

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CAMPUS FRANCISCO BELTRÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *SCTRICTO SENSU* EM GEOGRAFIA –
MESTRADO

**A CONFIGURAÇÃO TÊMPORO-ESPACIAL DOS POÇOS
ARTESIANOS PERFURADOS NO SUDOESTE DO PARANÁ NO
PERÍODO DE 2018 A 2023 COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

EMILLY DIANA NICOLINI COMUNELLO

**FRANCISCO BELTRÃO - PR
2026**

EMILLY DIANA NICOLINI COMUNELLO

**A CONFIGURAÇÃO TÊMPORO-ESPACIAL DOS POÇOS
ARTESIANOS PERFURADOS NO SUDOESTE DO PARANÁ NO
PERÍODO DE 2018 A 2023 COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia da UNIOESTE/ Campus de Francisco Beltrão, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Produção do Espaço e Meio Ambiente.

Linha de Pesquisa: Educação e Ensino de Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Rosana Cristina Biral Leme

FRANCISCO BELTRÃO - PR

2026

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Diana Nicolini Comunello, Emilly
A CONFIGURAÇÃO TEMPO-ESPACIAL DOS POÇOS ARTESIANOS
PERFURADOS NO SUDOESTE DO PARANÁ NO PERÍODO DE 2018 A 2023
COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL / Emilly Diana Nicolini
Comunello; orientadora Rosana Cristina Biral Leme. --
Francisco Beltrão, 2026.
127 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Francisco
Beltrão) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro
de Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia,
2026.

1. Educação Ambiental. 2. Poços Artesianos. 3. Água
Subterrânea. 4. Sudoeste do Paraná. I. Cristina Biral Leme,
Rosana, orient. II. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Francisco Beltrão

Rua Maringá, 1200 – Bairro Vila Nova

Fone (0**46) 3520-4845 – CEP.: 85605-010 – Francisco Beltrão – PR

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – MESTRADO/DOCTORADO



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

TERMO DE APROVAÇÃO

EMILLY DIANA NICOLINI COMUNELLO

TÍTULO DO TRABALHO: A CONFIGURAÇÃO TÊMPORO-ESPACIAL DOS POÇOS ARTESIANOS PERFURADOS NO SUDOESTE DO PARANÁ NO PERÍODO DE 2018 A 2023 COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL

DISSERTAÇÃO apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, Mestrado e Doutorado, Área de Concentração: Produção do Espaço e Meio Ambiente, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Campus de Francisco Beltrão, julgada adequada e aprovada, em sua versão final, pela Comissão Examinadora, que concede o Título de Mestre em Geografia a autora.

COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ROSANA CRISTINA BIRAL LEME**
Data: 27/02/2026 18:03:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rosana Cristina Biral Leme – Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **MAFALDA NESI FRANCISCHETT**
Data: 28/02/2026 13:22:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Mafalda Nesi Francischett – UNIOESTE/FB

Documento assinado digitalmente
 **RAFAELA HARUMI FUJITA**
Data: 02/03/2026 13:40:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rafaela Harumi Fujita – UNIOESTE/FB

Documento assinado digitalmente
 **ELISANDRA APARECIDA CALLEGARI GESSI**
Data: 28/02/2026 19:34:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Elisandra Aparecida Callegari Gessi – UFFS/ Laranjeiras do Sul

Francisco Beltrão, 27 de fevereiro de 2026

“[...] Uma flor nasceu na rua!
Passem de longe, bondes, ônibus, rio de aço do tráfego.
Uma flor ainda desbotada
ilude a polícia, rompe o asfalto.
Façam completo silêncio, paralisem os negócios,
garanto que uma flor nasceu.
Sua cor não se percebe.
Suas pétalas não se abrem.
Seu nome não está nos livros.
É feia. Mas é realmente uma flor.
Sento-me no chão da capital do país às cinco horas da tarde
e lentamente passo a mão nessa forma insegura.
Do lado das montanhas, nuvens maciças avolumam-se.
Pequenos pontos brancos movem-se no mar, galinhas em pânico.
É feia. Mas é uma flor. Furou o asfalto, o tédio, o nojo e o ódio.”

A flor e a náusea
Carlos Drummond de Andrade

AGRADECIMENTOS

*“Sou feita de retalhos.
Pedacinhos coloridos de cada vida que passa pela minha e
que vou costurando na alma.
Nem sempre bonitos, nem sempre felizes,
mas me acrescentam e me fazem ser quem eu sou.
Em cada encontro, em cada contato, vou ficando maior...
Em cada retalho, uma vida, uma lição, um carinho, uma saudade...
Que me tornam mais pessoa, mais humana, mais completa.
E penso que é assim mesmo que a vida se faz:
de pedaços de outras gentes que
vão se tornando parte da gente também.
E a melhor parte é que nunca estaremos prontos, finalizados...
Haverá sempre um retalho novo para adicionar à alma.”*

Cris Pizzimenti

Passei tanto tempo imaginando o instante em que me sentaria para tecer estas últimas linhas e, agora, o silêncio diante do computador é um sofrimento doce. Não sofro pela escassez, mas pelo transbordo. É difícil iniciar quando o peito está carregado de tantos motivos, tantos rostos e tantas mãos que seguraram as minhas. O trajeto até aqui pode parecer breve se medido pelo tempo da academia, mas é imenso quando sentido pelos retalhos que gerou, tecidos que agora fazem parte da minha história, e de quem sou. Por isso, as palavras que seguem não guardam uma ordem de importância. Aqui, não há primeiro ou último. Cada nome, cada gesto e cada presença são partes indivisíveis do todo que deu vida à esta pesquisa.

Já que sou feita de retalhos, os mais preciosos e fortes são, inegavelmente, aqueles tecidos pela força e pelo amor das mulheres que me salvaram e me sustentaram. A elas, meu mais profundo reconhecimento!

Especialmente à minha família de sangue que são meu lar, significado de amor, fé e esperança: minha mãe e meu mano Alan. Mãe, em seus braços e em sua crença, encontro a fé que por vezes me falta na caminhada, sabendo que é ali, em sua presença, que o universo me protege. É a base a partir de onde a minha força vem.

Um pedaço especial desta colcha de retalhos que é a minha vida, é dedicado à minha orientadora Rosana, por ser um farol que também inclui a fé e a esperança no meu caminho. Sua orientação foi além da academia, obrigada por oferecer segurança, escuta, carinho e me guiar sempre. Nosso retalho costurado é de muita boniteza!

Aos meus retalhos de alma e suporte diário, minhas amadas amadas:

Giovana, Daiane, Maria e Andri. Não há outra palavra senão a de gratidão! Sinto-me grata por vocês existirem; por estarem sempre prontos para ouvir minhas esquisitices; pelas risadas, energia e carinho de vocês. Agradeço por terem se tornado parte da minha história e por eu ter a oportunidade de viver no mesmo tempo que vocês!

Neste imenso conjunto de retalhos, há um forte e fundamental que veio do meu pai. Eu o encontro na saudade, nos sonhos e na presença da sua personalidade em mim. Por conta da sua coragem e determinação, sou quem sou hoje.

Guardo um lugar especial para o retalho que divide comigo o peso e a beleza do cotidiano: meu companheiro de vida, Wandré. Obrigada pela escuta diária, pela parceria sem medidas e pelo seu coração sincero! Com você ao meu lado, a vida ganha a calma e o apoio necessários para continuar costurando meus sonhos.

Entre os tecidos dessas costuras, há também um fio de princípios que o Taekwondo me deu. Mais que um esporte, ele foi um aliado de superação, ensinando-me que o caminho da perseverança e da integridade sempre nos favorece. Foi com essa persistência, com o respeito e com um espírito indomável que aprendi a viver e a encarar vários desafios desta caminhada.

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES). Somando com o acolhimento do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Unioeste de Francisco Beltrão, obrigada. Deixo um agradecimento especial à Andréia, pelo cuidado na secretaria, e à professora Rafaela, pela dedicação na coordenação; o trabalho de vocês é um suporte necessário que torna possível o nosso caminhar.

Ao Grupo de Pesquisa Análise e Educação Ambiental do Sudoeste do Paraná (ANEA-SO) pelo conhecimento, pela troca de experiências e pelo apoio.

Parafraseando Maria Bethânia, reitero: “sei que não ando só”. Se até aqui caminhei foi por ser resguardada por aqueles que estão na minha companhia.

A todos o meu reconhecimento e carinho!

RESUMO

TÍTULO: A CONFIGURAÇÃO TÊMPORO-ESPACIAL DOS POÇOS ARTESIANOS PERFURADOS NO SUDOESTE DO PARANÁ NO PERÍODO DE 2018 A 2023 COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL.

O presente estudo objetivou analisar a configuração têmporo-espacial da perfuração de poços tubulares profundos na mesorregião Sudoeste do Paraná entre os anos de 2018 e 2023, compreendendo esse processo como expressão das relações entre clima, território e uso dos recursos naturais. A pesquisa fundamenta-se na hipótese de que as comunidades gerais desconhecem o mecanismo de recarga subterrânea, e como problema central de que períodos de estiagem severa induzem ao aumento das perfurações como solução paliativa e imediata frente à insegurança hídrica, frequentemente negligenciando a capacidade de recarga do Aquífero Serra Geral (sistema fissural) e seus limites naturais. Essa dinâmica revela uma lógica de resposta emergencial que, ao se repetir, tende a naturalizar a exploração intensiva do subsolo. Tal contexto agrava o risco de escassez hídrica, especialmente em função da exploração excessiva e da gestão historicamente dissociada entre águas superficiais e subterrâneas, reforçando práticas fragmentadas de planejamento hídrico. A metodologia consistiu no levantamento de dados secundários junto ao Sistema de Informações para a Gestão de Recursos Hídricos (SIGARH/IAT), seguida pela sistematização estatística e espacialização via Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitindo a leitura integrada dos padrões espaciais e temporais das perfurações. Os resultados demonstram um crescimento acentuado na exploração hídrica subterrânea em todos os 42 municípios da região, com destaque para Francisco Beltrão, Dois Vizinhos e Pato Branco. Evidenciam a intensificação do uso do aquífero como alternativa recorrente à escassez hídrica superficial. Identificou-se que o setor agropecuário é o principal vetor de demanda, seguido pelos usos na administração pública, indústria e saneamento. O montante de poços em cada setor retrata a centralidade da água subterrânea na sustentação das atividades produtivas e dos serviços essenciais. A análise indica que tal expansão ocorre de forma predominantemente reativa aos eventos climáticos extremos, o que evidencia a fragilidade das políticas preventivas e a urgência de processos de Educação Ambiental, capazes de problematizar as limitações de recarga dos aquíferos fissurais, promover a consciência territorial sobre o uso da água e fortalecer uma gestão participativa, integrada e sustentável dos recursos hídricos regionais.

Palavras-chave: Água Subterrânea; escassez hídrica; Educação Ambiental.

ABSTRACT

TITLE: THE SPATIO-TEMPORAL CONFIGURATION OF ARTESIAN WELLS DRILLED IN SOUTHWEST PARANÁ FROM 2018 TO 2023 WITH A VIEW TO ENVIRONMENTAL EDUCATION.

This study aimed to analyze the spatio-temporal configuration of deep tubular well drilling in the Southwest mesoregion of Paraná between 2018 and 2023, interpreting this process as an expression of the interconnectedness between climate, territory, and the use of natural resources. The research is grounded in the hypothesis that the general community lacks knowledge regarding groundwater recharge mechanisms. The central problem posits that periods of severe drought induce an increase in drilling as a palliative and immediate response to water insecurity, frequently overlooking the recharge capacity and natural limits of the Serra Geral Aquifer (a fractured system). This dynamic reveals an emergency response logic that, by recurrence, tends to naturalize the intensive exploitation of the subsoil. Such a context exacerbates the risk of water scarcity, particularly due to overexploitation and a management history dissociated from surface and groundwater, which reinforces fragmented water planning practices. The methodology involved the collection of secondary data from the Information System for Water Resources Management (SIGARH/IAT), followed by statistical systematization and spatialization via Geographic Information Systems (GIS), allowing for an integrated interpretation of the spatial and temporal patterns of drilling. The results demonstrate a sharp growth in groundwater exploration across all 42 municipalities in the region, with significant prominence in Francisco Beltrão, Dois Vizinhos, and Pato Branco. The findings evidence the intensification of aquifer use as a recurring alternative to surface water shortages. It was identified that the agricultural sector is the primary driver of demand, followed by uses in public administration, industry, and sanitation. The volume of wells in each sector illustrates the centrality of groundwater in sustaining productive activities and essential services. The analysis indicates that such expansion occurs predominantly as a reaction to extreme climatic events, highlighting the fragility of preventive policies and the urgency of Environmental Education processes. Such processes must be capable of problematizing the recharge limitations of fractured aquifers, promoting territorial awareness regarding water use, and strengthening participatory, integrated, and sustainable management of regional water resources.

Keywords: Groundwater; water scarcity; Environmental Education.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 1: O PAPEL ESTRATÉGICO DO CICLO HIDROLÓGICO PARA O ENTENDIMENTO DA DINÂMICA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	22
1.1 Aspectos visíveis e invisíveis do ciclo hidrológico e da constituição das águas subterrâneas	23
1.2 Processos que implicam na vulnerabilidade dos aquíferos	28
1.3 Os riscos e vulnerabilidades a partir das projeções climáticas do Programa Paranaclima	34
1.4 Os instrumentos de racionalização da distribuição e uso da Água na Política Nacional de Recursos Hídricos	40
CAPÍTULO 2 – O POTENCIAL DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PARA A DISCUSSÃO SOBRE USO E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	46
2.1 Nem toda Educação Ambiental parte do pensamento crítico	49
2.1.1 A perspectiva crítica da Educação Ambiental	51
CAPÍTULO 3: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	55
3.1 Caracterização da Área de Estudo	55
3.1.1 Características de Recarga do Sistema Serra Geral	64
3.1.2 Caracterização social e econômica da área de estudo	65
3.2 Procedimentos Metodológicos	67
3.2.1 Metodologia dados de outorgas emitidas pelo IAT	67
3.2.2 Metodologia de dados de precipitações obtidas pela SIMEPAR	69
CAPÍTULO 4. SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE DO NÚMERO DE OUTORGAS EMITIDAS NOS ANOS DE 2018 A 2023 PELO INSTITUTO ÁGUA E TERRA.	71
4.1 Clima da mesorregião sudoeste do Paraná	71
4.2 Análise Individualizada por Município e Setores de Uso	78
4.3 Levantamento de Outorgas emitidas através do IAT	79
4.4 Relação de Outorgas e Dados Pluviométricos	103
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
REFERÊNCIAS	115
APÊNDICES	124

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo Hidrológico.....	24
Figura 2. Aquíferos livres e confinados	27
Figura 3. Risco climático dos municípios paranaenses com potencial de serem atingidos pelo Potencial de Seca e Seca Climática (Paraná, 2023).....	38
Figura 4. Mapa de delimitação da área de estudo em território nacional e estadual	57
Figura 6. Bacias e Sub-bacias hidrográficas do Paraná.....	59
Figura 7. Localização da bacia hidrográfica do rio Iguaçu no estado do Paraná.....	60
Figura 8. Altimetria e Drenagem Hidrográfica da Mesorregião Sudoeste do Paraná.	61
Figura 9. Mapa de Delimitação das Principais Unidades Aquíferas do Estado do Paraná, com Destaque para a o Sistema Aquífero Serra Geral na Mesorregião Sudoeste do PR	63
Figura 10. Representação climática a partir da classificação de Köppen.....	72
Figura 11. Mapa de outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2018 nos municípios do sudoeste do Paraná.....	84
Figura 12. Mapa de outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2019 nos municípios do Sudoeste do Paraná.	86
Figura 13. Mapa de outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2020 nos municípios do Sudoeste do Paraná.	88
Figura 14. Outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2021 nos municípios do Sudoeste do Paraná.....	90
Figura 15. Mapa de outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2022 nos municípios do Sudoeste do Paraná.	92
Figura 16. Mapa de outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2023 nos municípios do Sudoeste do Paraná.	94
Figura 17. Mapa de Total de outorgas acumuladas durante o período estudado	97

Figura 18. Mapa de Outorgas concedidas para o setor de uso agropecuário durante o período estudado.	98
Figura 19. Mapa de Totais de outorgas emitidas para o uso residencial 2018 – 2023.	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Disponibilidade hídrica do território brasileiro.	29
Quadro 2. Descrição do módulo Mapeamento de Vulnerabilidade, Risco e Resiliência do Programa Paranaclima (SEDEST).	35
Quadro 3. Descrição do módulo Educação Ambiental do Programa Paranaclima (SEDEST).....	48
Quadro 4. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2018.	83
Quadro 5. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2019.	85
Quadro 6. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2020	87
Quadro 7. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2021.	89
Quadro 8. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2022	91
Quadro 9. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2023.	93
Quadro 10. Totais de Poços Acumulados por Municípios e Setores ao Longo do Período.....	96
Quadro 11. Matérias de 2021 e 2022 sobre o período de estiagem no Paraná, publicados nas mídias digitais e plataformas de jornais de notícias.	106
Quadro 12. Comparativo estatístico de precipitação: valores absolutos (mm) e variações percentuais (%) entre anos de mínima e máxima.....	108
Quadro 13. Dinâmica de perfuração e indicadores de crescimento de poços artesianos por município	108
Quadro 14. Municípios com percentuais de crescimento de poços artesianos maiores que 1000% no período analisado.....	110
Quadro 15. Dados de outorgas por município e setores de uso dos municípios de estudo durante todo o período estudado.....	124
Quadro 16. Objetivos do Plano de Ação do Programa Paranaclima	128

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Dados Pluviométricos das Estações dos Municípios do Sudoeste do Paraná.....	74
Gráfico 2. Variação anual da precipitação total por milímetros(mm) na Estação Meteorológica de Palmas – PR (2001 a 2024).	76
Gráfico 3. Variação anual da precipitação total por milímetros(mm) na Estação Meteorológica de Pato Branco – PR (2001 a 2024).	77
Gráfico 4. Variação anual da precipitação total por milímetros(mm) na Estação Meteorológica de Capanema – PR (2017 a 2024).	77
Gráfico 5. Variação anual da precipitação total por milímetros(mm) na Estação Meteorológica de Francisco Beltrão – PR (2010 a 2024).	78
Gráfico 6. Evolução das outorgas emitidas pelo IAT de uso de declaração de direito e uso independente de outorgas nos municípios do Sudoeste do PR, no período de 2018 a 2023.	95
Gráfico 7. Emissões de Outorgas conforme o período estudado.	104

LISTA DE SIGLAS

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CFA - Clima Subtropical Úmido, com verão quente
CFB - Clima temperado, com verão ameno
EA - Educação Ambiental
IAT - Instituto Água e Terra
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
ONU - Organização das Nações Unidas
PAC - Programa de Aceleração do Crescimento
PARANACLIMA - Programa Paranaense de Mudanças Climáticas
PNEA - Política Nacional de Educação Ambiental
SASG - Sistema Aquífero Serra Geral
SEDEST - Secretaria do Desenvolvimento Sustentável
SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SGB - Serviço Geológico do Brasil
SIG - Sistema de Informações Geográficas
SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná
SEDEST - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável
SIGARH - Sistema de Informação para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos
SIMEPAR - Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná
SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SPI - Standardized Precipitation Index (Índice Padronizado de Precipitação)
UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a vida e para a sustentação das relações humanas e territoriais, por isso o uso racional dos recursos hídricos é primordial na composição de planejamentos que vise assegurar a saúde ambiental e o bem-estar das comunidades ao longo das gerações. A inobservância desse fundamento e a gestão inadequada dos recursos hídricos podem levar a sérias consequências ambientais e sociais (Porto-Gonçalves, 2004, 2008; Rebouças, 2002; Tundisi, 2015).

No estado do Paraná, há aproximadamente 19.407 poços artesianos regularizados (Paraná, 2025). Em 2019, foram emitidas 2.100 novas liberações para perfuração, refletindo um crescimento significativo no número de poços artesianos regularizados no estado (Bernardino, 2024). Tal crescimento não é acompanhado pela preparação da sociedade para compreender e valorizar esse recurso (Hirata et al., 2019).

No Sudoeste do Paraná, a escassez de água é um cenário iminente, agravado pelas mudanças climáticas e pelo exíguo planejamento do uso e da gestão dos recursos hídricos (Farias, 2019; Gessi, 2023; Plein, 2024). Nesse contexto, os poços artesianos surgem como uma solução emergencial para o abastecimento de água, especialmente em períodos de estiagem, quando desempenham um papel crucial no acesso a esse recurso. Contudo, a sustentabilidade desses poços e a gestão eficaz dos recursos hídricos requerem mais do que a simples perfuração de novos poços; é imprescindível integrar a Educação Ambiental como componente central desse processo (Plein, 2024).

Em vista do panorama de possível escasseamento da água, esta pesquisa busca resgatar o significativo papel que o processo educativo tem na compreensão e valorização do tema. Por isso propõe a discussão de Educação Ambiental que contribua para a problematização do uso dos recursos hídricos, bem como, minimize a falta de conhecimento da população sobre a formação e exploração das águas subterrâneas na região Sudoeste do Paraná. Almeja ainda que o levantamento do número e do período de perfuração dos poços artesianos no Sudoeste do Paraná entre 2018 e 2023 possa subsidiar novas pesquisas que investiguem a correlação entre o número de poços artesianos perfurados e a forma como a estiagem foi gerida regionalmente nesse período. Considera-se que a utilização dessas informações em

processos educativos - tanto formais quanto não formais – tem potencial de impactar significativamente no modo como a comunidade regional interage com seus recursos.

A hipótese central desta pesquisa é que as populações abastecidas por poços artesianos desconhecem os mecanismos de recarga e circulação hídrica de sua região. Portanto, a sistematização de dados sobre o funcionamento do Aquífero Serra Geral, responsável pela circulação da água subterrânea na região, assim como, o levantamento e o questionamento, a partir de dados relacionados à expansão dos poços artesianos nos municípios do Sudoeste do Paraná, são indispensáveis para a realização da Educação Ambiental voltada para a compreensão e prevenção da crise hídrica provocada pela irregularidade pluviométrica e pela gestão inadequada do reabastecimento desse recurso hídrico.

Tal enunciado sugere que a integração da Educação Ambiental na gestão dos recursos hídricos, especialmente por meio da análise dos poços artesianos no Sudoeste do Paraná, pode levar à melhoria da compreensão, da administração e da conservação desses recursos, contribuindo para a sustentabilidade ambiental a longo prazo. Assim, pressupõe ser crucial o investimento em Educação Ambiental e seu incremento aos processos de gestão dos recursos hídricos para garantir a sustentabilidade dos poços artesianos e a conservação ambiental regional.

A questão que norteia essa pesquisa é:- qual é a correlação entre o número de poços artesianos perfurados e a forma como a estiagem tem sido debelada no Sudoeste do Paraná entre 2018 e 2023?

Mediante a complexidade e extensão das variáveis inerentes a obtenção de respostas à estas indagações, o objetivo geral estabelecido para esta pesquisa foi delimitado em: realizar o levantamento e a sistematização do número e período de perfuração de poços artesianos, entre os anos de 2018 a 2023, para composição de análise que fundamente a discussão sobre Educação Ambiental e que problematize o tema da dinâmica de constituição e exploração das águas subterrâneas na região Sudoeste do Paraná.

Para alcançar o objetivo central, foram definidos os seguintes objetivos específicos: 1 - compreender a função da água subterrânea no ciclo hidrológico, sua importância para a sociedade e o meio ambiente, além de refletir sobre os problemas e as potencialidades ligados ao seu uso; 2 - levantar o número e o ano de perfurações de poços artesianos nos municípios do Sudoeste do Paraná entre os anos de 2018 a

2023; 3 - sistematizar e cartografar os dados obtidos; 4 – analisar como os dados obtidos podem contribuir para a conservação e preservação dos recursos hídricos por meio do questionamento sobre os riscos da perfuração de poços artesianos como principal alternativa ao combate da escassez de água superficial.

Para alcançar o objetivo geral e os objetivos específicos delineados, foram combinadas as abordagens qualitativas e quantitativas, integrando a análise de dados empíricos, cartográficos, pesquisa bibliográfica.

Para realizar o levantamento do número e ano de perfurações de poços artesianos nos municípios pesquisou-se o Sistema de Informação para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos – Sigarh (IAT, 2024), bem como levantamento documental vinculado a reportagens, decretos municipais e relatórios da Defesa Civil Estadual.

Foram solicitados os dados pluviométricos dos municípios da mesorregião Sudoeste do Paraná ao Sistema de Meteorologia do Paraná (Simepar) no período de 2018 a 2023. Com vistas a identificação de períodos de menor volume de precipitação na área de estudo, a partir dos quais realiza-se a análise integrada ao número e a data da perfuração dos poços, ponderando-se a tendência de vínculo entre o aumento da perfuração de poços nos municípios em períodos com registros de estiagem.

O trabalho está estruturado em quatro capítulos, intenta permitir uma compreensão abrangente dos desafios relacionados aos poços artesianos no Sudoeste do Paraná e estimular a realização de novas pesquisas que possam aprofundar a análise sobre a gestão sustentável dos recursos hídricos na mesorregião Sudoeste do Paraná.

No primeiro capítulo é discutido o papel estratégico do ciclo hidrológico para o entendimento da dinâmica das águas subterrâneas. Inicialmente, abordam-se os aspectos visíveis e invisíveis do ciclo hidrológico, detalhando os processos de infiltração e recarga que constituem as reservas subterrâneas, bem como a diferenciação técnica entre aquíferos livres e confinados. Posteriormente, a pesquisa analisa os processos que implicam na vulnerabilidade dos aquíferos, discutindo o histórico da exploração hídrica no Brasil e os riscos de contaminação e superexploração. Na sequência, são apresentados os riscos e vulnerabilidades baseados nas projeções climáticas do Programa Paranaclima, utilizando o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) para caracterizar a severidade das secas

meteorológicas e hidrológicas no estado. Por fim, o capítulo examina os instrumentos de racionalização da distribuição e uso da água previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97), debatendo a eficácia da legislação e a importância da gestão integrada para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos.

No segundo capítulo é discutido o potencial da educação ambiental e geográfica, no debate sobre o uso e a conservação da água subterrânea. Inicialmente o capítulo evidencia a análise geográfica crítica a respeito de como os diferentes setores da sociedade se apropriam e exploram os recursos naturais, gerando desequilíbrios socioambientais. Apresenta os fundamentos da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e as metas do Programa Paranaclima para a disseminação do conhecimento científico sobre riscos ambientais. Na sequência, discute-se que nem toda educação ambiental possui uma base crítica, contrastando as abordagens conservadoras, que buscam mudanças superficiais, com as perspectivas transformadoras e emancipatórias fundamentadas em autores como Loureiro e Sauvé. Por fim, o capítulo aborda a "invisibilidade" das águas subterrâneas no cotidiano e nos currículos escolares, ressaltando a necessidade de integrar este tema de forma sistemática nas práticas educativas para fomentar uma cultura de responsabilidade e cuidado com esse recurso estratégico.

No terceiro capítulo é apresentada a caracterização da área de estudo e os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. O capítulo está estruturado em duas partes principais: A) a caracterização física, sociocultural e econômica da região e B) a descrição detalhada do conjunto de dados e fontes utilizados.

Na primeira seção, realiza-se a caracterização da Mesorregião Sudoeste do Paraná, abrangendo aspectos geográficos, geológicos, climáticos e biogeográficos. É detalhada a localização da região na bacia hidrográfica do Rio Iguaçu e a constituição do Sistema Aquífero Serra Geral, fundamental para a circulação da água subterrânea na área. Ainda são descritas as características socioeconômicas, destacando a importância histórica da agricultura familiar e a dinâmica populacional dos 42 municípios envolvidos.

A segunda seção detalha os procedimentos metodológicos, definindo o trabalho como um estudo de abordagem quantitativa, documental e descritiva. São explicados os métodos para a obtenção e sistematização das informações, incluindo

o levantamento de outorgas de uso de água subterrânea junto do Instituto Água e Terra (IAT) entre 2018 e 2023. Também são descritos o acesso e tratamento de dados pluviométricos diários fornecidos pelo Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR), utilizados para correlacionar a variação das chuvas com a evolução da captação subterrânea.

No quarto capítulo é discutido o levantamento, a sistematização e a análise do número de outorgas emitidas pelo Instituto Água e Terra (IAT) entre os anos de 2018 a 2023 na mesorregião Sudoeste do Paraná. Inicialmente, o texto analisa a classificação climática de Köppen e o regime pluviométrico regional, demonstrando a elevada variabilidade interanual das chuvas e a ocorrência de períodos críticos de seca, como os registrados em 2005, 2008 e 2021.

“Fomos, durante muito tempo, embalados com a história de que somos a humanidade e nos alienamos desse organismo de que somos parte, a Terra, passando a pensar que ele é uma coisa e nós, outra: a Terra e a humanidade. Eu não percebo que exista algo que não seja natureza. Tudo é natureza. O cosmos é natureza. Tudo em que eu consigo pensar é natureza”.

O amanhã não está à venda

Ailton Krenak (2020, p. 5).

CAPÍTULO 1: O PAPEL ESTRATÉGICO DO CICLO HIDROLÓGICO PARA O ENTENDIMENTO DA DINÂMICA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

A água está presente em quase todo o planeta, cobrindo mais de 70% da superfície da Terra. Mas, ao contrário do que parece, a parte que podemos usar no dia a dia, para beber, plantar, produzir alimentos e garantir o bem-estar das pessoas, é bem pequena.

De toda a água estimada, apenas 2,5% é doce, e desse total, a maior parte está em locais de difícil acesso, como geleiras e em ambientes subterrâneos. Apenas 1% está nos rios e lagos vistos com facilidade, conforme a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2023).

A água é, assim como todos os processos inerentes à sua formação e uso, objeto de consideração da Lei Federal nº 9.433/97, de 08 de janeiro de 1977, também conhecida como Lei das Águas e que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997).

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), criado por essa Política, reconhece que a gestão dos recursos hídricos exige a implantação de planejamento a partir das unidades de bacia hidrográfica e de monitoramento, considerando a dinâmica integrada e indissociável da manutenção e do equilíbrio ecossistêmico. Dentre os instrumentos de controle do uso, prevê a tramitação de processos de outorgas para a utilização de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Bem como, de penalidades para o descumprimento das normativas de concessão¹ (Brasil, 1997).

Apesar de constituir importante ferramenta jurídica, as normativas legais, muitas vezes, não garantem a aderência e racionalização do uso da água por parte da população. Um dos fatores para a falta de sensibilidade de parte da sociedade, em relação a necessidade de seu envolvimento efetivo com a questão, pode derivar da falta de conhecimento sobre a complexidade e interdependência dos múltiplos fatores que envolvem a manutenção da quantidade e qualidade da água.

¹ A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos tem o objetivo de garantir o controle quantitativo e qualitativo dos usos e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (Art. 11 da Lei 9433/97) e é prevista como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos no Art. 5º da Lei 9433/97 (Brasil, 1997).

A água está em constante movimento e seu ciclo não se limita ao que os olhos veem. Invisível ou visível, a água circula entre o céu, a terra e o subsolo, em um ciclo contínuo e essencial chamado ciclo hidrológico. Este, simplificado, apresentado como conjunto integrado dos processos de evaporação, condensação, precipitação, infiltração e escoamento da água, garante a renovação dos recursos hídricos e a interação entre diferentes ambientes da Terra.

