - 1991; - 1994;
<b>Rio Grande do Sul</b>	<b>Área física:</b> 281.731 km <sup>2</sup> (IBGE) <b>Pop esti:</b> 11.329.605 hab. (IBGE, 2018) <b>Número de municípios:</b> 497 <b>IDHM:</b> 0,746 (PNUD, 2010)	- 1988*; - 1994; - 1995; - 1999.
<b>Santa Catarina</b>	<b>Área física:</b> 95.734 km <sup>2</sup> (IBGE) <b>Pop esti.:</b> 7.075.494 hab. (IBGE, 2018) <b>Número de municípios:</b> 295 <b>IDHM:</b> 0,774 (PNUD, 2010)	- 1985; - 1994; - 1991; - 1999.
<b>Ceará</b>	<b>Área física:</b> 148.886 km <sup>2</sup> (IBGE) <b>Pop esti.:</b> 9.075.649 hab. (IBGE, 2018)	- 1987; - 1992;

33 Instituído pela Resolução nº 379, de março de 2013. Consultado em: <https://progestao.ana.gov.br/progestao-1/o-programa/antecedentes>

34 Consultado em: <https://progestao.ana.gov.br/panorama-dos-estados>

	<b>Número de municípios:</b> 184	- 1993;
	<b>IDHM:</b> 0,682 (PNUD, 2010)	-1994;
<b>Minas Gerais</b>	<b>Área física:</b> 586.520 km <sup>2</sup> (IBGE)	- 1987;
	<b>Pop esti.:</b> 21.040.662 hab. (IBGE, 2018)	- 1997;
	<b>Número de municípios:</b> 853	- 1999;
	<b>IDHM:</b> 0,731 (PNUD, 2010)	
<b>Goiás</b>	<b>Área física:</b> 340.111 km <sup>2</sup> (IBGE)	- 1991;
	<b>Pop esti.:</b> 6.921.161 hab. (IBGE, 2018)	- 1995;
	<b>Número de municípios:</b> 246	- 1998.
	<b>IDHM:</b> 0,735 (PNUD, 2010)	
<b>Acre</b>	<b>Área física:</b> 164.124 km <sup>2</sup> (IBGE)	
	<b>Pop esti.:</b> 869.265 hab. (IBGE, 2018)	- 1992;
	<b>Número de municípios:</b> 22	- 1994;
	<b>IDHM:</b> 0,663 (PNUD, 2010)	
<b>Bahia</b>	<b>Área física:</b> 564.733 km <sup>2</sup> (IBGE)	- 1995;
	<b>Pop esti.:</b> 14.812.617 hab. (IBGE, 2018)	- 1999.
	<b>Número de municípios:</b> 417	
	<b>IDHM:</b> 0,660 (PNUD, 2010)	
<b>Paraíba</b>	<b>Área física:</b> 56.470 km <sup>2</sup> (IBGE)	- 1996;
	<b>Pop esti.:</b> 3.996.496 hab. (IBGE, 2018)	- 1997;
	<b>Número de municípios:</b> 223	
	<b>IDHM:</b> 0,658 (PNUD, 2010)	
<b>Rio Grande do Norte</b>	<b>Área física:</b> 52.811 km <sup>2</sup> (IBGE)	- 1996;
	<b>Pop esti.:</b> 3.479.010 hab. (IBGE, 2018)	- 1997;
	<b>Número de municípios:</b> 167	- 1998;
	<b>IDHM:</b> 0,684 (PNUD, 2010)	
<b>Pernambuco</b>	<b>Área física:</b> 98.149 km <sup>2</sup> (IBGE)	- 1997;
	<b>Pop esti.:</b> 9.496.294 hab. (IBGE, 2018)	- 1998.
	<b>Número de municípios:</b> 185	
	<b>IDHM:</b> 0,673 (PNUD, 2010)	
<b>Alagoas</b>	<b>Área física:</b> 27.775 km <sup>2</sup> (IBGE)	- 1997;
	<b>Pop esti.:</b> 3.322.820 hab. (IBGE, 2018)	- 1998;
	<b>Número de municípios:</b> 102	
	<b>IDHM:</b> 0,631 (PNUD, 2010)	
<b>Sergipe</b>	<b>Área física:</b> 21.918 km <sup>2</sup> (IBGE)	- 1997;
	<b>Pop esti.:</b> 2.278.308 hab. (IBGE, 2018)	- 1999.
	<b>Número de municípios:</b> 75	
	<b>IDHM:</b> 0,665 (PNUD, 2010)	
<b>Tocantins</b>	<b>Área física:</b> 277.721 km <sup>2</sup> (IBGE)	
	<b>Pop esti.:</b> 1.555.229 hab. (IBGE, 2018)	- 1998.
	<b>Número de municípios:</b> 139	
	<b>IDHM:</b> 0,699 (PNUD, 2010)	
<b>Espírito Santo</b>	<b>Área física:</b> 46.097 km <sup>2</sup> (IBGE)	
	<b>Pop esti.:</b> 3.972.388 hab. (IBGE, 2018)	- 1998.
	<b>Número de municípios:</b> 78	
	<b>IDH:</b> 0,740 (PNUD, 2010)	
<b>Rio de</b>	<b>Área física:</b> 43.778 km <sup>2</sup> (IBGE)	

<b>Janeiro</b>	<b>Pop esti.:</b> 17.159.960 hab (IBGE, 2018) <b>Número de municípios:</b> 92 <b>IDHM:</b> 0,761 (PNUD, 2010)	- 1999.
<b>Paraná</b>	<b>Área física:</b> 199.308 km <sup>2</sup> (IBGE) <b>Pop esti.:</b> 11.348.937 hab. (IBGE, 2018) <b>Número de municípios:</b> 399 <b>IDHM:</b> 0,749 (PNUD, 2010)	- 1999.

---

Fonte: (ANA, 2022)

A partir das datas descritas é possível acompanhar o avanço dos elementos do Sistema de Gestão de cada estado, ressalta-se que, São Paulo; Santa Catarina; Ceará; Minas Gerais e Rio Grande do Sul, que iniciam os primeiros marcos do Sistema. Destacam-se os estados que contribuíram diretamente para a formulação da atual PNRH, com contextos sociopolíticos e econômicos específicos, totalizam 13; (7 do Nordeste; 2 do Sul; 2 do Sudeste; 1 do Centro-oeste; 1 do Norte;). Oportuno pontuar a estrutura que a PNMA/1981 através do SISNAMA fomentada entre os entes federados e o aspecto tripartite na política ambiental brasileira.

Vale mencionar os quatro estados que tiveram as promulgações posteriormente a 1997 em razão do movimento do século XX, aspecto que demonstra a participação ativa das macrorregiões brasileiras nessa construção. O enfoque dado, objetiva a compreensão da construção da gestão das águas no Brasil, uma vez que esse processo é influenciado por múltiplos setores da sociedade. A partir da tabela 2, é possível observar a quantia dos estados que iniciam com os processos da gestão, fomentando o cenário de avanços nos anos 2000.

Com relação as políticas sobre os mananciais de abastecimento urbano, há uma menor abrangência das unidades federadas. Nos estados de São Paulo; Pernambuco; Espírito Santo; Distrito Federal; Paraná e Goiás<sup>35</sup> ocorre maior proposição. Em São Paulo, o marco sobre a proteção de mananciais é de 1975, mas existem decretos mais antigos que abordam sobre a proteção, porém, não trata em específico o tema. Foi considerado como marco legal do tema a Lei de 1975, que trata sobre a Região Metropolitana da Grande São Paulo. Na tabela a seguir constam os atos jurídicos que tratam da temática.

---

35 Foram consultadas em: <http://www4.planalto.gov.br/legislacao/portal-legis/legislacao-estadual/legislacoes-estaduais>

Tabela 3 – Avanço da proteção dos Mananciais Estaduais

Estados	Atos Jurídicos
<b>São Paulo - SP</b>	<p><b>Lei nº 898 de 1975</b> Disciplina o uso de solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo.</p>
<b>Pernambuco - PE</b>	<p><b>Lei nº 9.860 de 1986</b> Delimita as áreas de proteção dos mananciais de interesse da região metropolitana do Recife, e estabelece condições para a preservação dos recursos hídricos.</p>
<b>Paraná - PR</b>	<p><b>Lei nº 8935 de 1989</b> Dispõe sobre requisitos mínimos para as águas provenientes de bacias mananciais destinadas a abastecimento público.</p>
<b>Espírito Santo - ES</b>	<p><b>Lei Ordinária nº 04349 de 1990</b> Obriga proprietários de imóveis a reflorestar com árvores frutíferas as áreas marginais onde existem mananciais e reservatórios de água.</p>
<b>Distrito Federal - DF</b>	<p><b>Lei nº 1668 de 1997</b> Dispõe sobre a regularização das áreas de proteção dos pequenos mananciais no Distrito Federal.</p>
<b>Goiás - GO</b>	<p><b>Decreto nº 5.109 de 1999</b> Dispõe sobre instituição do grupo executivo de ações emergenciais nos mananciais de abastecimento público - GE-Água e dá outras providências.</p>

Fonte: Portal da Legislação Planalto (2022)

Esse quadro apresenta o avanço jurídico da questão da proteção dos mananciais hídricos em nível estadual, com relação entre o estabelecido na formação do Gerenciamento dos Recursos Hídricos nacional, apresentado na (tabela 2). A partir da formação histórica é possível identificar alguns avanços e marcos institucionais no final do século XX, importante mencionar o período da criação dos Comitês de Bacias Hidrográfica e os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, esses, como visto, contribuem diretamente para a Gestão das Águas.

Considerando o histórico mencionado vale destacar a conjuntura da questão hídrica no nível nacional, com atenção para dois importantes estudos sobre, que são: o *Plano Nacional de Segurança Hídrica - PNSH* (2019) e *Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano* (2021), ambos elaborados pela (ANA)<sup>36</sup>. Os documentos contribuem diretamente para o panorama de avanços da Gestão Hídrica nacional, nesse sentido, conecta-se diretamente com a questão da urgência ambiental, no debate do Antropoceno. Assim evidencia-se a necessidade de pesquisas, bem como da gestão participativa das águas. Avanços da política pública que evidencia contribuições para a democratização do acesso à água.

36 Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730>

A Segurança Hídrica, de acordo com o conceito da Organização das Nações Unidas (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 como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país. (ANA, 2019, p. 13, grifos nossos).

Um importante mecanismo de análise é o Índice de Segurança Hídrica (ISH), em sua construção foi elaborado um inventário de Estudos, Planos, Projetos e Obras (EPPO's) em conjunto das entidades federais e estaduais de recursos hídricos, de todo o território nacional. A partir da análise espacial do levantamento de cada região dos agrupamentos hidrográficos, essas chamadas de Unidades Territoriais de Análise (UTA's), (ANA, 2019, p. 19). Nesse contexto consolida-se, nos anos atuais, o debate institucional para enfrentamento da escassez e seca hídrica na escala nacional. A seguir apresentamos uma tabela com os documentos utilizados em nível federal e estadual do PNSH, elaborado pela ANA (2019).

Tabela 4 – Documentação elaborada em cada nível do PNSH

<b>Âmbito Federal</b>	<b>Âmbito Regional/Estadual</b>
Atlas Esgoto – Qualidade das Águas	Planos de Bacias
Atlas Irrigação – Abastecimento de Setores Econômicos	Planos e Projetos de Infraestrutura Hídrica
Atlas Brasil – Abastecimento da População Urbana	Planos Municipais de Saneamento Básico
Base da Disponibilidade Hídrica	-
Estudo de Demandas	-

Fonte: (ANA 2019, p. 19)

A partir desses elementos pontuados evidencia-se o quadro que foi estruturado para enfrentamento da escassez hídrica no território nacional. Outro aspecto fundamental para essa compreensão é a conceituação teórica de risco no (PNSH), que envolve três pontos fundantes, são: Perigo/Evento; Exposição; Vulnerabilidade. Complementa-se assim as dimensões e indicadores do (ISH), que são: Humana (garantia e abastecimento); Econômica (irrigação, pecuária, atividade industrial); Ecológica (qualidade e quantidade para os usos naturais, segurança das barragens de rejeito das minerações); Resiliência (reservação artificial, natural, armazenamento subterrâneo, variabilidade pluviométrica), (ANA, 2019, p. 21).

A exposição e a vulnerabilidade a determinado evento são os elementos-chave quando se estuda risco ou segurança. Assim, se de um lado, tem-se, em uma região, população que depende da água para sua sobrevivência e para suas atividades econômicas, portanto, exposta à ocorrência de eventos extremos, do outro, caberiam medidas de engenharia e de gestão de risco para reduzir tal vulnerabilidade. (ANA 2019, p. 20).



Importante salientar sobre o avanço histórico do estudo e da elaboração sobre a conjuntura da qualidade e quantidade hídrica em nível nacional, que envolve diretamente o sistema público de abastecimento de água. No Atlas das Águas, ANA (2021), é descrito sobre esse avanço, a partir dessa consulta evidencia-se a complexidade dos fatores necessários para ampliação e efetivação deste serviço que compõem o saneamento básico. Além de explicitar a questão política e econômica envolvida diretamente na gestão das águas. A seguir apresentamos a tabela indicando a ampliação do abastecimento hídrico urbano.

Tabela 5 – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (2021)

<b>Avanço e ampliação do Atlas/Ano</b>	<b>Cidades</b>	<b>População</b>
<i>Pré-Atlas Piauí (2004)</i>	171*	480 mil**
<i>Atlas Nordeste (2005/06)</i>	1.355*	45 milhões**
<i>Atlas Regiões Metropolitanas - Nordeste e o Sul (2008/09)</i>	2.965*	129 milhões**
<i>Atlas Brasil (2010) – volumes 1 e 2</i>	5.565*	161 milhões**
<i>Atlas Esgoto (2017)</i>	5.570*	168,4 milhões**
<i>Atlas Água (2021)</i>	5.570*	185,2 milhões**

Fonte: (ANA, 2021, p. 18-19). \* Referente a área de estudo. \*\* População da área

Com esse demonstrativo é possível pontuar algumas relações entre a Segurança Hídrica e Gestão das Águas do território nacional. Nesse contexto evidencia-se o avanço significativo da amostragem em escala nacional no decorrer dos anos 2000. Importante período sobre a temática da gestão das águas no Brasil, tanto no caso de formulação de políticas/leis, como de instituições, como por exemplo, a (ANA). No campo acadêmico, é um período de avanços em pesquisas e publicações, com desenvolvimento em concomitância com o aspecto institucional político. Nesse sentido apresenta-se a evolução do sistema de monitoramento e avaliação em conjunto da rede de tratamento e distribuição de água.

A garantia da segurança hídrica, requer, além de investimentos em infraestrutura, gestão eficiente, que permita alcançar resultados concretos para a conservação e a recuperação das águas e garantir a oferta inerente aos usos múltiplos dos recursos hídricos. [...], O resultado positivo desses trabalhos voltados à garantia da disponibilidade hídrica, em quantidade e em qualidade da água, vem sendo amplamente utilizado no suporte à tomada de decisões, no planejamento integrado, na proposição de políticas públicas em situações de normalidade ou de emergência e no estabelecimento das bases para levantamento de recursos de investimento em saneamento. E assim, para dar continuidade e ampliar a utilização do ATLAS Brasil, é fundamental a manutenção da informação atualizada. (ANA, 2021, p. 18-20).

Esses elementos indicam sobretudo mecanismos e etapas da gestão das águas e sua complexidade. Também demonstra a interdependência entre os setores socioprodutivos e socioeconômicos que gera a demanda hídrica, seja da cadeia agrário agrícola; energética;

industrial; abastecimento urbano, entre outras. Importante ressaltar os elementos jurídicos e institucionais, as leis, os Conselhos de Recursos Hídricos e Comitês de Bacias, os planos orçamentário-financeiros, os planos de bacias e territoriais. Nesse sentido é apresentado em linhas gerais alguns constituintes que compõe os processos basilares na gestão da água.

A oferta de água em quantidade suficiente e qualidade adequada é fundamental para o desenvolvimento humano. O aumento progressivo das demandas hídricas para suprimento a diversos usos da água evidencia conflitos e desafia a garantia da segurança hídrica, principalmente nos grandes centros urbanos, onde se observam pontos de captação cada vez mais distantes e interligações por grandes e complexos sistemas integrados. O desequilíbrio do balanço hídrico é uma das dimensões da insegurança hídrica, que somado a dimensões de operação e de gestão dos recursos hídricos e do saneamento, e a variabilidades e mudanças do clima, favorecem a instalação de crises hídricas, como as que afetaram o Brasil nos últimos anos. (ANA, 2021, p. 31).

Nesse sentido é possível observar o panorama da gestão das águas do Brasil elaborado pela (ANA), consultado nos Planos de *Segurança Hídrica* (2019) e do *Atlas da Água* (2021). O demonstrativo apresentado objetiva uma síntese do quadro mais recente desse contexto, em razão do discutido pela urgência da superação da crise da gestão das águas. Essa abordagem vai na perspectiva da crise ambiental do contemporâneo no contexto do Antropoceno que possibilita a compreensão das múltiplas facetas dessa crise epistêmica, como aponta Leff (2011). Nesse sentido, é ressaltado o delineamento do capítulo que apresenta a discussão ampla da presente pesquisa.

O referencial teórico da Geoecologia das Paisagens remonta o paradigma entre o Sistema Terra e o Geossistema que fornece um quadro epistêmico para compreensão entre o modelo socioeconômico e sua apropriação dos elementos geoecológicos, neste caso, a atenção dada para o ciclo das águas. O panorama e estudos citados no decorrer do capítulo estabelece apontamentos para discussão do quadro das múltiplas faces da crise ambiental, no tempo atual do Antropoceno. Nesse sentido esta crise é um fenômeno socioespacial global, pois espacializa no modelo socioprodutivo atenuado pela Globalização, desse modo está presente nas múltiplas escalas do globo e acarreta suas mazelas em distintos níveis, como reflete Gonçalves (2012).

Em 2022 a ANA publicou o Relatório Pleno *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*, com o novo ciclo 2021-24 que apresenta um monitoramento da água no Brasil, com indicadores do uso, da quantidade e da qualidade para a gestão. O material formula um diagnóstico e prognóstico do *Plano Nacional de Recursos Hídricos* para a Política Nacional até 2040. Em relação a Evolução das Demandas no Brasil. De acordo com o relatório:

A demanda de água no Brasil vem crescendo continuamente ao longo dos anos, com destaque para o abastecimento das cidades, a indústria e a agricultura irrigada. A retirada para irrigação aumentou de 640 para 965 m<sup>3</sup>/s nas últimas duas décadas e representa aproximadamente 50% da retirada total pelos usos consuntivos setoriais de água em 2020 - esse setor tem grande potencial de expansão e continuará

liderando o crescimento das retiradas. Estima-se um aumento de 42% das retiradas de água nos próximos 20 anos (até 2040), passando de 1.947 m<sup>3</sup>/s para 2.770 m<sup>3</sup>/s, um incremento de 26 trilhões de litros ao ano extraídos de mananciais. Esses dados reforçam a necessidade de ações de planejamento para que os usos se desenvolvam com segurança hídrica, evitando crises hídricas e proporcionando os usos múltiplos da água, principalmente quando considerados os efeitos das mudanças climáticas no ciclo da água. (ANA, 2022, p. 46).

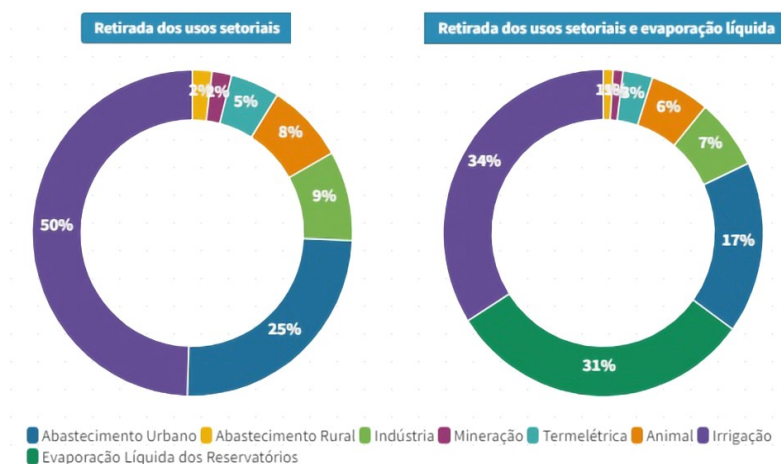
Nesse sentido o debate da crise ambiental do contemporâneo incita pela compreensão das múltiplas faces da “crise” que é intensificada pelo acúmulo e concentração de renda pautado pela estrutura socioeconômica. Isso promove uma desigualdade social estratificada com distintos impactos de alteração nos sistemas geocológicos, isto é nos ambientes ecológicos e sociais, e entre si. A crise da gestão da água é uma dessas faces, no decorrer dessa escrita é apresentado em linhas gerais sua formulação e avanço histórico, a partir do referencial teórico utilizado.

É fundamental o levantamento de alguns dados gerais acerca dessa temática, uma vez que a água é essencial em toda cadeia ecológica do sistema terra e na esfera social. Por isso esses demonstrativos gerais apresentam um panorama do ponto de vista sistemático que integra o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) que auxilia na elaboração e avanços de pesquisas na temática, principalmente do Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas. Em relação aos anteriormente citados da (ANA), importante destacar que:

Esses valores tendenciais podem ser acelerados por conjunturas econômicas mais favoráveis que as projetadas e por modificações mais profundas no planejamento dos setores econômicos. As mudanças climáticas tendem a acelerar alguns usos, especialmente na agropecuária e na agroindústria. A demanda para a irrigação, por exemplo, pode ter um acréscimo de 15% em 2040 em relação à demanda tendencial (com base no clima médio atual). Nas regiões de irrigação mecanizada (excluindo o arroz sob inundações), a demanda pode ter um acréscimo de 20% em um cenário mais crítico de mudança do clima. (ANA, 2022, p. 46).

Esses dados da Conjuntura congrega uma base de dados do SNIRH estabelecidos pela (PNRH) com demonstrativo dos usos e consumo de água em nível nacional. Os dados apresentados são organizados entre os Comitês de Bacia Estaduais e Interestaduais das 12 Regiões Hidrográficas brasileiras. A partir dessa base, soma-se a caracterização do uso das terras para possibilitar a realização da distribuição espacial do tipo de uso da água. A seguir a figura do Plano da ANA em nível nacional.