O ciclo hidrológico, é considerado ponto de partida para a discussão do tema da presente pesquisa em Educação Ambiental sobre o entendimento do uso e exploração da água subterrânea nos municípios do Sudoeste.

A substancialidade do ciclo hidrológico, para existência da vida em seus múltiplos aspectos, com ênfase ao papel para formação da água subterrânea, é referenciada por vários autores. Dentre os quais: Silveira (1997), Kobiyama (1999), Tucci (2001), Rebouças (2002 e 2006), Leinz & Amaral (2003), Fetter (2014) e Hirata *et al.* (2019). Contribuem para o entendimento dos tipos de aquíferos: Jelinek (2021), Instituto Água e Terra (IAT) (2025); e fundamentam os processos de vulnerabilização dos aquíferos: Foster e Hirata (1991), Vaux, (2011), Vrba e Zaporozec (1994).

1.1 Aspectos visíveis e invisíveis do ciclo hidrológico e da constituição das águas subterrâneas

O Sol, com sua energia, aquece a água presente em oceanos, rios, lagos, solos e plantas, fazendo com que ela evapore e suba para a atmosfera. O vapor de água se condensa e forma as nuvens. Quando estas se tornam muito carregadas, a água retorna à superfície na forma de chuva, granizo ou neve, um movimento que chamamos de precipitação. Quando a água da chuva toca o solo, parte dela escoar pela superfície, abastecendo rios e lagos, e outra parte se infiltra lentamente, constituindo as reservas de água subterrânea. Essa água, escondida em poros do solo ou fendas nas rochas, percorre caminhos silenciosos e profundos, até encontrar sua saída em nascentes, ou alimentar os rios nos períodos de seca (Rebouças, 2006).

O maior estoque de água potável não congelada do mundo é constituído pela água subterrânea (Fetter, 2014). Segundo Hirata *et al.* (2019), os aquíferos exercem um papel estratégico no abastecimento de água doce, pois concentram cerca de 97% da água potável disponível no planeta. Ainda, de acordo com Rebouças (2006), a água subterrânea representa o maior manancial de água doce ao alcance da

exploração dos meios técnicos e financeiros atuais. Além de ser uma reserva estratégica, essa água "escondida" tem, segundo o autor, um comportamento especial: responde com mais lentidão às variações das chuvas, funcionando como um sistema de equilíbrio natural em tempos de escassez.

A representação feita a partir de Silveira (1997), conforme a figura 1, abaixo, contribui ao evidenciar que o entendimento sobre a dinâmica dos recursos hídricos requer o entendimento do ciclo hidrológico, seus elementos e as interações entre eles.

Esse ciclo representa a movimentação contínua da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionada principalmente pela energia solar, em conjunto com a gravidade e a rotação da Terra. Trata-se de um dos principais temas da hidrologia, abrangendo diversos processos. Entre os processos verticais, destacam-se a condensação, a precipitação, a evapotranspiração, a infiltração e a percolação. Já os escoamentos superficiais e subterrâneos representam os movimentos horizontais da água (Kobiyama, 1999).

Figura 1. Ciclo Hidrológico



Fonte: Silveira (1997). Adaptado pela autora.

A compreensão do ciclo hidrológico requer uma abordagem integrada, que considere as inter-relações entre águas superficiais e subterrâneas. Segundo Ponce e Silva (2018), ocorre constante e permanente dinâmica da água superficial e

subterrânea, conforme diferentes escalas têmporo-espaciais, sendo que a água subterrânea oscila de profundidade, mesmo em locais sem corpos d'água visíveis.

Almeida (2016) destaca que os processos que definem o comportamento dos aquíferos envolvem três etapas interligadas: recarga, armazenamento e descarga.

A recarga ocorre principalmente por meio da infiltração da água da chuva, que percola por meio do solo até atingir os estratos saturados. Esse processo é influenciado por variáveis como tipo de solo, cobertura vegetal, topografia e uso da terra a recarga — o processo pelo qual a água da chuva infiltra no solo e alcança os aquíferos.

Esse caminho, embora pareça simples, depende de muitos fatores, como o tipo de solo, o relevo, a vegetação e o uso da terra. Em regiões úmidas, a recarga costuma ser mais distribuída, ocorrendo em superfícies elevadas e planas. Já em áreas secas, ela tende a se concentrar em pontos específicos, como nas depressões do relevo ou nas margens de rios temporários (Sobrinho, 2023).

A infiltração da água no solo, principalmente da água da chuva, dá origem ao que Rebouças (2002) chama de "fluxo verde", que umedece o solo e sustenta a vegetação natural e cultivada, delimitada pela zona aerada (Silveira, 1997). O "fluxo azul" representa a água que escoia visivelmente pela superfície. Já o "fluxo cinza" é composto por águas subterrâneas que fluem de forma invisível sob o solo, podendo ter origem em infiltrações naturais, induzidas ou até artificiais, como águas de reuso e enchentes controladas.

Uma vez infiltrada, a água é armazenada nos poros ou fraturas das rochas, dependendo das características geológicas da região. As estruturas geológicas que possuem a capacidade de armazenar, transmitir ou fornecer água subterrânea, seja por surgência em nascentes ou por meio de bombeamento, são denominadas

aquíferos² e podem ser classificados, segundo a base litológica em porosos³, fraturados⁴ ou cársticos⁵ (Leinz & Amaral, 2003).

A descarga refere-se à liberação natural da água subterrânea para a superfície, seja por meio de nascentes, ressurgências ou pela base dos rios, contribuindo para a manutenção dos fluxos hídricos em períodos de estiagem. A descarga cuja ocorrência se dá naturalmente e frequentemente está associada aos chamados aquíferos livres.

Os aquíferos livres, também chamados de freáticos, são aqueles cujas águas estão em contato direto com a atmosfera por meio dos poros do solo, sendo delimitados superiormente pelo nível freático. Conforme descrito pelo Instituto Água e Terra (IAT),

Aquífero livre ou freático – é um extrato permeável, parcialmente saturado de água, cuja base é uma camada impermeável ou semipermeável. O topo é limitado pela própria superfície livre da água também chamado de superfície freática, sobre pressão atmosférica (IAT, 2023).

Já os aquíferos confinados encontram-se entre camadas de rochas impermeáveis ou semipermeáveis, o que faz com que a água fique sob pressão, podendo gerar a ocorrência de artesianismo jorrante e não jorrante⁶.

A figura 2, a seguir, representa os processos de formação dos aquíferos livres e confinados. Os aquíferos livres geralmente são formados por rochas que recebem a infiltração das precipitações e são profundamente afetados por todos os processos

² A definição de um aquífero é uma formação rochosa que seja capaz de armazenar e disponibilizar quantidades significativas de água. O termo "aquífero" tem sua origem etimológica em "aqui" que significa água e "fero" que significa transferir, ou do grego, como suporte de água (Caicedo, 2001). Eles podem abranger desde algumas dezenas de quilômetros quadrados até milhares de quilômetros quadrados e sua espessura pode variar de alguns metros a centenas de metros (Rebouças *et al.*, 2002).

³ É formado por unidades rochosas ou sedimentos porosos e permeáveis, capazes de armazenar e transmitir volumes significativos de água subterrânea. De acordo com Leinz & Amaral (2003), refere-se à circulação e armazenamento da água por meio dos poros intergranulares, geralmente em bases litológicas de origem sedimentar.

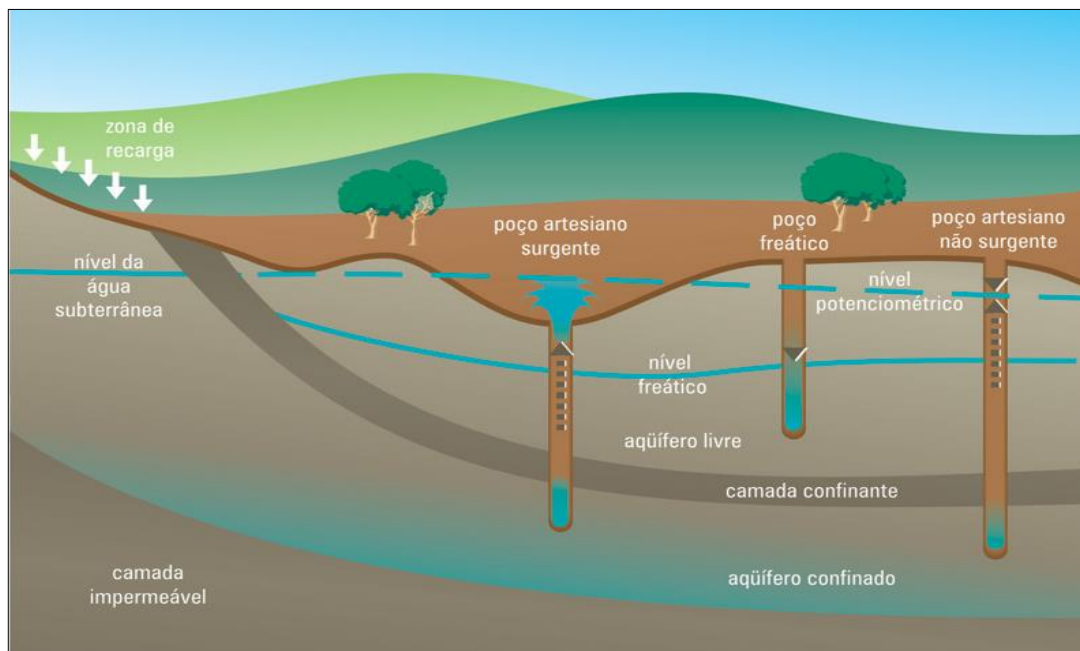
⁴ Os aquíferos fraturados, como citam Rebouças (2002), Leinz & Amaral (2003), são comuns em rochas cristalinas, mas podem ser formados por diferentes tipos litológicos, como por exemplo, o basalto tendem a armazenar água em espaços fissurais e vesiculares. Geralmente, são menos volumosos em relação à capacidade de armazenamento de água, mas respondem mais rapidamente à recarga, por isso possuem grande importância no que tange à produção de água em várias partes do mundo.

⁵ O processo de produção de aquíferos cársticos ocorre quando a infiltração promove a dissolução dos minerais componentes das rochas que os constituem e são, proporcionalmente, menos representativos em termos de extensão e volume de água (Leinz & Amaral, 2003). No estado do Paraná os aquíferos cársticos ou carbonáticos concentram-se nas mediações da região metropolitana de Curitiba (IAT, 2025).

⁶ Ao serem perfurados, os poços podem, conforme o nível de pressão a que a água está submetida, jorrar água até a superfície, sem que haja necessidade de equipamentos bombeamento.

climáticos e antrópicos produzidos no espaço superficial das áreas direta e indiretamente ligados ao abastecimento.

Figura 2. Aquíferos livres e confinados



Fonte: Sabesp (2009).

Por outro lado, os aquíferos confinados, por estarem protegidos por camadas geológicas, tendem a apresentar água de melhor qualidade, mas com recarga mais limitada e dependente de zonas específicas de infiltração. Como destacam Freeze e Cherry (1979, p. 29), “a diferença entre aquíferos livres e confinados não está somente em sua estrutura física, mas também em como reagem às influências externas, como recarga, bombeamento e contaminação”. Essa distinção é fundamental, pois os aquíferos livres, embora mais facilmente acessíveis, são também mais vulneráveis à contaminação superficial, especialmente em áreas urbanas ou com uso intensivo do solo.

Assim, a escolha e o manejo adequado de cada tipo de aquífero depende de fatores técnicos, econômicos e ambientais (Feitosa *et al.*, 2008; Tucci, 2001). E, em que pese os avanços na hidrogeologia e nas técnicas de perfuração de poços, a redução dos custos de extração, a menor suscetibilidade a variações climáticas, a boa qualidade da água subterrânea, o aumento da demanda e, especialmente, a crescente degradação das águas superficiais fez com que fosse intensificado o processo de exploração da água subterrânea (Rebouças, 2006).

1.2 Processos que implicam na vulnerabilidade dos aquíferos

As águas subterrâneas, com volume estimado em 10.360.230 km³, são cerca de 100 vezes mais abundantes que as águas superficiais ⁷, que somam aproximadamente 92.168 km³. Apesar de estarem armazenadas em poros e fissuras milimétricas das rochas, sua ocorrência em grandes extensões resulta em volumes expressivos, da ordem de 23.400 km³, distribuídos por uma área de cerca de 134,8 milhões de km² (Shikwmanov, 1998). Esses volumes representam uma parte significativa das reservas de água doce disponíveis no planeta.

Diante do aumento da demanda por recursos hídricos, esse recurso tem sido utilizado como alternativa de abastecimento, por apresentar boa disponibilidade, qualidade e menor custo de captação. Esse uso se intensifica especialmente em contextos nos quais as águas superficiais apresentam limitações de qualidade e alto custo de tratamento. Nesse cenário, o recurso subterrâneo assume papel importante no desenvolvimento das atividades humanas e precisa ser protegido contra a contaminação.

Apesar de serem tecnicamente renováveis, os aquíferos não suportam taxas de exploração ilimitadas. Além, esses aquíferos não se distribuem de forma homogênea e a disponibilidade hídrica de água tanto superficial, quanto subterrânea, não são compatíveis as demandas de uso⁸.

No Brasil, o crescimento da exploração da água subterrânea ocorreu principalmente a partir da década de 1970 e foi estimulado por diversos motivos. Dentre os quais, se destacam o crescimento da necessidade de abastecimento de áreas urbanas e a produção agroindustrial (Feitosa *et al.*, 2008; Tucci, 2001, Rebouças, 2006).

No que se refere à disponibilidade hídrica, Rebouças (2001) classifica a oferta de água no Brasil, como variável entre as regiões: regular; suficiente; rica e muito rica. Conforme Quadro 01.

⁷ Segundo Rebouças (2001), apenas cerca de 11% da vazão média dos rios brasileiros é efetivamente utilizada. Deste total, a maior parcela, aproximadamente 70%, destina-se à agricultura, enquanto 20% são consumidos pela indústria e os 10% restantes correspondem ao uso doméstico.

⁸ Aproximadamente um terço da população mundial depende diretamente desses recursos para suas necessidades básicas, especialmente em regiões semiáridas ou com déficit de infraestrutura hídrica (Hirata, 2011; Rebouças, 2004). No Brasil, essa dependência se reflete na vasta utilização de poços tubulares, tanto para consumo doméstico quanto para atividades agropecuárias.

Quadro 1. Disponibilidade hídrica do território brasileiro.

DISPONIBILIDADE	LOCAL	CONSUMO
REGULAR	Semiárido	Entre 1.000 e 2.000 m ³ /hab/ano
SUFICIENTE	Em áreas de clima úmido,	Entre 2.000 e 10.000 m ³ /hab/ano
RICA	Maior parte do território nacional	Entre 10.000 e 100.000 m ³ /hab/ano
MUITO RICA	Região amazônica	Supera os 100.000 m ³ /hab/ano

Fonte: Rebouças (2001). Adaptado pela autora.

Ao apresentar potencial de armazenamento variável de uma região para outra, muitos aquíferos tornam-se suscetíveis a exploração mais intensa do que seu potencial de recarga. Além, pode haver maior facilidade de contaminação de alguns aquíferos do que em outros. Esses aspectos condicionam a compreensão dos processos de vulnerabilidade dos aquíferos.

No que tange a ocorrência de vulnerabilidade aos processos de contaminação, verifica-se que varia conforme a região e é influenciada por múltiplos fatores como a disponibilidade hídrica, a densidade populacional e os riscos potenciais de contaminação (Vaux, 2011).

De forma complementar, Foster e Hirata (1991, p.78), afirmam que “a vulnerabilidade do aquífero à sua contaminação representa sua sensibilidade em ser adversamente afetado por uma carga contaminante imposta”. Custódio (1995, *apud* Augé, 2004, p. 86), por sua vez, enfatiza que “a vulnerabilidade à poluição expressa a incapacidade do sistema em absorver alterações, tanto naturais como artificiais”.

É justamente por meio desse processo de recarga que contaminantes presentes na superfície podem alcançar as águas subterrâneas, sendo a vulnerabilidade, potencialmente maior, em áreas de recarga cujas superfícies estejam expostas a agentes contaminantes, de forma dispersa ou concentrada.

A contaminação de um aquífero também pode ocorrer via contaminação das águas superficiais, uma vez que rios, lagos e lagoas possuem, geralmente, contato com a água subterrânea. Nesses casos, o risco de entrada rápida de poluentes é mais alto, pois há trânsito contínuo entre o sistema interno e externo. Logo, mesmo a ocorrência de contaminação de uma pequena área, pode representar um ponto crítico de contaminação para todo o sistema subterrâneo.

Apesar de sua importância, tanto a recarga quanto a vulnerabilidade da água subterrânea, são parâmetros de difícil mensuração, especialmente em aquíferos fraturados sob condições de escassez hídrica. Por isso, compreender onde, como e com que intensidade essa recarga ocorre é essencial para avaliar a vulnerabilidade

dos aquíferos à contaminação. Neste sentido, reforça o valor estratégico de entender as águas subterrâneas, não apenas como reserva de abastecimento, mas como elemento ativo do ciclo hidrológico.

Do mesmo modo, o planejamento e a gestão das superfícies nas quais a água se infiltra adentrando ao subsolo são determinantes, tanto para a quantidade, quanto para a qualidade das águas subterrâneas. Esses processos são caminhos silenciosos e, apesar de pouco percebidos, cumprem uma função vital para compreensão da dinâmica dos recursos hídricos e para a definição de estratégias de uso sustentável e proteção da qualidade da água (Rebouças, 2002).

Como alerta a plataforma Ambiente Brasil (2023), “a extração de água de um aquífero nunca deve exceder sua recarga”, sendo essencial que sua utilização siga os princípios do desenvolvimento sustentável e a compreensão dos seu potencial e limites. Ou seja, a identificação e respeito a sua vulnerabilidade.

No que tange o entendimento sobre a vulnerabilidade de um dado sistema, inúmeros autores ressaltam a importância de considerar o impacto da vulnerabilidade social em relação à determinado processo (Vrba e Zaporozec, 1994; Sant’Anna Neto, 2001; Cepal, 2002; Paraná, 2023).

No presente estudo, essa compreensão, aplica-se também ao conceito de vulnerabilidade das águas subterrâneas, uma vez que a superexploração, aliada a falta de recarga dos aquíferos, impactam uma parcela expressiva da população, sobretudo, as pessoas socioeconômicas e ambientalmente vulneráveis. Uma vez que, segundo a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) (2002), vulnerabilidade social refere-se à exposição a riscos, combinada com a capacidade de cada indivíduo ou comunidade de enfrentá-los, seja por meio de respostas internas ou do auxílio externo.

De acordo com a Unesco (2022) há predominância mundial no que tange a destinação da água originada da captação subterrânea por determinados setores produtivos, tendo sido destacado no relatório da agência internacional que: 69% do volume total da água subterrânea são captados para uso no setor agrícola; 22% para uso doméstico e 9% para fins industriais.

Apesar disso, há abordagens divergentes quanto a forma de atribuir valor a esse, que é a um só tempo, elemento e recurso natural.

De acordo com Braga *et al.* (2008) a água é considerada como um recurso muito precioso dada sua finitude, vulnerabilidade e imprescindibilidade à vida humana e à conservação do meio ambiente. Antagonicamente, o autor indica que ela também pode ser considerada como recurso de valor econômico e, portanto, alvo de disputa e relações dispares de poder.

Rebouças (2001), destaca a singularidade da água ao afirmar que, embora seja essencialmente um bem ambiental, pode adquirir valor econômico, sendo a única matéria-prima capaz de proporcionar retorno direto sobre o manancial explorado. Nesse sentido, enfatiza a importância do uso eficiente dos recursos hídricos, com retirada mínima e preservação da qualidade, dada a ausência de substitutos para esse recurso vital. O autor também observa, que a valoração da água é complexa devido à sua ampla utilização e insubstituibilidade. Além disso, chama atenção para a forma como a globalização e o atual sistema econômico tendem a tratar a água doce como mercadoria, inserindo-a na lógica de mercado como fator competitivo.

Por esse motivo a ponderação realizada pela Unesco, sobre a importância dos processos de investimento em pesquisas que geram dados confiáveis, para a produção do planejamento e a eficiência do monitoramento das águas subterrâneas é muito pertinente:

A água subterrânea deve ser monitorada ao longo do tempo em termos de quantidade e qualidade, a fim de produzir conhecimento sobre o comportamento e a situação dos aquíferos e identificar possíveis mudanças negativas, como superexploração, recarga reduzida (incluindo os efeitos da mudança climática) e poluição. A recarga da água subterrânea geralmente é estimada, em vez de ser diretamente mensurada. Os aquíferos altamente vulneráveis que fornecem serviços às pessoas e ao meio ambiente precisam ser monitorados com maior frequência. O conhecimento científico em hidrogeologia e os métodos e ferramentas disponíveis são suficientes para abordar a maioria das questões relativas à gestão de águas subterrâneas. O desafio reside mais na escassez de dados confiáveis para avaliações da água subterrânea de áreas específicas e para a análises de cenários. Uma vez que todos os aquíferos e seus limites são únicos, é essencial realizar avaliações práticas da real situação das águas subterrâneas, para possibilitar a formulação de políticas e a gestão racional dos recursos hídricos subterrâneos (Unesco, 2022 a, p. 8).

Associa-se a necessidade de melhoria das informações sobre as águas subterrâneas o fato de que, conforme embasamento fornecido por Cabral (2005, p. 6), a ocorrência de poluição nas águas subterrâneas não depende apenas da vulnerabilidade do aquífero, mas também da presença de fontes de poluição que possam contaminar o meio subterrâneo. É possível evitar a degradação da qualidade

mesmo que um aquífero seja altamente vulnerável, pois segundo o autor, se não houver fontes poluentes próximas, o risco de poluição será baixo.

Além do risco de poluição, considerado pela Unesco (2022), um dos problemas mais graves quanto as águas subterrâneas, a agência alerta também para o risco de exploração excessiva dos aquíferos, levando à exaustão de sua capacidade de fornecer água, especialmente quando a taxa de recarga é menor que a taxa de bombeamento.

Em relação aos cuidados com a exploração desordenada dos recursos hídricos, associa-se a possibilidade de subsidência, que é o afundamento do solo devido à extração excessiva de água de um aquífero.

De acordo com Cabral (2006), a vulnerabilidade à subsidência⁹ está relacionada às características geológicas que predisõem o aquífero a esse processo. Desde que manejado adequadamente, o acomodamento litológico pode ser evitado mesmo em áreas suscetíveis. No entanto, se a exploração for intensa, o aquífero vulnerável estará sujeito. Sendo fundamental a gestão adequada na exploração dos recursos hídricos subterrâneos, para evitar impactos negativos com a poluição e a subsidência.

Ademais, a água subterrânea é crucial para o abastecimento público, para o suporte às atividades produtivas e para a manutenção de corpos d'água superficiais, especialmente em períodos de estiagem. Contudo, sua gestão enfrenta obstáculos significativos, como o uso excessivo, a contaminação decorrente de atividades humanas e a insuficiência de informações precisas sobre sua recarga. Tais questões ressaltam a necessidade de ampliar o debate tanto na esfera científica quanto na educativa.

Dessa forma, o conceito de vulnerabilidade dos aquíferos, conecta-se ao contexto das mudanças climáticas, na vulnerabilidade e na diminuição da quantidade e qualidade da água, o que não podem ser vistos apenas como consequência direta dos fenômenos naturais. Mas, como fruto de condições sociais e espaciais

⁹ Cabral (2006), conceitua a subsidência do solo como um fenômeno que se caracteriza pelo rebaixamento da superfície terrestre, devido a alterações nas camadas subterrâneas. Isso ocorre quando há uma redução do nível do terreno devido à remoção de suporte subterrâneo, resultando em afundamentos ou colapsos na superfície. A subsidência pode ser causada por diversos fatores, como hidrocompactação, dissolução de rochas e sais, extração de água subterrânea, extração de petróleo ou gás, e atividades mineiras. É importante compreender e monitorar esse fenômeno para aplicar medidas de prevenção e mitigação a fim de evitar danos às estruturas e ao meio ambiente

construídas historicamente, que determinam quem estará mais exposto e com menor capacidade de adaptação aos processos de transformação do sistema, cada vez mais impactantes devido às mudanças climáticas¹⁰.

Neste quesito, no que se refere aos grupos vulneráveis, é importante frisar que:

Os grupos mais vulneráveis tendem a ser desproporcionalmente afetados pelas mudanças climáticas, pois enfrentam maior exposição a riscos climáticos e menor capacidade adaptativa para lidar com seus impactos, resultando em elevada vulnerabilidade climática (IPCC, 2022, p. 12).

A vulnerabilidade climática reflete, de certa forma, as consequências de uma desigualdade que vai além dos olhares técnico-ambientais, retratando o contexto em que as pessoas estão inseridas e a realidade que enfrentam diante de um cenário que desregula o cotidiano de todos. Assim, a vulnerabilidade não deve ser entendida apenas como um fenômeno natural, mas como um fenômeno socioambiental, fruto de condições sociais e espacialmente construídas. Interligado às desigualdades estruturais que moldam a vida das pessoas.

Outro aspecto de relevância, são às ocorrências históricas de desastres naturais associados à estiagem e ao excesso hídrico, que evidenciam a necessidade de implantação de medidas de adaptação frente aos riscos climáticos. Essa análise permite a visualização da importância de estratégias integradas de gestão de riscos, planejamento urbano e rural, investimento em infraestrutura hídrica e ações educativas, com intuito de fortalecer a resiliência comunitária.

O conceito de vulnerabilidade tem sido abordado sob diferentes perspectivas, mas, com um entendimento comum: trata-se de uma propriedade intrínseca do sistema aquífero, relacionada à sua sensibilidade a impactos antrópicos e/ou naturais (Vrba e Zaporozec, 1994). Essa vulnerabilidade apresentada pelo aquífero, implica em última instância, no processo de escassez de água para suprir as demandas socioambientais de determinada comunidade.

¹⁰ Autores como Marengo *et al.* (2017), destacam que as secas no Sul do Brasil tendem a se intensificar, sendo atribuídas ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), ao aumento de temperatura e às mudanças no padrão de chuvas. Em seus estudos sobre eventos extremos, corroboram que “secas severas podem reduzir drasticamente o rendimento de culturas agrícolas, ameaçando a segurança alimentar e a economia regional” (Marengo *et al.*, 2017, p. 131). Ademais, o Relatório Especial do IPCC, sobre Mudanças Climáticas e Terra alerta que “as mudanças climáticas têm aumentado a frequência e a intensidade das secas em várias regiões do mundo, incluindo a América do Sul, com implicações diretas para a produção agrícola, a disponibilidade de água e a saúde humana” (IPCC, 2019, p. 8).

Segundo o Plano Estadual de Ação Climática do Paraná (2020, p. 2), o conceito de vulnerabilidade, deve ser compreendido para além de caracterização diagnóstica buscando planejamento a curto e médio prazos, mas como conceito que motiva o entendimento integrado de inúmeras variáveis, sobretudo, mediante aos novos cenários promovidos pelas mudanças climáticas.

O estado do Paraná criou o Programa Paranaclima, que adota a definição de vulnerabilidade, com intuito no entendimento e preparação do estado aos possíveis cenários advindos do aquecimento global. Nesse programa, “vulnerabilidade é função da característica, magnitude e proporção das alterações no clima e a variação na qual um determinado sistema é exposto, sua sensibilidade e sua capacidade adaptativa” (Paraná, 2020, p. 18).

Assim, buscou-se para essa pesquisa o subsídio do Programa Paranaclima (Paraná, 2020), que realiza a análise dos riscos e vulnerabilidades, tanto a partir das projeções climáticas, quanto a partir dos limites internos de resistência dos sistemas locais do estado do Paraná.

1.3 Os riscos e vulnerabilidades a partir das projeções climáticas do Programa Paranaclima

A motivação do entendimento da quantidade de poços perfurados ao longo dos anos nos municípios do Sudoeste do Paraná, foram encontrados nos dados realizados pelo estado, por meio do Programa Paranaense de Mudanças Climáticas “PARANACLIMA”¹¹. Nesse Programa são utilizados dois conceitos complementares para a identificação da vulnerabilidade climática à escassez hídrica: Potência de seca e Risco de seca climática¹².

¹¹ O programa lançado no ano de 2020 pelo estado do Paraná, foi apresentado como um “Contrato de Gestão firmado entre a Sedest, IAT e o Simepar” (Paraná, 2023, p.01). Seu plano de ação apresenta como objetivos a promoção orientada para cinco eixos: Políticas Ambientais e Adaptação, Educação Ambiental; Ações de Mitigação; Mapeamento de vulnerabilidade, risco e resiliência; Estruturação do Plano Estadual de Mudanças Climáticas (Paraná, 2020). Os objetivos foram sistematizados no Anexo 1. Embora os cinco eixos mantenham, por natureza, interconexões importantes, dois deles são especialmente concernentes ao tema desta pesquisa: o eixo Educação Ambiental e o Mapeamento de vulnerabilidade, risco e resiliência.

¹² O conceito da Potência de Seca, objetiva apresentar o histórico de eventos de escassez e colabora para compreender padrões climáticos passados e subsidiar diagnósticos. Já o conceito de Risco de Seca Climática, utilizado no Programa Paranaclima, é pautado em análises estatísticas e projeções de cenários para construção do diagnóstico de determinação do risco climático dos municípios com relação a escassez e excesso hídrico causados pelas mudanças climáticas globais (Paraná, 2023).

No que tange as ações do programa a composição de subprogramas vinculados ao Mapeamento de vulnerabilidade, risco e resiliência podem ser observados a partir da sistematização realizada no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2. Descrição do módulo Mapeamento de Vulnerabilidade, Risco e Resiliência do Programa Paranaclima (SEDEST).

INSTITUIÇÃO	MÓDULO	Nº	SUBPROGRAMA		
				MÊS	MÊS
SEDEST	MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE, RISCO E RESILIÊNCIA	12	- Desenvolver estudos regionais de vulnerabilidade, impactos potenciais, riscos e medidas resiliente	01	24
			DESCRIÇÃO		
			- Avaliar as condições de resiliência de regiões paranaenses; - Propor metodologia de classificação das regiões, em face das ameaças referentes às mudanças climáticas; - Diagnosticar condições de infraestrutura, econômica, Educação Ambiental e preparo para impactos das mudanças climáticas.		
		13	SUBPROGRAMA		
			- Desenvolver estudos de adaptação às mudanças climáticas no estado do Paraná.	MÊS 09	MÊS 36
			DESCRIÇÃO		
			- Aplicar os estudos para o Brasil e para o Paraná; - Priorizar temas do setor produtivo e avaliar formas de adaptação às consequências das mudanças climáticas; - Desenvolver estudos voltados à adequação ambiental, seja meio urbano ou rural, para o bem-estar da população, em face dos cenários futuros de variação de temperatura, pressão atmosférica, umidade, vento e chuvas		
		14	SUBPROGRAMA		
			- Criar mecanismos amplos mecanismos de informação sobre a vulnerabilidade das áreas de risco	MÊS 04	MÊS 09
			DESCRIÇÃO		
			- Prover informação técnica mediante publicações científicas, relatórios e informes, divulgados em fontes estaduais, nacionais e internacionais; Promover seminários e reuniões, envolvendo sociedade, governo e comunidade técnico-científica.		
		15	SUBPROGRAMA		
			- Avaliar e aprimorar os planos de contingência existentes, e criar planos para as áreas vulneráveis onde inexistem protocolos de segurança.	MÊS 04	MÊS 36
			DESCRIÇÃO		
			- Propor reuniões e seminários, com grupos e temas específicos, respectivamente, a fim de conhecer os planos de contingência existentes; - Propor protocolos de segurança com base em normas internacionais (exemplo: Disaster Risk Reduction, ONU) e a adaptações para a realidade local		

Fonte: Paraná (2020, p. 22-23). Organizado pela autora.

O Programa Paranaclima, evidencia a importância da Educação Ambiental, não limitando-a ao cumprimento dos acordos internacionais e regulamentação legal que determinam a inserção e o cumprimento das metas e normativas por todas as unidades da federação. E enuncia como protagonista na criação e propagação de estratégias de divulgação do conhecimento científico sobre os riscos ambientais aos

quais toda a humanidade está sujeita. A complexidade desse objetivo é expressa na contextualização do tema como eixo de ação:

O enfrentamento das causas e dos efeitos das Mudanças Climáticas é um grande desafio, pois envolve ações práticas de mitigação, adaptação, interlocução entre todos os setores da sociedade, e implementação de políticas públicas eficazes. É certo que as consequências das mudanças climáticas afetarão toda a sociedade, ainda que de forma não igualitária. Diante disso, a Educação Ambiental (EA) pode ser ainda mais desafiadora, pois a compreensão do fenômeno Mudanças Climáticas é algo distante, incerto, abstrato, deslocado no tempo e no espaço (Paraná, 2020, p.15).

A finalidade em realizar estudos regionais sobre a vulnerabilidade, impactos potenciais das mudanças climáticas é de sistematizar e contribuir para a avaliação dessas alterações no desenvolvimento regional. Bem como, construir resiliência aos impactos nos espaços locais.

A análise de impactos implica em avaliar o efeito potencial das alterações no clima em um determinado sistema, como por exemplo, a distribuição de energia para a sociedade. O estudo da vulnerabilidade diz respeito a susceptibilidade e a capacidade dos sistemas natural e humano para lidarem com os efeitos adversos das mudanças climáticas. Vulnerabilidade é função da característica, magnitude e proporção das alterações no clima e a variação na qual um determinado sistema é exposto, sua sensibilidade e sua capacidade adaptativa. Há métodos preconizados pelo IPCC para avaliação de risco de impacto e vulnerabilidade às mudanças climáticas, sendo o primeiro passo a identificação do risco para um dado sistema. A vulnerabilidade pode ser avaliada a partir da metodologia *TopDown*, na qual as projeções dos modelos globais de circulação geral (GCM) são refinadas para escalas regionais e locais e os resultados são usados para determinar os impactos em sistemas de interesse. Alternativamente, a análise pode ser do tipo *Bottom Up*, onde limites em que o sistema pode falhar são estabelecidos e avalia-se a possibilidade daqueles limites serem excedidos (Paraná, 2020, p. 18).

Os dois caminhos metodológicos escolhidos para analisar as vulnerabilidades às mudanças climáticas, utilizam modelos de dados e análises que partem do global para o local (Top-Down), simulando a partir de dados de circulação que regulam as previsões e simulam o comportamento climático de todo o planeta, e seu inverso, valorizando também, as análises realizadas a partir de dados locais (Bottom-Up) que permitem identificar os limites que esse sistema pode suportar antes de começar a falhar ou sofrer danos graves.

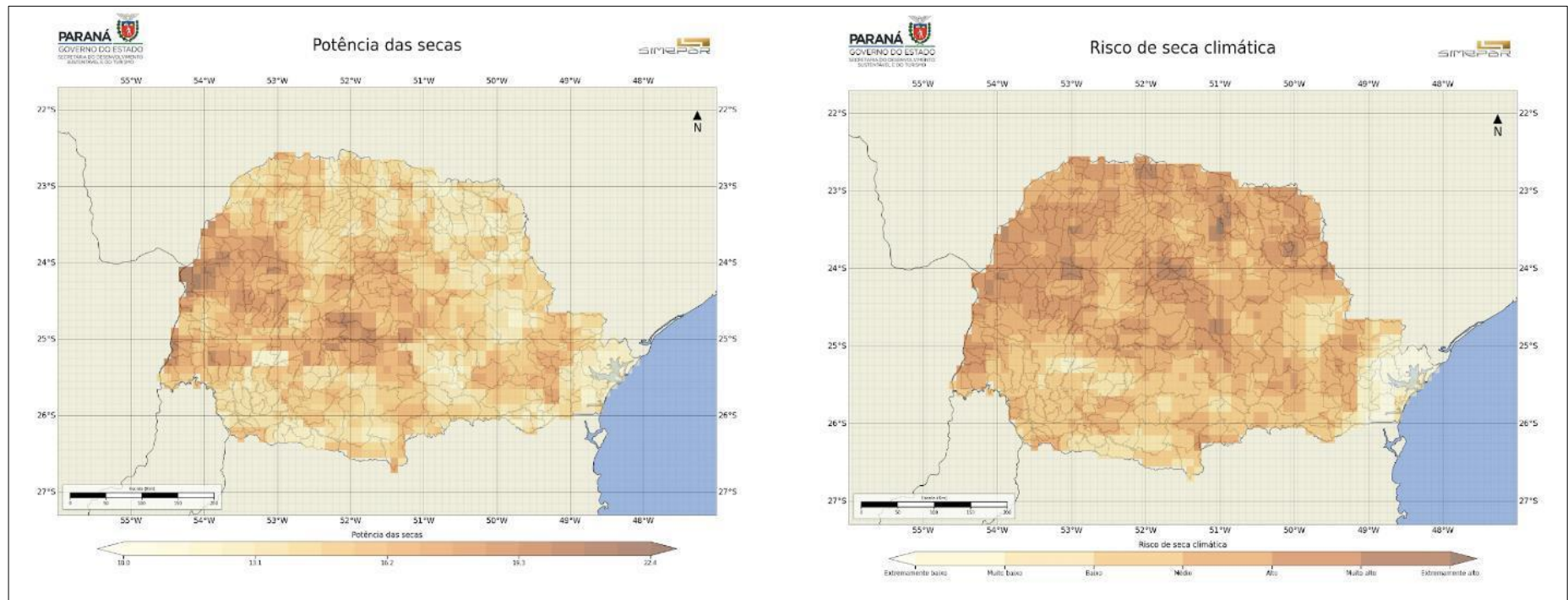
O estímulo à geração de pesquisas a partir de distintos modelos metodológicos é, segundo o Programa Paranaclima, diagnosticar os riscos e vulnerabilidades dos sistemas locais frente a pressão das transformações indicadas pelos cenários de mudanças climáticas (Paraná, 2020). Isso permite compreender com mais precisão

quais são as melhores estratégias de adaptação às mudanças climáticas, beneficiando a sociedade, o meio ambiente e os setores produtivos.

Resultante de estudos realizados no eixo de mapeamento de vulnerabilidade, bem como, da expertise do acompanhamento da defesa Civil do Estado e dos resultados do IPCC, estabeleceu-se um indicador para representação da magnitude potencial dos impactos causados pelas mudanças do clima. O índice constituído aplica-se aos cenários de variações climáticas e, a partir dele, o Estado realizou, (levando em consideração para tanto também critérios sociais, a oferta e a demanda de água, o tipo de atividade produtiva e a exposição de cada região às mudanças climáticas) a determinação de áreas que, apresentam resiliência maior e menor às transformações climáticas contemporâneas (Paraná, 2023).

No que tange ao impacto do clima na disponibilidade de água no estado do Paraná (escassez hídrica), o Programa Paranaclima, utiliza o conceito de Potencial de Seca e Seca Climática (Paraná, 2023). O resultado dessa projeção, pode ser observado na Figura 03, que apresenta os municípios paranaenses com possibilidades de serem atingidos pelo Potencial de Seca e Seca Climática.

Figura 3. Risco climático dos municípios paranaenses com potencial de serem atingidos pelo Potencial de Seca e Seca Climática (Paraná, 2023).



Fonte: Paraná (2023, p. 6)

O cálculo realizado pelo programa Paranaclima (Paraná, 2023), para o Potencial de seca, deriva do entendimento dos aspectos chamados de caracterização de seca meteorológica e hidrológica de uma dada região, é utilizado o Índice Padronizado de Precipitação (*Standardized Precipitation Index* - SPI).

O SPI é um índice utilizado para caracterizar seca meteorológica e hidrológica de uma dada região. Neste contexto, os dados históricos de precipitação (séries superiores a 30 anos) foram ajustados à distribuição de probabilidade Gamma e esta foi transformada em um índice utilizado para quantificar o déficit de precipitação em várias escalas de tempo, geralmente em intervalos mensais. Deste modo, o período do tempo para o qual o SPI é calculado é comparado ao histórico da precipitação, indicando o grau de severidade com relação aos demais períodos do histórico (Paraná, 2023, p. 5).

Ele é estabelecido, portanto, a partir de series históricas para representar a magnitude acumulada dos eventos de seca já ocorridos. O conceito de Risco de Seca Climática, se baseia em análises de determinação do risco climático dos municípios paranaenses serem atingidos pela escassez ou excesso hídricos derivados das transformações climáticas globais (Paraná, 2023).

Esse indicador é calculado a partir de uma equação que considera o coeficiente de variação da precipitação, a média climatológica das chuvas e a potência da seca, compondo um índice que expressa a probabilidade relativa da ocorrência de novos eventos críticos (Blain, 2011; Cunha *et al.*, 2019).

Esse tipo de análise é particularmente relevante para os processos de planejamento e adaptação climática, pois incorpora as incertezas associadas aos cenários projetados por modelos globais de clima (IPCC, 2021).

Sant'Anna Neto (2001), destaca a necessidade de considerar a dimensão social no estudo dos fenômenos atmosféricos, pois, uma vez que a lógica capitalista dá origem a espaços desiguais, a repercussão desses fenômenos também ocorre de forma desigual.

Assim, é inserida a noção de vulnerabilidade social a suscetibilidade da população em condições socioeconômicas mínimas desiguais, em relação aos riscos advindos das mudanças climáticas. No entanto, é importante destacar que pobreza e vulnerabilidade não são sinônimas. Enquanto a pobreza representa uma condição atual, a vulnerabilidade está ligada a uma predição, ou seja, indica o que poderá ocorrer a determinada população diante de certas condições de risco (Cardona, 2001).

Conforme Souza (2001), discutir riscos é também discutir desigualdade social, pois é no território que se materializam as relações de poder que determinam quem será mais ou menos afetado pelas mudanças climáticas.

De acordo com o relatório PAC-PR (Paraná, 2021), as projeções para o período entre 2031 e 2090 indicam um aumento progressivo dessa vulnerabilidade, sobretudo, sob o cenário de aumento populacional, baixo crescimento econômico e pouco investimento ou ausência de políticas dedicadas às mudanças climáticas¹³, que contempla um contexto sem políticas efetivas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas (Paraná, 2021).

Essa realidade evidencia que, o maior impacto projetado para a seca climatológica incide sobre as regiões central, norte e sudoeste do Paraná, com destaque para o agravamento caso não sejam adotadas políticas de contraposição, planejamento, adaptação e mitigação das alterações (Paraná, 2021, p. 28).

1.4 Os instrumentos de racionalização da distribuição e uso da Água na Política Nacional de Recursos Hídricos

É notável que as questões que envolvem a sociedade são permeadas por meio do desenvolvimento econômico, e diante desse cenário que envolve múltiplos setores, a água exerce um papel fundamental. Fato esse que corrobora para o entendimento de atribuição de valor econômico e estratégico para o modo de produção capitalista presente na sociedade. O que insere este elemento vital em um debate de relações de poder dado ter se tornado um insumo valioso (Brum e Nascimento, 2016).

Souza (2001), enfatiza que o território é marcado pelas relações de poder, assim, como a posse dos recursos nele contidos. Nesse caso específico, a água não deixa de ser uma fonte inestimável de poder.

De acordo com Oliveira (2017), o território, entendido como o espaço na qual se manifestam as materialidades das relações sociais e de poder, desempenha um papel crucial nas (des)territorializações, pois ao analisar as políticas públicas

¹³ Segundo Paraná (2021), esta projeção corresponde ao cenário SSP5-8.5 caracterizado pela mais alta emissão dos GEE (8.5 W/m²): “Este cenário combina hipóteses como alta população e relativamente baixo crescimento econômico, com baixas taxas de desenvolvimento tecnológico e eficiência no processo de geração de energia limpa, o que pode levar a alta demanda de energia a base de carbono e aumento das emissões dos GEE. Este pode ser um cenário provável na ausência de política de mudança climática” (PAC-PR, 2021, p. 9).

relacionadas à água sob um olhar dos conceitos de território e territorialidades, é possível observar diversas abordagens que evidenciam a importância da água na organização e apropriação do espaço, bem como, na formulação de políticas de planejamento e gestão territorial e ambiental.

Essa representação das águas subterrâneas, expressam o conceito de um recorte territorial, pois é nesse espaço que elas se configuram como unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos. Brum e Nascimento (2016), contestam o entendimento da água apenas a partir da delimitação de um espaço físico que drena águas para um ponto comum; é necessário abordá-la de maneira mais complexa. Por exemplo, ela se transforma em território ao se tornar uma unidade estratégica de planejamento, além de ser um meio e objeto de trabalho, produção, troca, disputas e conflitos entre os diversos atores que a habitam.

Desta forma, a partir das atividades antrópicas que giram neste contexto territorial, é possível visualizar suas consequências, pois a contaminação desse recurso pode ser cada vez mais agravada se não for detectada com antecedência. Além da exploração excessiva, é nesse sentido que a Educação Ambiental, pode ser completamente pautada como processo de piora desse contexto.

Outrossim, a partir da demanda e busca por água a exploração deste recurso tende a aumentar. Sendo necessário precauções quanto ao uso do recurso hídrico como relação de controle e de poder. Manter a perspectiva do direito a água para todos num cenário de crise hídrica e degradação ou poluição do recurso é um desafio, conforme aponta Cachapuz *et al.* (2011)

Vivemos numa situação de autêntica emergência planetária, marcada por toda uma série de graves problemas estreitamente relacionados: contaminação e degradação dos ecossistemas, esgotamento de recursos, crescimento incontrolado da população mundial, desequilíbrios insustentáveis, conflitos destrutivos, perda de diversidade biológica e cultural [...] (Cachapuz *et al.*, 2011, p. 14).

A exploração dos aquíferos, está se tornando uma estratégia cada vez mais comum para atender à crescente demanda por água, especialmente em contextos de escassez hídrica. Esse cenário evidencia um desafio significativo: garantir o acesso à água potável em um contexto em que a escassez e a degradação dos recursos hídricos tornam a alocação de água um tema de conflito, em que o uso de um recurso pode excluir o uso de outro.

Todos esses aspectos justificam a necessidade de uma gestão eficaz do uso da água, buscando aprimorar sua utilização em todos os seus diferentes propósitos.

A promoção da aprendizagem sobre o uso da água pode representar uma oportunidade estratégica crucial para fortalecer o sistema de gestão de recursos hídricos, conforme previsto no Plano Nacional de Recursos Hídricos, incentivando uma melhor qualidade no seu uso por parte de todos.

Rebouças (2002), define a Política Nacional de Recursos Hídricos como um importante amparo legal para a gestão desses recursos, composta por um conjunto de diretrizes, instrumentos e ações que buscam promover a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos do país. Essa política tem como objetivo principal, garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos, de forma a atender às necessidades atuais e futuras da sociedade, propondo o desenvolvimento socioeconômico e a proteção do meio ambiente.

Constituída pela Lei Federal nº 9.433/97, de 08 de janeiro de 1977, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece, dentre outros fundamentos: a gestão descentralizada e participativa; a consideração da bacia hidrográfica como unidade de planejamento; o reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável, conforme reproduzido nos seis incisos do seu Art.1º:

A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (Brasil, Lei 9.433,1997, Art. 1º).

Além disso a Política prevê a criação de instrumentos como: o Plano Nacional de Recursos Hídricos; a outorga de direito de uso da água; a cobrança pelo uso da água; o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso, e o sistema nacional de informações sobre recursos hídricos. Todos os mecanismos sinalizam garantir os objetivos vinculados a manutenção da qualidade, utilização racional e integrada, bem

como precaver-se contra eventos hidrológicos considerados irregulares, conforme expresso no Art. 2º:

São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;
- IV - Incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (Brasil, Lei 9.433,1997, Art. 2º).

Essa política busca promover a utilização racional e sustentável dos recursos hídricos, inclusive as águas subterrâneas, garantindo a disponibilidade de água para as atuais e futuras gerações, e envolve a participação ativa da sociedade, dos órgãos governamentais e dos usuários de água na gestão e proteção desse importante recurso natural.

De acordo com Tundisi (2003) e a ONU – Unesco (2022), apesar da água subterrânea ser considerada um recurso natural já importante, cuja função estratégica tende a crescer em todo o mundo¹⁴.

No entanto, a implementação de uma política de planejamento e gestão do uso enfrenta obstáculos práticos. Um dos principais desafios é o desconhecimento do Estado sobre a maioria dos usuários de águas subterrâneas. Isso significa que, sem um mapeamento adequado e um registro dos usuários, é difícil garantir que as necessidades básicas da população sejam atendidas de forma justa e equitativa.

Portanto, a exploração dos aquíferos, embora aconteça em casos de extrema necessidade, deve ser gerida de maneira sustentável e inclusiva, levando em consideração não apenas a demanda por água, mas também os direitos dos usuários e a preservação dos recursos hídricos, por meio do conhecimento ambiental.

A questão se torna ainda mais complexa quando se considera o direito humano à água, que é reconhecido como uma prioridade nas legislações, como o artigo 1º, da Lei Federal 9.433/1997, que estabelece que as necessidades humanas devem ser atendidas antes de outros usos da água.

¹⁴ Conforme Tundisi (2003), a água subterrânea é um dos recursos naturais mais amplamente utilizados, está presente nas camadas subterrâneas de diversas regiões do mundo, ocupando os espaços entre os grãos de areia, rochas e fissuras. Essas águas, armazenadas em depósitos sedimentares ou em rochas fraturadas, foram acumuladas ao longo de milhões de anos por meio de vários processos, e mostram-se essenciais no progresso da sociedade, uma vez que muitas dessas fontes são utilizadas para atender às necessidades básicas da população.

A falta de informações sobre os usuários e a gestão inadequada dos recursos podem levar a conflitos e à degradação dos aquíferos, comprometendo ainda mais a disponibilidade de água potável no futuro.

Diante dos desafios relacionados a falta de entendimento sobre o uso e conservação das águas subterrâneas, uma pergunta se impõe de maneira natural aos educadores: como é possível contribuir para que os processos formativos evidenciem a importância da constituição de ações responsáveis diante de um recurso tão essencial e, ao mesmo tempo, tão invisível aos olhos da sociedade?

É nesse contexto que o princípio da precaução ganha relevância, oferecendo uma base ética e preventiva para a tomada de decisões. Ao lado dele, a Educação Ambiental se apresenta como uma ferramenta importante para sensibilizar, informar e transformar práticas, contribuindo para evitar ou minimizar os impactos da escassez hídrica e fortalecer a cultura da preservação.

“O homem vive da natureza, quer dizer: a natureza é seu corpo, com o qual tem que manter-se em permanente intercâmbio para não morrer”.

A ideologia alemã

Karl Marx e Frederick Engels (2007).

CAPÍTULO 2 – O POTENCIAL DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A DISCUSSÃO SOBRE USO E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

O presente capítulo indica a relevância que a Educação Ambiental possui para contribuir para o debate sobre a preservação das águas subterrâneas. Corroborando para essa indicação o contexto de transformações dos espaços locais e globais que, predominantemente, carecem de esclarecimento e maior debate por parte das comunidades sobre os impactos socioambientais que tais ações podem gerar.

Sob a ótica da Educação Ambiental que pretende aprimorar a vida de todas as pessoas, é essencial identificar os processos que impedem essa melhoria, incluindo os de opressão e exclusão, que é refletido na injustiça ambiental. A Geografia por sua vez, possui como objeto primordial de análise o espaço produzido por meio dessa relação. Portanto, possui capacidade singular, dentre as Ciências, de abordar de modo contextualizado e crítico como distintos setores da sociedade realizam a apropriação e exploração dos recursos naturais, em detrimento dos desequilíbrios socioambientais advindos dessa relação.

Os desequilíbrios nas dinâmicas ecossistêmicas e da qualidade de vida humana, apesar de multidimensionais, são aqui representados especialmente pela discussão sobre o uso da água por meio da exploração dos sistemas subterrâneos. Nesse cenário, a contribuição dos pesquisadores que realizam Educação Ambiental e educação geográfica é fundamental para a compreensão dessas questões sobre as ações da sociedade.

Assim, ao abordar os processos de Educação Ambiental são pautadas as reflexões realizadas por Loureiro (2003, 2004^a, 2004b, 2009), Sauvé (2005), Pitano e Noal (2009) e Matos (2010). Considerou-se relevante evidenciar a visão indissociável da relação sociedade-natureza, prioritária na educação geográfica, bem como esclarecer a falta de abordagem crítica do tema das águas subterrâneas na escola (Hirata, 2010; Gastmans, 2013 e Walter, 2015) e no currículo do ensino de geografia (Brasil, 2018; Feio e Costa, 2022).

A partir da perspectiva da globalização, magistralmente abordada por Santos (1997, 2002), fundamenta-se a pertinência para que a Geografia aborde e qualifique as discussões sobre o tema meio ambiente de modo crítico.

De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA): “Entendem-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (Brasil, 1999, Lei 97955, Art. 1º).

A PNEA, normatiza que, desde a infância, é fundamental cultivar o compromisso e a responsabilidade com o meio ambiente, propondo um processo de aprendizagem permanente, um ciclo que permeia o cotidiano de todos (Brasil, 1999, Lei 97955, Art. 2º). Apesar dessas determinações, muitos aspectos referentes a compreensão da gênese dos problemas ambientais são abordados parcial ou negligenciados e, embora a educação formal seja apontada pela PNEA como uma das principais ferramentas de construção de valores ambientalmente menos agressivos, ainda há grande defasagem quanto a sensibilidade e valorização ambiental.

Por esse motivo, a discussão realizada pelo estado do Paraná, para a realização de um planejamento que vise minimizar os impactos provenientes das alterações advindas das mudanças do clima. O Programa Paranaclima, estabelece como um de seus objetivos, o módulo de ação da Educação Ambiental, conforme Quadro 3.

Quadro 3. Descrição do módulo Educação Ambiental do Programa Paranaclima (SEDEST).

INSTITUIÇÃO	MÓDULO	Nº	SUBPROGRAMA		
SEDEST	EDUCAÇÃO AMBIENTAL	7	Desenvolver e implementar mecanismos de transmissão do conhecimento do “Paraná Clima” para a sociedade, indústria e governo	MÊS 10	MÊS 33
			DESCRIÇÃO		
			- Avaliar o potencial das ferramentas existentes e aplicáveis para a transmissão de conhecimento no estado do Paraná; - Criar um programa para potencializar o uso das mídias sociais para divulgação das informações referentes ao programa; - Promover workshops visando divulgar o programa “Paraná Clima” e esclarecer sobre mudanças climáticas e sustentabilidade no dia a dia; - Estabelecer parcerias com empresas e universidades para promoção e divulgação do plano e de suas propostas.		
		8	SUBPROGRAMA		
			- Criar programa de Educação Ambiental voltado à redução de emissões de GEE e adaptação às mudanças climáticas, com enfoque em AbE.	MÊS 04	MÊS 36
			DESCRIÇÃO		
			- Propor elaboração do programa transversal às demais diretorias da Sedest e IAT, bem como a outras secretarias pertinentes; - Elaborar plano de trabalho conjunto para desenvolvimento, implementação e monitoramento do programa de Educação Ambiental para redução de emissões de GEE e adaptação às mudanças climáticas, com enfoque em AbE.		

Fonte: Paraná (2020, p. 22-23). Organizado pela autora.

Atualmente a sociedade se caracteriza, predominantemente, por expressões materialistas, individualistas, competitivas e tecnicizadas. Segundo Milton Santos (1997), essas características são nossas principais preocupações, especialmente quando se refletem nos processos de formação humana:

O grave problema que temos hoje é que vivemos em um mundo tecnicizado, frequentemente conduzido a crer que também o conhecimento tem de ser produzido como técnica. Então, há um desdobramento da finalidade do ensino, que é dado como se a técnica –e não a humanidade –fosse o centro do mundo. Amplia-se a ideia da relação necessária entre a tecnicidade e o fazer, quando se deveria sobretudo conduzir ao debate entre a tecnicidade e o pensar. Ensinar a fazer é apenas uma dimensão do ensino. A dimensão central é ensinar a ser Homem (Santos, 1997, p. 4).

Dessa forma, resulta-se uma característica da sociedade contemporânea, que avalia seus integrantes por indicadores de posse e quantidade de bens materiais, enquanto descuida-se de valores relacionados aos campos imateriais, expressas por ações e relações interpessoais, com demais seres vivos.

Nesse cenário no qual, muitas vezes, os agentes promotores das transformações não são os mesmos a serem impactados, a perspectiva teórica sobre educação geográfica e Educação Ambiental proporciona uma visualização maior sobre as possibilidades de enfrentar a realidade ambiental nos dias de hoje.

Desse modo considerou-se oportuno o resgate do conceito de Educação Ambiental a partir das contribuições de Reigota (1994), Sauvé (2005), Loureiro (2003, 2004), Pitano e Noal (2009), Carvalho (2012) e Leff (2012). Enquanto as discussões sobre fundamentos presentes na educação geográfica foram pautadas em Lacoste (1988), Suertegaray *et al.* (2000), Cavalcanti (2006, 2012) e Callai (2013).

2.1 Nem toda Educação Ambiental parte do pensamento crítico

Refletir sobre a Educação Ambiental requer, primeiramente, uma análise da relação entre educação, o ato de educar e a sociedade. Para isso, uma das definições mais notáveis sobre educar é produzida por Saviani (2005, p.13) e afirma que: “o trabalho educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens”.

Desta forma, orienta que o processo educativo é uma formação da humanidade, ou seja, é um processo no qual os seres humanos, que nascem incompletos em termos de sua humanidade e caráter, são moldados e desenvolvidos como indivíduos que, embora cientes e exercendo suas características singulares, são capazes de interagir e produzir coletivamente.

Diversos autores abordam a conceituação de Educação Ambiental, entre os quais se destaca Sauvé (2005), em que inclui que esse ensino   uma verdadeira cartografia pedagógica do espaço pedagógico a Educação Ambiental, sendo assim uma oportunidade para compreender as esferas que estamos inseridos, e quais as nossas relações com o meio ambiente.

Carvalho (2012), complementa essa visão ao afirmar que a Educação Ambiental   parte do movimento ecológico, pois se preocupa com a qualidade de vida das gerações presentes e futuras. Por sua vez, Leff (2012), argumenta que a Educação Ambiental é um processo de conscientização socioambiental que pode mobilizar os cidadãos na tomada de decisões para agir em prol das transformações, a partir de uma perspectiva integrada, holística e interdisciplinar.

A Educação Ambiental é um processo educativo que se propõe a sensibilização e a compreensão das questões ambientais, incentivando a participação ativa dos indivíduos na preservação e melhoria do meio ambiente.

Reigota (1994, p. 21) afirma que meio ambiente é:

[...] um lugar determinado e/ou percebido onde estão em relações dinâmicas e em constante interação os aspectos naturais e sociais. Essas relações acarretam processos de criação cultural e tecnológica e processos históricos e políticos de transformação da natureza e da sociedade.

Compreender essa complexidade é crucial para a Educação Ambiental, pois permite reconhecer como nossas ações impactam o mundo. Outrossim, nem todas as pessoas compreendem esse conjunto de relações a partir de uma perspectiva crítica, por isso faz-se necessário a apresentação das principais heterogeneidades na abordagem da Educação Ambiental.

Segundo Sauvé (2005, p. 30), a Educação Ambiental consiste “(...) essencialmente, na análise das dinâmicas sociais que se encontram na base das realidades e problemáticas ambientais”, tendo a oportunidade de conhecer sobre as interações entre os seres humanos e a natureza, abordando temas como sustentabilidade, conservação dos recursos naturais, e a importância da biodiversidade.

Essa abordagem de educação   interdisciplinar, envolvendo áreas como Geografia, Ciências, Sociologia e Filosofia, e se fundamenta em princípios que promovem a justiça social e a responsabilidade coletiva. Além de não se limitar apenas   transmissão de informações, mas também de envolver a formação de atitudes e comportamentos que favoreçam a proteção do meio ambiente e a construção de uma sociedade mais justa e sustentável (Pitano e Noal, 2009).

A Educação Ambiental (EA) se estabelece, fundamentalmente, como uma práxis educativa problematizadora (Loureiro, 2003), cujo propósito é instigar os indivíduos a transcenderem a mera transmissão de conhecimentos e a desenvolverem uma consciência crítica das relações sociais e ecológicas. Essa abordagem se alinha à perspectiva da EA Crítica, que rejeita o tratamento da crise ambiental como uma questão meramente técnica ou natural, desvinculada de suas raízes políticas, econ micas e sociais (Loureiro, 2003).

Em vez de se limitar a prescrever a mudança de comportamentos individuais, como faz a vertente conservacionista - como aponta em Sauvé (2005), a EA Crítica possibilita o educando a desvelar e questionar a realidade, buscando soluções que culminem em uma ação social transformadora. Promove-se, assim, um engajamento ativo que  , ao mesmo tempo, emancipatório e dialógico, capacitando os atores

sociais a intervirem lucidamente no ambiente e a atuar em processos decisórios, corroborando com a construção de um padrão civilizacional mais justo e ecologicamente equilibrado (Loureiro, 2005).

No entanto, ao se discutir práticas, as premissas e as fundamentações teórico-metodológicas não ficam evidentes. Por essa razão, é amplamente aceito entre os pesquisadores da área que não é possível padronizar todas as práticas que envolvem a Educação Ambiental.

2.1.1 A perspectiva crítica da Educação Ambiental

Existem várias formas de promover a Educação Ambiental como intervenção na sociedade, que vão em dois extremos: desde as mais conservadoras até as mais libertadoras. Lucy Sauvé (2005), uma das expoentes na discussão sobre o conceito de Educação Ambiental, propõe diversas maneiras de conceber a prática educativa. Em sua obra “a cartografia da Educação Ambiental” ela cita 15 correntes que permite aos estudantes de Educação Ambiental, compreenderem as abordagens metodológicas e ser assegurado por suas pr  ticas¹⁵. Já Loureiro (2005), destaca que a Educação Ambiental é desenvolvida apenas a partir de duas abordagens: a conservadora e a transformadora.

A abordagem conservadora da Educação Ambiental, pretende buscar mudanças superficiais por meio de ações pontuais, o que acaba por preservar o status quo da sociedade. E já na perspectiva que busca a atuação transformadora na sociedade, na qual os ideais de civilidade, sustentabilidade e   tica são pautados como essenciais (Loureiro, 2005).

Segundo Sauvé (2005), o pensamento crítico “[...] insiste, essencialmente, na análise das dinâmicas sociais que se encontram na base das realidades e problemáticas ambientais”, assim possibilitando um diálogo sensibilizado em relação às crises ambientais, e utilizando da participação para os indivíduos se reconhecerem diante das situações e poderem partir para uma atitude sensibilizadora.