Figura 3 – Amostragem do uso das águas



Fonte: (ANA, 2022, p. 45)

Em razão do cenário apresentado alguns desafios se tornam emergenciais, como o setor agrícola e os reservatórios superficiais sejam naturais ou artificiais, ANA, (2022, p. 45) apresenta que “Em 2020 o % Total dos usos setoriais e evaporação líquida foi de 2.831,65 m<sup>3</sup>/s ≈ 89,36 trilhões de L/ano e para o Total dos usos setoriais foi de 1.947,55 m<sup>3</sup>/s ≈ 61,46 trilhões de L/ano”. Nessa visão geral é necessário dimensionar e realizar o levantamento morfométrico e fisiográfico para cada uma das Regiões Hidrográficas, para um primeiro recorte, no segundo momento, analisar em específico a bacia ou microbacia.

Seguindo nos avanços, em 2014, o Monitor das Secas no Brasil foi desenvolvido, com ênfase para a região nordestina, com diversas Instituições públicas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, Universidades e demais particulares. Desde então, a ferramenta representa importante veículo de comunicação de enfrentamento e mitigação da seca, com dados oficiais sobre esse panorama. Esse breve histórico descreve alguns elementos da trajetória da construção da gestão das águas no Brasil, período baseado pela Política Nacional de Recursos Hídricos de 1997.

Em relação ao regime pluviométrico da região consultado por meio do Monitor de Secas da (ANA)<sup>37</sup>, é disponibilizado para acesso on-line a partir de julho/2014, desse período, até outubro/2018, apenas a região nordeste que apresenta registros de seca. A classe das diferentes intensidades variam entre:

37 Consultado em: <https://monitordesecas.ana.gov.br/>

Tabela 6 – Classes do Monitor de Secas do Brasil

<b>Classes</b>	<b>Sigla</b>
Sem seca relativa	-
Seca fraca	S0
Seca moderada	S1
Seca grave	S2
Seca extrema	S3
Seca excepcional	S4

Fonte: Monitor de Secas (ANA, 2023)

A partir de novembro/2018 Minas Gerais entra nesse mapeamento; em abril/2019 Espírito Santo; em maio/2020 Rio de Janeiro; nos meses de junho e julho/2020 ocorre os primeiros registro de Goiás e Mato Grosso, respectivamente. Em agosto do mesmo ano inicia os registros nos 3 estados da região Sul, em novembro/2020 os dados da seca começam a intensificar na região sulina. Entre fevereiro e março/2022 ocorre o primeiro registro de seca extrema nos três estados, abrangendo o extremo sudoeste do Paraná, no oeste de Santa Catarina e na região centro-norte, noroeste e oeste do Rio Grande do Sul.

No primeiro trimestre de 2023 é o período de maior intensidade de seca no Rio Grande do Sul, com registros que variam de seca fraca até extrema no estado. No caso de Paraná e Santa Catarina não apresentam registros de seca, com exceção do extremo sul e oeste de SC, na região de divisa com o RS, que marca seca fraca. A partir desse demonstrativo é possível inferir a dinâmica pluviométrica na Bacia do rio Uruguai, que é a região hidrográfica com maior intensidade de seca da região sul do país, com atenção especial para o extremo oeste do RS. Essa amostragem acompanha o quadro climatológico dessa região, conforme apresentado pelo Atlas Climatológico da Região Sul (EMBRAPA, 2012), na caracterização da unidade hidrográfica, no próximo capítulo.

Tabela 7 – Classificação de Severidade da Seca

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Impactos Possíveis</b>
<b>S0</b>	Seca Fraca	Entrando em seca: veranico de curto prazo diminuindo plantio, crescimento de culturas ou pastagem. Saindo de seca: alguns déficits hídricos prolongados, pastagens ou culturas não completamente recuperadas.
<b>S1</b>	Seca Moderada	Alguns danos às culturas, pastagens; córregos, reservatórios ou poços com níveis baixos, algumas faltas de água em desenvolvimento ou iminentes; restrições voluntárias de uso de água solicitadas.
<b>S2</b>	Seca Grave	Perdas de cultura ou pastagens prováveis; escassez de água comuns; restrições de água impostas.
<b>S3</b>	Seca Extrema	Grandes perdas de culturas / pastagem; escassez de água generalizada ou restrições
<b>S4</b>	Seca Excepcional	Perdas de cultura / pastagem excepcionais e generalizadas; escassez de água nos reservatórios, córregos e poços de água, criando situações de emergência.

Fonte: Monitor de Secas (ANA, 2023)

### 3.5 GEOTECNOLOGIAS: CONCEPÇÕES ELEMENTARES

Esse tópico é integrado pela concepção da Ciência da Geoinformação, segundo Câmara; Davis; Monteiro (2001) e Matias (2003). A construção básica do histórico de formação desse campo do conhecimento é a partir dos avanços da Cartografia Digital; Sensoriamento Remoto; Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Utilizou-se algumas técnicas dessas ferramentas no levantamento e na elaboração da base de dados matriciais e vetoriais básica, posteriormente da produção cartográfica da pesquisa. De acordo com os textos Novo (2010); Florenzano (2011); Bezerra; Leal; Nunes (2020) e Silveira (2021), formulam a base teórica desse eixo que compõem a fundamentação básica para o fluxo metodológico da presente pesquisa.

Conforme, Novo (2010, p. 28) apresenta o processo de origem e evolução do Sensoriamento Remoto que consiste em dois momentos distintos. O (1) entre 1860 – 1960, baseado na utilização de fotografias aéreas, em seguida, o (2) 1960 até o presente, marcam a multiplicidade dos sistemas sensores. Florenzano (2011, p. 28) explica sobre o avanço do desenvolvimento de satélites artificiais, com lançamento do Sputnik-1, em 1957. Os satélites Telstar e o Intelsat-1, emitido a órbita terrestre em 1962 e 1965, respectivamente, assim inicia a “rede mundial de comunicação por satélite”. Acrescenta que as missões dos satélites tripuláveis Mercury, Gemini e Apolo, ocorreram na década de 1960 que produziram as primeiras fotografias orbitais, avançando para 1972, período que “foi lançado o primeiro

satélite de recursos terrestres”. *Ibidem* (p. 10). Esse processo é um dos grandes marcos do meio técnico-científico-informacional, segundo Santos (2020).

No percurso desse acúmulo tecnológico é formado através do Sistema Global de Navegação por Satélites (GNSS); o Sistema de Posicionamento Global (GPS); a Engenharia Cartográfica; da Cartografia Digital; do Sensoriamento Remoto; dos Sistemas de Informação Geográfica. Essas áreas do conhecimento contribuíram significativamente no decorrer dos anos 70 e 80, posteriormente, o Geoprocessamento é consolidado na Geografia brasileira. “Nos EUA, a criação dos centros de pesquisa que formam o National Centre for Geographical Information and Analysis (NCGIA, 1989) marca o estabelecimento do Geoprocessamento como disciplina científica independente.” apontam

Trabalhar com geoinformação significa, antes de mais nada, utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados. Deste modo, o problema fundamental da Ciência da Geoinformação é o estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico. (CÂMARA; MONTEIRO, 2001, p. 2).

A partir dessa perspectiva da Geoinformação, ressalta-se o campo multidisciplinar que as integram, as disciplinas citadas anteriormente formulam o seu arcabouço teórico científico. O procedimento elementar de elaboração se baseia no “entendimento das representações computacionais do espaço”, *Ibidem* (p. 2). Importante identificar esse processo da linguagem do mundo real para o ambiente virtual que define “o paradigma dos quatro universos”, segundo Gomes e Velho (1995, *apud* CÂMARA; MONTEIRO, 2001, p. 2-3), são: (1) Mundo Real; (2) Matemático/conceitual; (3) Representação; (4) Implementação. Esses representam uma compreensão da interface para desenvolvimento dos (SIG’s) e do Geoprocessamento.

Acerca do instrumental teórico metodológico do Sensoriamento Remoto, ressalta-se alguns conceitos elementares que formulam sua base, que são: (1) Radiação Eletromagnética (REM); (2) Sensores passivos e ativos; (3) Resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal e (4) Interpretação visual de imagens satelitais. As ondas (REM) “é o meio pelo qual a informação é transferida do objeto ao sensor. [...], pode ser definida como uma forma dinâmica de energia que se manifesta a partir de sua interação com a matéria.”, segundo Novo (2010, p. 35). Destaca-se as 3 grandezas radiométricas básicas: *absortância; reflectância e transmitância*, essas formam a interface entre a radiação e o comportamento espectral dos objetos da superfície, *Ibidem* (p. 61).

Os sensores são sistemas que convertem e registram a energia recebida dos objetos/alvos para identificar as propriedades físicas, químicas, biológicas e geométricas. E podem ser classificados em passivos (detectam a radiação solar – dependentes de fonte de radiação externa) e os ativos (produzem sua própria radiação – não necessitam de fontes externas), *Ibid*, (p. 75-76). “A capacidade que o sensor tem de discriminar objetos em função

do tamanho destes é a resolução espacial”; e a espectral consiste na capacidade/sensibilidade de discriminar objetos, ou seja, quanto maior a quantidade de bandas e canais, maior será essa resolução. A radiométrica distingue a variação de energia emitida pelos objetos/alvos, essa resulta nos intervalos de valores que possibilita para a representação da imagem digital. E a temporal, é a frequência de imageamento sobre uma mesma área, aponta (FLORENZANO 2011, p. 17-18).

Quanto a interpretação das imagens satelitais, *ibidem* (p. 51) ressalta que “consiste em identificar os objetos representados e dar um significado a esses”. Seus elementos e chaves para interpretação são: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização. No trabalho de Panizza; Fonseca (2011, p. 37), sistematizam um roteiro metodológico para este processo:

[...], correlações entre o que se observa nas imagens e a realidade são necessárias, sendo os reconhecimentos de campo essenciais no processo de validação dos objetos identificados. O vai e vem entre a realidade do terreno (trabalho de campo) e as fotografias ou imagens pode se mostrar fundamental em várias etapas da interpretação visual.

Nessa perspectiva, as autoras hierarquizam em ordem as chaves para identificação, sendo: (1) Forma: geometria do objeto; (2) Tamanho: variável conforme a escala e/ou a resolução espacial; (3) Tonalidade: energia refletida pelo objeto (princípio da reflectância); (4) Localização do objeto; (5) Textura; (6) Estrutura, (p. 37). Essas chaves não são elementos individuais, relacionam-se com cada recorte imageado, com o objetivo da interpretação e da análise em questão. Essas categorias podem ser conduzidas nessa ordem mas também serem remanejadas em conformidade a área de estudo, isto é, aos objetos/alvos registrados que constam na imagem em específico. Nesse sentido considera-se as três etapas básicas, são elas: identificação; determinação e interpretação, segundo Bariou, (1978 *apud* Panizza; Fonseca, 2011, p. 37).

Outra contribuição desta técnica é realizada por Silveira (2021), buscou compreender a dinâmica do uso das terras da área de manancial do município de Passo Fundo – RS. O trabalho desenvolveu instrumentos de elaboração para mapeamento de uso e cobertura da terra que consistiu em: carta imagem de composição colorida e fusionada, posteriormente a aplicação das técnicas de leitura e interpretação de imagens de acordo com Florenzano (2011); Panizza; Fonseca (2011) e Bezerra; Leal; Nunes (2020). Nesse sentido, o presente estudo corrobora a abordagem de Silveira (2021), pela contribuição das Geotecnologias, sobretudo, pelo recorte espacial realizado e da temática da pesquisa. Essa concepção denota em linhas gerais contribuições significativas das Geotecnologias e potenciais desse campo científico na perspectiva da Geoinformação.



#### 4 A GESTÃO DAS ÁGUAS E OS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO URBANO

O presente capítulo apresenta em linhas gerais o recorte espacial da Região Hidrográfica do rio Uruguai como etapa macro da pesquisa, com demonstrativos gerais da classificação dos mananciais de abastecimento urbano. No segundo momento, concentra-se para os Comitês de Bacia do Rio Grande do Sul, com atenção para o Apuaê-Inhandava e o Passo Fundo, visto que a microbacia do Cravo está inserido no segundo Comitê e a cidade de Erechim integra o Comitê do Apuaê. Aspectos gerais para compreensão da gestão das águas.

Importante mencionar a compartimentação geoestrutural que compõem a Bacia Hidrográfica do rio Uruguai, está inserida na Bacia do Prata que é uma das maiores bacias hidrográficas do mundo, abrangência em 5 países, sendo Brasil, Bolívia, Argentina, Paraguai e Uruguai e tem como principais rios Paraná, Paraguai e Uruguai, de acordo com (CICPLATA, 2017). Esses apontamentos iniciais demonstram alguns aspectos gerais que relacionam diretamente para compreensão espacial da área de estudo. Isto é, é necessário realizar as formas de recorte espacial dessas unidades hidrográficas, tanto nos limites políticos, do uso do território, da descaracterização e mudança do uso da terra, entre outros.

Figura 4 - Delimitação da Bacia Hidrográfica do Prata

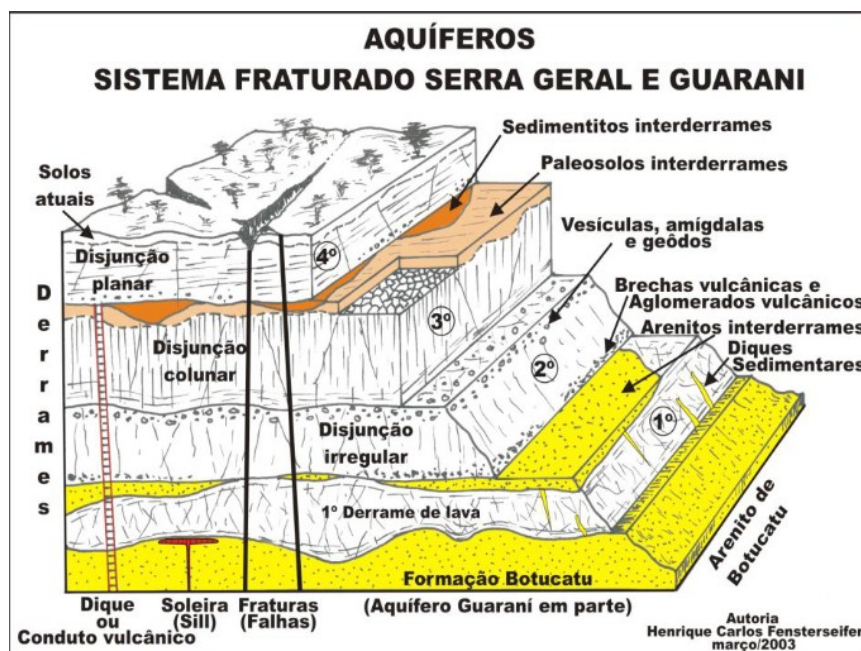


Fonte: (CICPLATA, 2017)

A partir desse primeiro olhar para a Bacia do Prata que congrega um recorte macro da abrangência espacial do estudo, evidencia a complexidade da integração internacional política para a gestão das águas. Destaca-se a relação territorial de cada país inserido na Bacia, bem como a formação e o sentido da drenagem em relação ao uso do território em cada região. Essa perspectiva multidimensional contribui com a compreensão das escalas de análise para o planejamento ambiental de bacias hidrográficas.

Nesse sentido é importante realizar um detalhamento para o Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral que forma a Bacia Sedimentar da Bacia Hidrográfica do rio Uruguai. A dimensão geológica contribui com a compreensão dessa geoestrutura, também auxilia na diferenciação da escala de análise da área de estudo. Esses apontamentos iniciais buscam uma compreensão da complexidade das estruturas dos aquíferos que constituem o sistema, como bem estudado nos trabalhos de Scheibe et al. (2011).

Figura 10 – Bloco diagrama dos Sistemas Aquíferos



Fonte: Scheibe et al. (2011)

Em relação a formação geológica da Região Hidrográfica do Uruguai, corresponde ao Magmatismo Serra Geral – Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas (Bacia do Paraná), com Depósitos Sedimentares do Quaternário, com variação do relevo de planaltos, depressões e planícies, de acordo com (IBGE, 2006)<sup>38</sup>. Essa caracterização geral geológica/geomorfológica demonstra um primeiro aspecto das relações entre as águas subterrâneas e superficiais da área.

38 Consultado no IBGE, disponível em:

[https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/geomorfologia/mapas/brasil/relevo\\_2006.pdf](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/brasil/relevo_2006.pdf)

A abordagem será com enfoque para o cenário dos mananciais superficiais de abastecimento urbano. A RHU ocupa cerca de 3% do território brasileiro, compõem os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Com atividades agroindustriais e potencial hidrelétrico. Há uma variação climática com chuvas regulares ao longo do ano, tem concentração pluviométrica no período do inverno, (exceção para algumas regiões do oeste de SC e RS), de acordo com (ANA, 2023). Vejamos:

A bacia hidrográfica do rio Uruguai tem vital importância para a região Sul do Brasil e para o Norte da Argentina e parte Ocidental do Uruguai devido as atividades agroindustriais desenvolvidas e pelo seu potencial hidrelétrico explorado e a ser explorado. O rio Uruguai se origina da junção dos rios Pelotas (sub-bacia 70) e Canoas (sub-bacia 71), indo na direção Leste-Oeste, apartando os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e, posteriormente assumindo a direção Norte-Sul, separando a Argentina do Brasil e, posteriormente, a Argentina do Uruguai e desembocando no delta do rio da Prata (que é a continuação do rio Paraná). (MARCUIZZO, 2017, p. 1-2).

Possui área aproximada de 175 mil km<sup>2</sup>, com os principais rios Pelotas, Canoas, Antas/Peperi-Guaçú, Peixe e Jacutinga, esses na vertente santa-catarinense. Na vertente gaúcha Apuaê-Inhandava, Passo Fundo, o Várzea (esses no planalto meridional); os rios Turvo, Santa Rosa e Cristo; Ijuí; Piratinim abrange a região das Missões; os rios Butuí-Icamaquã é a transição da Mata Atlântica para os Pampas; Ibicuí; Quaraí; Santa Maria e o Negro, localizam-se no oeste do estado.

Ainda nessa apresentação, trazemos os mapas: hipsométrico, de classificação e vulnerabilidade dos mananciais para abastecimento urbano, classificação realizada pela (ANA, 2021). No primeiro é possível observar a variação altimétrica do relevo, com influência direta na drenagem e também na produção agrária/agrícola. Em relação ao dos mananciais, são espacializados os tipos de mananciais (superficiais e subterrâneos) que são utilizados nos municípios da unidade. Foram identificados os quantitativos da tipologia entre Santa Catarina e Rio Grande do Sul, permitindo sua diferenciação e com isso a regionalização dos mananciais na RHU. De acordo com o discutido acerca da Segurança e Vulnerabilidade hídrica, elementos essenciais para a boa gestão das águas, com atenção dada em tempos de seca e estiagem.

Os mapas abaixo apresentam um quadro geral da classificação hídrica do ponto de vista dos mananciais de abastecimento urbano, um dos aspectos gerais do presente estudo realizado nessa Região Hidrográfica.

Figura 5 – Mapa hipsométrico da RHU

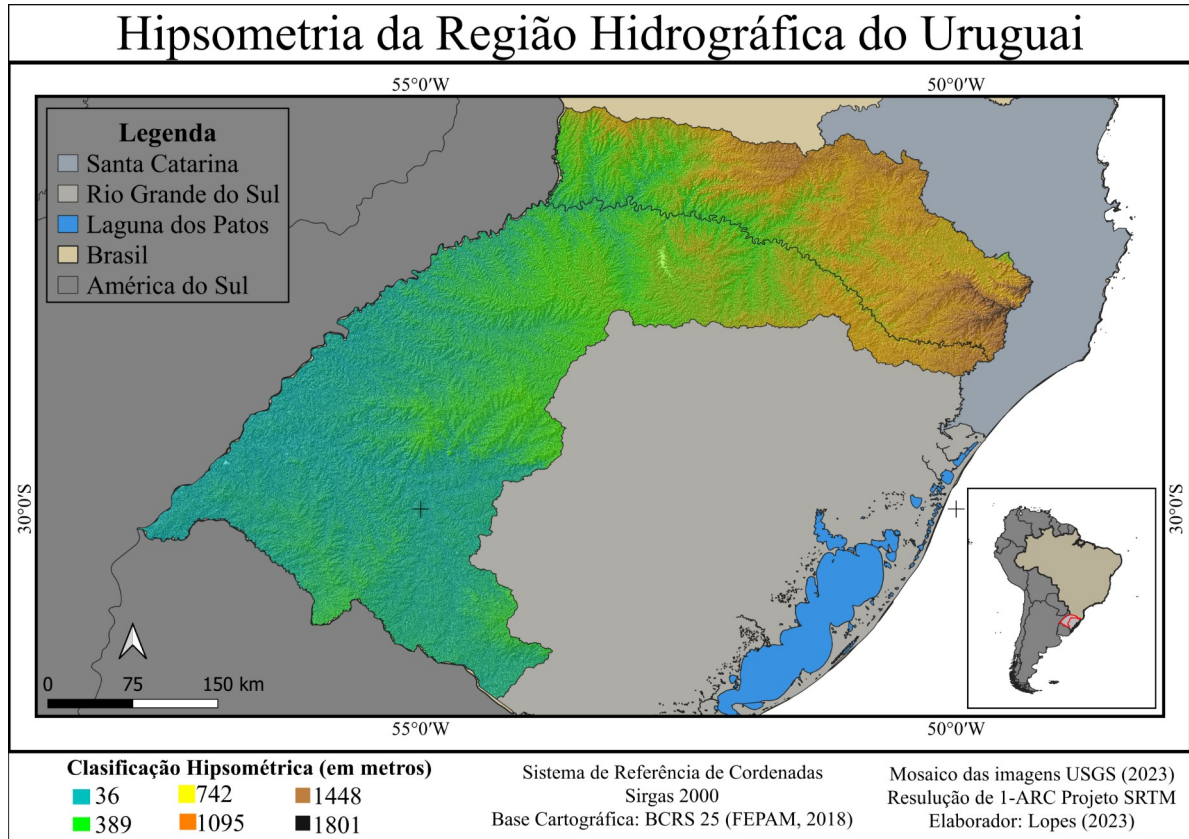


Figura 6 – Mapa da classificação dos mananciais da RHU  
 Classificação dos Mananciais para Abastecimento Urbano