¹⁵ Lucy Sauvé (2005), sistematiza diferentes correntes de Educação Ambiental, destacando perspectivas como a naturalista (valorização da natureza em si), conservacionista/recursista (uso racional dos recursos), resolutiva (  nfase na solução de problemas locais), sist  mica (visão integrada e complexa do ambiente), humanista (valores e qualidade de vida), moral/  tica (princípios de solidariedade e responsabilidade), holística (integração cognitiva, afetiva e espiritual), biorregionalista (vínculo com o lugar) e prática (inspirada em Paulo Freire, voltada à transformação social).

A visualização abrangente das abordagens da Educação Ambiental é crucial para que as pessoas possam analisar os materiais e informações que recebem de maneira mais crítica e atenta. Isso significa que é importante entender o contexto em que essas informações estão inseridas pois, muitas vezes, os discursos sobre Educação Ambiental, podem não se alinhar com a realidade vivida por cada indivíduo. Matos (2010) contribui com essa visão:

É fundamental que se tenha a oportunidade de refletir sobre a sua própria realidade, sentir, vivenciar, emocionar-se, desejar mudança. Dessa forma, ao adquirir e construir conhecimentos significativos, aplicá-los em sua própria realidade, transformando-a, torna-se assim um agente transformador, um cidadão, e não uma pessoa pacífica que apenas observa e se submete aos acontecimentos de sua volta (Matos, 2010, p. 27).

Quando as pessoas têm um olhar mais aguçado e crítico, elas conseguem identificar as nuances e os fatores que influenciam a forma como a Educação Ambiental é apresentada e aplicada. Isso permite que cada um reconheça sua própria realidade e suas experiências pessoais, propondo uma compreensão mais profunda e significativa do tema. Assim, essa abordagem ampla e crítica pode levar a uma Educação Ambiental que realmente ressoe com as vivências e necessidades de cada indivíduo, em vez de simplesmente reproduzir discursos que podem ser inadequados ou desconectados da sua realidade.

Para Loureiro (2004), a educação é considerada como uma prática social voltada para o aprimoramento humano, deve ser baseada na aprendizagem e na recriação de conhecimentos a partir dos diversos saberes que existem em uma cultura. Isso implica que a educação deve ser adaptada às necessidades, possibilidades e exigências de uma sociedade específica a partir de abordagem sistêmica.

Diante disso, é possível compreender que por meio de uma Educação Ambiental qualificada, não é apenas a forma de ensinar sobre a importância desse recurso, mas também em fomentar uma cultura de responsabilidade e cuidado, no qual as comunidades se tornem sujeitos ativos na preservação e gestão sustentável das águas subterrâneas, reconhecendo sua interdependência com o meio ambiente e a sociedade.

Embora a Educação Ambiental, esteja constituída enquanto uma obrigação e um direito de todo o cidadão brasileiro desde 1999, ela tem concretamente, uma representatividade muito pequena em relação à condução e divulgação ampla de

dados sobre os processos que geram e mantem os desequilíbrios ambientais. Essa ausência é significativamente expressa no que tange ao debate público sobre a água subterrânea, lacuna que se reflete também no campo educacional. A invisibilidade desse recurso no cotidiano das pessoas contribui diretamente para sua escassa presença nos materiais didáticos e nas práticas escolares.

Conforme destaca Loureiro (2009, p. 86), "educar ambientalmente é promover a consciência crítica sobre os processos naturais e sociais que envolvem o uso dos recursos naturais, incluindo aqueles que, por sua invisibilidade ou complexidade, são frequentemente esquecidos ou negligenciados nos currículos escolares." Esse pensamento reforça a necessidade de uma abordagem educativa mais abrangente, que contemple a diversidade e a complexidade dos recursos hídricos.

Essa perspectiva também é corroborada por Hirata (2010), que observa a predominância das águas superficiais nos discursos sobre gestão hídrica, enquanto as águas subterrâneas continuam sendo marginalizadas. O autor afirma:

A água subterrânea, embora essencial para o abastecimento de muitas regiões, permanece à margem das discussões públicas e, em grande parte, é negligenciada nas políticas educacionais. Sua complexidade técnica e invisibilidade contribuem para a falta de compreensão sobre sua importância, o que resulta em um baixo nível de conscientização nas novas gerações. Para mudar esse quadro, é necessário integrar o tema de forma sistemática nos currículos escolares, abordando não apenas o seu ciclo, mas também os desafios que envolvem sua gestão sustentável (Hirata, 2010, p. 122).

Destaca que, apesar da relevância ecológica e estratégica dos aquíferos, o tratamento desse tema no âmbito educacional é reduzido.

Desse modo considera-se fundamental a sistematização de dados que contribuam para problematizar a dinâmica do ciclo hidrológico e o uso que a sociedade faz dele, assim como o risco de uso das águas subterrâneas mediante a perfuração de poços artesianos nos municípios da mesorregião sudoeste do Paraná.

“(...) a partir dessas duas ordens, se constituem, paralelamente, uma razão global e uma razão local que em cada lugar se superpõem e, num processo dialético, tanto se associam, quanto se contrariam. É nesse sentido que o lugar defronta o Mundo, mas, também, o confronta, graças à sua própria ordem”.

A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção

Milton Santos (1997, p. 225).

CAPÍTULO 3: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo foi estruturado em duas partes. A primeira com o objetivo de realizar a caracterização da área de pesquisa e a segunda destinada a apresentação dos procedimentos metodológicos.

A caracterização da área de pesquisa será realizada a partir da referência de estudos regionais produzidos por Milton Santos (1994), e outros que discorrem sobre as caracterizações geológica, climática, biogeográfica. As análises sobre as especificidades locais apresentadas a partir dos dados oficiais sobre a população e a economia de cada município da Mesorregião Sudoeste do Paraná.

A segunda Seção deste capítulo descreve o conjunto de dados utilizados, fontes de origem e encaminhamentos necessários para sua obtenção e sistematização no trabalho. Os principais dados dizem respeito à precipitação registrada pelo Simepar para as estações meteorológicas dos municípios de Dois Vizinhos, Cruzeiro do Iguaçu, Palmas, Pato Branco e Francisco Beltrão. Além dos dados sobre o número de outorgas concedidas pelo IAT para exploração da água subterrânea nos municípios que compõem a mesorregião.

3.1 Caracterização da Área de Estudo

Se o espaço se torna uno para atender às necessidades de uma produção globalizada, as regiões aparecem como as distintas versões da mundialização. Esta não garante a homogeneidade, mas, ao contrário, instiga diferenças, reforça-as e até mesmo depende delas. Quanto mais os lugares se mundializam, mais se tornam singulares e específicos, isto é, únicos (...) A região torna-se uma importante categoria de análise, importante para que se possa captar a maneira como uma mesma forma de produzir se realiza em portes específicas do planeta ou dentro de um país, associando a nova dinâmica às condições preexistentes (Santos, 1994, p. 46-47).

O excerto de Santos (1994), convida à compreensão das regiões como expressões particulares de um processo mais amplo de mundialização, no qual as dinâmicas locais não desaparecem, mas se reconfiguram e ganham novas formas. Nesse sentido, compreender as singularidades de uma área torna-se essencial para captar como os processos globais se territorializam em contextos específicos, como é o caso do Sudoeste do Paraná.

A Mesorregião Sudoeste do Paraná, possui área de 16.989,06 km² e população estimada em 684.363 habitantes em 2024, segundo o IBGE. Para fins comparativos com a realidade estadual, utilizam-se os dados do Censo Demográfico de 2022, ano em que a população regional foi de 662.679 habitantes, frente a 11.444.380 habitantes no Paraná.

Em 2022, a população urbana da mesorregião somava 506.730 habitantes (76,45%) enquanto a população rural era de 155.949 habitantes (23,55%). No estado, esses valores correspondiam a 10.179.847 habitantes urbanos e 1.264.533 habitantes rurais.

Os dados indicam que o Sudoeste reunia 4,35% da população total do Paraná, respondendo por 4,98% da população urbana estadual e por 12,33% da população rural. Importa a mostrar que, embora o Sudoeste tenha pouca expressividade em relação ao número total de habitantes do Paraná, apenas 4,35% da população do estado, no que tange a representatividade da população rural, os habitantes da área rural do Sudoeste representam 12,33% de toda população rural do Paraná.

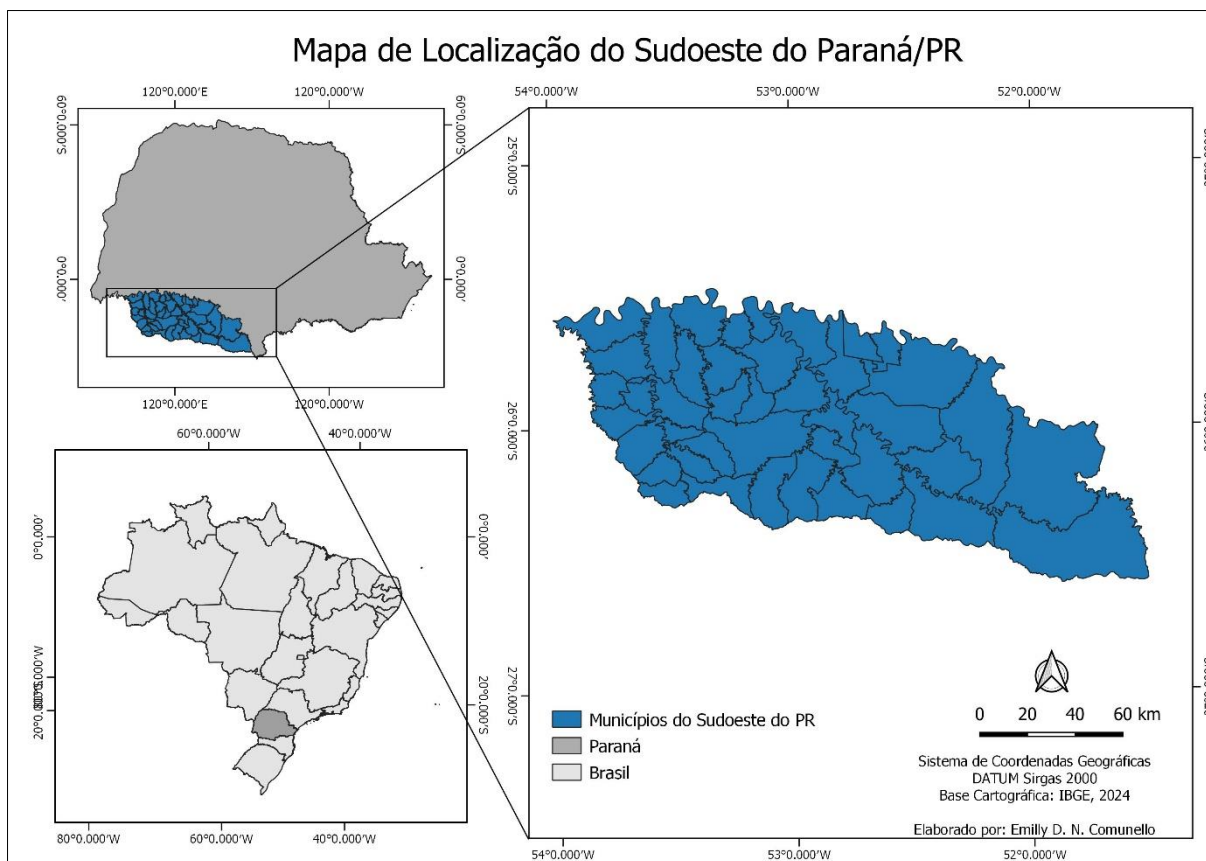
Essa diferença reforça a expressiva participação do meio rural na estrutura populacional da mesorregião, associada à importância histórica e econômica das atividades agropecuárias (Ipardes, 2025).

O entendimento das dinâmicas ambientais e sociais referentes ao uso da água subterrânea requer, portanto, uma abordagem da área de estudo de várias formas, para isso faz-se necessário realizar a caracterização física e socioeconômica da região sudoeste do estado do Paraná. Além de considerar aspectos geológicos, pedológicos, climáticos, vegetacionais e demográficos, tanto em nível regional quanto municipal.

Essa compreensão se torna essencial para contextualizar os elementos que condicionam a disponibilidade e o uso da água subterrânea, especialmente por meio de poços artesianos. A análise regional permite compreender como práticas locais de captação e manejo da água estão vinculadas a contextos históricos, sociais e econômicos específicos, revelando, assim, a complexidade das relações entre sociedade e natureza nesse território.

A localização da mesorregião sudoeste paranaense, no contexto espacial estadual, é representada na figura 4, abaixo, e evidencia os limites geográficos que orientam a delimitação da pesquisa.

Figura 4. Mapa de delimitação da área de estudo em território nacional e estadual



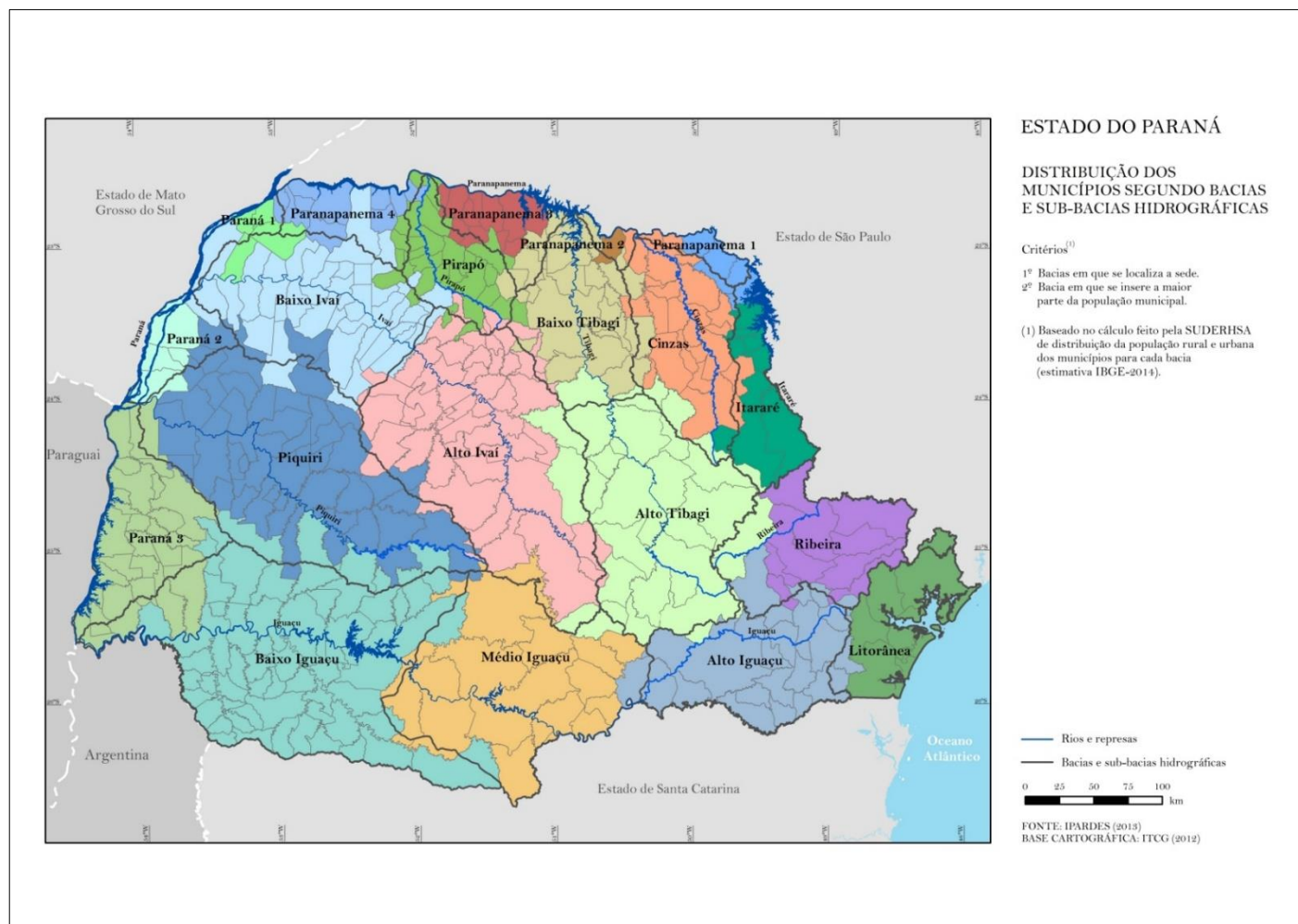
Fonte: Base cartográfica IBGE (2024). Elaborado pela autora.

A mesorregião Sudoeste do estado do Paraná, é composta por 42 municípios¹⁶, que são: Ampére, Barracão, Bela Vista da Caroba, Boa Esperança do Iguaçu, Bom Jesus do Sul, Bom Sucesso do Sul, Capanema, Chopinzinho, Clevelândia, Coronel Domingos Soares, Coronel Vivida, Cruzeiro do Iguaçu, Dois Vizinhos, Enéas Marques, Flor da Serra do Sul, Francisco Beltrão, Honório Serpa, Itapejara d'Oeste, Manfrinópolis, Manguierinha, Mariópolis, Marmeleiro, Nova Esperança do Sudoeste, Nova Prata do Iguaçu, Palmas, Pérola do Oeste, Pinhal de São Bento, Planalto, Pato Branco, Pranchita, Realeza, Renascença, Salgado Filho, Salto do Lontra, Santa Izabel do Oeste, Santo Antônio do Sudoeste, São João, São Jorge d'Oeste, Saudade do Iguaçu, Sulina, Verê, Vitorino.

¹⁶ A Lei Estadual 15.825/2008, reorganizou cinco municípios da mesorregião Centro Sul, atribuindo-os a mesorregião Sudoeste para fins de planejamento de políticas do estado Paraná. Configura divisão regional com critérios diferentes dos adotados pelo IBGE, que mantém a para fins estatísticos, a mesorregião Sudoeste circunscrita a 37 municípios. Os municípios realocados são: Palmas, Clevelândia, Coronel Domingos Soares, Honório Serpa e Manguierinha.

Segundo os estudos geofisiográficos apresentados pelo Ipardes (2025), a mesorregião Sudoeste corresponde ao território que compõe a margem esquerda da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu. Nessa região, a área drenada pelo rio Iguaçu não é diretamente influenciada por outras bacias, conforme evidenciado na Figura 6, que representa a divisão hidrográfica paranaense.

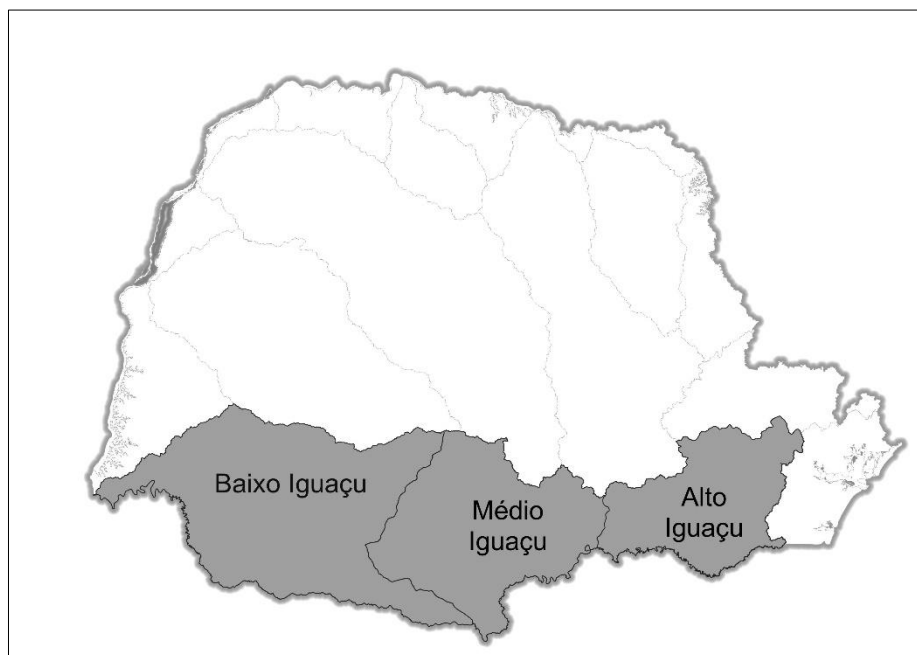
Figura 5. Bacias e Sub-bacias hidrográficas do Paraná.



Fonte: IPARDES (2025).

De acordo com Ipardes (2004), o rio Iguaçu, com extensão de 1.060 km, constitui, junto com seus afluentes, a maior bacia hidrográfica do estado totalizando a área de 26.596 km² (PLERH/PR, 2011). Todo o seu sistema de drenagem foi classificado em três subsistemas chamados de Alto, Médio e Baixo Iguaçu, conforme indicativo da Figura 4.

Figura 6. Localização da bacia hidrográfica do rio Iguaçu no estado do Paraná.



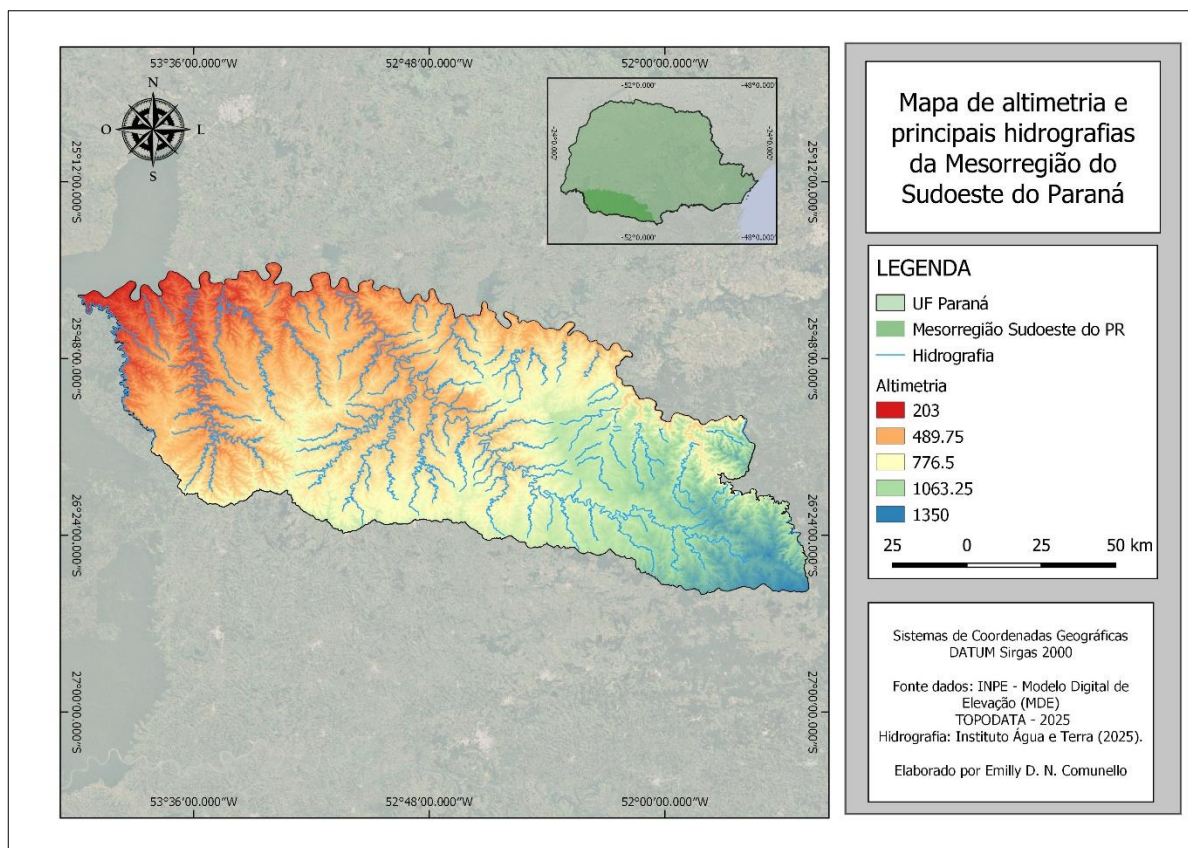
Fonte: Mapas e Dados Espaciais do IAT (2025). Elaborado pela autora.

Os vales do rio Iguaçu são predominantemente encaixados, com poucas planícies de inundação, e isso cria um forte potencial hidrelétrico¹⁷, além de influenciar o regime dos rios, que são permanentes e de drenagem dendrítica.

A figura 8, a seguir, representa o recorte da bacia hidrográfica delimitada pela mesorregião Sudoeste.

¹⁷ Exemplos de empreendimentos hidrelétricos instalados na área do médio e baixo Iguaçu são as usinas hidrelétricas de Salto Santiago, Salto Osório e Salto Caxias. De acordo com Diagnostico de implantação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Iguaçu (2012), as pequenas centrais hidrelétricas (PCH) existentes nesta região são as PCHs de Foz do Chopim, Chopim I, Vitorino e Cavernoso (PLERH/PR, 2010)

Figura 7. Altimetria e Drenagem Hidrográfica da Mesorregião Sudoeste do Paraná.



Fonte: Topodata e IAT (2025). Elaborado pela autora.

Em relação ao potencial hídrico das águas superficiais, a região destaca-se devido à presença da porção inferior do curso do rio Iguaçu (Figura 4). A mesoregião Sudoeste é constituída pela drenagem direta e indireta ligada a 281 km do rio Iguaçu. Ao longo desse trecho o rio Iguaçu caracteriza-se por apresentar vários pontos de corredeiras e saltos. Esta configuração determina a concentração de Usinas Hidroelétricas nesta porção da bacia do rio Iguaçu, como as de Salto Santiago, Salto Osório e Salto Caxias.

A hidrografia da mesoregião sudoeste do Paraná tem papel fundamental no desenvolvimento da região, seja pela agricultura, pelo abastecimento de água ou pela organização do território. Segundo Tomazoni (2003), a região possui diversas microbacias hidrográficas, como Anta Gorda, Brinco e Jirau, que apresentam forte erosão hídrica devido ao uso intensivo do solo para agricultura. Isso significa que o modo como a terra é utilizada interfere diretamente nos rios, causando maior turvação e transporte de sedimentos, o que prejudica tanto a qualidade da água quanto a vida aquática.

Outro ponto importante é que, conforme Flores (2000), o relevo recortado e a grande quantidade de rios foram determinantes para a ocupação do sudoeste paranaense, desde a extração de madeira até o crescimento agrícola. Ou seja, os rios e o formato do terreno orientaram o surgimento de cidades, estradas e lavouras. Isso reforça que a hidrografia não é apenas um elemento natural, mas está ligada à história social, econômica e cultural da região.

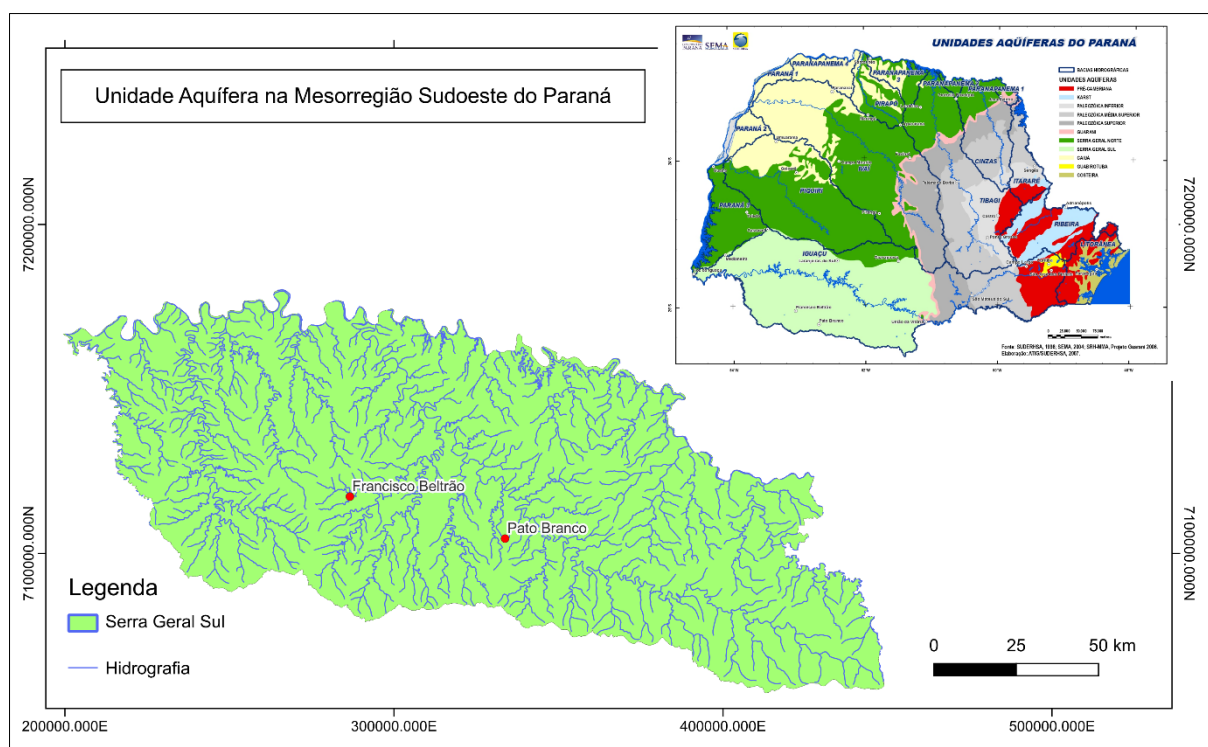
A compartimentação hidrográfica da bacia do Rio Iguaçu, que abrange o sudoeste do Paraná, também é relevante, pois a dinâmica superficial das águas condiciona os processos de infiltração e recarga subterrânea (IPARDES, 2025). Assim, a importância da apresentação da delimitação hidrográfica não ocorre apenas como base para o entendimento da dinâmica superficial das águas, mas também para a visão ampla dos processos de recarga dos aquíferos. Conhecer a conformação da bacia de drenagem ajuda a compreender a influência que a infiltração das águas pluviais, bem como, do uso do solo, possui no processo de vulnerabilização dos aquíferos.

Além disso, o estudo de Manassés, Bittencourt e Rosa Filho (2008), destaca que, no sudoeste do Paraná, as águas subterrâneas apresentam composição bicarbonatada, sendo importantes para abastecimento humano e agrícola, principalmente em áreas rurais que dependem de poços tubulares. Eles afirmam que as rochas basálticas da Formação Serra Geral influenciam a composição química dessas águas, o que deve ser levado em conta no planejamento de seu uso.

Nessa área, ocorrem formações do Grupo Serra Geral, compostas por derrames de basaltos originados por vulcanismo fissural no período Cretáceo, exercendo um papel fundamental na recarga dos aquíferos da região, pois sendo uma grande bacia intracratônica que se caracteriza por um preenchimento volumoso de rochas sedimentares associadas a vulcanismo fissural, com derrames basálticos que podem alcançar até 2.000 metros de espessura (ANP, 2024).

É na formação vulcânica do Grupo Serra Geral que se constituem predominante os aquíferos da região sudoeste paranaense, conforme figura 9.

Figura 8. Mapa de Delimitação das Principais Unidades Aquíferas do Estado do Paraná, com Destaque para a o Sistema Aquífero Serra Geral na Mesorregião Sudoeste do PR



Fonte: IAT (2025). Organizado pela autora.