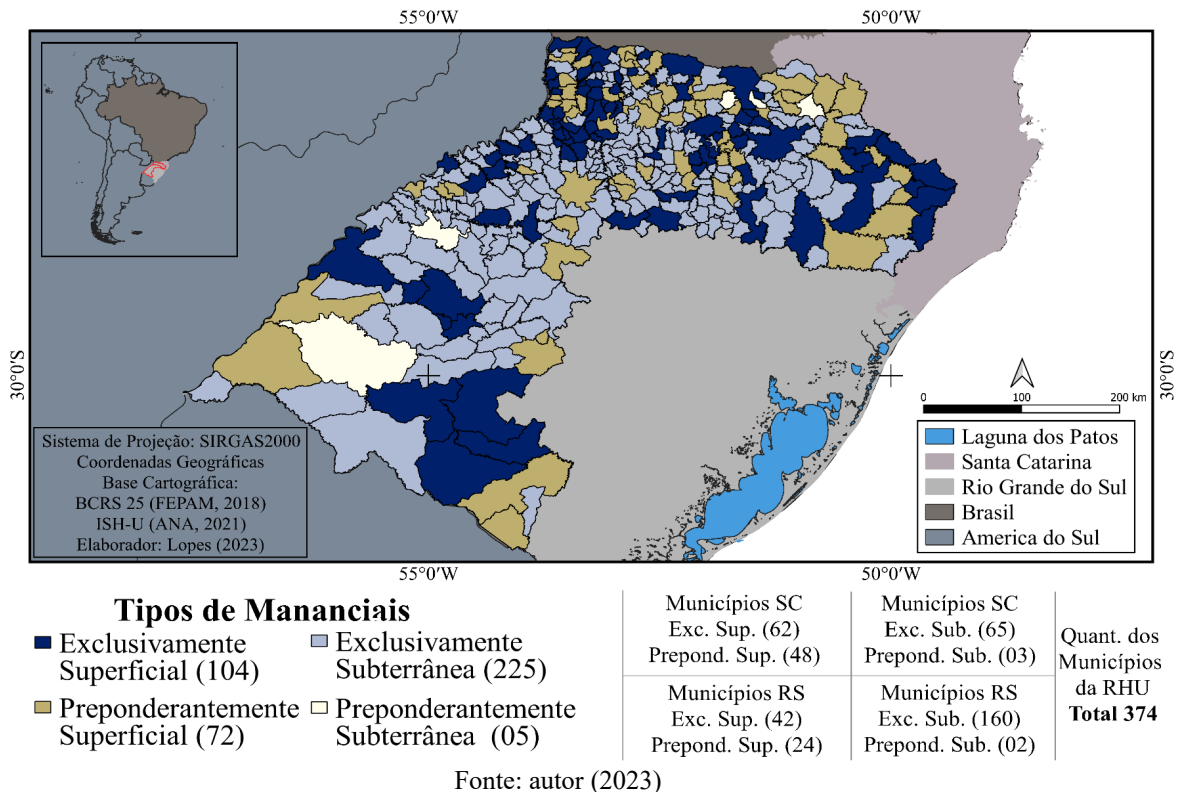
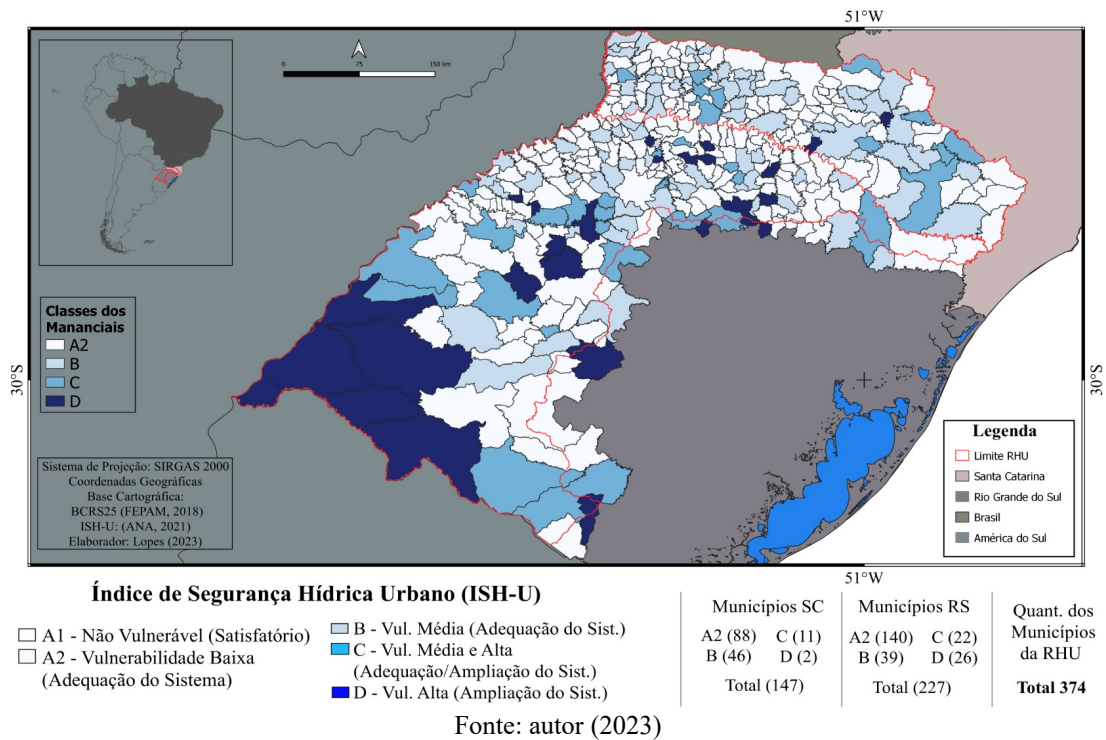


Figura 7 – Mapa da vulnerabilidade dos mananciais da RHU

## Vulnerabilidade dos Mananciais Municipais da Região Hidrográfica do rio Uruguai



## 4.1 REGIÃO HIDROGRÁFICA DO URUGUAI: SANTA CATARINA

A partir da consulta do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC) de 2018, apresenta-se um quadro geral da unidade hidrográfica do rio Uruguai da vertente santa-catarinense. São 147 municípios que abrangem 4 Regiões Hidrográficas, 5 Comitês de Bacias Hidrográficas integram a área de 47.589 km<sup>2</sup>. Com aproximadamente 1.600.000 habitantes, nas cinco bacias de Santa Catarina. A tabela 11 a seguir, apresenta um quadro geral referente a data de formação de cada Comitê de Bacia Hidrográfica, bem como a quantidade de municípios e a população da região. Vale ressaltar, a relação da variação populacional rural e urbana das 4 regiões, com exceção da RH1, que apresenta a menor variação entre a população urbana (59%) e rural (41%) e a menor quantidade populacional, na relação entre as outras 3 regiões. Essa região representa a totalidade da porção oeste do estado, formado pelo Grupo Oeste e centro-sul pelo Planalto de Lages. Sobre o setor produtivo, a agroindústria, referência de proteína de suínos e frango, também com a agricultura familiar. (PERHSC, 2018).

Tabela 8 – Regiões Hidrográficas do Rio Uruguai vertente santa-catarinense

Região Hidrográfica	Área total km <sup>2</sup>	Comitês de Bacias Hidrográficas	Ano de Criação	Municípios	População Urbana/Rural
RH1 Extremo Oeste	6.016	Antas/Peperi-Guaçu	2003	35	252.663 hab. 59% Urbana 41% Rural
RH2 Meio Oeste	10.784	Chapecó/Itaniré	2010	59	491.375 hab. 72% Urbana 28 % Rural
RH3 Vale do Rio do Peixe	8.541	Peixe(29) e Jacutinga(19)	2001	42	408.768 hab. 77% Urbana 23% Rural
RH4 Planalto de Lages	22.248	Canoas/Pelotas	2001	32	445.649 hab. 83% Urbana 17% Rural

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC, 2018)

Vejamos um detalhamento:

O Estado de Santa Catarina está dividido em dez Regiões Hidrográficas (RH), sendo este o nível territorial mais abrangente do ponto de vista da gestão e planejamento dos recursos hídricos em nível estadual. [...], com características naturais, sociais e econômicas similares. Com relação à sobreposição entre os limites das RH Estaduais e a divisão das Regiões Hidrográficas Nacional, observa-se que quatro RH pertencem a Região Hidrográfica do Rio Uruguai, uma RH pertence à Região Hidrográfica do Rio Paraná, e cinco RH pertencem à Região Hidrográfica do Atlântico Sul. (PERHSC, 2018. p. 9).

Ressalta-se também sobre o domínio geoestrutural, corresponde ao Magmatismo Serra Geral (Bacia do Paraná)<sup>39</sup>, mesma formação do alto uruguai gaúcho e com similaridade do relevo. Na região hidrográfica 4 do Planalto de Lages tem transição com a sedimentação Gonduânica, também na Bacia do Paraná. Com predominância do derramamento basalto, o que caracteriza a estrutura da formação do solo, com maior abrangência de latossolos e argissolos, consta em (SBCS, 2 018). Em relação a classificação climática, tem ocorrência do clima subtropical (Cfa) (no extremo oeste) e clima temperado quente (Cfb) (no sentido oeste centro-leste)<sup>40</sup>, (EMBRAPA, 2012, p. 322).

O quantitativo pluviométrico total anual, das Regiões: H1, H2 e H3 tem variação entre 1.800 – 2.100 (mm), no Planalto de Lages entre 1.500 – 1.900 (mm), anual, aproximadamente, *ibidem* (p. 298). Apresenta chuva regular ao longo do ano, menor regime no trimestre junho-julho-agosto com 360-480 (mm), (EMBRAPA, 2012, p. 26), a análise das:

39 Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/14712>

40 A classificação apresentada é de acordo com a de Köppen.

Variáveis climáticas básicas utilizadas neste atlas foram provenientes da rede de estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR); da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI); da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária/RS (FEPAGRO) e do 8º Distrito de Meteorologia (DISME/INMET); das estações da Embrapa Clima Temperado e da Embrapa Trigo e da rede de estações da ANA. [...], O período considerado nos cálculos das normais climáticas da região sul foi de 1976-2005, para as estações que possuíam 30 anos de registros de dados diários. Naquelas onde não haviam, foi utilizado o período existente, desde que a série histórica tivesse mais de dez anos, a fim de não perder a informação climática da região de abrangência da estação meteorológica. Ao todo, neste trabalho, foram utilizadas 125 estações meteorológicas completas e 566 estações pluviométricas.

Em relação ao período histórico analisado (1976-2005) pelo estudo da EMBRAPA, atualmente não representa a mesma configuração sociodemográfica do ponto de vista quantitativo, bem como da demanda de consumo hídrico das bacias. Em decorrência das mudanças do uso das terras paulatinamente esse comportamento é alterado, atenua-se ao cenário com secas durante os meses de junho a agosto em decorrência do fenômeno ENOS, responsável pelo El Niño e La Niña “foi observado que a fase quente (El Niño) promove ocorrências de precipitação acima da média, enquanto que na fase fria (La Niña) a ocorrência de precipitação é abaixo da média, como aponta Grimm et al., (2000, apud MATTIUZI, 2021, p. 3). A Floresta Estacional Decidual e a Ombrófila Mista compõem a fitogeografia dessa região, no domínio da Mata Atlântica, (IBGE, 2012).

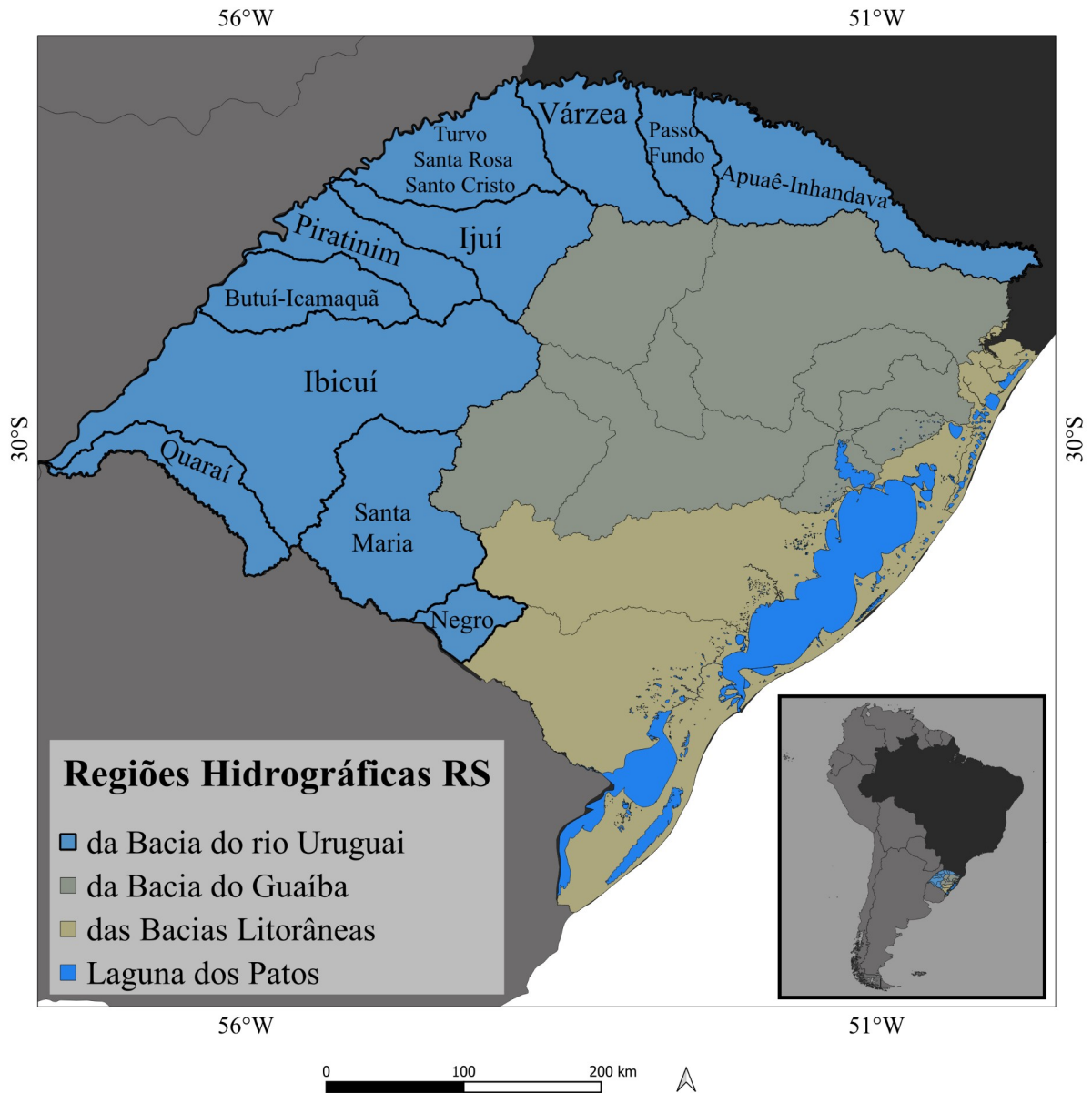
#### 4.2 A REGIÃO HIDROGRÁFICA DO URUGUAI: RIO GRANDE DO SUL

Em relação a vertente gaúcha, são 11 Bacias Hidrográficas com 227 municípios e 2.403.978 habitantes, aproximadamente e área territorial de 126.569 km<sup>2</sup> aproximadamente. A partir da disponibilização do quantitativo de habitantes em cada Bacia Hidrográfica do Rio Grande do Sul no repositório de dados gerais das Bacias Hidrográficas<sup>41</sup>, com a projeção de 2021 é possível identificar as regiões mais densas demograficamente. Os oito Comitês: Apuaê-Inhandava; Passo Fundo; Várzea; Turvo Santa Rosa Santo Cristo; Ijuí; Piratinim; Butuí-Icamaquã e Ibicuí compreendem o conjunto de 178 municípios com 1.687.125 habitantes aproximadamente, esses estão no domínio da Mata Atlântica. Os três Comitês Quaraí; Santa Maria e Negro congregam os demais 50 municípios com 720.846 habitantes aproximadamente, entretanto é na Bacia do Ibicuí que ocorre a transição, na região sul dessa Bacia, para o Bioma dos Pampas.

A seguir apresentamos o mapa indicando os Comitês da vertente gaúcha da Região Hidrográfica do rio Uruguai. Com o somatório geral populacional e municipal do estado.

41 Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/si-dados-gerais-bh-638f7ed6d5a76>

Figura 8 – Mapa da vertente gaúcha da RHU

**Mapa de Localização da Região Hidrográfica do Rio Uruguai**

RH Uruguai  
 11 Comitês  
 Pop. Total (2021)  
 2.403.978 milhões  
 227 Municípios

RH Guaíba  
 09 Comitês  
 Pop. Total (2021)  
 7.651.401 milhões  
 253 Municípios

RH Litorâneas  
 05 Comitês  
 Pop. Total (2021)  
 1.411.248 milhões  
 71 Municípios

Sistema de Projeção: Coordenadas Geográficas  
 Datum: SIRGAS 2000

Base Cartográfica: BCRS25 (FEPAM, 2018)  
 Dados Bacias: SEMA/RS (2023)  
 Elaborador: Lopes (2023)

Fonte: autores (2023)



Figura 9 – Mapa dos municípios dos Comitês gaúchos da RHU

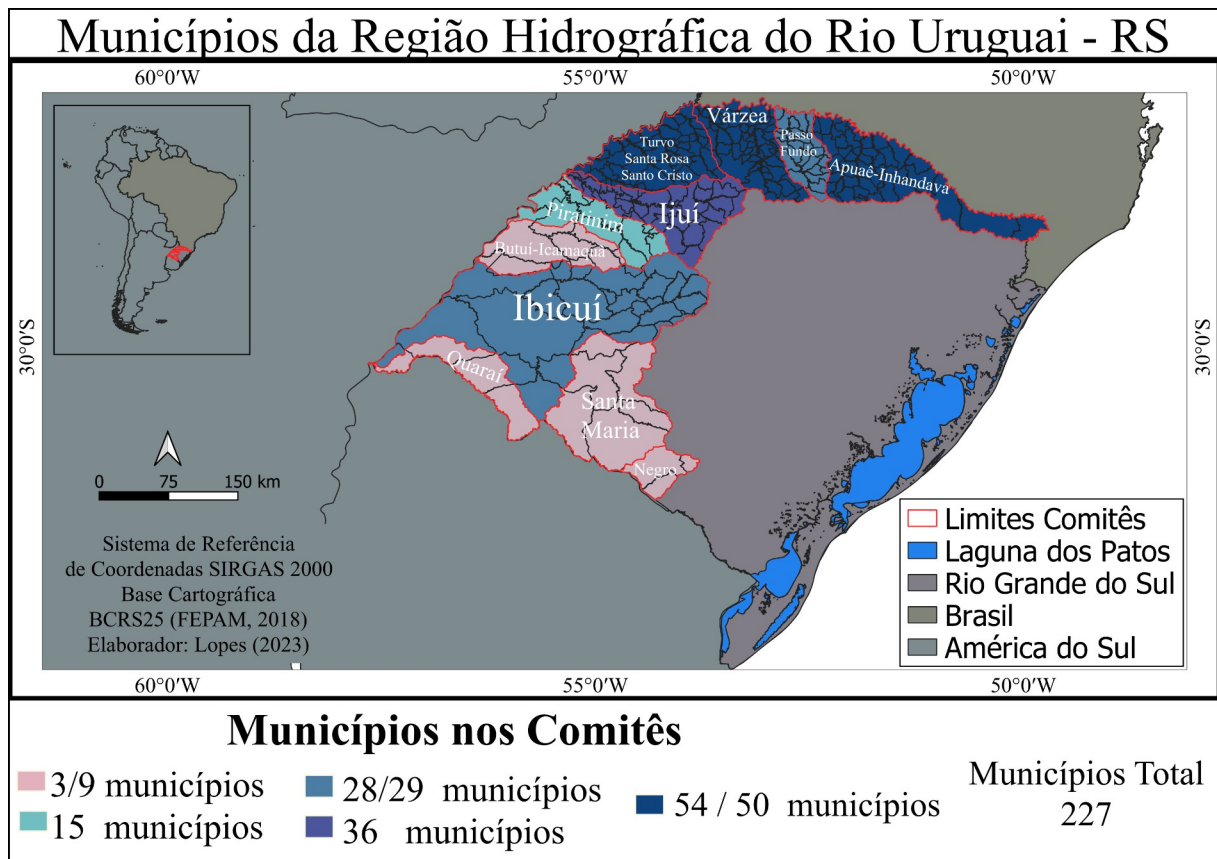


Tabela 9 – Bacias Hidrográficas do Rio Uruguai vertente sul-rio-grandense

Rio Grande do Sul - RS	Criação/Comitê	Municípios	População
<b>Apuaê-Inhandava</b>	2002	50	351.163 hab. 76,45% Urbana 23,55% Rural
<b>Passo Fundo</b>	2004	28	186.237 hab. 82,24% Urbana 17,76% Rural
<b>Várzea</b>	2004	54	305.619 hab. 60,03% Urbana 39,97% Rural
<b>Turvo Santa Rosa Santo Cristo</b>	2002	52	357.511 hab. 65,28% Urbana 34,72% Rural
<b>Ijuí</b>	2001	36	348.203 hab. 79,49% Urbana 20,51% Rural
<b>Piratinim</b>	2006	15	68.272 hab. 68,33% Urbana 31,67% Rural
<b>Butuí-Icamaquã</b>	2006	9	70.120 hab. 81,57% Urbana 18,43% Rural
<b>Ibicuí</b>	2000	29	404.728 hab. 83,85% Urbana 16,15% Rural

<b>Quaraí</b>	2008	4	26.619 hab. 87,12% Urbana 12,88% Rural
<b>Santa Maria</b>	1994	6	165.506 hab. 89,70% Urbana 10,30% Rural
<b>Negro</b>	2008	3	123.993 hab. 84,33% Urbana 15,67% Rural

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura – SEMA/RS (2023)

No aspecto socioprodutivo, em decorrência da distribuição demográfica e municipal em cada Bacia Hidrográfica, na região do norte e noroeste (os quatro primeiros), há uma distribuição mais homogênea nos municípios e na população, com exceção da Bacia de Passo Fundo, com uma diminuição significativa. Nas três da porção centro-oeste, a Bacia de Ijuí tem predomínio, em Butuí-Icamaquã ocorre um predomínio da população em relação a Piratinim. Na região sudoeste ocorre uma maior variação entre municípios e população, tem destaque a Bacia de Ibicuí, assim como na área territorial. No domínio da Mata Atlântica ocorre a transição das Florestas Ombrófila Densa<sup>42</sup>; Estacional Semidecidual<sup>43</sup> e a Floresta Estacional Decidual<sup>44</sup>. E no Pampa com a predominância da Estepe Gramíneo-Lenhosa (Campo Limpo) e Estepe Parque (Campo Sujo)<sup>45</sup>, ambos consultados em (IBGE, 2012).

Em relação a classificação climática, tem ocorrência do clima subtropical (Cfa), em toda extensão dos Comitês, com exceção do Apuaê-Inhandava, Passo Fundo e com transição para o Várzea, nesses três últimos corresponde ao clima temperado quente (Cfb)<sup>46</sup>, (EMBRAPA, 2012 p. 322). O quantitativo pluviométrico total anual das Regiões do Apuaê e transição com o Passo Fundo tem variação entre 1.400 – 1.900 (mm), aproximadamente. Nos Comitês do Passo Fundo e transição com o Ibicuí, varia 1.500 – 1.900 (mm), anual, aproximadamente. Entre os Comitês Ibicuí até o Negro tem variação de 1.200 – 1.600 (mm). Apresenta chuva regular ao longo do ano, menor regime no trimestre junho-julho-agosto com 340 – 480 (mm) na região norte e 180 – 420 (mm) aproximadamente, no extremo oeste e sudoeste, *ibidem* (p. 298).

É importante salientar sobre a trajetória da criação do Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SERH) e do Conselho, através do Decreto nº 30.132/1981, fundamentais para o processo da política de gestão das águas. Esse período marcou o início da formação da gestão

42 Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Densa (p. 74).

43 Perfil esquemático da Floresta Estacional Semidecidual (p. 96)

44 Perfil esquemático da Floresta Estacional Decidual; Fisionomias ecológicas das Florestas Tropicais (p. 102).

45 No Perfil esquemático da Estepe (p. 133), é apresentado essa alteração fitofisionômica.

46 A classificação apresentada é de acordo com a de Köppen.

das águas no estado, em 1988, é criado o Comitê de Bacia Hidrográfica dos Sinos e do Gravataí em 1989. Ainda em 1988 através da Lei nº 8.735 que estabelece as primeiras tratativas para proteção dos recursos hídricos estaduais. Em 1989 é promulgada a Constituição estadual, no Art. 171, estabelece o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e a Política Estadual de Recursos Hídrico, com a Lei nº 10.350/1994. Esse cenário remonta alguns pontos fundamentais sobre essa construção. Relatório Síntese (2021, p. 3).

A cerca dos Instrumentos de gestão dos recurso hídricos, previsto no capítulo IV da PERH/1994 também na PNRH/1997, integram a (1) Outorga de uso; (2) Rateio de custo de obras de uso e proteção; (3) Cobrança pelo uso; (4) plano; (5) Enquadramento dos corpos d'água e o (6) Sistema de Informação. Esses pontos têm relação direta com os Comitês de bacias, a formação dos Comitês dos Rios Apuaê-Inhandava (2002) e o Passo Fundo (2004) são concomitantes ao processo de construção do Projeto da transposição do Rio Cravo que inicia a partir de 2002, e o efetivo das obras em 2012. E o Plano Estadual de Recursos Hídrico estabelecido pela Resolução CRH nº 141/2014, atualmente está em atualização, é possível consultar o andamento dos produtos elaborados durante o processo<sup>47</sup>.

#### 4.2.1 Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Apuaê-Inhandava

O Comitê foi instituído em 2002 através do Decreto nº 41.490 de 18 de março, “possui área de 14.508 km<sup>2</sup> e população estimada de 351.163 habitantes (2020), sendo 268.471 habitantes em áreas urbanas e 82.692 habitantes em áreas rurais” Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura - RS (2023). “Dos 50 municípios que a integram, 42 tem sede na bacia e 19 possuem 100% de seus territórios inseridos nos domínios da Bacia”, Plano da Bacia Hidrográfica (2020, p. 4). Dos 11 comitês da Região Hidrográfica do Uruguai foi o quarto a ser formalizado, junto com o Comitê Turvo Santa Rosa Santo Cristo, o primeiro desta Unidade foi o Santa Maria em 1994, segundo Ibicuí em 2000 e o Ijuí em 2001, conforme consta na tabela 9.

Acerca do Plano da Bacia é importante destacar quais foram os critérios adotados da regionalização das Unidades de Planejamento e Gestão da Bacia (UPG), sendo: (1) Hidrografia; (2) Uso do solo; (3) Atividade Econômica relevante; (4) Demografia; (5) Dimensão Física. A partir desses, foram regionalizados em 6 UPG's, sendo, sentido leste-oeste: Ausentes (2)<sup>48</sup>; Santana (3); Bernardo José (8); Inhandava (13); Apuaê (28); Dourado (11). Erechim está inserido nas UPG's Dourado e Apuaê. De a cordo com essa regionalização,

<sup>47</sup> Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/produtos-perh>

<sup>48</sup> Esses valores representam a quantia dos municípios.

compreende-se a espacialização dos municípios presentes em cada unidade, com relação direta no planejamento territorial. De acordo com Plano da Bacia Hidrográfica (2020, p. 8).

Conforme o Termo de Referência orientador das atividades realizadas no âmbito do Plano, a segmentação da bacia em unidades menores (UPG) é fundamental para a definição do enquadramento dos cursos de água em classes de uso e conservação, para a espacialização das ações daí decorrentes e também para a outorga do direito de uso da água. Além destes objetivos, a individualização das UPGs serve como balizador das atividades de mobilização social, orientando o Comitê da bacia, a quem cabe a mobilização, na organização e direcionamento das ações.

Em relação a Unidade Dourado, 11 municípios compõem a área, a sede municipal de Barão de Cotegipe (na Bacia Hidrográfica do Passo Fundo) e Erechim (na UPG Apuaê) não consta no território da unidade. A tabela abaixo apresenta os municípios e o quadro populacional com a projeção de 2021 do IBGE. No campo ‘sede municipal’, expressa se a cidade está no território da Unidade, na divisa ou fora da Unidade. No campo ‘território total’, expressa se o município está em parte ou integral na Unidade, os municípios Marcelino Ramos; Viadutos; Gaurama e Erechim também estão inseridos na UPG Apuaê.

Tabela 10 - Municípios da UPG Dourado

<b>Municípios</b>	<b>Sede Municipal</b>	<b>Território total</b>	<b>Projeção IBGE (2021)</b>
Barão de Cotegipe	Não	Não	6.616 pessoas
Barra do Rio Azul	Sim	Sim	1.621 pessoas
Erechim	Não	Não	107.368 pessoas
Gaurama	Divisa	Não	5.447 pessoas
Getúlio Vargas	Sim	Sim	16.158 pessoas
Itatiba do Sul	Divisa	Não	3.143 pessoas
Mariano Moro	Sim	Sim	1.987 pessoas
Marcelino Ramos	Sim	Não	4.239 pessoas
Severiano de Almeida	Sim	Sim	3.607 pessoas
Viadutos	Sim	Não	4.628 pessoas
Três Arroios	Sim	Sim	2.620 pessoas

Fonte: Plano da Bacia Hidrográfica Apuaê-Inhandava (2020); IBGE Cidades (2021)

Em relação a Unidade Apuaê, 28 municípios compõem a área. Desses, (7) municípios possuem a sede fora da bacia; (9) na região fronteira da UPG e (12) dentro da Unidade. A tabela abaixo apresenta os municípios e o quadro populacional com a projeção de 2021 do IBGE. Os campos ‘sede municipal’ e ‘território total’, expressam o mesmo critério que a tabela 10. Desses, (13) municípios possuem seu território integral na Unidade e (15) com área parcialmente fora com variação da parcela territorial nessa unidade.

Tabela 11 - Municípios da UPG Apuaê

<b>Municípios</b>	<b>Sede Municipal</b>	<b>Território total</b>	<b>Projeção IBGE (2021)</b>
Água Santa	Sim	Sim	3.738 pessoas
Áurea	Sim	Sim	3.517 pessoas
Caseiros	Não	Não	3.228 pessoas
Carlos Gomes	Sim	Sim	1.327 pessoas
Centenário	Sim	Sim	2.865 pessoas
Charrua	Sim	Sim	3.228 pessoas
Ciríaco	Não	Não	4.693 pessoas
Coxilha	Divisa	Não	2.731 pessoas
Erebango	Divisa	Não	2.978 pessoas
Erechim	Divisa	Não	107.368 pessoas
Estação	Divisa	Sim	5.924 pessoas
Floriano Peixoto	Sim	Sim	1.709 pessoas
Gaurama	Divisa	Não	5.447 pessoas
Gentil	Não	Não	1.619 pessoas
Getúlio Vargas	Sim	Sim	16.158 pessoas
Ibiaçá	Sim	Não	4.690 pessoas
Marcelino Ramos	Não	Não	4.239 pessoas
Mato Castelhano	Divisa	Não	2.543 pessoas
Maxiliano de Almeida	Divisa	Não	4.254 pessoas
Muliterno	Não	Não	1.901 pessoas
Paim Filho	Não	Não	3.731 pessoas
Sananduva	Sim	Sim	16.382 pessoas
Santa Cecília do Sul	Sim	Sim	1.630 pessoas
Sertão	Divisa	Não	5.220 pessoas
São João da Urtiga	Divisa	Sim	4.625 pessoas
Tapejara	Sim	Sim	24.973 pessoas
Viadutos	Não	Não	4.628 pessoas
Vila Lângaro	Sim	Sim	4.628 pessoas

Fonte: Plano da Bacia Hidrográfica Apuaê-Inhandava (2020); IBGE Cidades (2021)

Vale destacar no campo da projeção populacional em ambas tabelas, que não foi realizado a distinção da população residente das Unidades, Dourado e Apuaê, representa apenas a projeção do IBGE de 2021 de cada município e não a quantia total nas Unidades. A partir desse demonstrativo é possível observar as interações e as diferenciações que compõem cada uma das UPG's, além de diferenciar o modo do uso e ocupação das terras dos

municípios e como este cria processos de regionalização para a Gestão da Bacia. Ainda sobre algumas taxas de poluentes:

Com relação aos coliformes termotolerantes e DBO5, os resultados compatíveis com a Classe 3 e 4 são certamente resultados de poluição difusa decorrente da criação animal (suínos e bovinos), praticada de forma intensiva principalmente nas UPG's Inhandava, Apuaê e Dourado. Plano da Bacia Hidrográfica (2020, p. 89).

Vale salientar sobre a questão do enquadramento da qualidade das águas superficiais da Bacia, de acordo com a Nota Técnica nº 003/2021/DIPLA/DRHS - Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul:

O Enquadramento aprovado pela Resolução nº 117/2012 é incorporado ao Enquadramento aprovado pela Resolução nº 342/2019; Os cursos d'água enquadrados são aqueles definidos pelo Comitê e pela Comissão de Acompanhamento para serem avaliados durante o processo de planejamento, não abrangendo a totalidade da rede hidrográfica.; Foram considerados os parâmetros DBO, OD, Fósforo Total, Sólidos Dissolvidos Totais, Nitrogênio Amoniacal e Coliformes Termotolerantes; O Enquadramento teve como suporte os dados de qualidade das águas superficiais de duas campanhas de monitoramento e modelagem hidrológica da qualidade da água; A revisão do Enquadramento deverá ser realizada no âmbito da revisão do PBH. (p. 8).

Desse modo evidencia-se a complexidade da elaboração do enquadramento das águas superficiais que é uma importante ferramenta de monitoramento da qualidade das águas da Bacia, fundamental para a Gestão. Conforme a nota, apresenta o enquadramento aprovado em 2012 e o segundo em 2019 e a revisão na atualização do Plano da Bacia, finalizado em 2020. Nesse contexto é importante ressaltar sobre a metodologia do Plano, pois umas das tarefas deste, é a revisão do enquadramento, por isso se faz necessário a compreensão da metodologia, para pleno desenvolvimento do plano de trabalho e avaliação dos resultados obtidos. De tal forma que essa avaliação seja realizada com êxito pela Comissão de Acompanhamento. De acordo com o Plano da Bacia Hidrográfica (2020, p. 90):

A variabilidade de resultados obtidos em apenas duas campanhas, em situações de vazão distintas, não permite a indicação precisa de qual das campanhas é mais representativa da situação da qualidade da água no ponto coletado; Um processo continuado de amostragem é necessário para determinar com maior clareza o real comportamento qualitativo dos cursos de água da bacia, inclusive no que tange à formulação de uma futura proposta de enquadramento. No entanto, existe correlação entre os resultados das campanhas e os fatores condicionantes destes resultados, tais como despejo de efluentes sanitários, criação animal e atividades agrícolas. Observa-se um evidente decaimento da qualidade da água nas UPGs Inhandava, Apuaê e Dourados, com maior atividade humana. Ou seja, é inegável a necessidade de desenvolver ações que reduzam os impactos da ação antrópica na qualidade da água, notadamente o tratamento de efluentes sanitários urbanos e rurais, disposição adequada de dejetos animais e a adoção de práticas agrícolas conservacionistas.

Destaca-se que esse levantamento inicial deste Comitê prioriza a abrangência dos municípios: Erechim; Barão de Cotegipe; Erebangó e Paulo Bento, por ser a região da microbacia do rio Cravo, área de estudo da presente pesquisa. Por isso o enfoque dado apenas as UPG's Dourado e Apuaê, por abranger os municípios em questão. Essa amostragem indica

um panorama do recorte meso do estudo, em consonância com a Bacia do Passo Fundo. Esses elementos são fundamentais para espacialização da região hidrográfica de Erechim, e por tratar de uma área de divisão hidrográfica, entre os Comitês do Apuaê-Inhandava e Passo Fundo, a microbacia do Cravo (inserida no Comitê do Passo Fundo) contribui para o abastecimento urbano de Erechim (inserido do Comitê Apuaê-Inhandava).

#### 4.2.2 Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Passo Fundo

O Comitê foi instituído em 2004 através do Decreto nº 42.961 de 23 de março, “possui área de 4.859 km<sup>2</sup> e população estimada de 186.237 habitantes (2020), sendo 153.170 habitantes em áreas urbanas e 33.067 habitantes em áreas rurais.”, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura/RS (2023). A BHRPF possui área de 4.864,46 km<sup>2</sup>, abrangendo 28 municípios, desses, 12 possuem área integral na Bacia e 17 possuem sede municipal totalmente na Bacia. Plano da Bacia Hidrográfica (2012, p. 20). Dos 11 comitês da Região Hidrográfica do Uruguai foi o sexto a ser formalizado, junto com o Comitê Várzea, conforme consta na tabela 9.

Do Plano da Bacia é importante destacar a regionalização das Unidades de Gestão, são 5 UG's, sendo, sentido sul norte: Passo Fundo Alto (6)<sup>49</sup>; Passo Fundo Médio (7); Erechim (8); Douradinho (3); Passo Fundo Baixo (6). essa regionalização, compreende-se a espacialização dos municípios presentes em cad Erechim, Barão de Cotegipe; Erebang e Paulo Bento estão inseridos na UG Erechim. De a cordo com a unidade, com relação direta no planejamento territorial. De acordo com Plano da Bacia Hidrográfica (2012, p. 18).

Tabela 12 - Municípios da UG Erechim

<b>Municípios</b>	<b>Sede Municipal</b>	<b>Território total</b>	<b>Projeção IBGE (2021)</b>
Barão de Cotegipe	Sim	Não	6.616 pessoas
Benjamin Constant do Sul	Sim	Não	1.924 pessoas
Cruzaltense	Sim	Não	1.765 pessoas
Erebango	Não	Não	2.978 pessoas
Erechim	Não	Não	107.368 pessoas
Paulo Bento	Sim	Sim	2.303 pessoas
Ponte Preta	Sim	Não	1.501 pessoas
São Valentim	Sim	Não	3.220 pessoas

Fonte: Plano da Bacia Hidrográfica Passo Fundo (2012); IBGE Cidades (2021)

<sup>49</sup> Esses valores representam a quantia dos municípios.

Acerca do enquadramento da qualidade das águas superficiais foi realizado em três momentos entre agosto de 2011 a abril de 2012, ou seja, o levantamento executado e os resultados obtidos no Plano da Bacia são referentes a esse período. Esse aspecto tem relação direta nos dados apresentados, uma vez que esses valores têm influência direta no uso e ocupação da Bacia, por exemplo, quantidade da população, de indústrias, da produção agroindustriais, entre outros. A produção dos efluentes e resíduos tem contribuição dos poluentes emitidos e no cômputo dos índices do parâmetro da qualidade da água, em conformidade da CONAMA 357/2005. Erechim produz 19,4% da carga de DBO gerada na bacia, de acordo com o Relatório Síntese Final (2012):

Os efluentes domésticos gerados na Bacia, em termos de cargas orgânicas remanescentes, são da ordem de 786 kg DBO/dia, para as cidades localizadas na Bacia e que lançam seus efluentes nela. [...], A geração de efluentes de origem animal tem os valores de cargas orgânicas da ordem de 388.000 kg DBO/dia. Embora este valor seja quase 500 vezes maior que os efluentes de origem doméstica, não preocupam por encontrarem-se dispersos pela Bacia (ao contrário dos domésticos que são concentrados e localizados) e apresentarem significativa atenuação até atingirem os recursos hídricos. (p. 28).

Essa amostragem indica o panorama da carga produzida na Bacia, também que as “atividades agropecuárias, em especial a criação de animais, assim como a carga orgânica proveniente dos esgotos domésticos, representaram os maiores potenciais de degradação da qualidade das águas.” (RSF, 2012, p. 57). O relatório indica que as Unidades Passo Fundo Alto e Erechim apresentam piores índices da qualidade de água, (p. 57). Nesse sentido ressalta-se para o caso dos pontos de coleta do “Rio Cravo, no município de Paulo Bento, UG Erechim, teve Classe 1, com parâmetros discordantes, nos índices de Coliformes termotolerantes (classe 4) e DBO (classe 2).”, (p. 31). Ponto 1, classe 1, tipo de uso, abastecimento para o consumo humano, após tratamento simplificado. Ponto 2, classe 2, tipo de uso abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional, (p. 41).

Vale salientar sobre a data do levantamento para enquadramento das águas, com os resultados apresentados no Relatório Final para avaliação da Comissão de Acompanhamento, este processo de deu no mesmo período do Projeto transposição Rio Cravo, apresentado em 25 de maio de 2012. Esse aspecto incide diretamente na proposição da atuação dos CBH's na Gestão das Bacias, nesse caso em específico, que envolve dois Comitês. Esse histórico revela questões basilares do aspecto político-administrativo acerca dessa medida realizada como etapa da segurança hídrica de Erechim.

Ressalta-se que para o cálculo do balanço hídrico da UG3 (Erechim) foi considerada a retirada de água para a transposição da CORSAN (Rio do Cravo) dessa UG para a Bacia do Rio Apuaê-Inhandava. Nessa análise, levou-se em consideração a vazão de 240L/s e 320L/s (valores apresentados pela CORSAN para o projeto de transposição). Considerou-se 240L/s como cenário intermediário, e 320L/s como cenário futuro (prognóstico ano 2030). (Relatório Final Síntese, 2012, p. 49).



A partir desses pontos apresentados, alguns elementos fundamentais relacionam-se com qualidade, quantidade e segurança das águas para enfrentamento da crise da gestão hídrica. Nesse escopo elencado estabelece o panorama entre o Projeto transposição Rio Cravo e o enquadramento das águas superficiais da BHRPF. Ressalta-se que Erechim está em um divisor hidrográfico, a RS 135 corta parte da linha de cumeada<sup>50</sup> que divide a região hidrográfica do Apuaê-Inhandava e do Passo Fundo. Esse panorama evidencia o escopo sobre a transposição do Rio Cravo como medida política e técnica (parte da gestão das águas) tomada para enfrentamento da crise de abastecimento hídrico de Erechim.

Esse capítulo traz um aspecto geral da questão do abastecimento urbano das águas, do ponto de vista dos mananciais superficiais, tendo em vista o recorte macro da Região Hidrográfica do rio Uruguai. Essa perspectiva evidencia o panorama dessa região, com o enfoque para os Comitês de Bacia do rio Apuaê-Inhandava e Passo Fundo. Esse primeiro recorte da pesquisa traz uma síntese da discussão entre o referencial teórico metodológico e a gestão das águas do rio Uruguai. O próximo capítulo é o diagnóstico do recorte para a microbacia do rio Cravo e a transposição para o município de Erechim-RS, com atenção dada para as nascentes a montante do ponto de transposição.

---

50 Identificação realizada através da carta topográfica Erechim do Serviço Geográfico/1:50.000, folha SG 22-Y-D-IV-1. MI-2902/1. [http://www.quoos.com.br/carta1dl/1dl\\_QWE73erexim.jpg](http://www.quoos.com.br/carta1dl/1dl_QWE73erexim.jpg).

## 5 DIAGNÓSTICO DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO CRAVO

Esse capítulo formula as concepções elencadas da transposição do rio Cravo entre a relação da segurança hídrica e a gestão das águas de Erechim. Na tentativa de compreender o contexto nacional e local da política de segurança hídrica, salientadas nos capítulos anteriores. A partir dos objetivos centrais da pesquisa essa etapa é formulada com estudos cartográficos, com enfoque para as nascentes a montante do ponto de transposição, como recorte elementar da unidade de drenagem dessa microbacia no presente trabalho. Nesse sentido, buscou-se realizar diagnóstico prévio da vegetação arbórea das nascentes aliadas as Geotecnologias.

A microdrenagem está inserida em 6 municípios e com população estimada de 2021, respectivamente: Barão de Cotegipe (6.616), Erechim (107.368), Erebangó (2.978), Quatro Irmãos (1.860), Paulo Bento (2.303) e Ponte Preta (1.501). Vale mencionar que toda cabeceira de drenagem da microbacia está inserida na região rural desses municípios, com exceção da cabeceira da região nordeste que localiza-se no extremo oeste da cidade de Erechim, área que vem sendo ocupada por novos loteamentos de moradia, no bairro agrícola.

Nesse sentido a caracterização físico-ambiental da microbacia auxilia na elaboração das unidades de paisagem geocológicas da área de estudo. Essa compreensão integra a presente pesquisa com a contribuição de material base para análise da segurança hídrica de Erechim. Pelo recorte do estudo, o levantamento dos dados base são restritos ao município.

O município em questão é localizado no Planalto sul-rio-grandense, no Alto Uruguai gaúcho, região norte do estado. Os setores agrário/agrícolas da região, predominam com destaque para uso intensivo da produção de monoculturas de trigo, soja, milho e aveia; além de agricultura de subsistência (característica em pequena escala, famílias agricultoras) e no setor da carne: suínos e aves. Também é possível destacar a mecanização intensa do campo e a utilização do uso de agroquímicos para os grãos, alguns núcleos de silvicultura, além do modelo de produção de proteína animal das granjas e criadouros de suínos, (IBGE, 2017).