Eles são chamados de Aquífero Serra Geral, cuja dinâmica hidrogeológica é fortemente influenciada pela natureza fissural das rochas basálticas, permitindo a circulação da água subterrânea principalmente em fraturas e zonas de alteração (Fonseca, 2005).

Com uma extensão de cerca de 109.000 km². Este aquífero possui interação com outros dois sistemas aquíferos: o Aquífero Guarani (sotoposto) e o Aquífero Caiuá (sobrepuesto). Em relação aos parâmetros hidráulicos, a profundidade do nível estático varia de 0 a 141,04 m, com uma média de 18,08 m; a capacidade específica média é de 1,5 m³h-1m-1 e a vazão média é de 21,5 m³h-1. Observa-se que as maiores vazões são registradas em poços com profundidades entre 100 e 150 m (Athayde e Athayde, 2015).

Grande parte dos sistemas fissurais que compõem o SASG são constituídas por rochas ígneas, metamórficas ou cristalinas, duras e maciças, na qual a circulação da água se faz nas fraturas, fendas e falhas, abertas devido ao movimento tectônico.

Ex.: basalto, granitos, gabros, filões de quartzo etc. (Leinz e Amaral, 1978; ABAS, 2024).

A apresentação dessa constituição das rochas é importante pois esclarece a possibilidade de haver disparidade do potencial de captação de água, mesmo em poços que, tendo sido perfurados próximos, sejam localizados em sistemas fissurais distintos.

3.1.1 Características de Recarga do Sistema Serra Geral

De acordo com Lima *et al.* (2019, p. 45), no sudoeste do Paraná, a recarga dos aquíferos está condicionada à estrutura geológica local, que inclui compartimentos morfoestruturais distintos associados à distribuição de derrames ácidos e básicos, além de lineamentos tectônicos que controlam a presença de falhas e fraturas.

O IAT (2025), informa que essas estruturas facilitam a infiltração da água da chuva, especialmente nas áreas nas quais o basalto apresenta maior intemperismo e fraturamento, ampliando a capacidade de recarga do aquífero. Por outro lado, a espessura variável dos basaltos, que tende a aumentar em direção ao oeste, limita as zonas de recarga direta, restringindo-as a faixas estreitas próximas aos afloramentos.

Além disso, a configuração geomorfológica da região, marcada por relevo homoclinal com inclinação para oeste e presença de planaltos sustentados por derrames basálticos, proporcionando a distribuição espacial da recarga. As áreas de relevo mais suave e solos derivados do intemperismo basáltico apresentam maior permeabilidade, favorecendo a infiltração e recarga dos aquíferos subterrâneos (Lima *et al.*, 2019).

Segundo o Serviço Geológico do Brasil (SGB), o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), é uma das principais unidades hidroestratigráficas do sul do Brasil. Caracterizado por sua natureza fissural e livre, é amplamente explorado para abastecimento e responde pelo abastecimento de muitos municípios.

O basalto que o constitui, apresenta baixa permeabilidade em sua matriz, porém, a presença de fraturas, falhas e zonas de intemperismo favorece a infiltração e o armazenamento da água. Essa característica torna sua capacidade de produção de água muito maior do que a média de outros aquíferos fissurais (Jelinek, 2021).

Nessas condições, a recarga ocorre predominantemente por percolação ao longo das descontinuidades estruturais (UEL, 2023).

O IAT corrobora com esse parecer sobre a vazão identificada no aquífero Serra Geral ao afirmar:

Um caso particular de aquífero fraturado é representado pelos derrames de rochas ígneas vulcânicas basálticas, das grandes bacias sedimentares brasileiras, a exemplo do aquífero Serra Geral que ocorre no terceiro planalto paranaense. Essas rochas, apesar de ígneas, são capazes de fornecer volumes de água dez vezes maiores do que a maioria das rochas ígneas e metamórficas (IAT, 2025, p.1).

Tal característica segundo a Sanepar (2015) e Sedest (2018), classifica-o como o principal sistema aquífero do estado do Paraná¹⁸. Ajusta-se a essa informação, o fato de que toda a mesorregião Sudoeste do Paraná, se localiza nesse compartimento hidrogeológico, o que o consolida como tipo de formação aquífera de interesse particular para o presente estudo.

O Aquífero Guarani, formado em grande parte por arenitos da Formação Botucatu, apresenta alta porosidade primária. Essa característica permite elevada capacidade de infiltração das águas pluviais, tornando as áreas de afloramento do arenito zonas prioritárias para a recarga direta (ABAS, 2023; UEL, 2023).

Considerando as preocupações relacionadas à gestão das águas subterrâneas e à influência que o uso e a ocupação do solo podem exercer sobre sua qualidade, é fundamental que a instalação dos poços seja realizada de forma adequada, de acordo com a legislação vigente. Isso porque, poços construídos de maneira inadequada podem representar riscos à integridade dos aquíferos, já que as águas que os recarregam, ao infiltrar-se, podem estar contaminadas, comprometendo a segurança e a sustentabilidade do recurso hídrico (Rebouças, 2004).

3.1.2 Caracterização social e econômica da área de estudo

Segundo o IAT (2025), a região geográfica do sudoeste do Paraná contém uma extensão de 16.989,063 km², aproximadamente 8,5% de todo território do estado,

¹⁸ O Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), desempenha um papel significativo no processo de abastecimento do estado do Paraná, sendo responsável por uma parcela importante do abastecimento de água tratada e consumida na região. De acordo com a Sanepar (2015), no estado, aproximadamente 21% da água tratada provém de aquíferos, sendo que o SASG contribui com 55% desse volume.

possuindo uma população estimada, segundo o IBGE (2024), de 684.386 mil habitantes, distribuídos nos 42 municípios.

Dentre eles, destacam-se Francisco Beltrão (101.302 habitantes), e Pato Branco (96.602 habitantes), como os maiores centros urbanos, enquanto municípios como Boa Esperança do Iguaçu possuem menos de 2.500 habitantes. Essa distribuição populacional reflete uma mescla de áreas urbanas dinâmicas e municípios rurais de pequeno porte.

Diante dessa contextualização física e territorial da mesorregião Sudoeste do Paraná, é fundamental compreender também os processos históricos e sociais que moldaram sua ocupação e organização produtiva. A construção do espaço regional não se deu de forma aleatória, mas está profundamente ligada às trajetórias de migração, aos modos de vida e às estratégias econômicas adotadas pelas populações que aqui se instalaram.

Nesse sentido, a ocupação da região tem contribuições de caboclos e de imigrantes (maioria provindos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina) que chegaram na região nas décadas de 40 a 60 (século XX). A maioria de etnia italiana e alemã, trazendo seus costumes, hábitos e um modelo de agricultura mercantilista baseada na produção familiar. As principais atividades, na época, eram a exploração da madeira, suinocultura e o cultivo de grãos para consumo humano e animal (Abramovay, 1981).

Conforme os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, “na década de 1970, a população urbana representava 17% dos habitantes e, segundo o Censo Demográfico de 1991, essa proporção já havia aumentado para 47%” (IBGE, 1970; IBGE, 1991). Ainda, segundo Abramovay (1981), entre os anos de 1970 e 1980 ocorreu a intensificação do uso de máquinas agrícolas, corretivos do solo e insumos, permitindo a expansão do cultivo intensivo de grãos nas áreas com relevo menos acidentado.

Esse período também marcou uma intensificação da modernização agrícola, com o aumento do uso de máquinas, corretivos do solo e insumos, expandindo o cultivo intensivo de grãos em áreas com relevo mais favorável (Rossoni, 2014). Produtos como aves, milho, soja, suínos e leite respondem por mais de 79% da receita bruta do setor primário da região, evidenciando a força do agronegócio (IPARDES, 2004). A soja, em particular, apresentou um crescimento contínuo e exponencial a

partir de 1992, solidificando sua posição como um dos pilares da economia regional (Rossoni, 2014).

Ademais, esse processo de modernização da agricultura e expansão urbana alterou significativamente o uso e a ocupação do solo, possibilitando mudanças físicas, químicas e biológicas na sua estrutura, que ocorre de forma expansiva. Fato corroborado por Guerra e Cunha (2014), no qual citam que o solo, com suas características físicas e químicas, é um elemento fundamental no ciclo hidrológico, influenciando diretamente a infiltração, o escoamento superficial e a recarga dos aquíferos, atuando como um filtro natural que pode tanto atenuar quanto potencializar a chegada de contaminantes à água subterrânea. Desta forma, é um cenário para visualização de uma conexão direta entre a qualidade do solo e a segurança das águas subterrâneas, considerando que o solo atua como um filtro natural no processo de recarga dos aquíferos.

Embora o foco central desta pesquisa não recaia diretamente sobre a qualidade do solo e sua influência nas águas subterrâneas, essa discussão assume um papel relevante como contribuição contextual, permitindo que a visualização dos poços artesianos seja considerada sob uma nova perspectiva, especialmente no Sudoeste do Paraná. Esse processo é resultado de uma construção social, política e econômica, com grandes contribuições para o território.

3.2 Procedimentos Metodológicos

São apresentados os procedimentos metodológicos adotados para a obtenção e sistematização de cada etapa de coleta dos dados vinculados aos municípios do sudoeste do Paraná, que são: outorgas, precipitação e características sociais e econômicas dos municípios.

3.2.1 Metodologia dados de outorgas emitidas pelo IAT

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem, qualitativa documental e descritiva, tendo como objetivo principal a sistematização do número de outorgas de uso da água subterrânea emitidas pelo Instituto Água e Terra (IAT) no período de 2018 a 2023. Os dados analisados são de natureza secundária e foram

extraídos do *site* oficial do IAT, por meio das publicações mensais em formato PDF, referentes às portarias emitidas para todo o estado do Paraná.

Considera-se oportuno mencionar a vulnerabilidade dos dados obtidos junto ao Instituto Água e Terra (IAT), uma vez que o registro disponibilizado é baseado em informações secundárias e portarias de outorgas que representam apenas uma parcela da realidade, muitas vezes fragmentada, cujos registros de difícil acesso, são incompletos e insuficientemente padronizados, o que dificulta obter a totalidade das captações efetivadas e em uso contínuo. Soma-se ainda o processo de subnotificação uma vez que inúmeros poços são construídos e operados clandestinamente.

Embora o problema da subnotificação não apresente solução neste momento da investigação, considera-se que ele não compromete os resultados pretendidos na pesquisa, uma vez que, principalmente os usuários vinculados aos processos mais estratégicos, seja nos setores econômicos, administrativos ou de saneamento promovem o encaminhamento formal para a manutenção de empreendimentos legalmente regulares.

Para suprir as inconsistências na padronização dos dados estes foram coletados, organizados e analisados a partir da realização individual de *downloads* dos arquivos PDF e, em seguida, convertidos para planilhas em formato Excel. Após a conversão, os dados passaram por filtros de seleção de modo a isolar apenas os dados correspondentes aos 42 municípios da mesorregião Sudoeste do Paraná.

A partir daí, com a ferramenta de tabela dinâmica do *Microsoft Excel*, os dados foram sistematizados como: Município, Tipo de Portaria (Portaria de Outorga de Direito; portaria de outorga de direito prévia; uso independente de outorga; declaração de anuência prévia para perfuração de poço), tipo de interferência em água subterrânea e tipo de usuário. Para fins de coleta e análise dos dados foram considerados as portarias descritas como outorga de direito e uso independente de outorga, para que poços tramitados com pedidos de outorgas prévias não fossem duplicados na somatória.

Os usuários constantes nas planilhas, tipificados conforme a ocorrência em: administração pública, agropecuária, comércio, geração de energia, mineração, residencial, saneamento e serviços, foram quantificados a partir das portarias gerais.

3.2.2 Metodologia de dados de precipitações obtidas pela SIMEPAR

Paralelamente à análise dos dados de outorgas, foram incorporadas informações climatológicas, com foco nos índices de precipitação diárias dos municípios que contém base de estação meteorológicas, sendo eles: Pato Branco, Dois Vizinhos, Cruzeiro do Iguaçu, Francisco Beltrão e Palmas. Esses dados foram obtidos junto ao Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR), órgão oficial responsável pelo monitoramento climático no estado. O objetivo da inclusão dessa variável foi avaliar a relação entre a variação dos índices pluviométricos, especialmente a ocorrência de períodos de estiagem, e o número de emissões de outorga de uso da água subterrânea, a fim de verificar se há correlação entre escassez hídrica e intensificação da demanda por esse recurso.

Para a análise dos dados pluviométricos da região de estudo, optou-se pela utilização da média mensal truncada¹⁹, com a finalidade de minimizar o impacto de valores extremos, como eventos de chuva atípicos que podem distorcer a média aritmética simples. O procedimento adotado consistiu em excluir, para cada conjunto de dados diários, o valor absoluto registrado de precipitação máxima e mínima, antes do cálculo da média mensal.

A abordagem em usar a média ponderada é reconhecida na literatura técnica para a análise de séries temporais que apresentam variabilidade acentuada. Além disso, a delimitação da análise climática seguiu os princípios da climatologia geográfica, conforme a abordagem sistêmica proposta por Monteiro (1971), especialmente no que se refere à compreensão dos padrões regionais de dinâmica climática e distribuição das chuvas.

¹⁹ Essa abordagem estatística é reconhecida na literatura técnica como média truncada ou média podada, sendo recomendada especialmente em séries que apresentam variabilidade acentuada ou influências sazonais irregulares.

“A Terra provê o suficiente para satisfazer as necessidades de cada pessoa, mas não a ganância de cada uma”.

Mahatma Gandhi²⁰

²⁰ Tradução da frase “Earth provides enough to satisfy every man’s need but not every man’s greed”, atribuída a Mahatma Gandhi em discussão publicada no periódico Young India (out/nov. 1924) e posteriormente compilada na Collected Works of Mahatma Gandhi, v. 25, p. 251.

CAPÍTULO 4. SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE DO NÚMERO DE OUTORGAS EMITIDAS NOS ANOS DE 2018 A 2023 PELO INSTITUTO ÁGUA E TERRA.

Sob uma perspectiva ampla, os aquíferos revelam diferentes potenciais que vão além do simples fornecimento de água.

O levantamento, a sistematização e a análise, do número de outorgas emitidas nos anos de 2018 a 2023 pelo IAT, ratifica a importância de seu entendimento em termos ambientais, eles contribuem para a manutenção da vida e ajudam a equilibrar o clima, funcionando como parte essencial dos ecossistemas. No campo social, têm um papel importante no abastecimento de comunidades que, muitas vezes, dependem exclusivamente dessas fontes, especialmente em áreas rurais, em que a gestão compartilhada e o uso consciente se tornam fundamentais. Bem como, do ponto de vista estratégico, as águas subterrâneas se configuram como uma reserva valiosa para enfrentar os desafios do futuro, especialmente diante das mudanças no clima e da crescente escassez de água.

Nesse contexto, a análise da série histórica de 2018 a 2023 revela que a pressão sobre as águas subterrâneas não é uniforme, sendo modulada por ciclos climáticos e pelo dinamismo econômico regional. Para compreender essa dinâmica, os dados de outorgas emitidas pelo IAT, foram confrontados com as variáveis de precipitação e alguns indicadores socioeconômicos de cada município, para poder compreender as influências que a perfuração de poços sofre mediante a esses cenários.

4.1 Clima da mesorregião sudoeste do Paraná

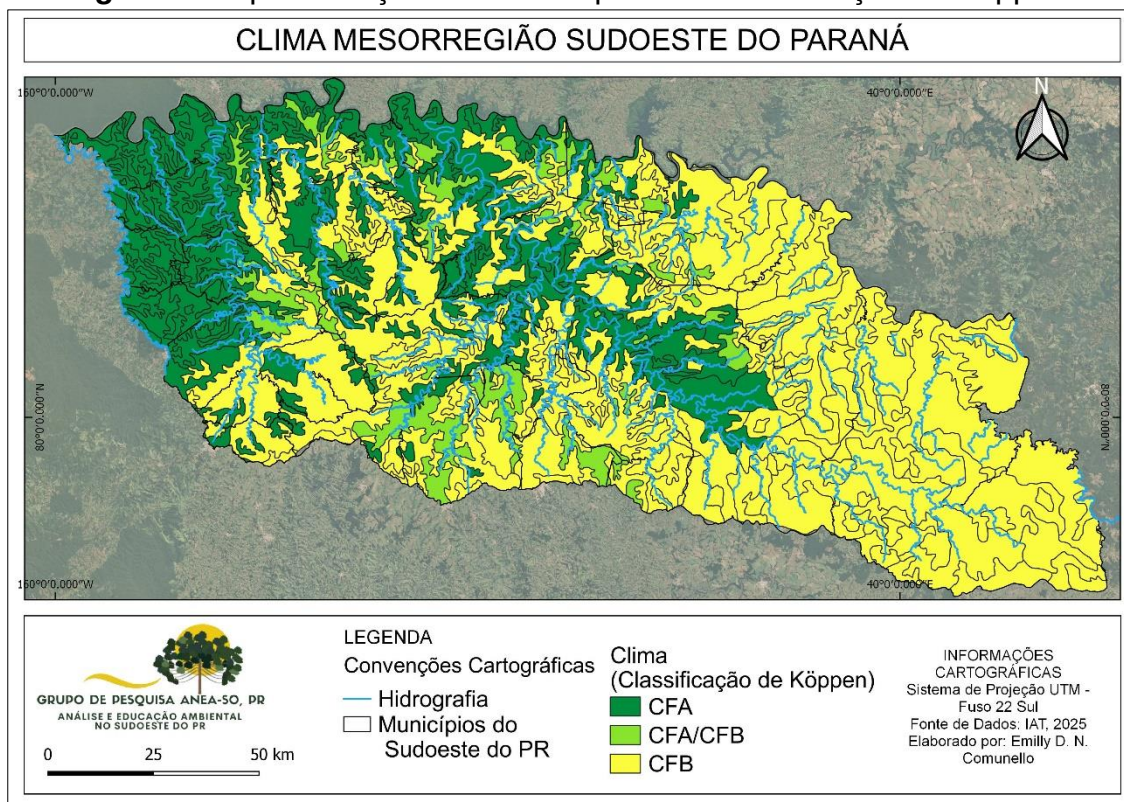
Para compreendermos melhor como se dá a pluviosidade na região, é necessário iniciar a discussão sobre o clima. Este capítulo tem como objetivo analisar a classificação climática de Köppen e o regime pluviométrico na mesorregião Sudoeste do Paraná, fornecendo subsídios para a compreensão das características climáticas que sustentam a região, incluindo a fundamental relação entre a pluviosidade e a recarga das águas subterrâneas.

A mesorregião sudoeste do Paraná, insere-se em uma zona de transição climática no Brasil, caracterizando o estado como um ponto de passagem entre regimes de clima tropical e mesotérmico úmido, o que impacta diretamente seu regime

pluviométrico (Costa & Andrade, 2017).

O clima, fator determinante para as características ambientais e o desenvolvimento socioeconômico, exerce influência significativa sobre a mesorregião Sudoeste do Paraná. Esta área geográfica é marcada por um regime pluviométrico particular e pela predominância de tipos climáticos específicos, os quais são fundamentais para a compreensão da sua dinâmica ambiental e hidrológica.

Figura 9. Representação climática a partir da classificação de Köppen



Fonte: Dados IAT, 2025. Elaborado pela autora.

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, a mesorregião Sudoeste do Paraná, é predominantemente abrangida pelos tipos CFA e CFB (Gurski et al., 2021; Marion et al., 2020; Martin et al., 2013).

O tipo climático CFA, que se estende por grande parte da região, é caracterizado por verões quentes (temperatura média do mês mais quente superior a 22°C), invernos com geadas pouco frequentes e ausência de uma estação seca definida, com uma tendência de concentração das chuvas no verão (Ely & Kogima, 2019; Martin et al., 2013). Neste cenário, a temperatura média anual é de

aproximadamente 19 °C, e o volume de precipitação atinge cerca de 1500 mm anuais conforme aponta os estudos de Gurski (*et al.*, 2021).

Em áreas de maior altitude, pode-se observar o clima CFB (temperado com verão ameno), que também apresenta boa distribuição de chuvas ao longo do ano, com temperatura média anual de cerca de 17 °C e pluviosidade superiores a 1200 mm anuais (Gurski *et al.*, 2021). Exemplificando essa variabilidade, a região de Francisco Beltrão, no Sudoeste do Paraná, registra um clima CFA, com temperatura média anual de 19,2°C, verões chuvosos (média de 24,2°C) e invernos geralmente secos (média de 15,1°C), sujeitos a geadas (Marion *et al.*, 2020). A precipitação pluviométrica desempenha um papel central na hidrologia regional.

O estado do Paraná, em média, recebe 1.682,7 mm de chuva anualmente, com janeiro sendo o mês de maior precipitação (194,8 mm) e agosto o mais seco (75,6 mm) Mello & Sampaio, 2019. Contudo, a distribuição das chuvas no Sudoeste do Paraná apresenta particularidades, com as estações de primavera e verão sendo as mais chuvosas (Mello & Sampaio, 2019).

Desta forma, Leme (2007) nos assegura que

É oportuno afirmar, no que tange à precipitação, que a mesorregião é considerada como uma das mais chuvosas do Estado do Paraná; característica que associada à litologia basáltica e à declividade mesorregional, permitem constante alimentação do lençol subsuperficial e formação de inúmeros canais de drenagem de caráter intermitente. A rede de drenagem na mesorregião é, predominantemente, conseqüente e as características climáticas auxiliam no processo erosivo dos rios (Leme, 2007, p. 91).

Além de influenciar diretamente os sistemas de drenagem superficial, a precipitação é o principal mecanismo de recarga para as águas subterrâneas, conforme analisa os estudos de Martínez-Santos & Andreu (2010). A compreensão da dinâmica da recarga de aquíferos é crucial para o manejo sustentável dos recursos hídricos (Wendland *et al.*, 2015).

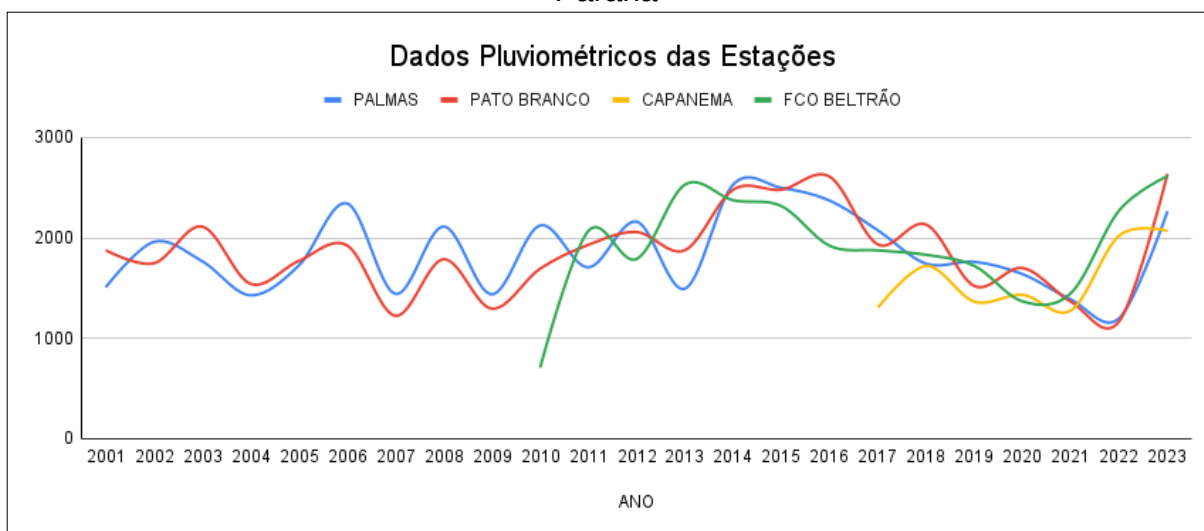
A região de estudo, inclusive, abrigando parte do importante Sistema Aquífero Guarani, favorece na interação complexa entre fatores climáticos, geológicos e bióticos tornando a estimativa da recarga de aquíferos um desafio, mas como já visto, a precipitação se mantém como um dos fatores primordiais para a conservação deste recurso.

4.2 A variabilidade pluviométrica na Mesorregião Sudoeste do Paraná

A seguir, o Gráfico 1 apresenta a compilação dos dados pluviométricos registrados pelas estações meteorológicas em diferentes municípios da Mesorregião Sudoeste do Paraná, fornecendo uma base quantitativa para a compreensão da dinâmica climática local.

Através da sistematização dessas informações, é possível observar as oscilações e os índices de precipitação que caracterizam a região, por meio das estações, facilitando a identificação de padrões ou anomalias no regime de chuvas.

Gráfico 1. Dados Pluviométricos das Estações dos Municípios do Sudoeste do Paraná



Fonte: Dados SIMEPAR, 2001-2023. Elaborado pela autora.

A análise da série de Dados Pluviométricos das Estações (2001-2023), da Mesorregião Sudoeste do Paraná, sob o enfoque da Climatologia Geográfica, permite visualizar como funciona a dinâmica pluviométrica regional, que se torna uma ferramenta fundamental para o planejamento territorial e a gestão de recursos hídricos. A região está amplamente inserida na tipologia CFB (Clima Subtropical Úmido com Verão Maduro), o que, em termos de precipitação, é caracterizado pelo domínio 'F' de chuvas bem distribuídas ao longo do ano, garantindo volumes anuais substanciais, frequentemente situados entre 1.500 mm e 2.500 mm.

Entretanto, o Gráfico 1, evidencia uma elevada variabilidade pluviométrica interanual, aspecto crucial para a Climatologia Aplicada (Mendonça, 2007). O padrão de alternância entre períodos mais úmidos (com picos acima de 2.500 mm, como visto

entre os anos de 2013-2016 e 2022-2023) e períodos mais secos (com valores próximos ou abaixo de 1.500 mm, como em 2005, 2008 e 2021) é um reflexo direto da influência de fenômenos de grande escala.

A literatura científica demonstra que essa oscilação está fortemente correlacionada com a dinâmica da Oscilação Sul (ENOS). Anos de *El Niño*, tendem a coincidir com volumes de precipitação acima da média e eventos de cheias, enquanto o estado de *La Niña*, está associado à ocorrência de períodos secos e déficits hídricos na região (Caldana *et al.*, 2019). A dinâmica dos climas regionais é, portanto, controlada por sistemas atmosféricos móveis, como a Frente Polar, que interagem com estas teleconexões (Monteiro, 2003).

Adicionalmente, a dispersão das linhas de precipitação entre as estações (Palmas, Pato Branco, Capanema e Francisco Beltrão) reflete a heterogeneidade espacial, ou variabilidade topoclimática, da mesorregião Sudoeste do Paraná. Embora todas as estações compartilhem a mesma tendência de longo prazo, as diferenças locais no volume anual são influenciadas pela orografia (relevo) e pela altitude.

A topografia tipicamente de planalto, com suas diferenças de altitude e exposição, modula a atuação dos sistemas atmosféricos e a geração de chuvas, confirmando que o clima regional é um mosaico de condições microclimáticas (Maack, 1968). Assim, o gráfico de precipitação não é apenas um registro de volumes, mas uma evidência da vulnerabilidade da região estudada, principalmente à dinâmica climática de multiescalas, essencial para a compreensão dos riscos ambientais.

A análise dos dados pluviométricos nos leva a uma reflexão importantíssima, que é o coração da nossa pesquisa: apesar de vivermos em um clima CFB, que tem chuva o ano todo, o Gráfico 1, mostrou que há uma grande variação e a ocorrência de períodos de seca bem visíveis (em anos como 2005, 2008 e 2021).

Essa variabilidade, intensificada por fenômenos como o ENOS, não afeta apenas o clima, mas também o cotidiano das pessoas e a disponibilidade de água superficial na Mesorregião Sudoeste do Paraná.

Geograficamente, é natural que, quando a água de rios e reservatórios diminui nesses períodos de seca, a sociedade procure uma solução "escondida": a água subterrânea. É nesse ponto de tensão, entre a escassez hídrica imposta pela dinâmica climática e a necessidade humana, que reside o nosso principal questionamento: a ocorrência desses anos de baixa precipitação (seca) leva, de forma direta, a um

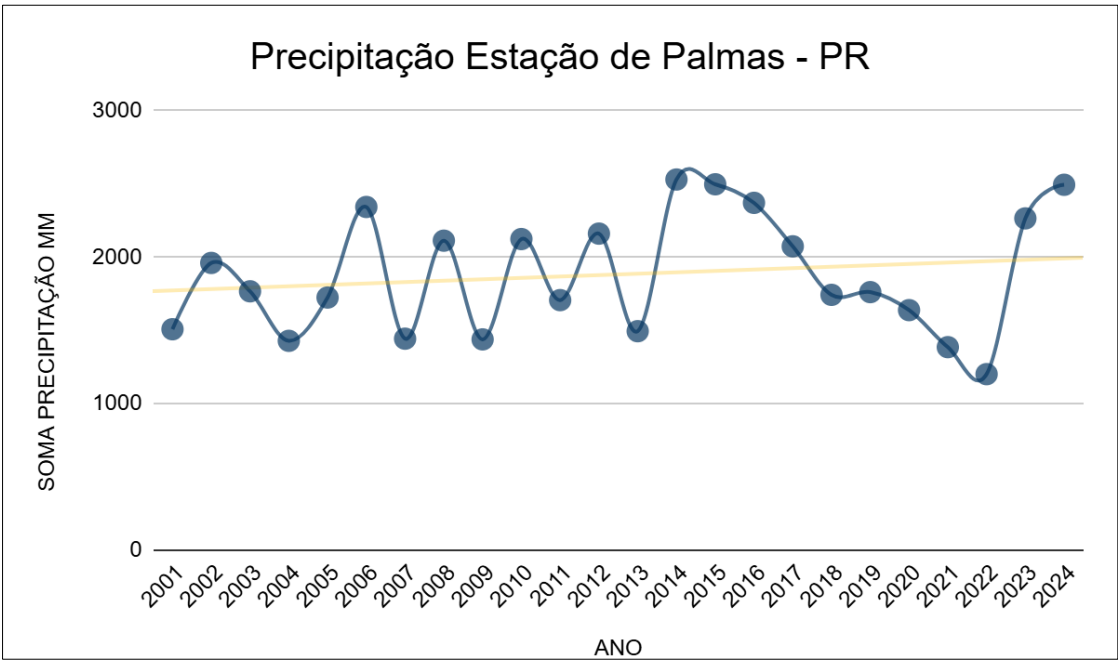
aumento na perfuração de poços artesianos para garantir o abastecimento, o que nos motiva a estudar o impacto dessa exploração no nosso recurso hídrico subterrâneo.

4.5 Variações de precipitações anuais conforme as Estações Meteorológicas obtidas pela SIMEPAR

Para fins de contextualização e registro da dinâmica de precipitação local, apresentam-se a seguir os dados consolidados de pluviosidade das estações meteorológicas que abrangem a área de estudo.

A sequência de gráficos expõe a variabilidade anual das precipitações, em milímetros (mm), compreendendo o intervalo entre 2001 e 2024.

Gráfico 2. Variação anual da precipitação total por milímetros(mm) na Estação Meteorológica de Palmas – PR (2001 a 2024).



Fonte: SIMEPAR (2024). Elaborado pela autora

Gráfico 3. Variação anual da precipitação total por milímetros(mm) na Estação Meteorológica de Pato Branco – PR (2001 a 2024).