Esse é o arranjo produtivo que predomina no rural erechinense, por essa razão existe uma fragmentação intensa da mata nativa, os maiores usuários de água da região são os setores agroindustrial, industrial urbano e a população urbana. A concentração demográfica está na malha urbana do município, o que intensifica a estrutura da produção agrícola da região, que ocupa parte significativa do território e é moldado pelo arranjo das agroindústrias. Esse cenário indica os maiores usos hídricos da região (agroindústria e indústria), seus principais efluentes são os agroquímicos, os dejetos dos animais (aviário e suínos) e os urbanos.

A cadeia produtiva do setor agrícola do município tem relevância para outras regiões do país, com prioridade para os grãos e o setor das carnes. É importante mencionar essa questão para que o desenvolvimento da noção dos usos múltiplos da água, além da importância do quantitativo da demanda hídrica desses setores. Outro elemento de atenção são os efluentes, sejam domésticos, industriais e agrícolas, pois no município de Erechim não há rede de tratamento do efluente, apenas redes coletoras individuais.

No caso dos setores industrial e agrícola, a responsabilidade do tratamento do efluente fica estabelecida no processo de licenciamento ambiental da atribuição dos órgãos competentes, bem como o estabelecimento da fiscalização e avaliação do processo do licenciamento. Os usos múltiplo e intersetorial que compreende o papel da gestão hidrográfica, configuram duas perspectivas fundamentais na relação com esses elementos, geração do afluente e descarte do efluente. A gestão integrada das suas redes de coleta, tratamento, distribuição são essenciais para garantia da conservação hídrica, de acordo com a (PNSB, 2007).

Um detalhamento para a classificação climática da região, é subtropical de acordo com o sistema de Köppen, com chuvas bem especializadas ao longo do ano e a precipitação média mensal variando entre 1.802 mm/ano. A variação térmica é ampla ao longo do ano, no verão, os meses mais quentes, variam entre 22° a 36 °C (com maiores picos nos dias mais quentes, janeiro e fevereiro), no inverno, período mais frio, varia de 3° a 18 °C (com mínimas mais baixas nos dias mais frios, entre julho e agosto), segundo o Plano Ambiental de Erechim (2011, p. 40/50).

Quadro 4 - Média climatológica

<b>Mês</b>	<b>Temp/Min</b>	<b>Temp/Max</b>	<b>Chuva</b>
Jan	17.8 °C	27.9 °C	172.7 mm
Fev	17.6 °C	27.4 °C	172.9 mm
Mar	16.7 °C	26.8 °C	130.7 mm
Abr	14.2 °C	24 °C	158 mm
Mai	11.4 °C	20.6 °C	173.5 mm
Jun	10.3 °C	18.9 °C	154.5 mm
Jul	9.3 °C	18.6 °C	191.8 mm
Ago	10.5 °C	20.6 °C	140 mm
Set	11.4 °C	21.3 °C	190.9 mm
<b>Out</b>	<b>14 °C</b>	<b>24.2 °C</b>	<b>240.3 mm</b>
Nov	15.2 °C	26.2 °C	161.2 mm
Dez	17 °C	27.8 °C	167.4 mm

Fonte: Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA

A relação entre clima e geomorfologia marca o domínio morfoclimático dessa região. A tabela supracitada é da “média climatológica baseada em 30 anos de dados (1981 - 2010), usando estações oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e posteriormente interpolando para as localidades que não tem estação de medição de dados meteorológicos.” De acordo com (IRGA, RS, 2021). Destaca-se o mês de outubro com a maior quantidade pluviométrica.

A compartimentação geológica é predominantemente composta pela formação da Serra Geral, face da Formação Botucatu, pertencentes a Bacia Intracratônica do Paraná e teve derramamento vulcânico de composição basáltica e riolítica (Domínio do Planalto Basáltico). Essa estrutura geológica é formada pelo domínio morfoestrutural da Bacia Sedimentar Fanerozóica, a região geomorfológica é a Hidrografia do rio Paraná, enquanto o segundo nível hierárquico, a unidade geomorfológica é o Planalto sul-rio-grandense<sup>51</sup>. Esse arranjo forma e denomina as características principais do aquífero dessas unidades hidrográficas, bem como o material pedogenético, conforme o Plano Ambiental de Erechim, (2011, p. 51).

Essa estrutura estabelece um relevo intensamente dissecado de vales estreitos e alta inclinação nas vertentes, topo plano ou levemente convexo, com topo sequência (os divisores de água) entre 618 e 835 no eixo centro-oeste e sudoeste do município de Erechim (área que compreende a cabeceira de drenagem estudada), há também outra unidade geomorfológica classificada, com denominação do “Planalto Dissecado do Rio Iguaçu - Rio Uruguai e o Planalto dos Campos Gerais, por isso proporciona grandes contrastes de relevo e topografia”, *Ibidem* (p. 55-6).

Existe uma variação dos solos na área do estudo que são: Latossolo Vermelho Alumínico<sup>52</sup> e o Nitossolo Vermelho Distroférico<sup>53</sup>. Esses solos não tem alto índice de macro e micronutrientes com baixa fertilidade química, com isso é necessário diversidade de manejo para produção agrícola. Esses possuem características similares, bem como a

---

51 Mapa das Unidades de Relevo do Brasil, (IBGE2006): [https://geofp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/geomorfologia/mapas/brasil/relevo\\_2006.pdf](https://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/brasil/relevo_2006.pdf).

52 São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo, com caráter aluminico e teores de óxido de ferro, ambos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, tem capacidade de troca de cátions da fração argila baixa. Variam de fortemente a bem drenados, em geral, solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou aluminicos, ocorrem, todavia, solos com saturação por bases média, *ibidem*, (p. 94-95).

53 Solos com saturação por bases < 50% e teores de óxido de ferro, ambos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA), *ibid*, (p. 235). Estes solos apresentam horizonte B bem expresso em termos de grau de desenvolvimento de estrutura, associado à presença de cerosidade, admitem-se variações de estrutura, consistência e cerosidade. São, em geral, de moderadamente ácidos a ácidos, com argila de atividade baixa ou com caráter aluminico conjugado com argila de atividade alta, com composição caulínico-oxídica, *ibid*, (p. 95).

capacidade de drenagem, porém modifica-se no potencial friável, os Nitossolos são mais rígidos. *Ibid* (p. 55-6).

Esse domínio morfoclimático traz uma caracterização específica para a paisagem, sobretudo na fitofisionomia do relevo e para as dinâmicas geocológicas, classificado como Planalto das Araucárias. A classificação florestal varia entre estacional decidual e semidecidual com transição para ombrófila aberta e mista, que marca essa transição fitoecológica, IBGE (2012).

A *Araucária angustifolia* marca a fitopaisagem da região, com variações de espécies caducifólias, também demarcam a composição arbórea dos fragmentos de mata. O processo erosivo da camada superficial do relevo ocasionada pelo alto índice de precipitação pluviométrica possibilita processos aluvionais e acumulação de sedimentos nas topografias mais baixas. “Nessas áreas de banhado e nos trechos de drenagem formam ambientes propícios para uma fitofisionomia específica, caracterizam esses ecossistemas locais”, *Ibid* (p. 102-3). Essa interação de transformação de energia, matéria e informação são os processos básicos de estudos de ecossistemas, nesse contexto as conexões da chuva entre topo/vertente/fundo de vale/solo/vegetação, tem influência direta na drenagem da bacia.

Essa dinâmica de troca energética entre solo - vegetação - escoamento superficial, compreende ao processo de perda da mata nativa, alterações da fitofisionomia do relevo pela monocultura de grãos, por exemplo, implicando na redução da interceptação pelo dossel e estrutura arbórea, com isso a rizosfera também sofre alterações em sua capilaridade. As raízes servem como importantes condutores de percolação das águas, quanto maior essa estrutura mais canais se formam e contribuem para infiltração da chuva, diminuindo o nível de saturação do solo. Além de que, o percentual da evapotranspiração tem maior equilíbrio nos locais em sucessão ecológica, segundo Ramos (2005) e Guerra et al. (2012).

Essas alterações também interferem na perda de infiltração, aumentando o índice de erosão do acarretamento da camada superficial do solo, assim os sedimentos são translocados para as áreas de menor altimetria. Esse fator aumenta os processos de erosão (sejam fissuras, ravinas ou podendo avançar para voçorocas) em solos expostos ou nas áreas com baixo índice foliar, pois o impacto da chuva também promove alteração mecânica no solo, fenômeno conhecido por *splash*, interferindo nos processos erosivos, aponta Machado e Torres (2012) e Guerra et al. (2012).

Esse tipo de produção do espaço, ou uso das terras, tem influências diretas na conservação e qualidade das águas, além de alteração do ciclo hidrológico local. Essas alterações incidem diretamente na microescala, mas é preciso o monitoramento para inferir os possíveis impactos causados em outras regiões. O *continuum* da paisagem indica as

trocas de informação - matéria - energia dos domínios geocológicos e, como os arranjos socioespaciais conectam redes gerando interações que produzem o espaço geográfico, como estudado em Bezerra (2011). No caso da paisagem do rural erexinense revela a predominância e manutenção do modelo do Agronegócio.

### 4.3 ABASTECIMENTO DA ÁGUA

Importante delinear brevemente sobre o diagnóstico do abastecimento hídrico do município de Erechim-RS. Ressalta-se a necessidade da compreensão sobre a temática do âmbito político nacional e estadual, tendo em vista, a organização estrutural do saneamento no Brasil. Esse é um tema polêmico ao longo do processo de constituição das diferentes legislações que envolve a temática. Recentemente, esse quadro foi intensificado, pela Medida Provisória 844/2018<sup>54</sup>, que altera a Lei do Saneamento<sup>55</sup> e trouxe preocupação sobre alguns aspectos contratuais e financeiros das Companhias de Saneamento<sup>56</sup>, que também envolve a Corsan<sup>57</sup>. A partir de julho 2020, com o novo marco regulatório de Saneamento<sup>58</sup> aprovado, estabelece maior flexibilização entre a gestão pública e privada.

No aspecto sul-rio-grandense, foi aprovado dois projetos de lei, 234 e o 210 de 2021, que tratam sobre a regionalização e a universalização do acesso à água e ao esgotamento sanitário<sup>59</sup>. A conflitualidade acerca do caráter de urgência para aprovação do projeto, fragiliza o diálogo e apreciação dos distintos setores da sociedade que são os usuários desses serviços públicos, bem como a população. Os Comitês de Bacia Hidrográfica do Sinos, Gravataí e Caí contrários em relação dos referidos projetos<sup>60</sup>, em paralelo, foi emitida uma nota da Assembleia Legislativa com a retirada do caráter de urgência para os projetos<sup>61</sup>. “O governo do Estado apresentou duas propostas sobre o tema. O PL 210/2021, que trata dos municípios que têm contratos ativos com a Corsan, e o PL 234/2021, que abrange as cidades

---

54 Consultado em:

[https://www.girodegravatai.com.br/wp-content/uploads/2021/08/Of\\_052\\_2021AssembleiaLegislativa.pdf](https://www.girodegravatai.com.br/wp-content/uploads/2021/08/Of_052_2021AssembleiaLegislativa.pdf)

55 Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv844.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv844.htm). Porém foi alterada pela Lei Federal 14.026/2020, Novo Marco Regulatório do Saneamento.

56 Consultado em: <https://estado.rs.gov.br/governo-retira-regime-de-urgencia-do-pl-que-trata-da-regionalizacao-do-saneamento-basico>

57 Consultado em: <https://www.corsan.com.br/upload/arquivos/202103/19174507-fato-relevante-ipo.pdf>

58 Consultado em: <https://www.corsan.com.br/upload/arquivos/202107/30152151-cartilha-sobre-potencial-privatizacao-da-corsan.pdf>

59 Aprovado pelo Decreto Municipal n.º 4.889, de 07 de fevereiro de 2020. Disponível em: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/download/69721>

60 Consultado em: <http://www.al.rs.gov.br/legislativo/ExibeProposicao/tabid/325/SiglaTipo/PL/NroProposicao/234/AnoProposicao/2021/Origem/Px/Default.aspx>

61 Carta dos governadores sobre a preocupação dessa Medida. Consultado em: <http://aesbe.org.br/carta-dos-governadores-sobre-a-medida-provisoria-844-2018-que-altera-a-lei-do-saneamento/>

que não têm vínculo com a estatal. Os dois textos seguem agora o regime normal de tramitação legislativa.” Secom (2021).

Paralelamente a esses processos, em março de 2021, a Corsan fez um pronunciamento sobre o início da condução de privatização da Companhia, assim se dá o “processo para potencial oferta pública de ações”, com relação direta no levantamento orçamentário-financeiro para estruturar a operação. Também foi produzida a cartilha *Potencial Privatização da Corsan: Considerações e Esclarecimentos*, (2021), que ressalta distintos elementos de influência na continuidade e na privatização da Companhia. Entre eles, destacamos o subsídio cruzado que é a maneira da gestão financeira para equilibrar os custos dos municípios envolvidos, dos que geram lucro e dos que precisam de investimento (esses destacam os pequenos municípios, que são a maioria dos atendidos pelo serviço)<sup>62</sup>.

Esse aspecto ressalta o caráter do cumprimento da missão social que a Companhia presta em razão da qualidade do serviço público na categoria de saneamento. Assim essa forma de equilibrar os custos dos serviços incide na perspectiva do atendimento da qualidade do serviço para os municípios contratantes. Outro elemento importante trazido pela cartilha é em relação ao aprimoramento da gestão dos recursos humanos, técnico financeiro, do planejamento e operacional dos serviços, (2021, p. 26-30). Essa abordagem é explicitamente política, pois de um lado existe as partes técnica, administrativa, jurídica e do outro a produção socioespacial do estado. Assim compreende-se a necessidade da análise geográfica no planejamento ambiental da demanda e do serviço hídrico em questão.

No contexto do município, ressaltamos a base legal e técnica que envolve a questão. A primeira é em relação ao Plano Municipal de Saneamento Básico de Erechim/RS (2015), porém em relação a rede coletora de água (captação, tratamento, abastecimento e a estrutura para tal). Em 2020 é realizado a atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico de Erechim<sup>63</sup>. O mesmo é específico para os segmentos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Mas em relação ao esgotamento sanitário existe apenas a avaliação e projeção do serviço, que permanece inoperante no município.

O sistema de esgotamento sanitário deverá atender a área urbana da sede do município, bem como as áreas urbanizadas dos distritos de Capo Erê e Jaguaretê. O Anexo 6, apresenta a delimitação física das áreas de atendimento, com a indicação, para a sede do município, das respectivas técnicas admitidas para a solução de esgotamento sanitário. Em conformidade com o PMSB-ERECHSM/2015, aprovado pelo Decreto Municipal nº 4.215/2015, o sistema de esgotamento sanitário para Erechim deverá ser do tipo combinado constituído parte por sistema separador absoluto, parte por sistema misto e parte por soluções individuais, caracterizadas como sistema “no lote”. (PMSBE, 2020, p. 61).

62 Consultado em: <https://www.corsan.com.br/famurs-e-corsan-mobilizadas-contra-o-artigo-10-a-da-mp-844-e-o-fim-do-subsidio-cruzado>

63 Acesso em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm)

Em relação a noção de saneamento básico dada pelo município, ainda consta a debilidade da questão, pois em 2015, como no vigente de 2020, permanece apenas o estudo sobre a questão do abastecimento de águas e esgotos. Isso demonstra uma fragilidade da efetividade do saneamento básico brasileiro, dado pela PNSB/2007 em seu artigo 2º “com base nos seguintes princípios”, no parágrafo 3º, consta: “abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente.”. Assim percebe-se o conflito do ordenamento jurídico municipal e a temática.

Da condição da oferta e demanda hídrica, ocorreu a necessidade de transposição de três rios para suprir a necessidade hídrica urbana, foram:

Barragem de Captação – Arroio Ligeirinho Portaria, outorga dada pela DRH 348/2010 e L.O 2717/2012. Barragem de Transposição – Rio do Campo Portaria DRH 348/2010. Barragem de Transposição – Rio Cravo Portaria DRH 800/2011. Em períodos de estiagem, vinha se fazendo uso de manancial subterrâneo. Entretanto, com a operação da Captação do Rio do Cravo, o aproveitamento de água subterrânea passou a ser somente para situações emergenciais. (PMSBE, 2020, p. 22).

Nesse sentido ocorreram melhorias significativas no abastecimento público, no que tange, a disponibilidade hídrica, essa necessidade se fez, sobretudo pelo crescimento populacional e maior produção do setor industrial. Mudanças na estrutura hidráulica, também de novos equipamentos do sistema de coleta e distribuição. Nesse aspecto percebe-se a relação direta entre a gestão hídrica e o uso da terra urbana, como esses fatores são diretamente dependentes de uma perspectiva integralizadora e intersetorial. Além das pastas que são ligadas ao tema, a questão da saúde e ambiental, assim o ordenamento urbano é dependente do abastecimento hídrico.

Ainda sobre a estrutura do Plano de 2020, traz aspectos sobre a revisão do diagnóstico e avaliação do Plano de 2015; os principais dispositivos do sistema de abastecimento de água (os mananciais, captação e adução da água bruta; rede de distribuição e ligações; tratamento e armazenamento da água); a projeção das demandas (populacionais e econômicas); metodologia, metas e indicadores; proposição para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário (avaliação e viabilidade econômico-financeira). Traz o detalhamento desses pontos específicos ao longo do documento, porém para esse momento apenas mencionamos as questões específicas que refletem sobre a transposição dos rios.



#### 4.4 MANANCIASIS SUPERFICIAIS DE CAPTAÇÃO E ABASTECIMENTO HÍDRICO URBANO EM ERECHIM – RS

Essa abordagem apresenta a construção da base legal sobre mananciais superficiais para abastecimento urbano, material consultado entre o período de janeiro de 2023, no site da Prefeitura de Erechim, no Sistema de Apoio ao Processo Legislativo - (SAPL)<sup>64</sup>. Foram selecionadas as datas de 1981 e 1992 e a terceira mais recente, de 2012. Leis ordinárias municipais nº 1.752, de 29 de junho de 1981 - Dispõe sobre a proteção dos mananciais de interesse para o abastecimento da população urbana. E a nº 1.733, de 05 de maio de 1981 - Institui o zoneamento urbano de Erechim. Lei Ordinária Municipal nº 2.401, de 08 de abril de 1992 - Institui o Zoneamento Urbano. E por fim, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Erechim de 2012.

Acerca do Plano Diretor Municipal que é o instrumento básico para o desenvolvimento e expansão urbana, este deve ser aprovado pela Câmara Legislativa Municipal, conforme o artigo nº 182 da Constituição da República. Esse documento deve ser executado pelo poder público municipal com o objetivo de “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.”. De acordo com a Lei nº 10.257 de 2001 que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da Política Urbana, nas diretrizes gerais formula as “normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.”

Importante ressaltar o panorama histórico da Lei nº 1.752/81<sup>65</sup>, no mesmo ano da promulgação da PNMA. Entretanto, na época, não havia nenhum ato jurídico sobre a proteção dos mananciais, estadual, do Rio Grande do Sul. Nessa Lei, 3 medidas protetivas são previstas dos “mananciais e seus afluentes que estão abastecendo ou vierem abastecer de água a população, desde as suas nascentes até a represa de captação da CORSAN”. De acordo com o artigo 1º, são elas:

- Preservação de matas naturais existentes ou demais formas de vegetação, reflorestamento ou florestamento, conforme o caso, ao longo desses cursos de água, de uma faixa marginal numa largura não inferior a 10 (dez) metros;
- Proibição de lançamento, nas zonas que contém os referidos mananciais e na represa de captação elementos capazes de conspurcar com águas servidas, de contaminar com resíduos sólidos de qualquer espécie, como produtos químicos, tóxicos, inseticidas ou fungicidas - inclusive em afluentes superficiais - ou lançar terminais de esgoto de qualquer espécie;
- Proibição de pulverização com defensivos, inseticidas fungicidas ou com outros produtos nocivos à água, em áreas próximas desses mananciais, capazes de contaminá-los. (ERECHIM, 1981).

64 Acesso em: <https://sapl.erechim.rs.leg.br/norma/pesquisar>

65 Acesso em:

[https://sapl.erechim.rs.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/1981/1716/1716\\_texto\\_integral.pdf](https://sapl.erechim.rs.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/1981/1716/1716_texto_integral.pdf)

Considerando a coleta das normativas jurídicas sobre proteção de mananciais superficiais para abastecimento urbano em escala estadual do país (uma vez que não foi encontrado leis ou decretos no levantamento realizado). Nesse caso é importante ressaltar de acordo com a Lei municipal de proteção dos mananciais de Erechim-RS que indica uma referência significativa para o Rio Grande do Sul, do ponto de vista jurídico-administrativo que não garante a exequibilidade das medidas conservacionistas exigidas. Esse aspecto incide na avaliação entre a implementação de uma legislação ambiental conservacionista e o *modus operandi* no uso e ocupação das terras, isso quer dizer que, mesmo que tenha diretrizes jurídicas desse teor, o alcance das práticas conservacionistas não é garantido na cadeia socioprodutiva e a aceitação pela sociedade.

Entretanto, no Plano Diretor Municipal instituído no mesmo ano, pela Lei nº 1.733/81<sup>66</sup>, não há registro das nascentes, canais fluviais, mananciais ou demais conceitos sobre os recursos hídricos, ou da vegetação, seja ela nativa ou não. Esse é o marco temporal, do ponto de vista jurídico que trata dos mananciais superficiais de abastecimento urbano em Erechim-RS. Não há menção específica que trate das áreas de proteção dos rios e dos mananciais, contém apenas usos genéricos com relação a conservação ambiental e proteção dos riscos e desastres.

No ano de 1992 o Plano Diretor é atualizado, através da Lei nº 2.401<sup>67</sup>, ainda sem constar nenhuma menção sobre os mananciais de água ou demais conceitos ligados aos recursos hídricos. Ocorrem novas alterações através da Lei Ordinária Municipal nº 2.595/1994<sup>68</sup> que dispõe sobre o desenvolvimento urbano, zoneamento de usos do solo urbano. No artigo, nº 12, das diretrizes básicas, consta a “III Preservar os mananciais hídricos que abastecem as áreas urbanas, os fundos de vale e áreas verdes, através de restrições à ocupação do solo e controle de seu adensamento.” (ERECHIM, 1994).

Sobre as áreas de proteção ambiental, no Artigo, nº 47:

Ficam instituídas como Áreas de Proteção Ambiental, as áreas que integram os mananciais hídricos dos Rios Ligeirinho, Leãozinho e Suzana, visando assegurar a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental da região dos mananciais e garantir a potabilidade da água coletada para consumo da população da Zona Urbana de Erechim e outros municípios. (ERECHIM, 1994).