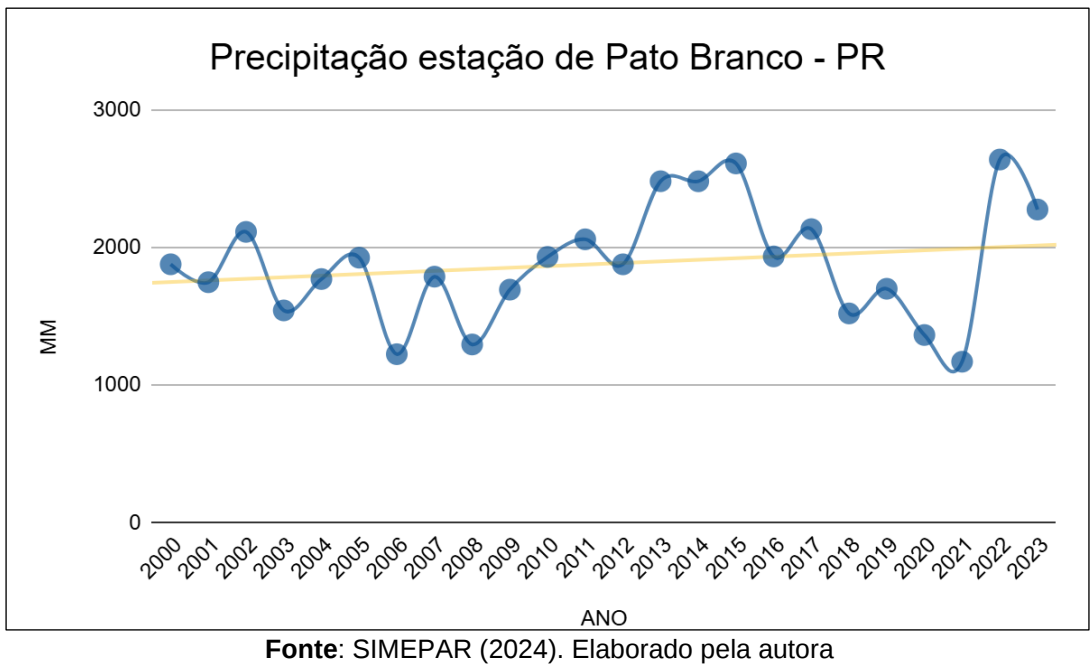


Gráfico 4. Variação anual da precipitação total por milímetros(mm) na Estação Meteorológica de Capanema – PR (2017 a 2024).

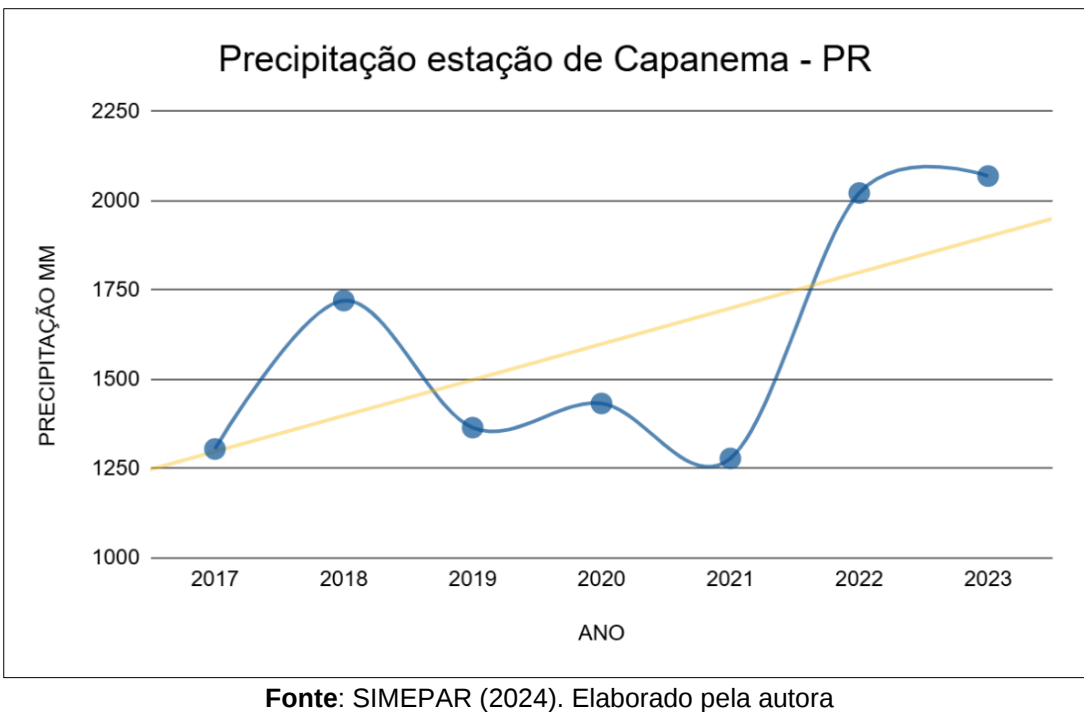
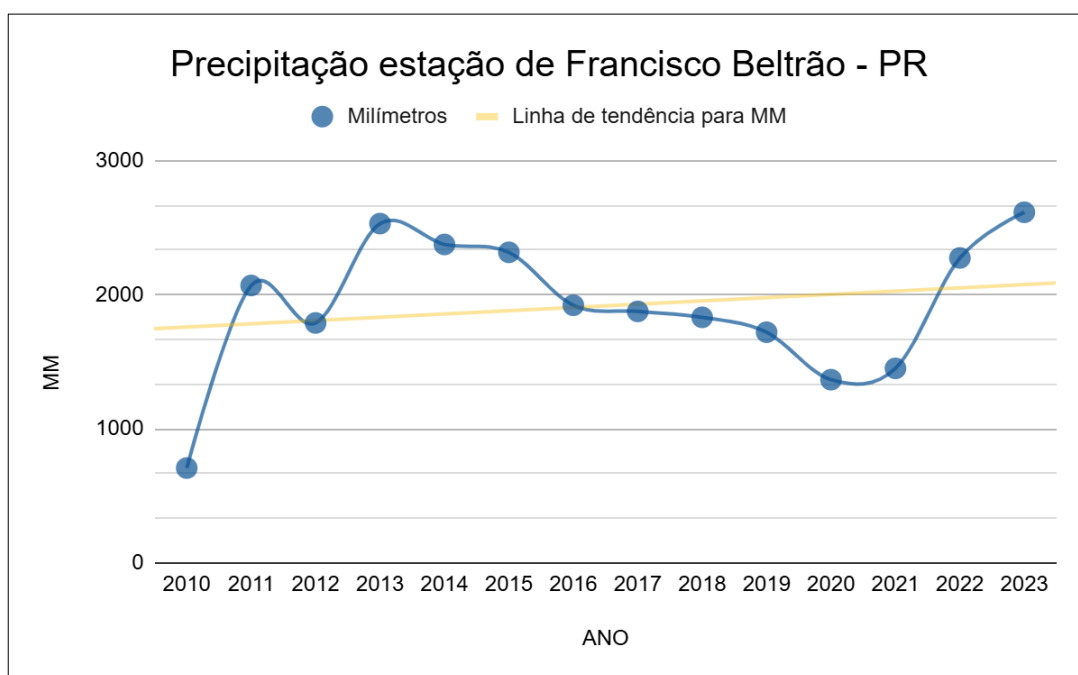


Gráfico 5. Variação anual da precipitação total por milímetros(mm) na Estação Meteorológica de Francisco Beltrão – PR (2010 a 2024).



Fonte: SIMEPAR (2024). Elaborado pela autora

Embora o município de Cruzeiro do Iguaçu faça parte da área de estudo, e possua estação meteorológica, os dados de precipitação para essa localidade são disponíveis apenas em 2022. Por se tratar de uma série muito recente, optou-se por não a incluir na análise de tendência temporal, a fim de preservar a consistência estatística e a comparabilidade dos resultados.

4.2 Análise Individualizada por Município e Setores de Uso

A sistematização dos dados é apresentada a seguir, no Quadro 5, o qual objetiva expor a configuração individualizada das outorgas nos municípios da área de estudo por setores de uso. Ao demonstrar os dados segregados conforme a finalidade de uso, torna-se possível visualizar a natureza e a distribuição dos pedidos de outorga em cada localidade.

Visualizando os dados é possível observar que no decorrer dos anos, os setores agropecuários e residenciais tiveram um avanço significativo na emissão de outorgas. A partir do estudo de Lima (2022, p. 125), podemos observar que:

O uso de água subterrânea na agricultura irrigada tem crescido e permitido aos usuários deste tipo de água sucesso na irrigação. Existem, por exemplo, fazendas com mais de mil hectares irrigados apenas com água subterrânea (Lima 2022, p. 125).

Estudos recentes mostram que a exploração das águas subterrâneas por meio de poços tubulares tem aumentado de forma significativa no Brasil e no mundo, impulsionada tanto pela necessidade de abastecimento humano quanto pela expansão da agricultura irrigada.

A literatura aponta que, em escala global, cerca de 43% da água usada na agricultura irrigada provém de aquíferos subterrâneos, evidenciando a crescente dependência desse recurso nas práticas agrícolas contemporâneas (Gomes e Pereira, 2020). Além disso, em áreas rurais brasileiras, a água subterrânea captada por poços não apenas supre a demanda doméstica como também é amplamente utilizada em atividades agropecuárias e de irrigação, sendo muitas vezes a única fonte de abastecimento disponível para essas comunidades (Tôrrres *et al.*, 2024).

4.3 Levantamento de Outorgas emitidas através do IAT

A gestão eficiente das águas subterrâneas depende da precisão do monitoramento realizado pelos órgãos reguladores. Nesse contexto, esta parte da pesquisa, demonstra ao levantamento das outorgas emitidas de 2018 a 2023, correlacionando finalidade de uso. Os dados de outorgas, sistematizados em tabelas anuais foram alocados após a análise dado ajuste de formatação textual, já a tabela única para todo o período, está disponível no formato de Apêndice 1.

No que tange ao levantamento dos processos de outorga de direito do uso da água subterrânea verificou-se que o ano de 2018 dezenove municípios foram nomeados nos encaminhamentos de 84 solicitações. Deste montante, a maior parte é destinada à indústria (32) e à agropecuária (14). Verifica-se que há, do ponto de vista regional, a convergência de um volume de processos vinculados à geração de energia (13 processos) e ao saneamento (12 solicitações). O município que se destaca em relação ao número de outorgas pelo uso da água subterrânea demandado é o de Dois Vizinhos. Essa localidade dedica 13 dos 36 processos referentes ao seu território para destinação industrial.

No ano de 2019, 29 municípios da região Sudoeste tramitaram 135 solicitações de outorgas. Destas, 77 processos tinham suas justificativas vinculadas ao setor agropecuário. O segundo setor mais demandado nesse ano foi o setor industrial com 19 pedidos de outorgas. Os demais processos distribuíram-se nos demais setores, como o de saneamento com 13 pedidos; o residencial com 10 e o comercial com 9 protocolos requerendo outorgas do uso da água subterrânea.

Do ponto de vista da distribuição territorial de tais pedidos, o ano de 2019 trouxe destaque para Dois Vizinhos (22), seguido por Verê, com 15 solicitações de outorga e, o município de Francisco Beltrão, com 14. Tanto os municípios de Capanema quanto de Enéas concentraram durante o ano de 2019, 12 processos solicitando o uso da água subterrânea em seus territórios.

A análise do ano de 2020, totalizou o volume de 177 processos referentes aos processos de outorga de direito e declaração de uso independente de outorga em 25 municípios da região Sudoeste. A maior parte das justificativas dessas solicitações, (81 documentos) foram vinculadas à necessidade de satisfação das demandas do setor residencial; enquanto 59 pedidos foram ligados a demandas agropecuárias. Um terceiro setor que mostrou convergência das demandas regionais foi o setor industrial com o total de quinze pedidos.

O ano de 2021 totaliza o número de 511 processos advindos de 30 municípios do Sudoeste. Deste montante de processos solicitando autorização para o uso da água subterrânea, 242 são destinados ao setor agropecuário, enquanto 169 é direcionado ao setor residencial. Os setores da administração pública e da indústria congregam, cada um, o acumulado de 25 processos de outorga, enquanto o setor de serviços e saneamento demandam, respectivamente, 20 e 17 protocolos.

Individualmente é possível verificar nos dados de 2021 o volume predominante de processos de outorga para perfuração e uso da água por parte do município de Francisco Beltrão. Responsável por 129 processos tramitados, a maior parte deles está vinculado às demandas do setor residencial (67) e do agropecuário (41). Embora com volumes bem menores de processos, entre 27 e 20 unidades cada, sete municípios da região Sudoeste destacam-se pela participação dos pleitos, sobretudo, os municípios de Ampére (27), Dois vizinhos (26), Capanema (25); Realeza (24); Marmeleiro (24) e Verê (22).

No ano de 2022 trinta municípios do Sudoeste encaminharam pedidos de outorgas e autorizações de uso da água subterrânea totalizaram 521 processos produzidos na região Sudoeste. Desses, 256 foram justificados para o uso agropecuário, 107 para o uso residencial e os demais pedidos foram distribuídos para indústria, comércio e serviços predominantemente. Destacam-se neste ano o volume de pedidos de perfuração e uso da água subterrânea no município de Francisco Beltrão que individualmente tramitou 94 solicitações, das quais 37 de apelo residencial e 31 agropecuário. Em seguida destacam-se os pedidos de Dois Vizinhos com 53 outorgas, Salto do Lontra e Capanema com 30 processos tramitados cada um. Todos os três municípios apresentam o maior volume de pedidos voltados ao setor agropecuário, entretanto, os municípios de Dois vizinhos e Salto do Lontra, direcionam, cada um, onze requisições voltadas à administração pública. O que permite aferir o aumento da demanda por água também no que tange à gestão de serviços públicos coletivos.

Em 2023, foram encaminhados 432 processos advindos de 38 municípios da região Sudoeste. Os locais que mais se destacaram em volume de autorizações de declaração de uso independente de outorga e de outorgas de direito foram: o município de Francisco Beltrão com 69 registros; seguido pelos municípios de Dois vizinhos com 32; Capanema e Enéas marques com 24 registros cada e Marmeleiro com 22 solicitações de outorgas para o uso da água subterrânea. Os demais municípios registraram valores abaixo de 22 pedidos.

Quanto aos setores, verificou-se que enquanto o setor agropecuário foi o responsável pelas solicitações em quase todos os municípios, no ano de 2023 o município de Francisco Beltrão apresentou altíssima demanda para o setor residencial 33 pedidos do 69 registrados no total.

Para garantir a compreensão da configuração têmporo-espacial desse fenômeno, a exposição dos resultados foi organizada em uma sequência de quadros comparativos e produtos cartográficos que detalham a realidade da região estudada.

A apresentação desses dados justifica-se pela necessidade de identificar não apenas o crescimento das perfurações, mas também a sua distribuição setorial — distinguindo as diferentes demandas por setor de uso.

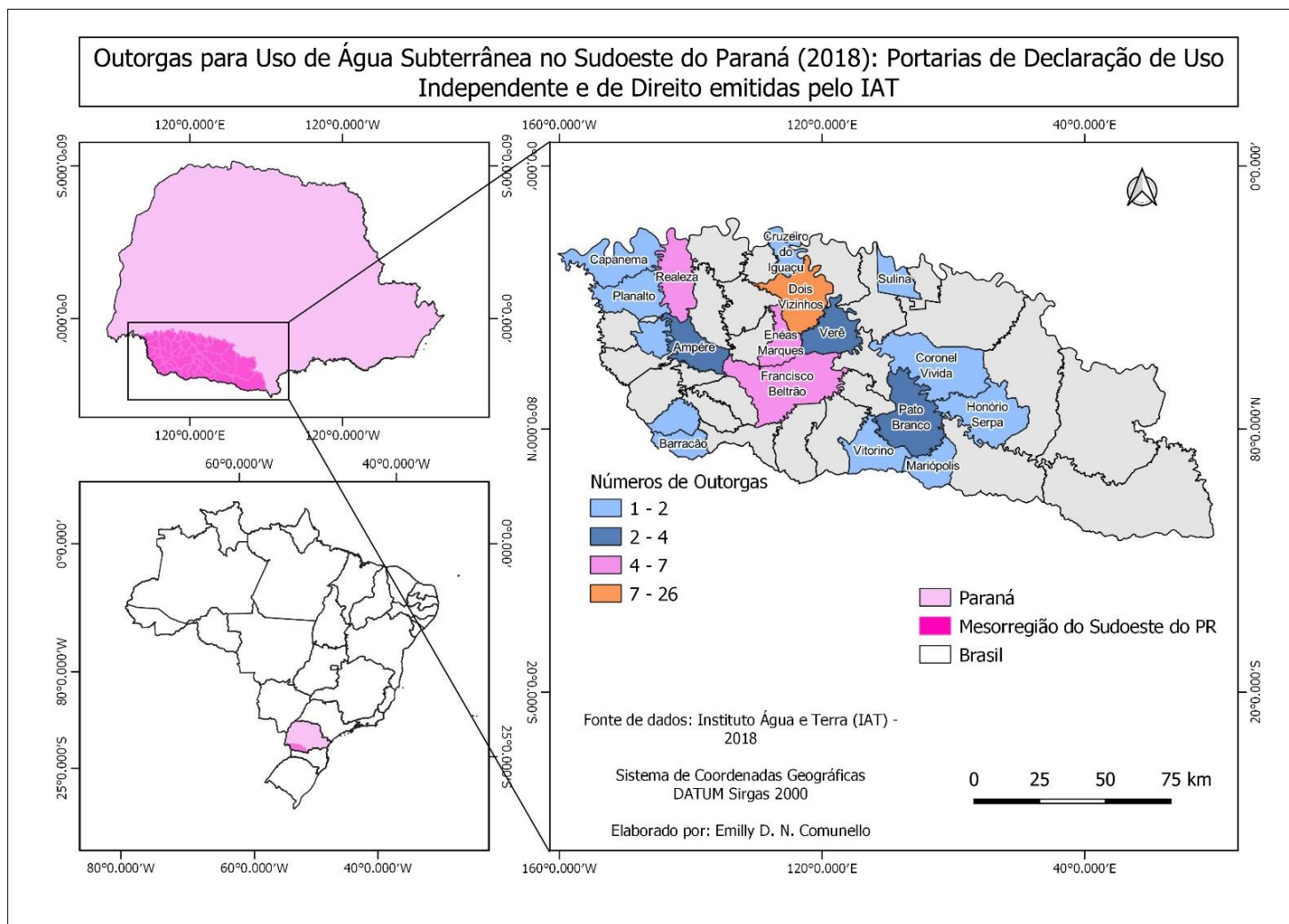
Sendo assim, os quadros a seguir sistematizam as especificidades técnicas das concessões, enquanto o mapeamento temático possibilita visualizar as zonas de maior número sobre a exploração subterrâneas, conforme os anos.

Quadro 4. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2018.

OUTORGAS CONCEDIDAS PELO IAT PARA USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS MUNICÍPIOS DO SUDOESTE DO PR, POR SETOR DE USUÁRIO - ANO DE 2018												
Municípios identificados no ano de 2018: 19 municípios	Total	TIPO DE PORTARIA		SETORES DE USO								
		Portaria de outorga de direito	Portaria de outorga prévia	Agropecuária	Comércio	Indústria	Residencial	Saneamento	Serviços	Geração de energia	Indústria	Saneamento
FRANCISCO BELTRÃO	7	7	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0
PATO BRANCO	3	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
DOIS VIZINHOS	36	26	10	2	3	13	1	5	2	8	1	1
CORONEL VIVIDA	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CAPANEMA	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
AMPÉRE	4	4	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0
REALEZA	6	6	0	0	2	1	1	2	0	0	0	0
SALTO DO LONTRA	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1		
PLANALTO	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
BARRAÇÃO	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
VERÊ	7	4	3	2	0	2	0	0	0	3	0	0
VITORINO	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
MARIÓPOLIS	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ENÉAS MARQUES	6	6	0	2	0	1	0	3		0	0	0
CRUZEIRO DO IGUAÇU	3	2	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
BOM JESUS DO SUL	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SULINA	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
BELA VISTA DA CAROBA	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
HONÓRIO SERPA	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Total Geral	84	69	15	14	7	32	2	12	2	13	1	1

Fonte: IAT (2018). Elaborado pela autora.

Figura 10. Mapa de outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2018 nos municípios do sudoeste do Paraná



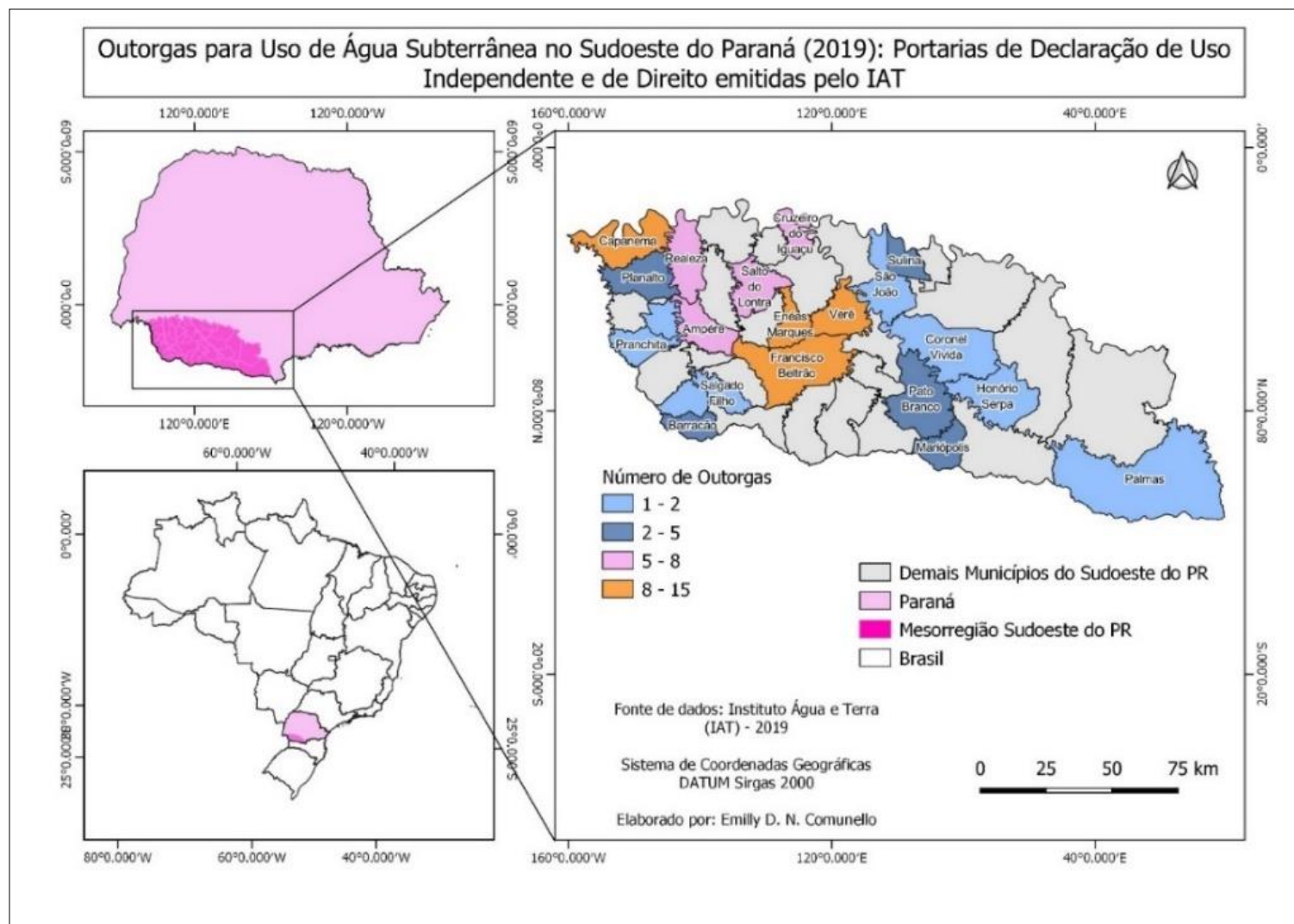
Fonte: IAT (2018). Elaborado pela autora.

Quadro 5. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2019.

OUTORGAS CONCEDIDAS PELO IAT PARA USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS MUNICÍPIOS DO SUDOESTE DO PR, POR SETOR DE USUÁRIO - ANO DE 2019										
Municípios identificados no ano de 2019: 23 municípios	TIPO DE PORTARIA	Total Geral	Setores de Uso							
	Portaria de outorga de direito		Adm. Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Residencial	Saneamento	Serviços
FRANCISCO BELTRÃO	14	14	0	8	0	0	1	3	1	1
PATO BRANCO	5	5	0	0	0	0	3	0	0	2
DOIS VIZINHOS	22	22	0	15	1	0	3	3	0	0
CORONEL VIVIDA	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
CAPANEMA	12	12	0	10	1	0	0	0	0	1
AMPÉRE	6	6	0	3	0	0	2	1	0	0
REALEZA	7	7	0	3	2	1	0	0	0	1
SALTO DO LONTRA	7	7	0	6	0	0	1	0	0	0
PLANALTO	4	4	0	2	0	0	1	0	1	0
SÃO JOÃO	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
BARRAÇÃO	4	4	0	3	0	0	1	0	0	0
VERÊ	15	15	0	5	0	0	1	0	9	0
MARIÓPOLIS	3	3	0	0	2	0	1	0	0	0
ENÉAS MARQUES	12	12	1	8	0	0	2	1	0	0
PRANCHITA	2	2	0		2	0	0	0	0	0
CRUZEIRO DO IGUAÇU	8	8	0	7	0	0	1	0	0	0
SALGADO FILHO	1	1	0		0	0	0	1	0	0
BOM JESUS DO SUL	2	2	0	1	0	0	0	0	1	
SULINA	3	3	0	1	0	0	2	0	0	0
BELA VISTA DA CAROBA	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
HONÓRIO SERPA	2	2	0	1	0	0	0	0	1	0
PALMAS	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0
PINHAL DE SÃO BENTO	1	1	0			0	0	1	0	0
Total Geral	135	135	1	77	9	1	19	10	13	5

Fonte: IAT (2019). Elaborado pela autora.

Figura 11. Mapa de outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2019 nos municípios do Sudoeste do Paraná.



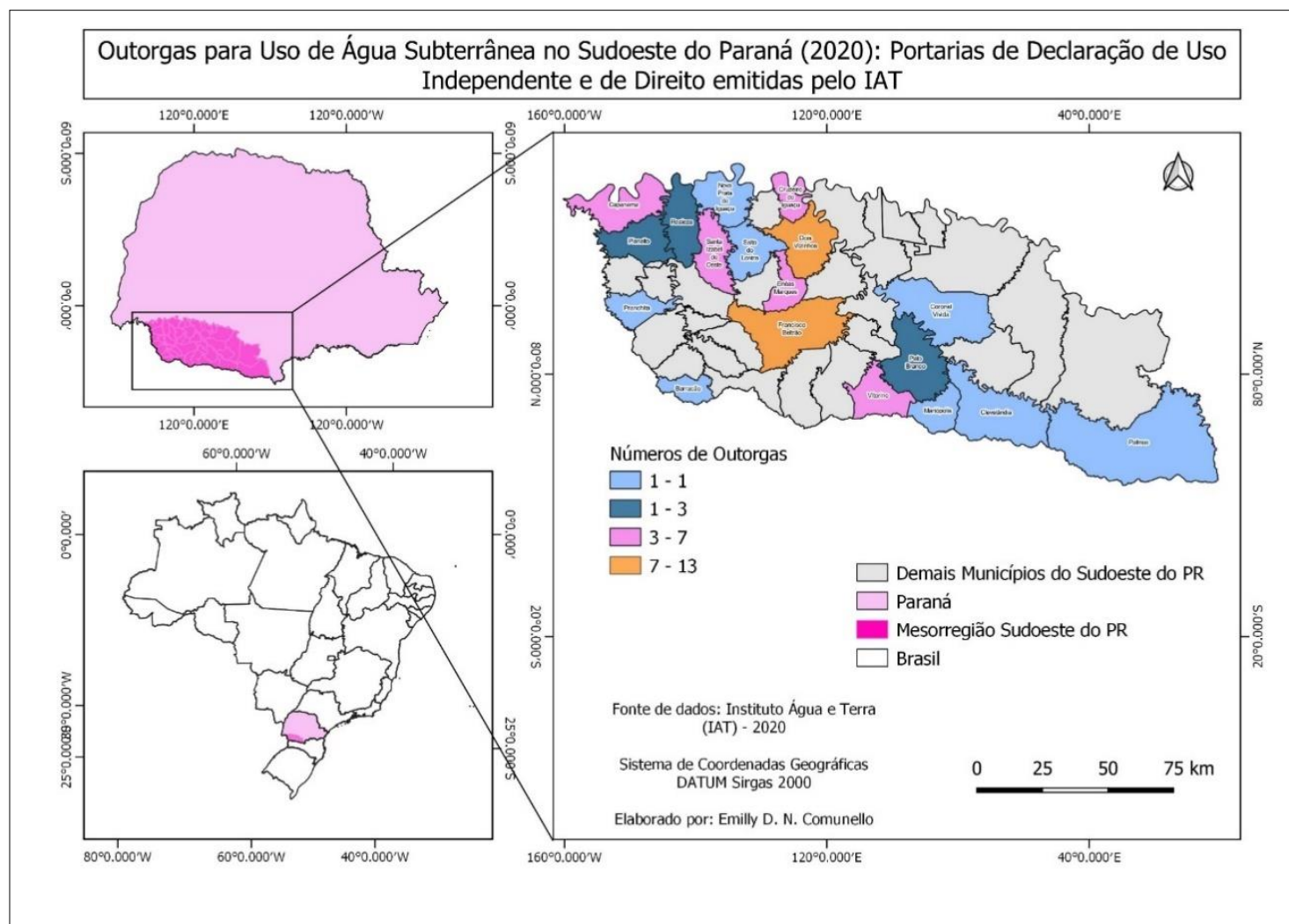
Fonte: IAT (2019). Elaborado pela autora.

Quadro 6. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2020

OUTORGAS CONCEDIDAS PELO IAT PARA USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS MUNICÍPIOS DO SUDOESTE DO PR, POR SETOR DE USUÁRIO - ANO DE 2020												
Municípios identificados no ano de 2020: 25 municípios	TIPO DE PORTARIA			Total portaria de outorga de direito e declaração de uso independente de outorga	Total Geral de portarias emitidas	Setores de Uso						
	Declaração de anuência prévia para perfuração de poço	Declaração de uso independente de outorga	Portaria de outorga de direito			Adm. Pública	Agropecuária	Comércio	Indústria	Residencial	Saneamento	Serviços
FRANCISCO BELTRÃO	23	5	8	13	36	0	6	2	5	21	0	2
PATO BRANCO	3	0	2	2	5	0	2	0	2	1	0	0
DOIS VIZINHOS	11	6	7	13	24	0	14	0	2	8	0	0
CORONEL VIVIDA	5	1	0	1	6	0	2	1	0	3	0	0
CAPANEMA	4	2	3	5	9	0	6		1	1	0	1
REALEZA	10	2	1	3	13	3	2	1	1	6	0	0
CLEVELÂNDIA	1	0	1	1	2	0	1	0	0	1	0	0
SALTO DO LONTRA	3	0	1	1	4	2	1	0	0	1	0	0
SANTA IZABEL DO OESTE	10	0	4	4	14	0	4	0	0	10	0	0
MARMELEIRO	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
PLANALTO	6	0	3	3	9	0	3	0	2	4	0	0
NOVA PRATA DO IGUAÇU	7	1	0	1	8	0	3	0	0	5	0	0
SÃO JOÃO	4	0	0	0	4	1	2	0	0	1	0	0
BARRAÇÃO	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
VERÊ	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0
RENASCENÇA	2	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0
VITORINO	2	0	7	7	9	0	1	0	1	0	6	1
MARIÓPOLIS	1	0	1	1	2	0	0	0	0	1	0	1
ENÉAS MARQUES	2	5	0	5	7	0	4	1	0	2	0	0
PRANCHITA	2	0	1	1	3	0	0	0	0	3	0	0
CRUZEIRO DO IGUAÇU	1	0	4	4	5	0	5	0	0	0	0	0
SALGADO FILHO	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
SULINA	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
BELA VISTA DA CAROBA	4	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0
PALMAS	4	0	1	1	5	0	1	0	0	4	0	0
Total Geral	110	22	45	67	177	6	59	5	15	81	6	5

Fonte: IAT (2020). Elaborado pela autora.

Figura 12. Mapa de outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2020 nos municípios do Sudoeste do Paraná.



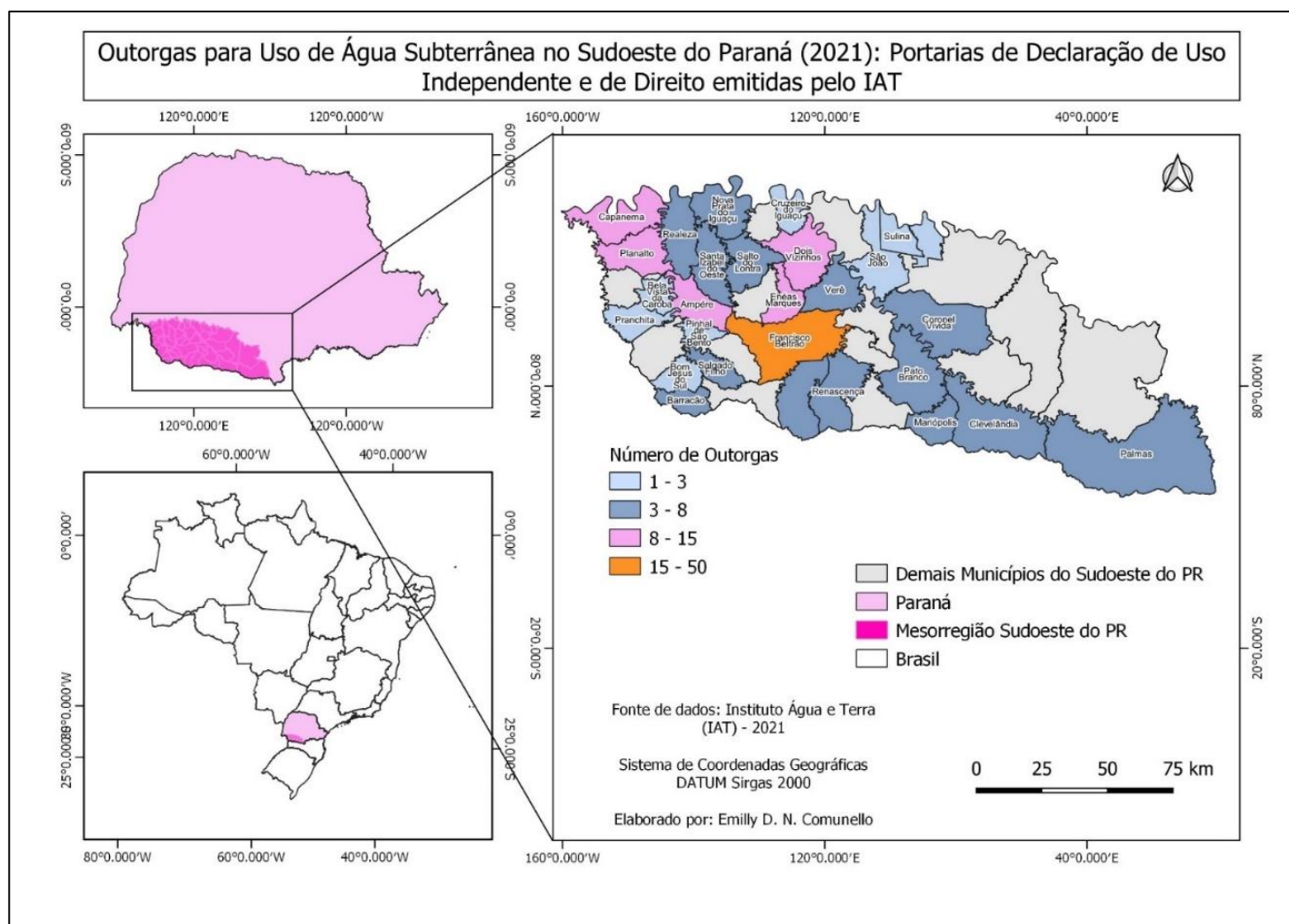
Fonte: IAT (2020). Elaborado pela autora.

Quadro 7. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2021.

OUTORGAS CONCEDIDAS PELO IAT PARA USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS MUNICÍPIOS DO SUDOESTE DO PR, POR SETOR DE USUÁRIO - ANO DE 2021														
Município identificados no ano de 2021: 30 municípios	TIPO DE PORTARIA			Total declaração de uso independente de outorga e portaria de outorga de direito	SETORES D EUSO									
	Declaração de anuência prévia	Declaração de uso independente e de outorga	Portaria de outorga de direito		Total Geral de portarias emitidas	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços
FRANCISCO BELTRÃO	78	40	10	50	129	1	41	2		9	1	67		8
PATO BRANCO	4	4		4	8		2			3		3		
DOIS VIZINHOS	13	7	4	11	26	2	16					4	2	2
CORONEL VIVIDA	7	4		4	11	3	5					3		
CAPANEMA	8	10	5	15	25	3	11			3		4		4
AMPÉRE	16	9	2	11	27	2	14			2		8		1
REALEZA	17	4	1	5	24	1	13			1	1	8		
CLEVELÂNDIA	4		4	4	8		1					3	4	
SALTO DO LONTRA	12	6	2	8	20	4	7					9		
SANTA IZABEL DO OESTE	10	3	2	5	15	1	7			1		4	1	1
MARMELEIRO	15	8		8	24		16					8		
PLANALTO	19	13		13	33	3	25					4		1
NOVA PRATA DO IGUAÇU	12	2	4	6	19	1	12					4	2	
SÃO JOÃO	3	2	1	3	6		3	1				2		
BARRACÃO	8	4	1	5	13		5	1				6		1
VERÊ	12	8		8	22	1	13					8		
RENASCENÇA	5	3	1	4	9		4	1				2	1	1
VITORINO	7			0	7		2	2				3		
MARIÓPOLIS	3	2	5	7	10	1	4					1	4	
ENÉAS MARQUES	7	11	1	12	19		14	1				4		
SAUDADE DO IGUAÇU	1		1	1	2				1			1		
PRANCHITA	5		1	1	6		1	1		1		3		
CRUZEIRO DO IGUAÇU	2		1	1	4		3					1		
SALGADO FILHO	8	4		4	12	2	9					1		
BOM JESUS DO SUL	4	1		1	5		3			1		1		
SULINA	6	1		1	7		4					3		
BELA VISTA DA CAROBA	0	1		1	1		1							
HONÓRIO SERPA	5			0	5		3					1	1	
PALMAS	5	1	4	5	10		2		1	4		2		1
PINHAL DE SÃO BENTO	2		2	2	4		1					1	2	
Total Geral	298	148	52	200	511	25	242	9	2	25	2	169	17	20

Fonte: IAT (2021). Elaborado pela autora.

Figura 13. Outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2021 nos municípios do Sudoeste do Paraná.



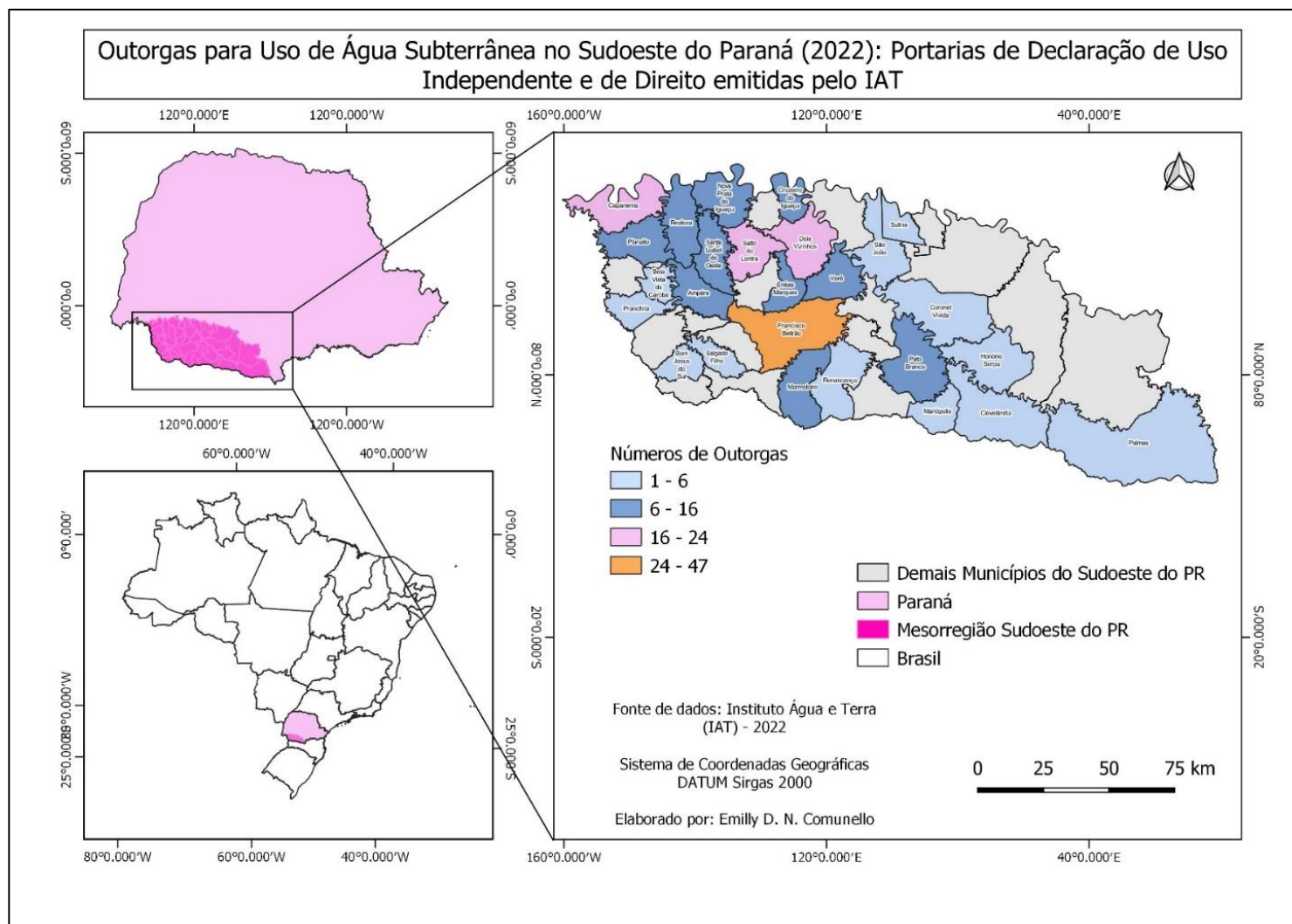
Fonte: IAT (2021). Elaborado pela autora.

Quadro 8. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2022

OUTORGAS CONCEDIDAS PELO IAT PARA USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS MUNICÍPIOS DO SUDOESTE DO PR, POR SETOR DE USUÁRIO - ANO DE 2022														
Municípios identificados no ano de 2022: 30 municípios	Tipo de Portarias						Setores Declarados							
	Total Geral	Declaração de anuência prévia	Portaria de outorga prévia	Declaração de uso independente de outorga	Portaria de outorga de direito	Total Geral portarias de outorgas de direitos e de uso independente de outorga	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Residencial	Saneamento	Serviços
FRANCISCO BELTRÃO	94	46	1	35	12	47	1	31	6	0	11	37	0	8
PATO BRANCO	21	9	0	7	5	12	1	4	3	0	3	8	0	2
DOIS VIZINHOS	53	27	2	10	14	24	11	25	1	0	5	7	2	2
CORONEL VIVIDA	9	3	0	5	1	6	2	4	1	0	1	1	0	0
CAPANEMA	30	6	1	15	8	23	1	24	0	0	1	2	0	2
AMPÉRE	15	7	0	6	2	8	1	10	0	0	1	2	0	1
REALEZA	20	9	0	9	2	11	4	8	2	0	0	4	1	1
CLEVELÂNDIA	6	3	1	2	0	2	1	2	0	1	0	1	1	0
SALTO DO LONTRA	30	7	0	14	9	23	11	15	0	1	0	3	0	0
S. IZABEL DO OESTE	23	11	0	7	5	12	1	16	0	0	0	5	0	1
MARMELEIRO	22	6	0	11	5	16	0	16	1	0	1	4	0	0
PLANALTO	25	15	0	6	4	10	0	19	0	0	4	2	0	0
N. PRATA DO IGUAÇU	23	11	0	11	1	12	5	10	1	0	2	3	0	2
SÃO JOÃO	8	3	0	5	0	5	0	3	1	0	1	2	0	1
BARRAÇÃO	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
VERÊ	25	14	0	7	4	11	2	16	0	0	1	6	0	0
RENASCENÇA	11	9	0	1	1	2	2	3	1	0	0	5	0	0
VITORINO	7	1	0	5	1	6	0	1	4	0	0	0	0	2
MARIÓPOLIS	7	6	0	1	0	1	3	1	0	0	0	3	0	0
ENÉAS MARQUES	25	10	0	11	4	15	4	16	0	0	0	4	0	1
SAUDADE DO IGUAÇU	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
PRANCHITA	7	4	0	0	3	3	0	4	0	0	0	0	3	0
CRUZEIRO IGUAÇU	12	2	1	2	7	9	1	7	0	1	1	1	0	1
SALGADO FILHO	8	6	0	2	0	2	2	4	0	0	0	1	0	1
BOM JESUS DO SUL	5	1	0	3	1	3	2	2	0	0	0	0	1	0
SULINA	2	0	0	1	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0
BELA VISTA CAROBA	9	7	0	2	0	2	0	9	0	0	0	0	0	0
HONÓRIO SERPA	6	3	0	2	1	3	0	1	3	0	0	1	1	0
PALMAS	10	5	0	2	3	5	0	0	3	0	3	3	1	0
PINHAL DE S. BENTO	5	3	0	0	2	2	1	2			1	1	0	0
Total Geral	521	237	6	182	96	277	56	256	27	3	37	107	10	25

Fonte: IAT (2022). Elaborado pela autora.

Figura 14. Mapa de outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2022 nos municípios do Sudoeste do Paraná.



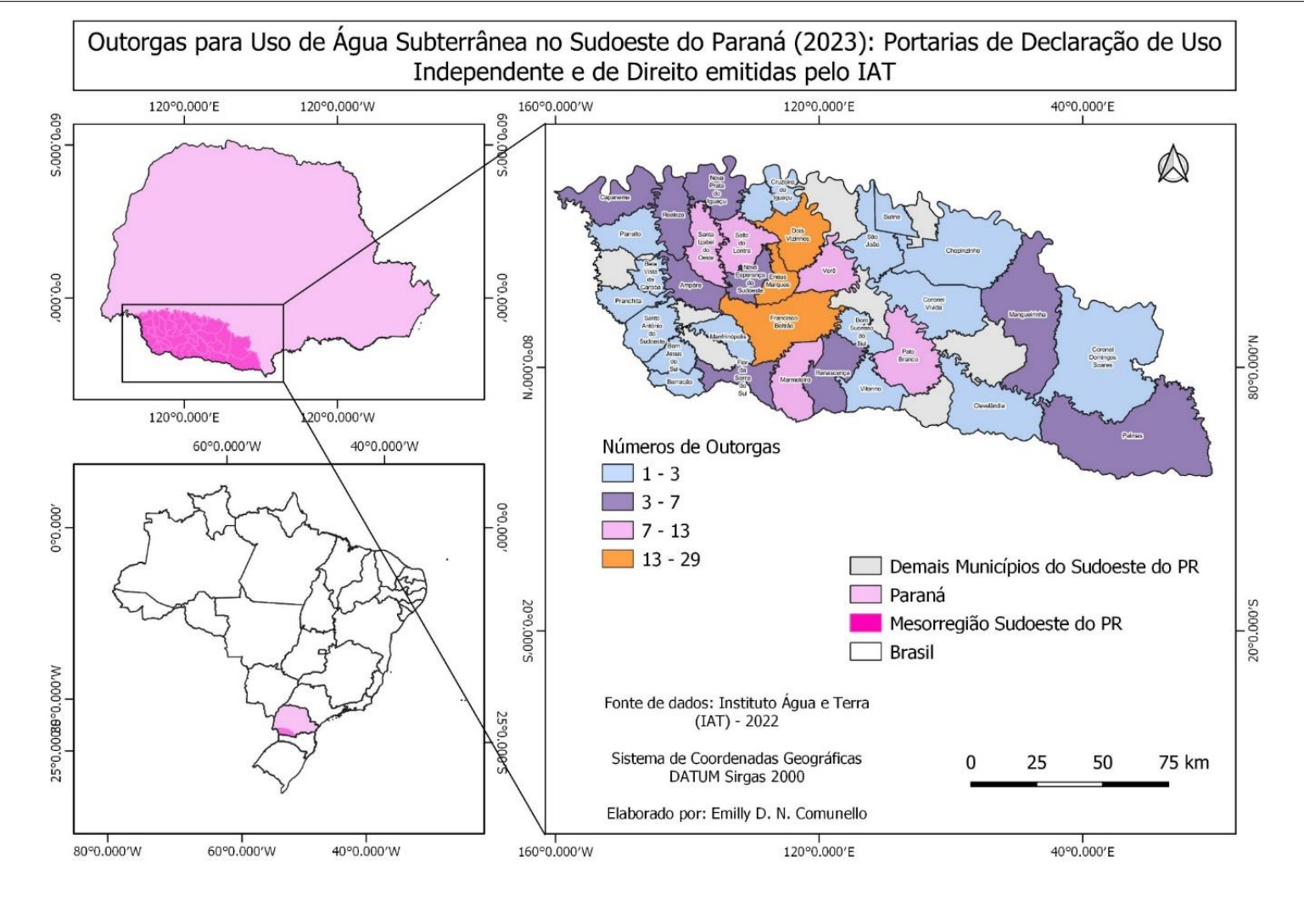
Fonte: IAT (2022). Elaborado pela autora.

Quadro 9. Outorgas concedidas pelo IAT para uso da água subterrânea - ano de 2023.

OUTORGAS CONCEDIDAS PELO IAT PARA EXPLORAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS MUNICÍPIOS DO SUDOESTE DO PR, SEGUNDO TIPO DE DOCUMENTO E SETOR DE USO - ANO DE 2023														
Municípios identificados no ano de 2023: 38 municípios	Tipo de Portaria				Setores de uso									Total Geral
	Dec. de anuência prévia	Dec. de uso independent e de outorga	Portaria de outorga de direito	Portaria de outorga prévia	Adm. Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	
FRANCISCO BELTRÃO	41	18	10	0	1	15	5	0	8	0	33	1	6	69
PATO BRANCO	8	5	3	1	1	2	2	0	5	0	6	0	1	17
DOIS VIZINHOS	11	14	6	1	1	19	3	0	1	0	6	0	2	32
CORONEL VIVIDA	7	2	0	0	0	2	2	0	0	0	4	0	1	9
SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE	7	1	1	0	0	6	1	0	1	0	1	0		9
CHOPINZINHO 33	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
CAPANEMA	12	7	5	0	9	13	0	0	1	0	1	0		24
AMPÉRE	9	6	2	0	0	10	0	0	2	0	1	1	3	17
REALEZA	12	5	0	1	0	8	3	0	1	0	4	0	2	18
MANGUEIRINHA	0	3	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	4
CLEVELÂNDIA	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	4
SALTO DO LONTRA	5	6	3	0	0	11	0	0	2	0	1	0	0	14
SANTA IZABEL DO OESTE	7	5	5	1	2	12	1	0	1	0	1	0	1	18
MARMELEIRO	10	12	0	0	0	11	6	0	3	0	2	0	0	22
PLANALTO	9	2	0	0	0	5		0	1	1	4	0	0	11
NOVA PRATA DO IGUAÇU	8	6	1	0	1	9	1	0	3	0	0	0	1	15
SÃO JOÃO	2		3	0	0	5	0	0		0	0	0	0	5
BARRAÇÃO	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
VERÊ	6	7	5	0	0	13	0	1	1	0	2	0	1	18
RENASCENÇA	0	2	2	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	4
VITORINO	2	1	2	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	5
MARIÓPOLIS	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	4
ENÉAS MARQUES	3	15	6	0	1	22	0	0	0	0	1	0	0	24
PRANCHITA	2	2	1	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	5
NOVA ESPERANÇA DO SUDOESTE	5	4	1	0	0	5	1	0	1	0	3	0	0	10
FLOR DA SERRA DO SUL	4	5	0	0	0	8	0	0	0	0	1	0	0	9
CRUZEIRO DO IGUAÇU	1	0	2	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
SALGADO FILHO	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3
BOM JESUS DO SUL	7	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
BOM SUCESSO DO SUL	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	4
SULINA	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	4
MANFRINÓPOLIS	4	1	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	5
BOA ESPERANÇA DO IGUAÇU	1	1	1	0	0	3	0	0	0	0		0	0	3
BELA VISTA DA CAROBA	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
CORONEL DOMINGOS SOARES	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
HONÓRIO SERPA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
PALMAS	4	0	3	0	1	1	0	0	2	0	2	0	1	7
PINHAL DE SÃO BENTO	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	204	139	67	5	17	211	36	2	36	1	86	3	23	415

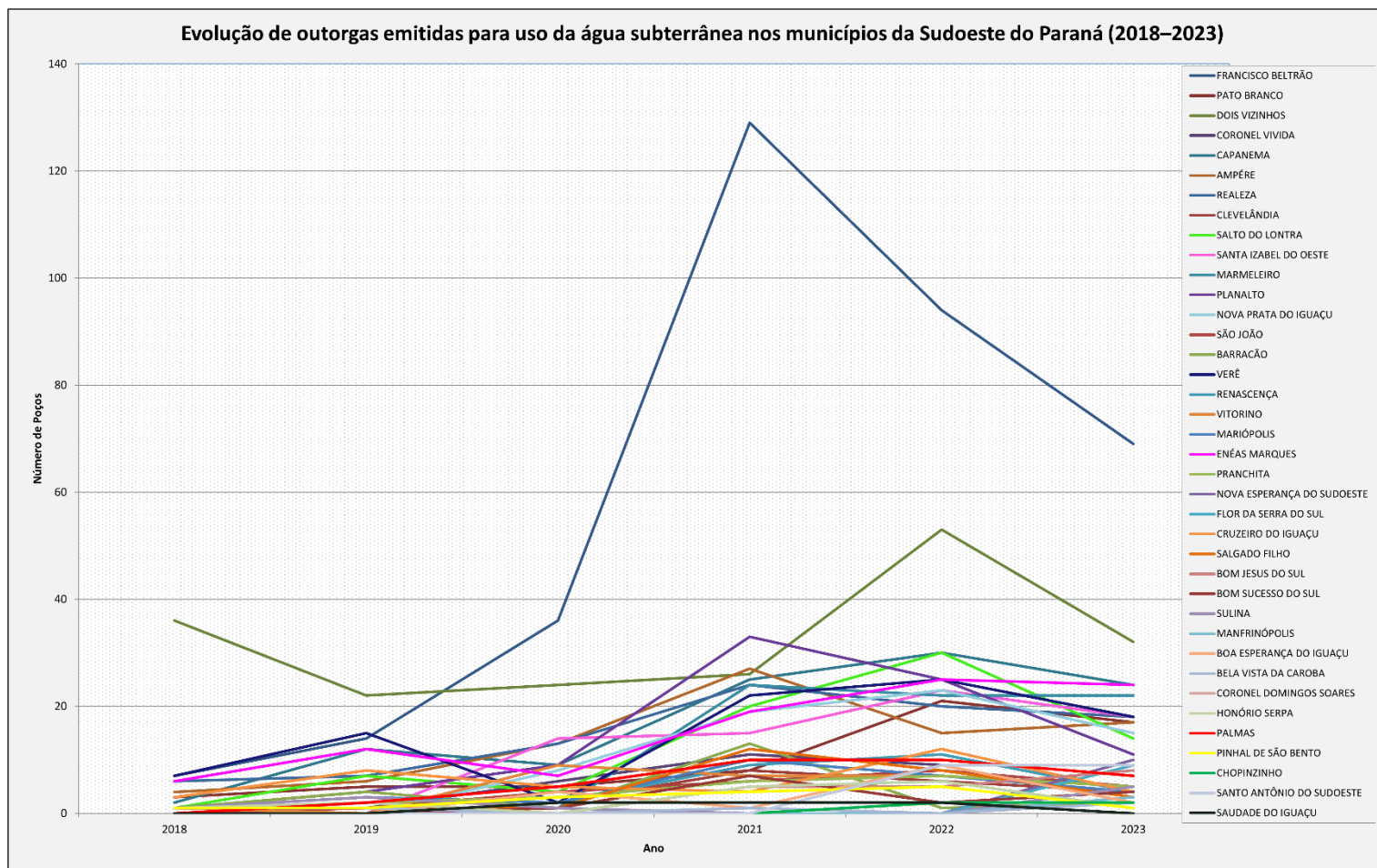
Fonte: IAT (2023). Elaborado pela autora.

Figura 15. Mapa de outorgas concedidas pelo IAT no modelo de portaria de outorga de direito e de uso independente de outorga para captação de água subterrânea no ano de 2023 nos municípios do Sudoeste do Paraná.



Fonte: IAT (2022). Elaborado pela autora

Gráfico 6. Evolução das outorgas emitidas pelo IAT de uso de declaração de direito e uso independente de outorgas nos municípios do Sudoeste do PR, no período de 2018 a 2023.



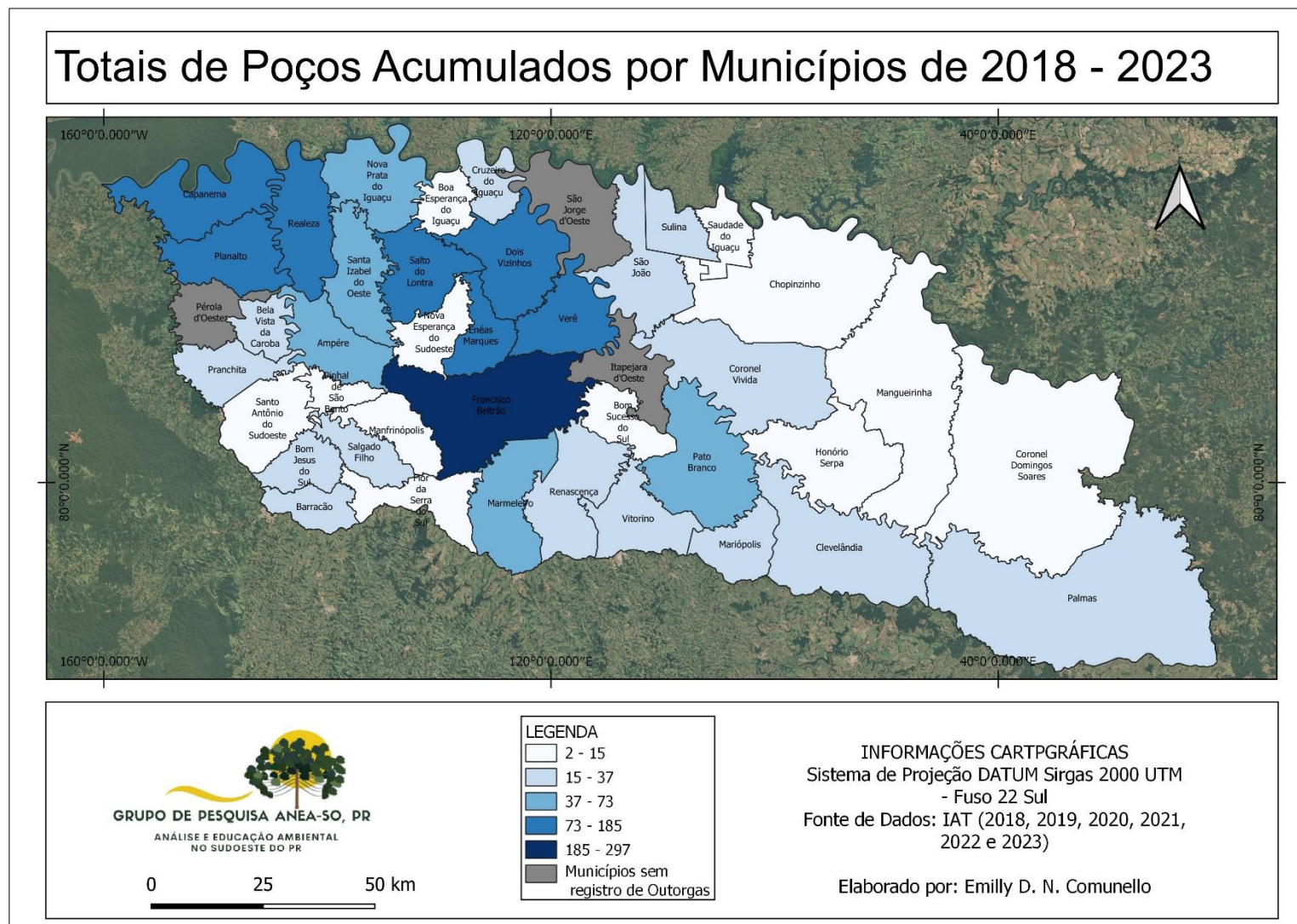
Fonte: IAT (2025). Elaborado pela autora.