Ao longo das décadas, até o ano de 2020, ocorreram atualizações do Plano Diretor, ressaltamos a versão de 2012, do Desenvolvimento Urbano e Ambiental, disponível no site da Prefeitura<sup>69</sup>. Nesse período há uma maior integração da perspectiva da proteção ambiental e

66 Acesso: [https://sapl.erechim.rs.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/1981/1697/1697\\_texto\\_integral.pdf](https://sapl.erechim.rs.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/1981/1697/1697_texto_integral.pdf)

67 Acesso: [https://sapl.erechim.rs.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/1992/2363/2363\\_texto\\_integral.pdf](https://sapl.erechim.rs.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/1992/2363/2363_texto_integral.pdf)

68 Acesso: [https://sapl.erechim.rs.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/1994/2557/2557\\_texto\\_integral.pdf](https://sapl.erechim.rs.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/1994/2557/2557_texto_integral.pdf)

69 Acesso: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/pagina/406/lei-do-plano-diretor>

intersectorial regional, que inclui a temática do abastecimento de água e o saneamento, entre outras questões que relacionam a área. Na Seção II da Organização do Sistema Municipal de Planejamento e Coordenação do Desenvolvimento Urbano, no artigo 10:

O Município de Erechim articular-se-á com os demais municípios da região, mediante convênios, acordos e contratos, com a aprovação do Legislativo Municipal, entre órgãos e entidades de suas Administrações Públicas, com relação: III - A homogeneidade e complementaridade das respectivas legislações municipais, em especial quanto a: g) à proteção da vegetação nativa e mananciais das bacias hidrográficas. (ERECHIM, 2012).

Essa perspectiva ressalta o Plano de 2012, pois foi a última alteração e avanço significativo sobre a questão dos mananciais, no Plano de 2019 não há mudanças sobre o tema. A partir desses tópicos elencados, apresenta-se um panorama da construção histórica do processo jurídico da proteção dos mananciais superficiais para abastecimento urbano no município. Observa-se que essa análise foi a partir do avanço legal estadual brasileiro, importante indicar o período histórico de maior institucionalização, entre 1975, com a primeira Lei em São Paulo, até 1997, com a formulação da PNRH, (apresentado na tabela 6).

Do ponto de vista jurídico é possível compreender alguns avanços da proteção dos mananciais, na escala estadual e municipal, o contexto de Erechim é abordado pelo recorte da pesquisa. Nesse sentido, é preciso avançar no aspecto da fiscalização e mitigação da poluição e contaminação nesses corpos hídricos, uma vez que existe legislação federal competente do assunto, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005<sup>70</sup>. De acordo com o levantamento realizado é possível indicar, ao menos para o caso de Erechim, com o marco legal em 1981.

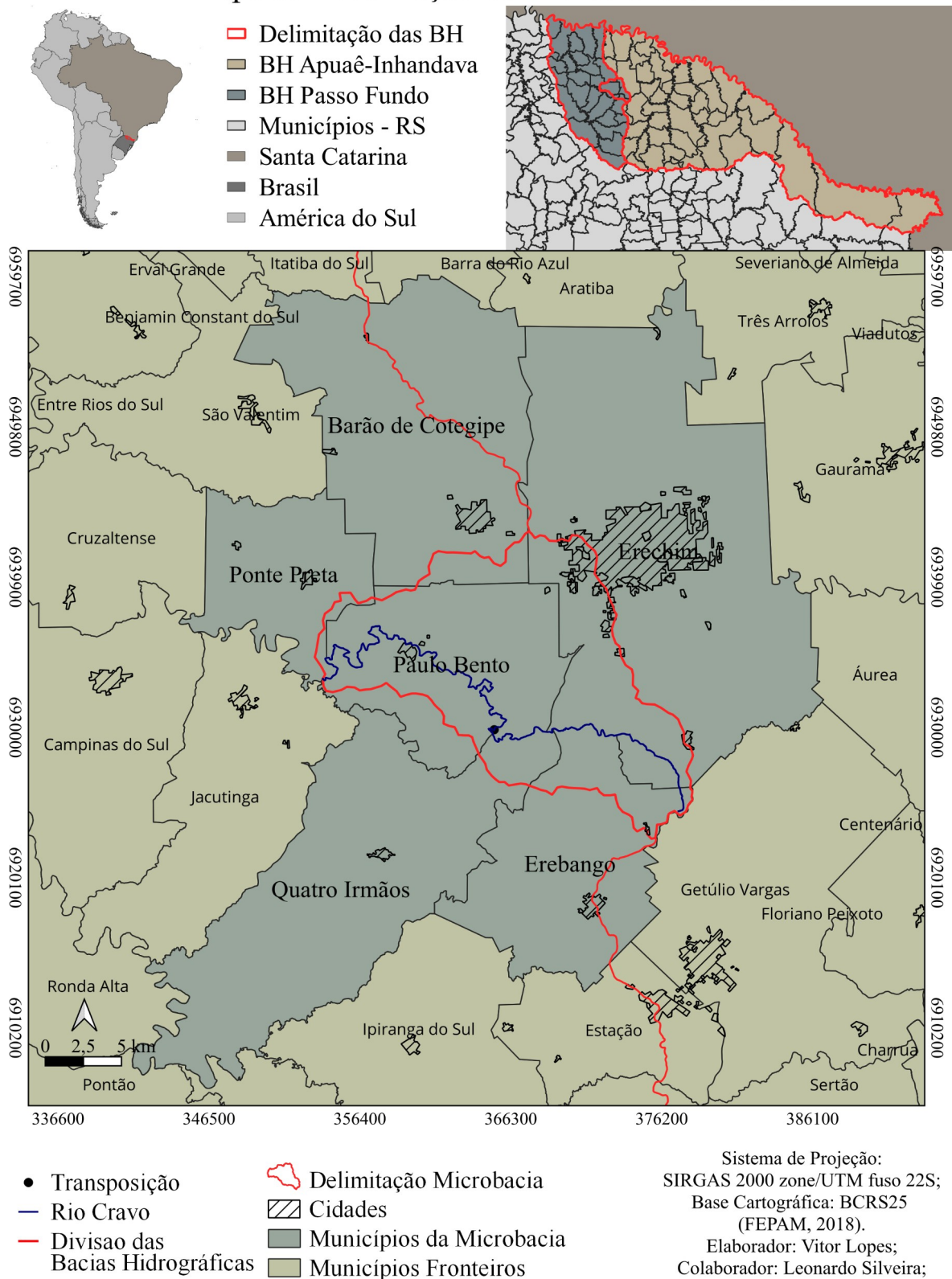
#### 4.5 ETAPAS DO DIAGNÓSTICO DAS NASCENTES

Como parte do diagnóstico prévio da composição arbórea das nascentes a montante do ponto de transposição são apresentados os produtos cartográficos e os mapeamentos realizados desse recorte espacial em questão. Essa etapa torna-se parte da contribuição do presente estudo acerca do processo político realizado para segurança hídrica municipal. Uma vez compreendido como relação direta da política nacional de segurança hídrica formulada no país, já delineado no trabalho. Essa concepção atenua em distintos aspectos, sejam políticos, econômicos, sociais e ambientais. Em linhas gerais apresentamos o panorama realizado do ponto de vista da análise ambiental das nascentes do recorte realizado.

---

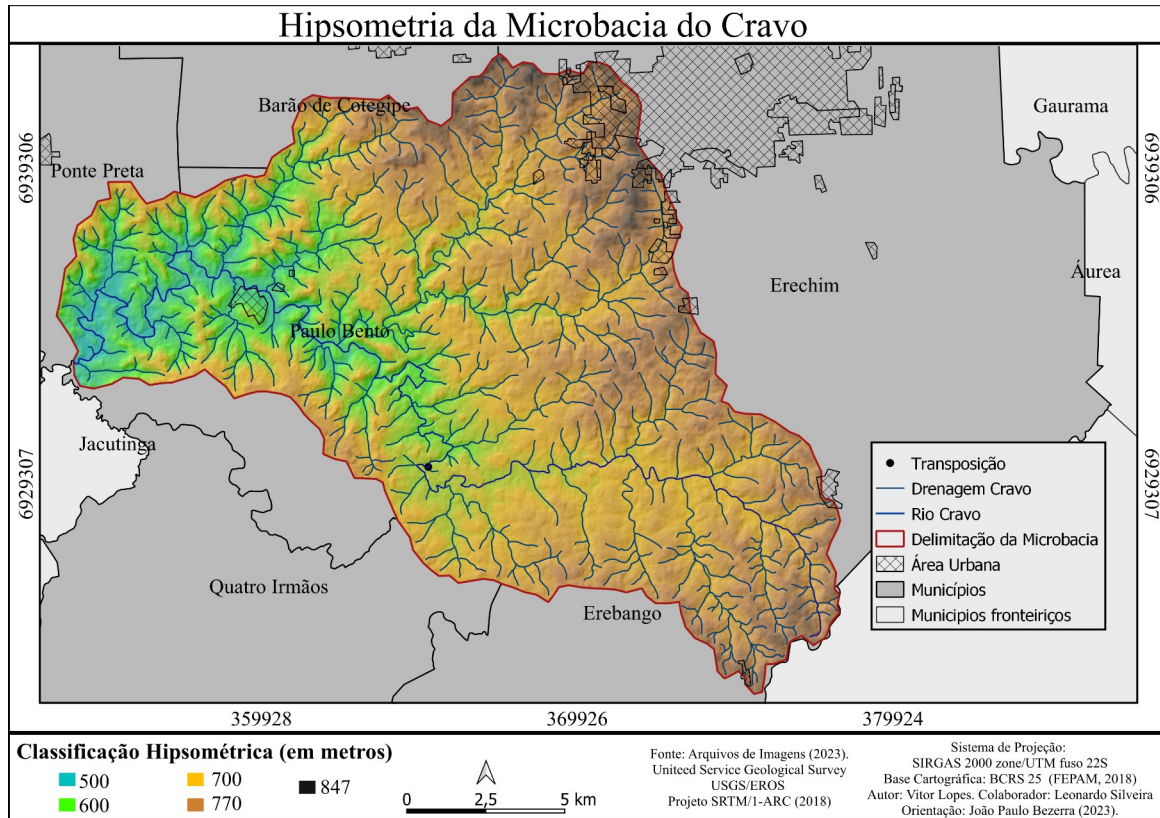
<sup>70</sup> Com parâmetros de qualidade das águas, classes dos corpos hídricos e do enquadramento do efluente gerado.

Figura 11 – Mapa de localização da área de estudo  
 Mapa de Localização da Microbacia do Cravo



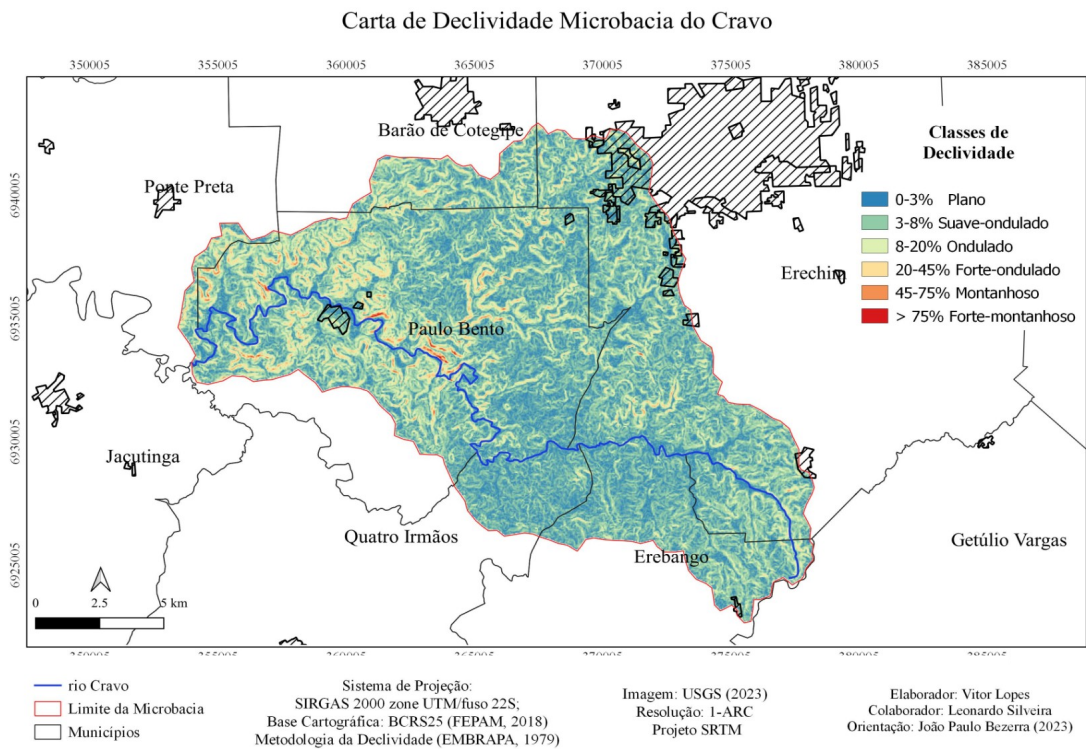
Fonte: autores (2023)

Figura 12 – Mapa hipsométrico da área de estudo



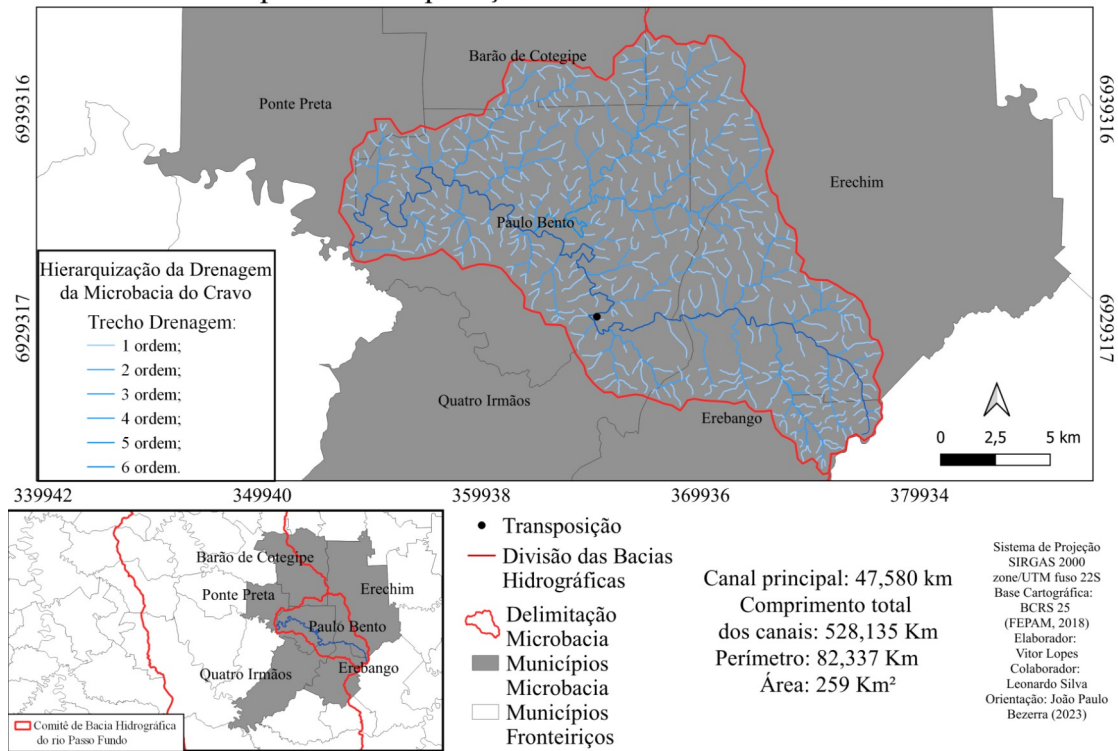
Fonte: autores (2023)

Figura 13 – Mapa de Declividade da área de estudo



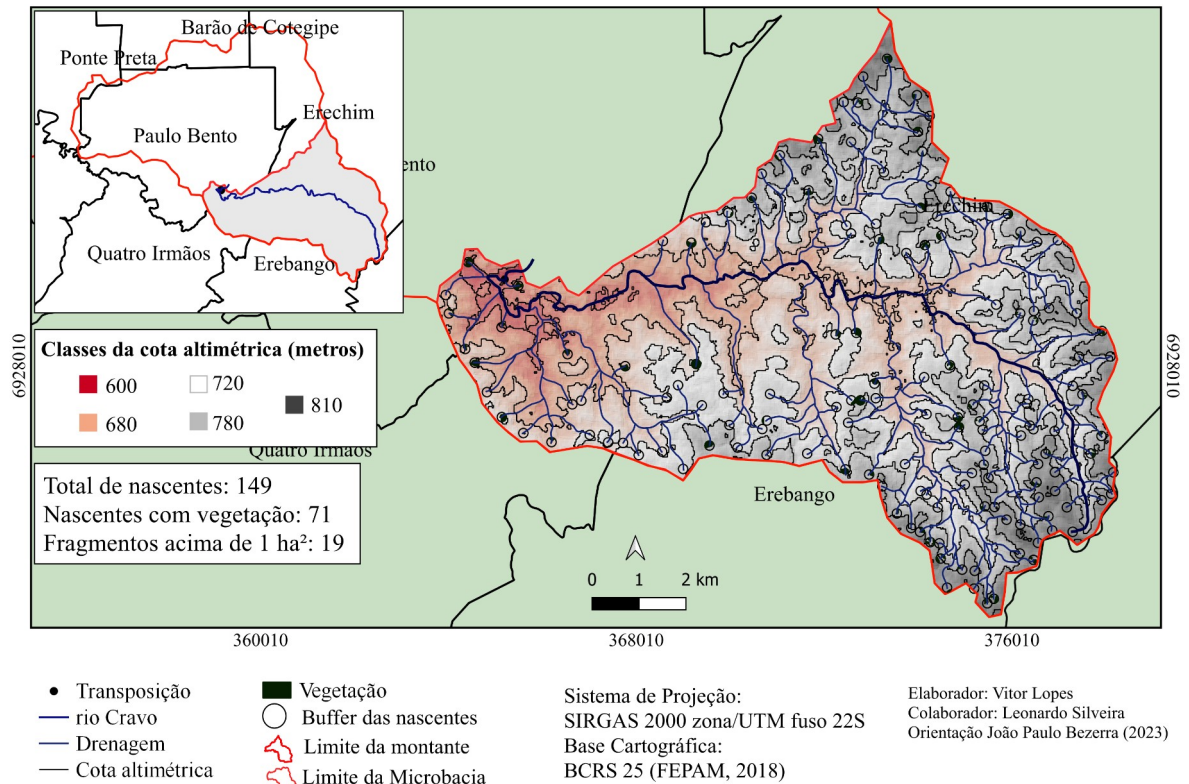
Fonte: autores (2023)

Figura 14 – Mapa da hierarquia fluvial da área de estudo  
Mapa de hierarquização fluvial da Microbacia do Cravo



Fonte: autores (2023)

Figura 15 – Mapa das nascentes da área de interesse  
Cota altimétrica dos buffer's das nascentes



Fonte: autores (2023)

O mapa supracitado espacializa a primeira amostragem da vetorização das nascentes a montante da transposição. Esse processo representa o total das nascentes, as com vegetação e os maiores fragmentos arbóreos. Também evidencia a diferenciação altimétrica do relevo e as cotas que estão localizadas as nascentes, maioria entre 700 – 800 m de elevação. A partir do referencial teórico discutido e os demais apontamentos acerca das interações entre vegetação – solo – infiltração/escoamento para conservação da qualidade/quantidade das águas e a dinâmica hídrica da drenagem, o cenário demonstrado apresenta a carência da vegetação arbórea nas nascentes. Do ponto de vista do diagnóstico prévio ressalta-se a urgência da restauração arbórea, tendo em vista os dados gerais obtidos a partir da realização dos gráficos.

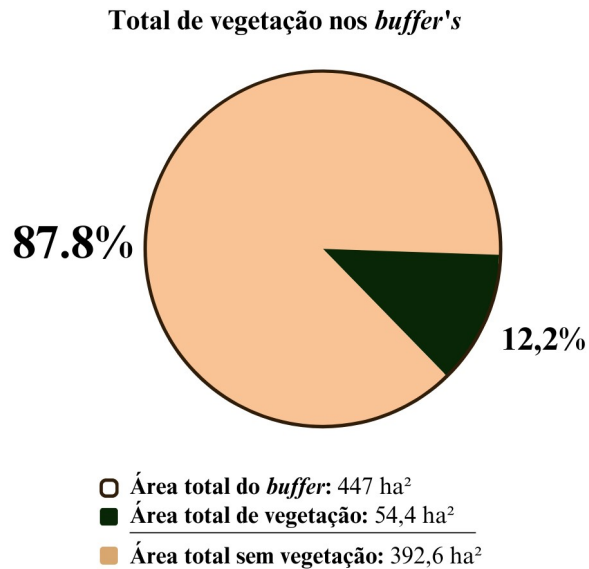
De acordo com a perspectiva das unidades geocológicas da paisagem é necessário reconhecer as áreas locais para classificação da unidade de estudo, de acordo com Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2017, p. 83). A partir da compreensão da nascente como geotopo, isto é, a unidade básica local de diferenciação da paisagem é considerado as composições abióticas e bióticas, essa integração estabelece o ecotopo e morfotopo, como complexos geocológicos parciais, com a inter-relação desses constitui o geotopo, a paisagem em nível local, variantes dos “sistemas ambientais, em particular de três categorias: ecossistema, morfopedossistema e geossistema. O geotopo constitui assim o geossistema natural de nível local ou tópico por excelência.”, *ibidem* (p. 84-85).

Tendo em vista os apontamentos acerca da classificação das unidades de paisagem supracitados é de fundamental importância como etapa inicial do diagnóstico das nascentes. Na presente pesquisa foi pautado parte do debate das áreas úmidas, a compreensão dessas unidades ambientais são essenciais para os fluxos ecológicos com a manutenção desses micro sistemas, ou geotopos considerando a perspectiva geossistêmica. A abordagem das áreas úmidas configura uma necessária contribuição no sentido de que esses ambientes são sensíveis do ponto de vista dos fluxos energéticos e tróficos, no caso em específico das nascentes, conforme apontam Souza; Jucá; Wathely (2012) e Guasselli (2018). Nessa mesma perspectiva a conservação da vegetação e sucessão para a composição arbórea estabelece os ciclos para a qualidade/quantidade hídrica.

A partir da primeira observação geral dos dados obtidos como resultado do mapeamento realizado, que teve como objetivo principal realizar a identificação da composição arbórea em cada nascente do recorte espacial, é possível estabelecer a fragilidade da conservação da composição arbórea na área. Nesse sentido a leitura dos dados contribui com o diagnóstico prévio para as nascentes de Erechim, permitindo um olhar para a integração entre os municípios, voltado para a gestão das águas municipais. É fundamental que os entes federados elaborem práticas para conservação da qualidade/quantidade hídrica e

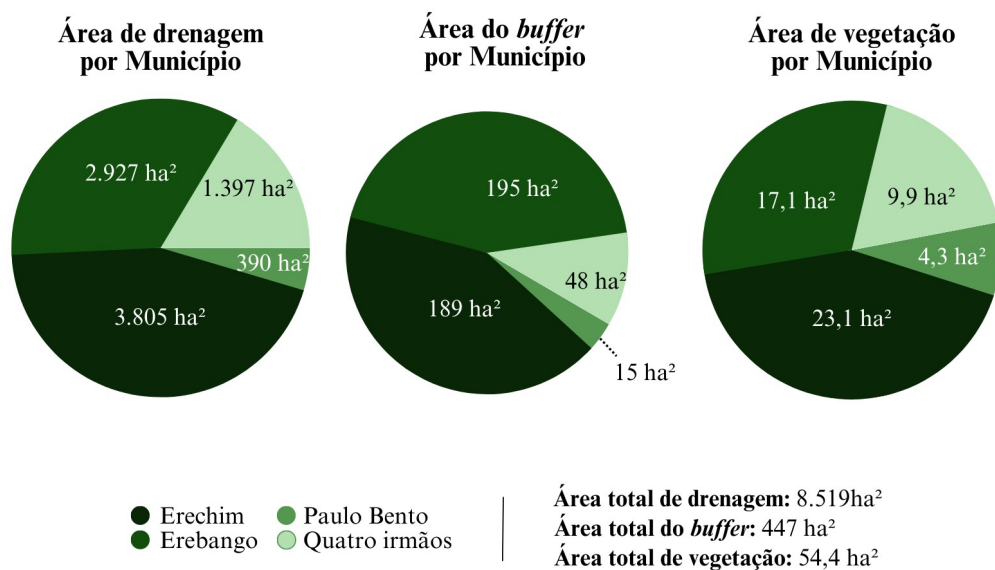
realizem a manutenção da vegetação arbórea nas nascentes e demais áreas de proteção dos corpos hídricos. Esse processo é essencial para os fluxos geocológicos desse ciclo. A seguir o gráfico com a amostragem geral.

Gráfico 1 – Amostragem geral do quantitativo arbóreo na área mapeada



Fonte: autor (2023)

Gráfico 2 – Amostragem geral da área mapeada



Fonte: autor (2013)



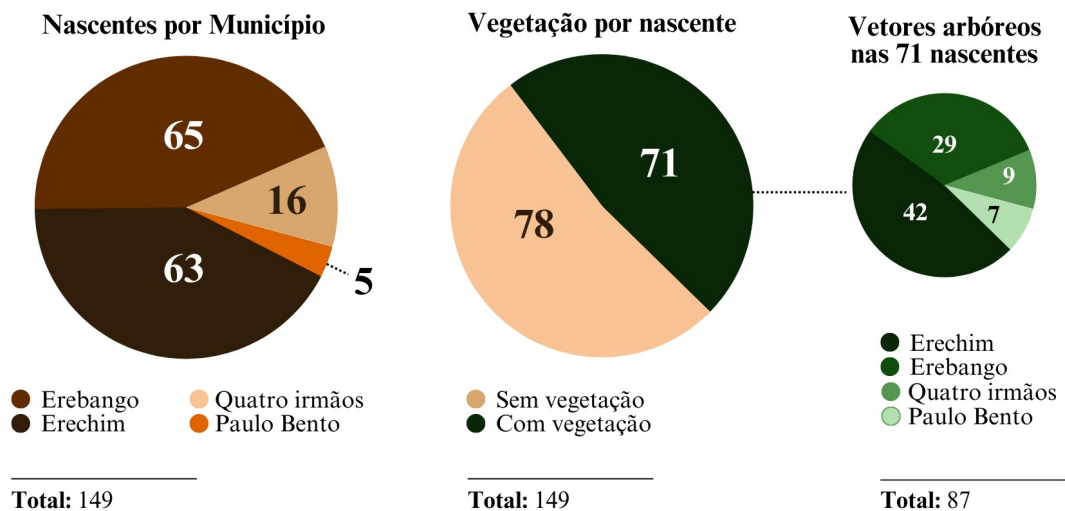
Esse primeiro grupo de gráficos apresenta o quantitativo geral da vegetação mapeada em razão da área total dos municípios e dos *buffer's*<sup>71</sup>. O primeiro gráfico, com dados dos quatro municípios, deflagra a urgência para o restauro da vegetação nas nascentes. Essa leitura geral indica a proporção das classes vetorizadas. A variação da área de drenagem por município equipara-se com maior proporção entre Erechim e Erebangó e com menor área em Quatro Irmãos e Paulo Bento. A seguir a tabela abaixo representa a relação proporcional das classes do gráfico 2.

Tabela 13 – Relação das classes entre os municípios

Área Drenagem	Área do <i>buffer</i>	Vegetação Município
Erechim 44.7%	Erechim 42.3%	Erechim 41.3%
Erebango 34.4%	Erebango 43.6%	Erebango 31.5%
Quatro Irmãos 16.4%	Quatro Irmãos 10.7%	Quatro Irmãos 18.3%
Paulo Bento 4.6%	Paulo Bento 4.6%	Paulo Bento 7.9%

Fonte: autor (2023)

Gráfico 3 – Amostragem geral dos fragmentos arbóreos



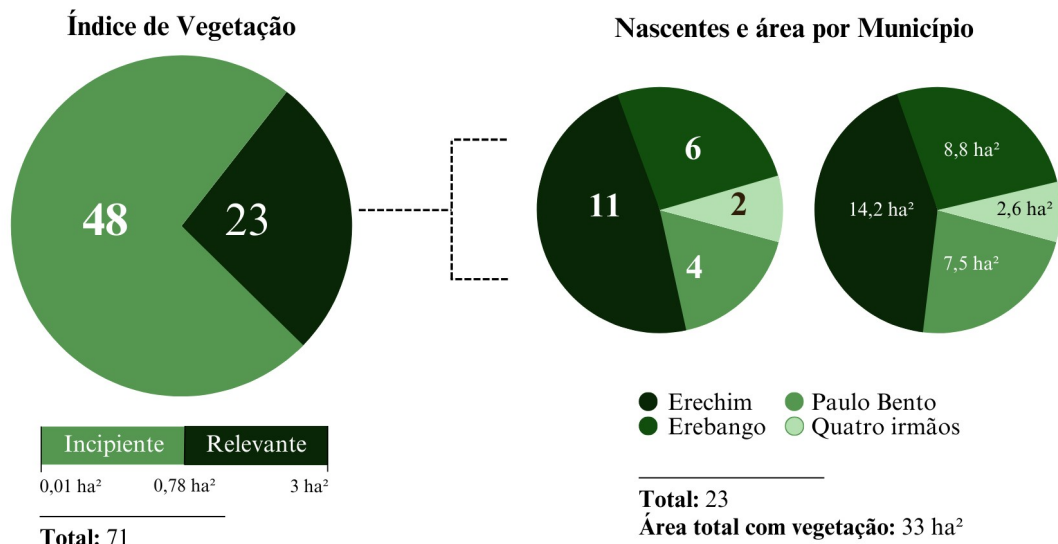
Fonte: autor (2013)

Os gráficos demonstram a proporcionalidade em cada uma das classes mapeadas, o primeiro grupo com a representação das áreas gerais em hectares<sup>2</sup>, sendo: nascentes; *buffer* e vegetada. No segundo grupo dos gráficos é demonstrado a contagem total das nascentes, para essas, segue a proporcionalidade entre área espacial dos municípios e quantidade de nascente. Em relação aos fragmentos arbóreos nas nascentes, em percentual, consta em: Erechim 48.3%; Erebangó 33.4%; Quatro Irmãos com 10.3% e Paulo Bento 8%. Destaca-se o dado

71 Importante destacar que foi considerado como área total de cada *buffer* 3000m<sup>2</sup> (3ha<sup>2</sup>).

que apresenta de 78 nascentes sem vegetação, em seguida é demonstrado o detalhamento da quantidade dos fragmentos nas 71 nascentes com a composição arbórea.

Gráfico 4 – Amostragem detalhada dos maiores fragmentos

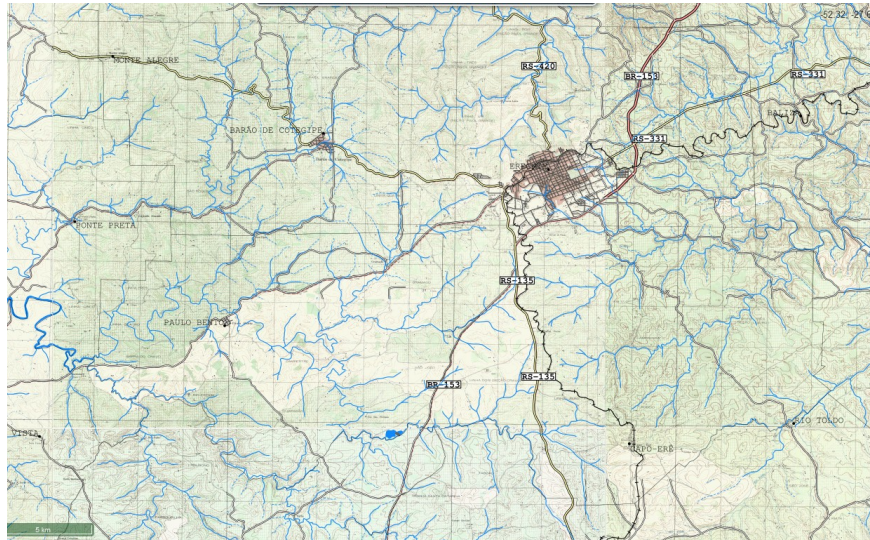


Nessa amostragem é possível identificar o detalhamento da vegetação mapeada das nascentes, ou seja, essa é a abrangência da composição arbórea dos vetores do gráfico anterior. Das 71 nascentes com vegetação, apenas em 23 apresentam área superior ou igual a 0,78 ha<sup>2</sup>, para nossa análise, essa medida foi considerada como relevante. Os fragmentos de tamanho inferior, são considerados como incipientes, nesse grupo, constam em 48 nascentes. Das relevantes, o cenário da proporcionalidade difere, exemplo visto entre Erebango, com apenas 2 a mais que Paulo Bento. Vale ressaltar que Erebango possui 65 nascentes e Paulo Bento 5, esse comparativo demonstra que em Paulo Bento possui maior quantidade vegetada em proporção na categoria relevante que Erebango. Se considerarmos o comparativo entre Erechim e Erebango, Erechim possui quase o dobro de vegetação de Erebango, porém tem 63 nascentes em Erechim.

A partir desses resultados, denota-se em linhas gerais a composição da situação arbórea das nascentes mapeadas. Importante mencionar em relação da metodologia do mapeamento e validação dos dados, como não foi realizado trabalho de campo, não é possível afirmarmos acerca da vetorização. Esse quadro evidencia um primeiro demonstrativo da situação identificada através da imagem de satélite Bing utilizada pelo *software* Qgis. Nesse sentido é necessário uma comparação por outras imagens de satélites (considerando as resoluções temporais, espaciais e espectrais do sensor), bem como validação a campo das

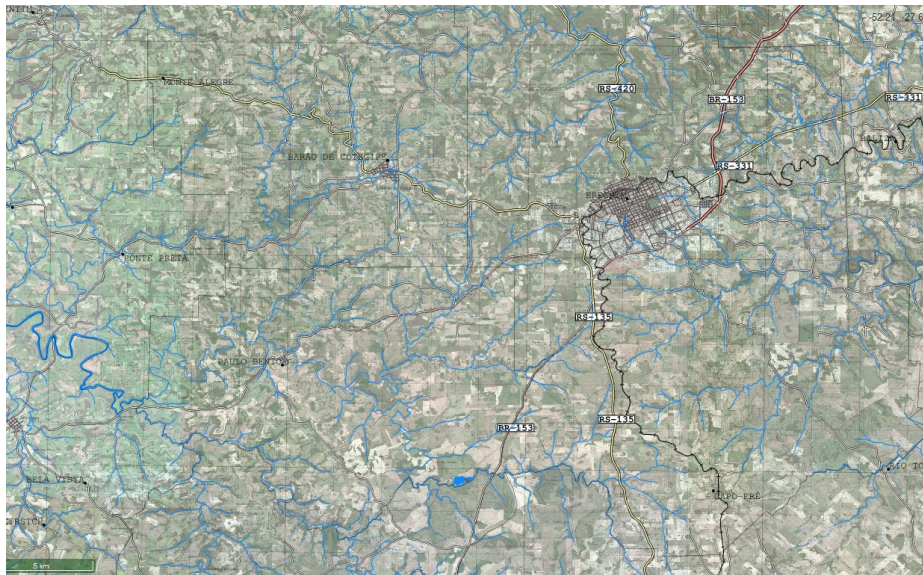
amostras mapeadas, a fim de obter resultados concretos registrados, para atualização/correção dos dados. Após esses procedimentos é possível estabelecer o diagnóstico real da área de estudo, para avançar em um prognóstico e propostas de recuperação e restauro da vegetação necessária. Em relação as amostras de Erechim, realizou-se a elaboração das cartas imagem das nascentes, as mesmas localizam-se no apêndice do trabalho para possíveis conferências do mapeamento.

Figura 16 – Mancha urbana Erechim 1972



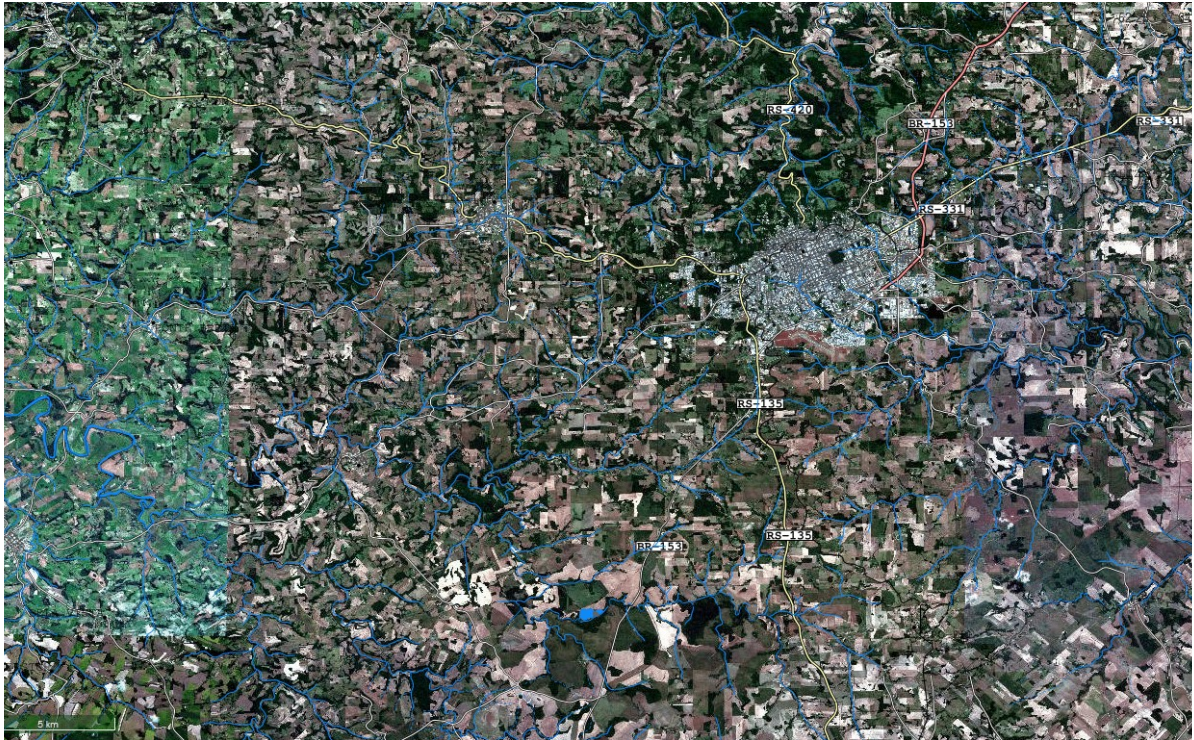
Fonte: BDGEX (2023)

Figura 17 – Expansão urbana de Erechim 1972 - 2023



Fonte: BDGEX (2023)




Figura 18 – Mancha urbana Erechim 2023

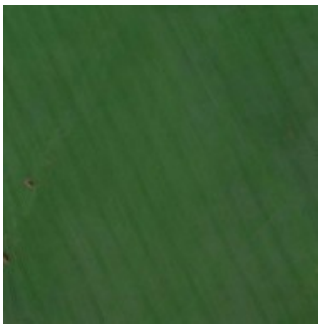
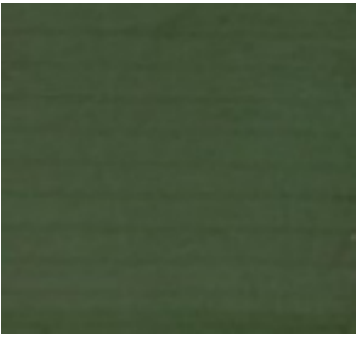


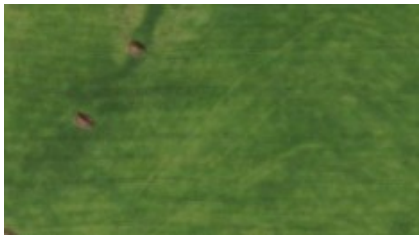



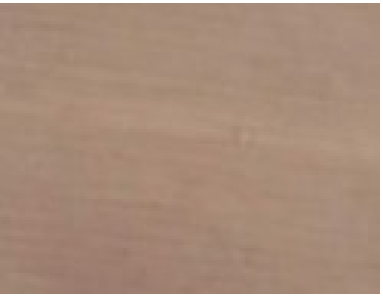


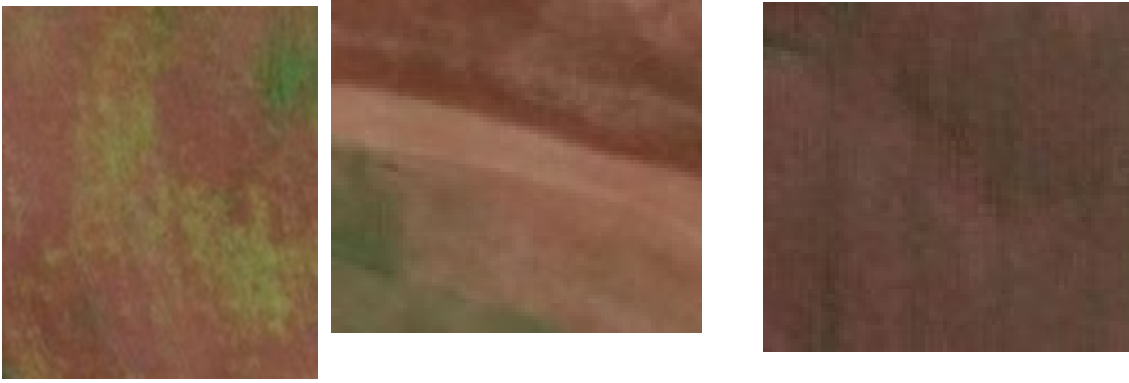


Fonte: BDGEX (2023)

Figura 1 - Chave de interpretação visual da imagem aérea.

Identificação Tipologia	Cor Tonalidade	Textura	Padrão	Estrutura	Coordenadas UTM
1- Local Transposição	Branco	Heterogênea Poligonal	Orientado á rede de drenagem	Retangular	370785E 6926114 N

<b>2- Trecho Drenagem</b>	Azul Claro	Heterogênea Traçada	Orientado á topografia	Reticulado curvo	367022 E 6926538 N
					
<b>3- Massa D'Água (açude)</b>	Marrom claro	Homogênea anular de drenagem	Orientado á rede	Alveolada	376330E 6927203N
					
<b>4- Área Florestal</b>	Verde Escuro	Oolítica Heterogênea	Orientado á rede de drenagem	Alveolado	376926 E 6925743 N
					

<b>5- Cultura</b> Permanente	Verde Escuro	Homogênea Poligonal	Orientado á rede de drenagem	Retangular	368561 E 6926182 N
					
<b>6- Cultura</b> Temporária	Verde Claro	Homogênea Poligonal	Orientado á rede de drenagem	Retangular	376391 E 6926737 N
					
<b>7- Solo</b> exposto seco	Marrom Claro	Homogênea Poligonal	Orientado á rede de drenagem	Retangular	374193 E 6926980 N
					

<b>8-</b> Solo exposto úmido	Marrom Escuro	Homogênea Poligonal	Orientado á rede de drenagem	Retangular	369407 E 6927166 N
					
<b>9-</b> Área Edificada	Cinza	Heterogênea Traçada	Orientado á estradas	Paralela	368663 E 6927331 N
					
<b>10-</b> Estradas	Marrom Claro	Homogênea Traçada	Orientado á rede de drenagem	Paralela	373117 E 6931032 N
					

Fonte: organização do autor (2023).

Figura 19 – Nascentes de 1 a 7



Fonte: elaborado pelo autor (2023)



Figura 20 – Nascentes de 8 a 13



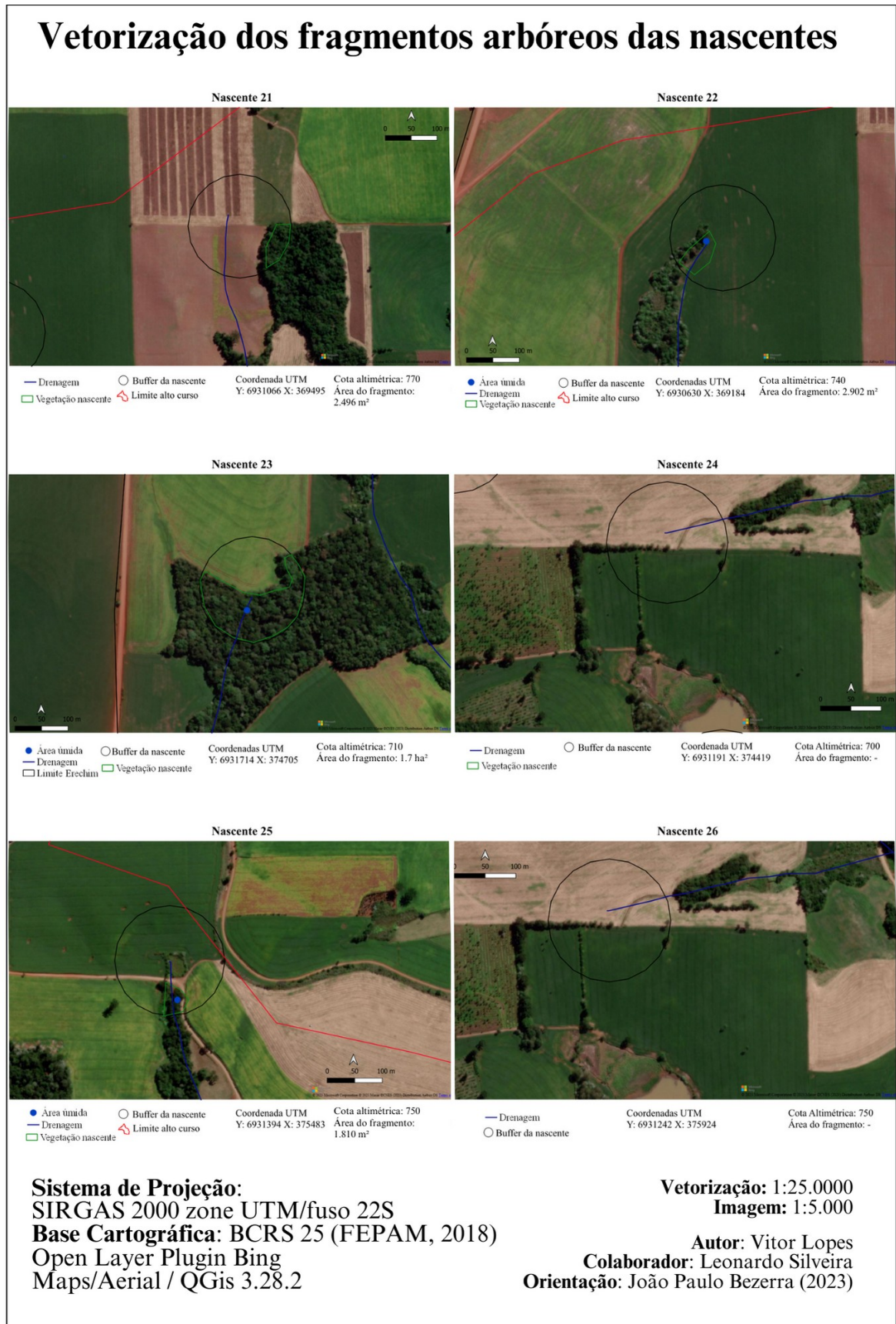
Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Figura 21 – Nascentes de 14 a 20



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Figura 22 – Nascentes de 21 a 26



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Figura 23 – Nascentes de 27 a 40



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Figura 24 – Nascentes de 39 a 46



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Figura 25 – Nascentes de 47 a 56



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Figura 26 – Nascentes de 57 a 63



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a construção histórica da política internacional e nacional da gestão dos recursos hídricos, bem como os desafios para implementação de políticas públicas aliadas a Governança Ambiental ressalta-se a urgência em processos que garantam a viabilidade da conservação dos recursos ecológicos aliadas ao desenvolvimento socioeconômico. Salienta-se ainda algumas questões essenciais para compreensão do Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas na perspectiva da Geoecologia das Paisagens. Tendo em vista a base jurídica do conjunto da proteção dos mananciais superficiais de abastecimento hídrico, compreende-se a necessidade do aprimoramento na fiscalização e cobrança da proteção desses, em razão da garantia geoecológica das águas.

É necessário a compreensão da construção do quadro geral da política de Segurança e Insegurança Hídrica no nível nacional, para avanços em medidas que garantam a qualidade e quantidade hídrica nas distintas regiões e episódios de seca e estiagem. Ainda nesse sentido, destaca-se o período de avanços das políticas públicas de Segurança Hídrica no tocante a ampliação do abastecimento de água nos municípios, iniciando em 2004 (com o Pré-Atlas de Piauí), com maior intensificação no decorrer de 2007, com direta influência do desenvolvimento do PAC. Também evidenciar a urgência para ações que integrem o poder público municipal e estadual para avanços dessas mesmas políticas públicas.

A partir do discutido na literatura científica consultada e da construção da presente pesquisa evidenciamos a importância que os Comitês de Bacias da RHU em conjunto dos entes públicos (municipal e estadual) e demais usuários de água congregam para elaborações de políticas de segurança hídrica, com enfoque para os mananciais de abastecimento urbano, com atenção para os que se encontram em alta vulnerabilidade hídrica.

Para o recorte espacial estudado, é fundamental que os municípios com área territorial na microdrenagem elaborem em consonância planos, projetos e políticas de caráter da conservação da qualidade/quantidade hídrica que fomentem a segurança hídrica para essa população, com atenção para a vegetação arbórea das nascentes, com enfoque para as prioritárias identificadas. Por fim, fica compreendido que a Geografia quando aliada com a fundamentação teórica, legislação, Geotecnologias e mobilização social cumpre papel importante com medidas de resoluções ambientais.



## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (Brasil). O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz? Brasília: SAG, 2011. 64 p. (Cadernos de capacitação em recursos hídricos ; v.1).

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: ANA, 2021.

ARANA, Alba Regina Azevedo et al. Gestão das águas e planejamento ambiental: áreas de preservação permanente no manancial do alto curso do rio Santo Anastácio–SP. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 02, p. 674-686, 2018.

BEZERRA, J. P. P. **Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antonio –Mirante do Paranapanema (SP)**. 2011. 229 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2011. Cap. 6. Disponível em: [http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis\\_teses/11/ms/joao.pdf](http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/11/ms/joao.pdf). Acesso em: 15 dez. 2022.

BEZERRA, J. P. P. Geotecnologias e Análise Quantitativa de Nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo/RS-Brasil. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 16, n. 5, 2020.

BEZERRA, J. P. P.; LEAL, A. C.; NUNES, R. S. Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) na análise do entorno de aterros sanitários e a Democratização / Inclusão Geotecnológica. **XVI Fórum Ambiental Alta Paulista**, 2020.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 16 jan. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Meio Ambiente, nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/Leis/L6938.htm). Acesso em: 20 jan. 2023.

BRASIL, Política Urbana, lei nº 10.257/2001. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm). Acesso em: 30 jan. 2023.

BRASIL, Política Nacional de Recursos Hídricos, lei nº 9.433/97. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acesso em: 27 jan. 2023.

BRASIL, Política Nacional de Saneamento Básico, lei nº 11.445/2007. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm). Acesso em: 27 jan. 2023.

BRASIL, Código Florestal, lei nº 12.651/2012. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em: 27 jan. 2023.

BRASIL, Programa Saneamento Para Todos, resolução nº 476, de 31 de maio de 2005.

**Diário Oficial da União.** Disponível em:

[https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?](https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=03/06/2005&jornal=1&pagina=211&totalArquivos=308)

[data=03/06/2005&jornal=1&pagina=211&totalArquivos=308](https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=03/06/2005&jornal=1&pagina=211&totalArquivos=308). Acesso em: 20 de dez. 2022.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. (Org.).

**Introdução à ciência da geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2001.

CGBHRS, Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. **Of.SE/Nº**

**052/2021.** São Leopoldo, RS. 18 ago. 2021. Assunto: PL 234/2021. Disponível em:

[https://www.girodegravatai.com.br/wp-content/uploads/2021/08/](https://www.girodegravatai.com.br/wp-content/uploads/2021/08/Of_052_2021AssembleiaLegislativa.pdf)

[Of\\_052\\_2021AssembleiaLegislativa.pdf](https://www.girodegravatai.com.br/wp-content/uploads/2021/08/Of_052_2021AssembleiaLegislativa.pdf). Consultado em: 30 set. 2021.

CIC – Comitê Intergovernamental Coordenador dos Países da Bacia do Prata. CIC. Buenos Aires: CIC, 2017. Disponível em:

[https://cicplata.org/wp-content/uploads/2017/09/analisis\\_diagnostico\\_transfronterizo\\_de\\_la\\_cuenca\\_del\\_plata.pdf](https://cicplata.org/wp-content/uploads/2017/09/analisis_diagnostico_transfronterizo_de_la_cuenca_del_plata.pdf). Acesso em: 24 jun. 2023.

CORSAN, Companhia Riograndense de Saneamento. **Potencial Privatização da Corsan: Considerações e Esclarecimentos.** 2021. Disponível em:

<https://www.corsan.com.br/upload/arquivos/202107/30152151-cartilha-sobre-potencial-privatizacao-da-corsan.pdf>. Consultado em: 1 out. 2021.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).** 2018. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-SSBN-9788570358004.pdf>. Consultado em: 15 fev. 2023.

ERECHIM. Prefeitura Municipal, **Plano Municipal de Saneamento Básico de Erechim – RS.** Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, 2015. Disponível em:

<https://www.pmerechim.rs.gov.br/pagina/884/projetos-leis-e-anexos>. Acesso em: 25 set. 2022.

ERECHIM. Prefeitura Municipal, **Atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico de Erechim – RS.** Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, 2020. Disponível em:

<https://www.pmerechim.rs.gov.br/pagina/884/projetos-leis-e-anexos>. Acesso em: 25 set. 2022.

ERECHIM. Prefeitura Municipal. Secretaria do Meio Ambiente. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim. **Plano Municipal Ambiental.** 2011. Disponível em:

[https://uploads.preferechim2.astrusweb.dataware.com.br/uploads/preferechim2.astrusweb.dataware.com.br/uploads/files/Plano\\_Ambiental\\_Municipal\\_Erechim\\_Dez\\_2011.pdf](https://uploads.preferechim2.astrusweb.dataware.com.br/uploads/preferechim2.astrusweb.dataware.com.br/uploads/files/Plano_Ambiental_Municipal_Erechim_Dez_2011.pdf). Acesso em: 15 out. 2022.

ESPADA, Gildo Manuel. História da evolução do direito humano à água. **Revista da Faculdade de Direito da UFRGS**, n. 40, 2019.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto.** Oficina de textos, 2007.

GOMES, Raul Carneiro; BIANCHI, Christina; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. Análise da Multidimensionalidade dos Conceitos de Bacia Hidrográfica. **GEOgraphia**, v. 23, n. 51, 2021.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **A globalização da natureza e a natureza da globalização.** Editora Record, 2. ed. 2012.

Guasselli, Laurindo Antonio. **Áreas úmidas: questões ambientais** [e-book - Org.]. Porto Alegre: CAPES/UFRGS/Programa de Pós-Graduação em Geografia/Imprensa Livre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/174963/001064792.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. **Unidades de Relevo do Brasil, 2006**. Escala: 1. 5.000.000. Disponível em: [https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/geomorfologia/mapas/brasil/relevo\\_2006.pdf](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/brasil/relevo_2006.pdf). Consultado em: 10 jan. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/erechim/panorama>. Consultado em: 10 jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manuais técnicos em geociências. **Manual técnico de geomorfologia**: Rio de Janeiro 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281612>. Acesso em: 12 jan. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manuais técnicos em geociências. **Manual técnico da vegetação brasileira**: Rio de Janeiro 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manuais técnicos em geociências. **Manual técnico de uso da terra**: Rio de Janeiro 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2023.

JARDIM, Maria Chaves; SILVA, Márcio Rogério. **Programa de aceleração do crescimento (PAC) Neodesenvolvimentismo?** 1. ed. São Paulo: UNESP, 2015.

MACHADO, Pedro José de Oliveira; TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MARCUZZO, Francisco, Fernando, Noronha. Bacia hidrográfica do rio Uruguai: altimetria e áreas. 2017. **XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Disponível em: [https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/18489/2/2017\\_sbrh\\_bacia\\_rio\\_uruguai\\_poster.pdf](https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/18489/2/2017_sbrh_bacia_rio_uruguai_poster.pdf). Acesso em: 20 jan. 2023.

MARQUES, Luiz. **Capitalismo e colapso ambiental**. Campinas: Editora Unicamp, 2019.

MATIAS, Lindon Fonseca. Sistema de Informações Geográficas (SIG) ainda a questão do método. **Geosp-Espaço e Tempo**, n. 13, p. 21-33, 2003.

MATTIUZI, Camila Dalla Porta et al. Avaliação das anomalias de precipitação na Bacia do Rio Uruguai entre 2019 e 2021. **XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. ISSN 2318-0358, 2021.

MILARÉ, Édís. Princípios fundamentais do direito do ambiente. **Revista dos Tribunais**, v. 756, p. 53, 1998.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Ordenamento Territorial: uma conceituação para o planejamento estratégico**. In: Para pensar uma política nacional de ordenamento territorial: anais da Oficina sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial, Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional (SDR). – Brasília: 2005.

NOVO, E. M. L. de M.; PONZONI; F. J. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE, 2001.

OLIVEIRA, Celso Maran de; AMARANTE JUNIOR, Ozelito Possidônio de. Evolução das regras jurídicas internacionais aplicáveis aos recursos hídricos. *Revista de Direito Ambiental*. Vol. 80. p. 423 – 447, 2015. Disponível em:

[https://site.mppr.mp.br/sites/hotsites/arquivos\\_restritos/files/migrados/File/Biblioteca/05-20\\_3\\_Encontro\\_Anual\\_da\\_Rede\\_Ambiental/RTDoc16\\_5\\_11\\_12\\_46\\_PM\\_1.pdf](https://site.mppr.mp.br/sites/hotsites/arquivos_restritos/files/migrados/File/Biblioteca/05-20_3_Encontro_Anual_da_Rede_Ambiental/RTDoc16_5_11_12_46_PM_1.pdf). Consultado em: 10 fev. 2023.

RAMOS, C. **Programa de Hidrogeografia**. Centro de Estudos Geográficos Universidade de Lisboa. Programa de Hidrogeografia: Lisboa, 2005.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade. **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 5. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. 4. ed. Edusp: Universidade de São Paulo, 2020.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. Oficina de textos, 2004.

SEMA, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura-RS. **Relatório Síntese Final (RS)**, para o Processo de Planejamento dos Usos da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo: Passo Fundo, 2012. Disponível em: Acesso em: 20 dez. 2022.

SEMA, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura-RS. Recursos Hídricos e Saneamento. Bacias Hidrográficas. U010 - Rios Apuaê – Inhandava. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/u010-bh-apuae-inhandava>. Acesso em: 10 mai. 2023.

SEMA, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura-RS. Recursos Hídricos e Saneamento. Bacias Hidrográficas. U020 - Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/u020-bh-passo-fundo>. Acesso em: 10 mai. 2023.

SOUZA, Gilberto; JUCÁ, Kenzo; WATHELY, Marussia. **Código Florestal e a Ciência: O que nossos legisladores ainda precisam saber. Sumários executivos de estudos científicos sobre impactos do projeto de código florestal**. Comitê Brasil em defesa das florestas e do desenvolvimento sustentável. Brasília-DF, 2012. Disponível em: <https://agroecologia.org.br/wp-content/uploads/2012/03/codigo-florestal.pdf#page=9>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SCHEIBE, Luiz Fernando et al. O Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG). Banner M1C1. **Simpósio de Recursos Hídricos: Resultados e Perspectivas do Projeto Rede Guarani/Serra Geral em SC**. Florianópolis, 2013.

## APÊNDICE A – Dados das Imagens SRTM

Tabela com os registros gerais das Imagens SRTM.

<b>Entity ID:</b> SRTM1S27W050V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -27 , -50	<b>Entity ID:</b> SRTM1S27W051V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -27 , -51
<b>Entity ID:</b> SRTM1S27W052V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -27 , -52	<b>Entity ID:</b> SRTM1S27W053V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -27 , -53
<b>Entity ID:</b> SRTM1S27W054V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -27 , -54	<b>Entity ID:</b> SRTM1S28W050V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -28 , -50
<b>Entity ID:</b> SRTM1S28W051V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -28 , -51	<b>Entity ID:</b> SRTM1S28W052V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -28 , -52
<b>Entity ID:</b> SRTM1S28W053V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -28 , -53	<b>Entity ID:</b> SRTM1S28W054V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -28 , -54
<b>Entity ID:</b> SRTM1S28W055V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -28 , -55	<b>Entity ID:</b> SRTM1S28W056V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -28 , -56
<b>Entity ID:</b> SRTM1S29W050V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -29 , -50	<b>Entity ID:</b> SRTM1S29W051V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -29 , -51
<b>Entity ID:</b> SRTM1S29W052V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -29 , -52	<b>Entity ID:</b> SRTM1S29W053V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -29 , -53
<b>Entity ID:</b> SRTM1S29W054V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -29 , -54	<b>Entity ID:</b> SRTM1S29W055V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -29 , -55
<b>Entity ID:</b> SRTM1S29W056V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -29 , -56	<b>Entity ID:</b> SRTM1S29W057V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -29 , -57

<b>Entity ID:</b> SRTM1S30W050V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -30 , -50	<b>Entity ID:</b> SRTM1S30W051V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -30 , -51
<b>Entity ID:</b> SRTM1S30W052V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -30 , -52	<b>Entity ID:</b> SRTM1S30W053V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -30 , -53
<b>Entity ID:</b> SRTM1S30W054V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -30 , -54	<b>Entity ID:</b> SRTM1S30W055V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -30 , -55
<b>Entity ID:</b> SRTM1S30W056V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -30 , -56	<b>Entity ID:</b> SRTM1S30W057V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -30 , -57
<b>Entity ID:</b> SRTM1S30W058V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -30 , -58	<b>Entity ID:</b> SRTM1S31W054V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -31 , -54
<b>Entity ID:</b> SRTM1S31W055V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -31 , -55	<b>Entity ID:</b> SRTM1S31W056V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -31 , -56
<b>Entity ID:</b> SRTM1S31W057V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -31 , -57	<b>Entity ID:</b> SRTM1S31W058V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -31 , -58
<b>Entity ID:</b> SRTM1S32W054V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -32 , -54	<b>Entity ID:</b> SRTM1S32W055V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -32 , -55
<b>Entity ID:</b> SRTM1S32W056V3 <b>Publication Date:</b> 2014-09-23 00:00:00-05 <b>Resolution:</b> 1-ARC <b>Coordinates:</b> -32 , -56	

Fonte: autores (2023)

## APÊNDICE B – Levantamento bibliométrico

Tabela 1 – Consulta realizada no Catálogo da Capes

<b>Conceito Quantidade Total</b>	<b>Termos</b>	<b>Filtros</b>	<b>Resultados Final</b>
(1) <u>Comitês de bacia hidrográfica</u>  <b>Total 1.420.061</b> Instituições - 683	950.122 Mestrados  340.850 Doutorados	Grande Área Conhecimento (14)  Área do Conhecimento (96)	Mestrados <u>249.271</u> Doutorados <u>80.790</u>  <b>Total 360.604</b> Instituições – 375
(2) <u>Bacia hidrográfica</u>  <b>Total 18.372</b> Instituições - 306	13.282 Mestrados  4.212 Doutorados	Grande Área Conhecimento (14)  Área do Conhecimento (90)	Mestrados 10.408 Doutorados 3.077  <b>Total 14.218</b> Instituições – 235
(3) Planejamento ambiental  <b>Total 139.034</b> Instituições - 576	93.435 Mestrados  28.426 Doutorados	Grande Área Conhecimento (14)  Área do Conhecimento (100)	Mestrados 45.750 Doutorados 12.636  <b>Total 66.281</b> Instituições – 351

Fonte: Capes (2023)

A partir do panorama evidenciado é possível observar a significativa distribuição e produção em termos quantitativos no Brasil, das temáticas abordadas. O critério para os filtros baseou-se nas áreas com abrangência da temática da pesquisa. O registro da primeira seleção com os filtros, com o termo (1) ‘Comitês de bacia hidrográfica’, com (360.604) termos, engloba também o quantitativo à coleta da (2) ‘Bacia hidrográfica’, e este, teve (14.218), com os filtros, ambos com valores aproximados. Na busca utilizou-se poucos critérios de seleção, porém indica em valores absolutos o quadro da produção nos (PPG’s). Se for considerado a primeira seleção que engloba as três consultas, com os termos individuais, Mestrado (249.271) e (80.790) Doutorados.

Em relação a amostragem no campo da (2) ‘Bacia Hidrográfica’ e (3) ‘Planejamento ambiental’ os valores são díspares, resulta que os trabalhos selecionados na busca do termo (2) estão parcialmente ou integralmente na seleção do termo (3). Nesse sentido, a partir dos filtros realizados, enfatiza a atenção nos valores do termo ‘Planejamento ambiental’, com registro aproximado de (66.281), com (45.750) Mestrados e (12.636) Doutorados, em 351 Instituições. A partir dessa seleção não é possível identificar o quantitativo real entre os termos consultados, ou seja, diferenciar o quantitativo específico das consultas realizadas pelo termo (2) e (3). Importante salientar a coleta do termo (1) Comitês de bacia hidrográfica

engloba as outras 2 consultas. Uma vez que, com os filtros realizados, são (360.604) termos; (249.271) Mestrados e (80.790) Doutorados em 375 Instituições, aproximadamente.

Tabela 2 – Quantidade dos trabalhos entre 2017 - 2022

<b>Conceito</b>	<b>Ano Inicial Quantidade</b>	<b>Avanço</b>	
Comitês de bacia hidrográfica	1987 (4.480)	2017 (85.032); 2018 (89.626); 2020 (79.625); 2021 (79.560);	2018 (89.626); 2019 (94.259); 2020 (79.625); 2022 (23.976).
Bacia hidrográfica	1987 (54)	2017 (778); 2019 (228); 2021 (661);	2018 (869); 2020 (1404); 2022 (281).
Planejamento ambiental	1987 (47)	2017 (3543); 2019 (697); 2021 (3088);	2018 (3706); 2020 (6388); 2022 (1240).

Fonte: Capes (2023)

Importante ressaltar que o objetivo é apresentar um breve panorama do acúmulo do quantitativo do termos de busca localizados no repositório de consulta. A partir dessa amostragem é possível compreender o conjunto dos trabalhos elaborados em suas diversas áreas do conhecimento, desta forma indica a diversidade e amplitude da temática. Uma segunda contribuição é o acúmulo teórico metodológico, com avanços significativos a partir de 1987, data do primeiro registro, com abrangência nacional em mais de 600 instituições e mais de 90 áreas do conhecimento.

Esse material indica a multidisciplinaridade da temática e o avanço da sua formação no país, no sentido de considerar os primeiros trabalhos encontrados, em 1987 (nos critérios indicados), e seu acúmulo até o presente. Outro apontamento é em relação a quantidade total, que representa um quadro da produção dos PPG's no Brasil, composto com as diversas temáticas e os referenciais teóricos do Planejamento Ambiental. Ressalta-se a necessidade de pesquisas bibliométricas e do estado da arte sobre o tema, visto o expressivo acúmulo bibliográfico produzido e disponível para consulta, além da necessidade da categorização das áreas do conhecimento da temática.