Quadro 10. Totais de Poços Acumulados por Municípios e Setores ao Longo do Período

MUNICÍPIOS	TOTAL DE OUTORGAS CONCEDIDAS NO PERÍODO DE 2018 A 2023 POR SETORES DE USO									
	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
FRANCISCO BELTRÃO	3	103	15		36		119	2	19	256
PATO BRANCO	2	10	6		19		19	1	5	62
DOIS VIZINHOS	28	83	9		24		29	9	8	185
CORONEL VÍVIDA	7	14	4		2		11		1	39
SANTO ANTÔNIO DO SO		6	1		1		1			9
CHOPINZINHO			1						1	2
CAPANEMA	10	65	1		8		8		8	100
AMPÉRE	3	37			9		12	2	6	69
REALEZA	8	34	10	1	4	1	23	2	4	87
MANGUEIRINHA			2	1					1	4
CLEVELÂNDIA	1	5		1			4	2		13
SALTO DO LONTRA	17	35		2	4		14			78
MARMELEIRO		44	7		5		15			71
SANTA IZABEL DO OESTE	5	41			2		20	1	3	73
PLANALTO	3	55			8		15	1	1	83
NOVA PRATA DO IGUAÇU	7	34	2		6		12	2	3	66
SÃO JOÃO	1	10	2		2		5		1	21
BARRAÇÃO		11	2		2		8			23
VERÊ	2	34		3	5		16	9		59
RENASCENÇA	2	8	5				10	1	1	27
VITORINO		5	10		2		3	6	3	29
MARIÓPOLIS	4	9	3		2		6	4		26
ENÉAS MARQUES	5	66	3		4		10	3		91
PRANCHITA		14	5		1		7	3		30
SAUDADE DO IGUAÇU		2		1						3
NOVA ESP. DO SO		5								5
FLOR DA SERRA		8								8
CRUZEIRO DO IGUAÇU	1	27		2	3		2		1	36
SALGADO FILHO	4	15					4	1	1	25
BOM JESUS DO SUL	2	12			1		1	1		17
BOM SUCESSO DO SUL		1					3			4
SULINA		9			3		5		2	19
MANFRINÓPOLIS		3					2			5
BOA ESP. DO IGUAÇU		3								3
BELA VISTA DA CAROBA		12			1		5			18
CEL DOMINGOS S.		1	1							2
HONÓRIO SERPA		5	3		1		3	2		14
PINHAL DE SÃO BENTO	1	4			1		3			9
PALMAS	1	5	4	1	9	0	11	1	1	33
TOTAL DE OUTORGAS	117	835	96	12	165	1	406	53	70	1704

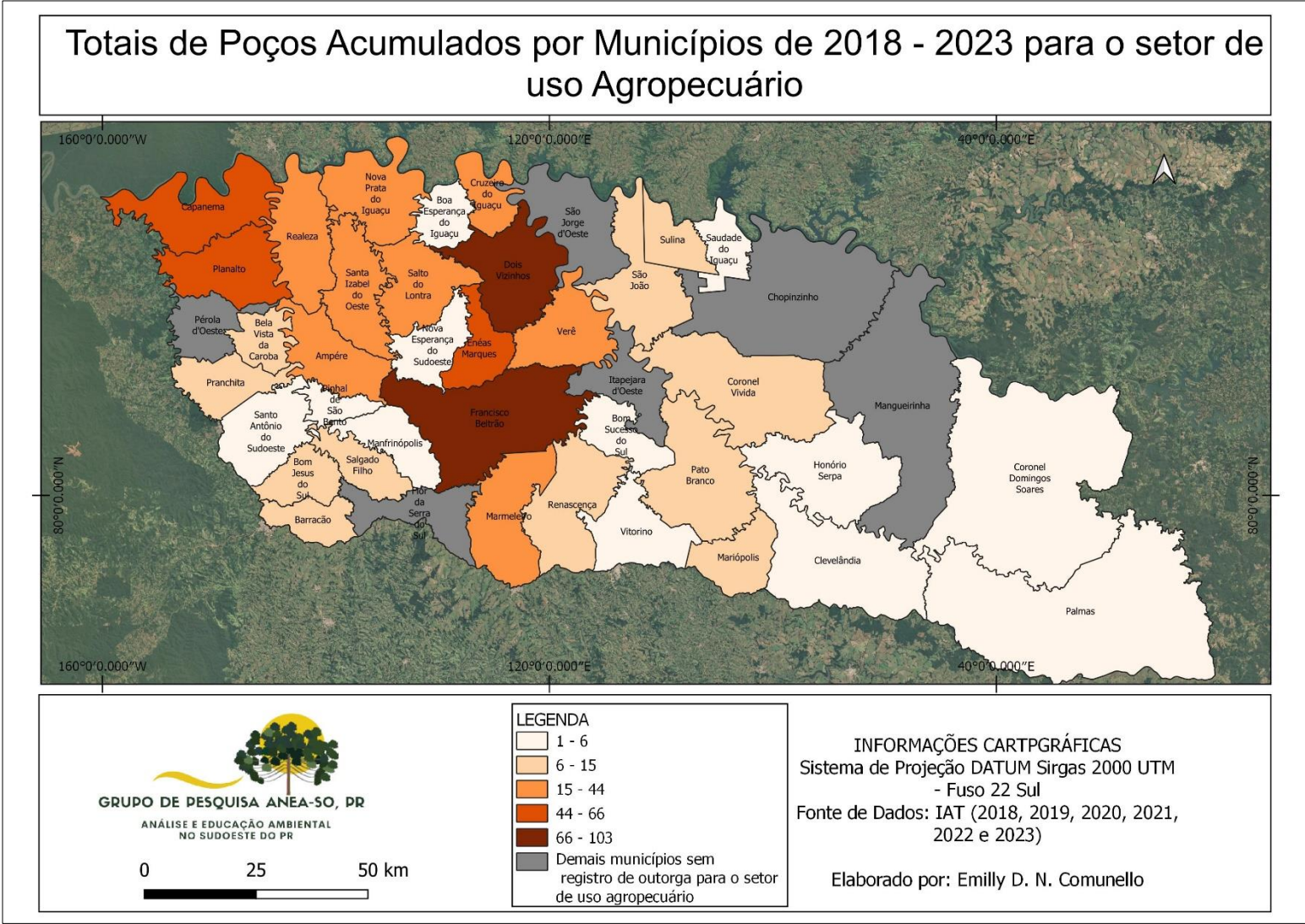
Fonte: IAT (2018-2023). Elaborado pela autora.

Figura 16. Mapa de Total de outorgas acumuladas durante o período estudado



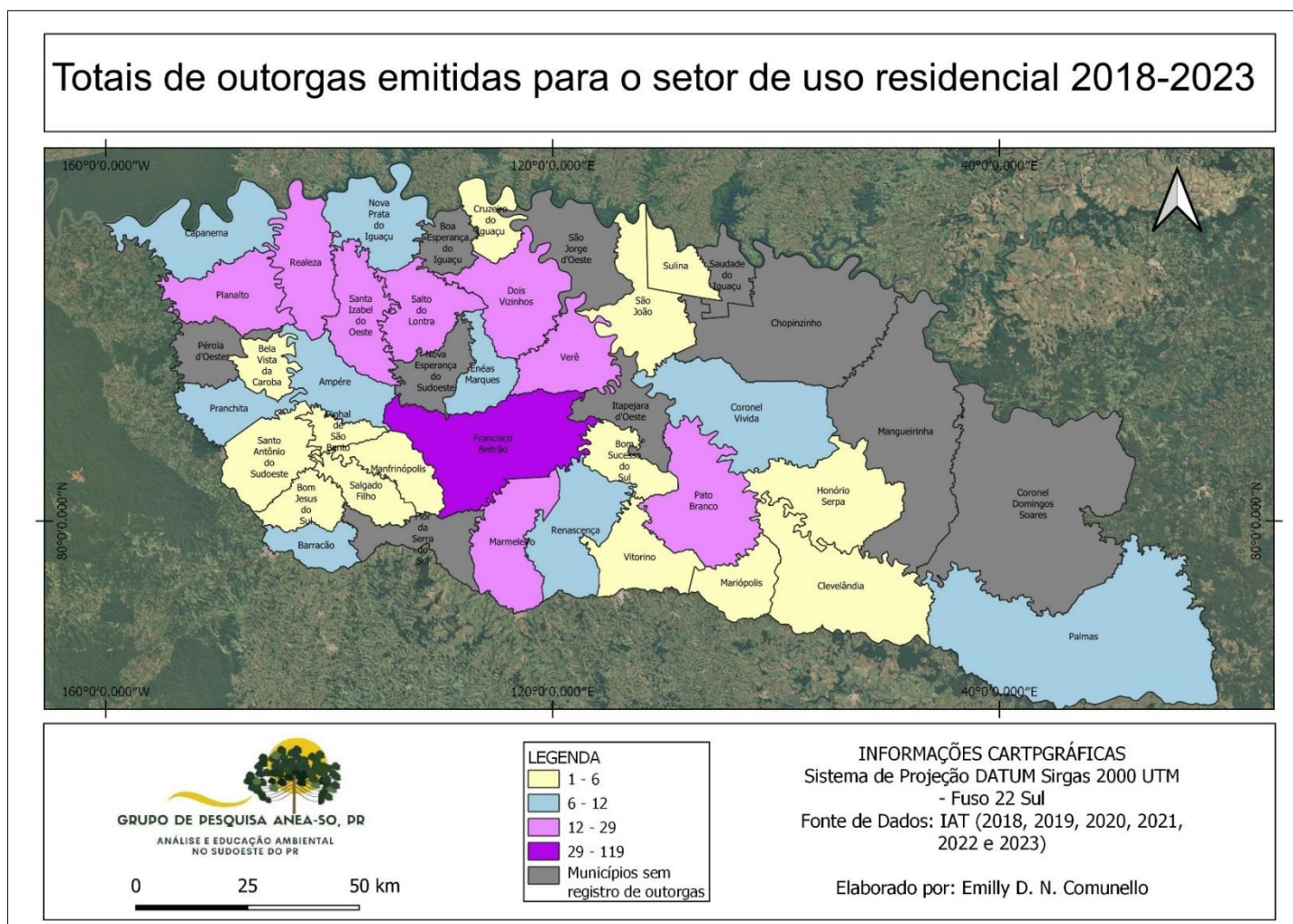
Fonte: IAT (2018 – 2023). Elaborado pela autora.

Figura 17. Mapa de Outorgas concedidas para o setor de uso agropecuário durante o período estudado.



Fonte: IAT (201-2023). Elaborado pela autora.

Figura18. Mapa de Totais de outorgas emitidas para o uso residencial 2018 – 2023.



Fonte: IAT (2018-2023). Elaborado pela autora.

A análise da distribuição espacial dos poços destinados ao setor agropecuário no Sudoeste do Paraná, compreendida no recorte temporal da pesquisa, demonstra a materialização de um modelo de desenvolvimento pautado na intensificação do uso do solo e na apropriação técnica dos recursos hídricos subterrâneos. Milton Santos (2006) ajuda a interpretar esse fenômeno por meio do conceito de território usado, onde os objetos (poços) e as ações (extração de água) não são neutros, mas respondem à uma lógica de reprodução do capital no campo.

A concentração de outorgas em municípios como Francisco Beltrão e Dois Vizinhos evidencia as verticalidades territoriais, nas quais as demandas de cadeias produtivas globais (especialmente a avicultura e a suinocultura) impõem um ritmo de exploração que muitas vezes desconsidera os limites do reabastecimento dos aquíferos, predominantemente o Sistema Aquífero Serra Geral. Esse uso extensivo do solo, transmutado em uma produção intensiva de proteína animal, exige uma "segurança hídrica" artificial que busca mitigar as irregularidades do ciclo hidrológico. Contudo, essa busca pela estabilidade produtiva ignora a recarga natural da água subterrânea,

No tocante à degradação ambiental, a problemática transcende a escassez quantitativa. A densidade de perfurações em áreas de uso agropecuário intensivo expõe o compartimento subterrâneo a riscos de contaminação química. A lixiviação²¹ de fertilizantes nitrogenados e agrotóxicos, intrínsecos ao modelo produtivo regional, encontra nos poços — muitas vezes desprovidos de isolamento sanitário adequado ou situados em áreas de vulnerabilidade natural — vias preferenciais de acesso às zonas saturadas. Assim, a degradação manifesta-se como um impacto negativo do agronegócio, onde o passivo ambiental é socializado enquanto o lucro da produção é privado, caracterizando o que a Ecologia Política define como um conflito distributivo ecológico (Alier, 2007).

Assim, observa-se que o mapa é o registro geográfico de uma paisagem técnica que prioriza a funcionalidade econômica em detrimento da integridade ecossistêmica. A gestão dos recursos hídricos no Sudoeste paranaense demanda, portanto, uma transição da visão puramente técnica para uma Educação Ambiental, que questione a

²¹ Processo de lavagem dos solos pela percolação das águas em subsuperfície, carregando os minerais para outras áreas, extraindo, dessa forma, nutrientes e tornando o solo mais pobre. A lixiviação também ocorre em vazadouros e aterros de resíduos, dissolvendo e carregando certos poluentes para os corpos d'água superficiais e subterrâneos (IGAM, 2012).

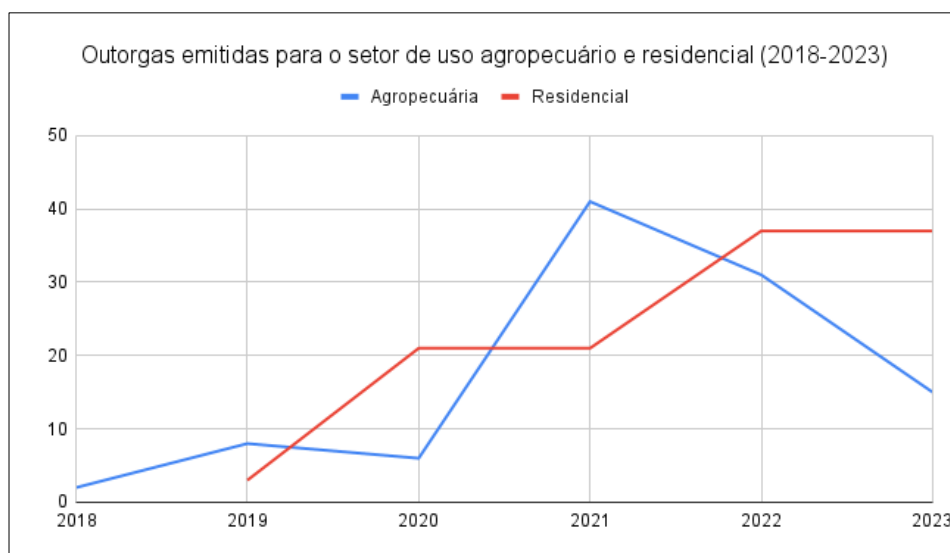
insustentabilidade do modelo de uso do solo e promova uma governança das águas que assegure o direito humano e a preservação ambiental frente às pressões do mercado.

Isso configura um modelo de gestão hídrica reativa, tecnicamente insustentável e territorialmente arriscado, dada as características hidrolíticas dos aquíferos explorados e a forte dependência de fontes abundantes e contínuas de água de boa qualidade das atividades econômicas que fundamentam a economia regional.

Além, verificou-se na análise do comportamento das outorgas solicitadas regionalmente que setores anteriormente supridos pelo abastecimento de águas superficiais avançam para a exploração das águas subterrâneas, sobretudo, mas não somente nas cidades com maiores populações.

O comportamento dos dados dos setores Agropecuário e Residencial por meio do Gráfico 3 colaboram para visualização do comportamento dos dados sobre os setores analisados e geram apreensão, sobretudo porque os dados que indicam o percurso do setor Residencial expressam crescimento progressivo e constante sobre a exploração das águas subterrâneas.

Gráfico 5. Outorgas emitidas para o setor de uso Agropecuário e Residencial conforme o período estudado



Fonte: IAT (2018-2023). Adaptado pela autora.

No entanto, ao confrontar esses dados com a análise de Villar, observa-se que a intensificação da extração ocorre em um cenário de gestão precária, muitas vezes

marcado pela "hidroesquizofrenia" governamental ²² (Villar, 2016) em integrar adequadamente a gestão das águas superficiais e subterrâneas. Promovendo campanhas para economia da água ao mesmo tempo em que renuncia a políticas de conservação e recuperação das águas superficiais que são, em grande parte, uma etapa fundamental para a manutenção e recarga dos aquíferos.

O salto no número de outorgas agropecuárias, em ascensão desde 2021, reflete o avanço técnico e a busca por fontes com menor suscetibilidade climática. Contudo, Villar (2016), alerta que essa apropriação privada para fins produtivos frequentemente desconsidera a prioridade legal do abastecimento humano em situações de escassez. O aumento concomitante das outorgas residenciais sugere uma tentativa da sociedade em garantir segurança hídrica individual diante da degradação dos mananciais superficiais e muitas vezes das falhas na distribuição de água de saneamento básico.

Apesar do incremento nos registros oficiais demonstrados no Gráfico 3, é imperativo reconhecer que os dados representam apenas uma parcela da realidade, uma vez que a maioria dos poços no Brasil opera de forma irregular ou clandestina. Segundo Villar (2016) essa exploração à revelia das exigências legais impede que o Estado arbitre sobre os impactos da extração, elevando o risco de superexploração de aquíferos sensíveis e de contaminação das zonas de recarga.

Consequentemente, o aumento desses números de outorgas emitidas demonstra que, sem o devido suporte de redes de monitoramento e dados técnicos confiáveis, o patrimônio ambiental construído ao longo de milênios está sendo posto em risco, ameaçando o cumprimento do direito humano à água e agravando os conflitos entre usuários.

Complementando essa visão, Mendonça (2010) argumenta que a intensificação desses riscos e vulnerabilidades socioambientais é indissociável do processo de urbanização corporativa e da concentração humana nas cidades. Para o autor, a gestão moderna deve abandonar o pressuposto de estabilidade das paisagens e focar na incerteza e na instabilidade como novos paradigmas científicos. A vulnerabilidade social revela-se de forma seletiva, atingindo predominantemente as populações com menor capital técnico e financeiro para enfrentar os extremos climáticos.

Em suma, a convergência entre a exploração agrícola em larga escala e o setor de uso residencial crescente exige um olhar que vai de encontro ao planejamento urbano

²² O termo "hidroesquizofrenia" é utilizado por Villar (2016, p. 83) para descrever a falha governamental em integrar adequadamente a gestão das águas superficiais e subterrâneas.

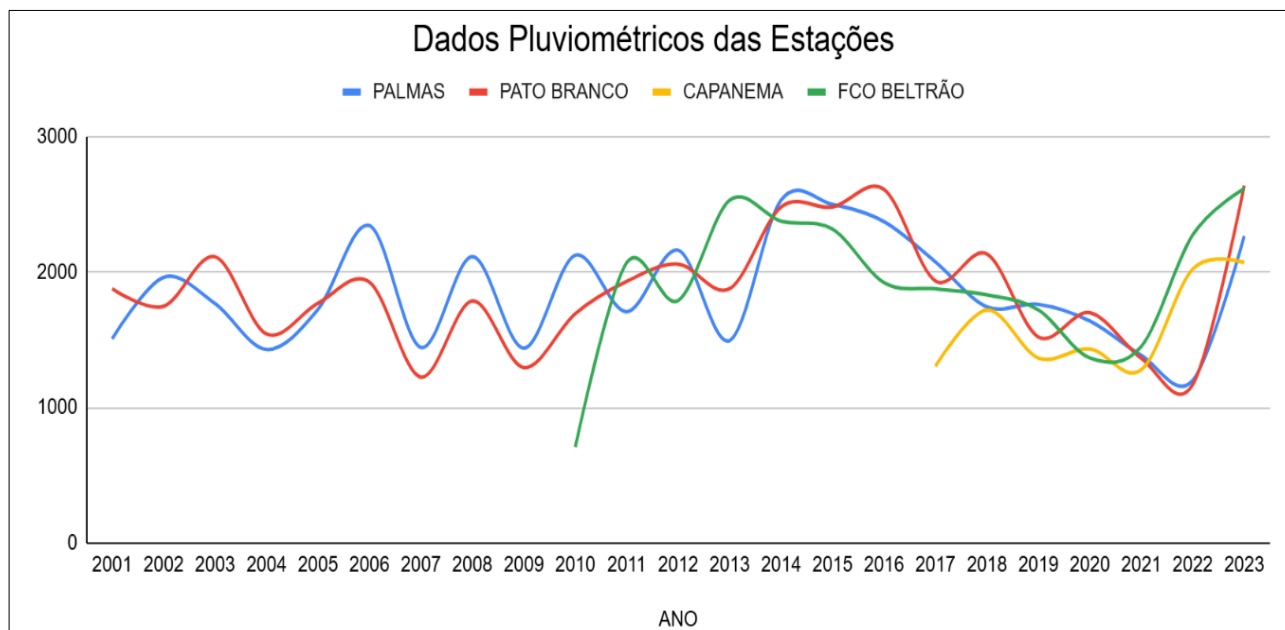
e hídrico. Como conclui Mendonça (2010), o enfrentamento desses desafios depende da construção de uma ciência democrática que gerencie as incertezas e priorize a redução das vulnerabilidades, garantindo que o uso econômico não inviabilize o direito fundamental à água para as gerações presentes e futuras.

Com vistas a entender se o comportamento dos usuários ocorre em reação aos períodos de estiagem das chuvas, promovidos pela sazonalidade inerente aos processos climáticos ou se sinaliza a perda da confiança dos usuários na manutenção da capacidade de fornecimento de água superficial, os dados de outorgas e pluviosidade são analisados conjuntamente a seguir.

4.4 Relação de Outorgas e Dados Pluviométricos

Com o intuito de analisar a correlação entre a variação pluviométrica e o crescimento da exploração das águas subterrâneas torna-se necessário ampliar a discussão sobre a conservação das águas subterrâneas para além dos números, incorporando o conceito de vulnerabilidade climática. Tal abordagem busca compreender na pesquisa como as flutuações nos índices pluviométricos impactam diretamente a disponibilidade de água subterrânea e a resiliência das populações frente a eventos extremos, como secas prolongadas ou chuvas intensas e concentradas.

Gráfico 6. Variação anual da precipitação total por milímetros(mm) nas Estações Meteorológica do Sudoeste do Paraná.

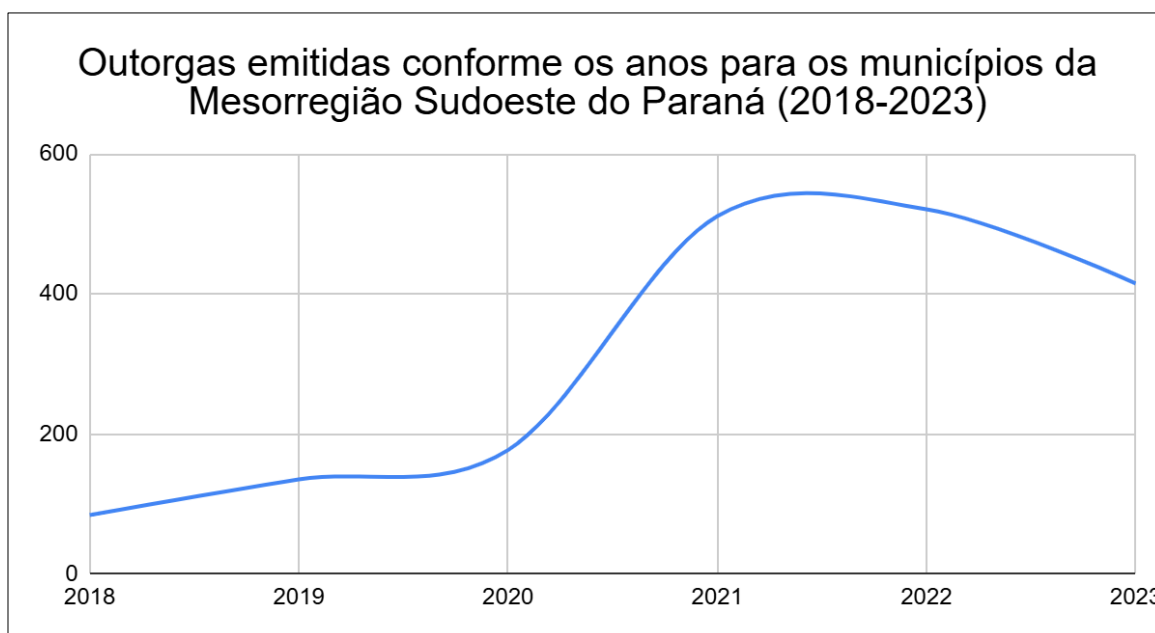


Fonte: SIMEPAR (2024). Elaborado pela autora.

Conforme demonstrado no gráfico anterior, sobre os dados pluviométricos das estações dos municípios do Sudoeste do Paraná, da página 69, os anos que registraram as menores médias anuais de chuva foram os que concentraram o maior volume de pedidos de regularização e novas perfurações de poços.

Nesse sentido, o Gráfico 7 detalha a evolução quantitativa das autorizações concedidas, permitindo visualizar como o volume de pedidos de regularização e de novas perfurações de poços oscila em resposta direta aos períodos de escassez.

Gráfico 7. Emissões de Outorgas conforme o período estudado.



Fonte: IAT (2018 a 2023), adaptado pela autora.

Inicialmente, observa-se que o comportamento das outorgas no estado apresenta uma correlação inversamente proporcional aos índices pluviométricos obtidos das estações de Palmas, Pato Branco, Capanema e Francisco Beltrão. Essa constatação vai ao encontro com a hipótese da pesquisa, de que o aumento de poços artesianos é relacionado aos períodos de estiagem²³, que se usam dessa alternativa por uma busca de água, e é o que os gráficos apontam, que nos períodos de acentuado déficit hídrico há o aumento de outorgas emitidas.

Este cenário de escassez refletiu-se imediatamente na pressão sobre o órgão regulador expresso no Gráfico 7. Em 2018, o número de outorgas emitidas era de apenas

²³ Segundo Spinelli (2018), embora não existam definições universais para os termos seca e estiagem, ambos comprometem a disponibilidade hídrica e geram reflexos socioeconômicos. O autor ressalta que, na região Sul do Brasil, a expressão "estiagem" é a mais frequente para descrever a escassez de precipitações.

84 registros. Com o agravamento da estiagem em 2020, esse número saltou para 177 e, no ápice da crise hídrica em 2021, atingiu a marca de 511 emissões, representando um crescimento exponencial de aproximadamente 508% em relação ao início do período estudado. Este salto quantitativo confirma a percepção de que, diante da falência temporária dos mananciais superficiais, os usuários recorrem à perfuração de poços como estratégia de sobrevivência econômica e garantia de abastecimento.

Por fim, observa-se que em 2023, embora a pluviosidade tenha retornado a níveis elevados (superando 2500 mm em algumas estações), a demanda por outorgas permaneceu em 415 registros, um valor ainda muito superior à média de 2018. Isso indica que a estrutura de consumo hídrico da região mudou permanentemente, consolidando as águas subterrâneas como peça fundamental da matriz de abastecimento do Sudoeste, independentemente da normalização dos índices de chuva.

A confirmação dessa crise não se restringe aos dados estatísticos; ela é corroborada por registros da imprensa regional que, em meados de 2020 e 2021, caracterizaram o período como uma das estiagens mais severas da história do Sudoeste paranaense. Tais notícias funcionam como evidências qualitativas do estresse hídrico que impulsionou a sociedade a buscar segurança nas reservas do sistema aquífero.

Para iniciar a discussão, Santos (2000) em sua obra 'Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal' esclarece que, continuamente, sob o viés perverso cultivado no processo de globalização a informação sobre a realidade das pessoas é distorcida transformada em uma fábula. A análise do real, produzida por meio das interações entre as pessoas sobre o que concretamente ocorre, é substituída de modo tendencioso pelos conteúdos produzidos pela mídia.

Analogamente pode-se relatar que, no contexto da seca, a narrativa midiática do desabastecimento iminente acelera a percepção de escassez, legitimando a perfuração desenfreada de poços artesianos como uma estratégia de sobrevivência econômica e doméstica, muitas vezes, ignorando os limites de recarga do aquífero e os riscos de exaustão a longo prazo.

Para evidenciar como essa narrativa foi articulada e disseminada durante os anos de crise hídrica mais acentuada no estado, o Quadro 4, apresenta alguns dos registros jornalísticos que ilustram a abordagem mediática sobre a escassez.

Quadro 11. Matérias de 2021 e 2022 sobre o período de estiagem no Paraná, publicados nas mídias digitais e plataformas de jornais de notícias.

Manchete	Data da Publicação	Fonte	Link de acesso
Chuvas em Julho Ficaram Novamente Abaixo da Média Histórica	07/08/2021	ARAÚJO, Jônatas. Jornal de Beltrão . Geral-Arquivo (<i>on-line</i>).	https://jornaldebeltroa.com.br/geral-arquivo/chuvas-em-julho-ficaram-novamente-abaixo-da-media-historica/
Prefeito Decreta Situação de Emergência em Beltrão	29/12/2021	FRANCISCO BELTRÃO. Prefeitura Municipal. Notícias do Poder Executivo. (<i>Site oficial</i>).	https://franciscobeltrao.pr.gov.br/noticias/poder-executivo/prefeito-decreta-situacao-de-emergencia-em-beltrao/
Situação de Emergência na Região Devido a Estiagem é Debatida na Amsop	12/05/2021	PPNEWS – Jornal (<i>on-line</i>).	https://ppnewsfb.com.br/situacao-de-emergencia-na-regiao-devido-a-estiagem-e-debatida-na-amsop/
Caminhões-Pipa Ajudam, mas Não Resolvem Problema da Estiagem no Paraná	09/03/2022	PPNEWS – Jornal (<i>on-line</i>).	https://ppnewsfb.com.br/caminhoes-pipa-ajudam-mas-nao-resolvem-problema-da-estiagem-no-parana/
Maior Seca dos Últimos Anos, Sudoeste do Paraná à Espera de Chuva!	20/12/2021	Canal youtube Dia a dia com a família BRAUN (Vídeo).	https://www.youtube.com/watch?v=cRKH1qCbSQ0
Seca Continua Severa No Sudoeste e Agrava Abastecimento Em Cidades da Região	18/02/2022	CGN – Jornal. Página Paraná (<i>on-line</i>).	https://cgn.inf.br/noticia/687589/seca-continua-severa-no-sudoeste-e-agrava-abastecimento-em-cidades-da-regiao
Maior Crise Hídrica da História do Paraná Lança Desafios de Múltiplas Frentes	04/09/2021	Folha de Londrina. Jornal digital, Reportagem (<i>on-line</i>).	https://www.folhadelondrina.com.br/reportagem/maior-crise-hidrica-da-historia-do-parana-lanca-desafios-em-multiplas-frentes-3100476e.html

Fonte: Elaboração da autora, 2025.

Curiosamente, a análise do ano de 2022, revela um dos maiores números de emissão de outorgas, 521, mesmo com o início da recuperação das chuvas. Este fenômeno sugere uma consolidação da iniciativa de superar a experiência traumática da escassez hídrica, por meio da perfuração de poços, não necessariamente acompanhada por mudanças de comportamento de consumo ou de mobilização quanto a conservação da água superficial.

Segundo Tucci (2002), a gestão de recursos hídricos no Brasil frequentemente ocorre de forma reativa, no qual o planejamento e a busca por fontes alternativas são impulsionados pela ocorrência de eventos críticos. Nesse sentido, a busca pela alternativa de água subterrânea reflete a tentativa de garantir a segurança hídrica em períodos de baixa disponibilidade superficial, como mecanismo estratégico para enfrentar incertezas climáticas futuras.

O comportamento observado nas outorgas evidencia que a intensificação do uso da água subterrânea não ocorre sem consequências. Conforme adverte Santos (1996) a natureza transformada pelo trabalho humano, mediada pelo uso da técnica e predominantemente influenciado pela lógica produtivista, tende a compor ambientes cada vez mais complexos e hostis, sobretudo, para a parcela da sociedade menos favorecida

pela lógica do capital. Nesse contexto o autor explicita os limites de um modelo de uso que prioriza a continuidade produtiva em detrimento do equilíbrio ambiental.

Desse modo as crises hídricas não podem ser compreendidas apenas como resultado de limites físicos ou climáticos, mas como processos socialmente construídos, marcados por decisões políticas, econômicas e institucionais que regulam o acesso, o uso e a distribuição da água (Trottier, 2008). Essa perspectiva desloca o debate da escassez natural para a análise das relações de poder que definem quem se apropria dos recursos hídricos e em que condições.

Alier (2007) contribui com essa discussão ao evidenciar que os conflitos ambientais emergem, sobretudo, quando diferentes formas de valoração da natureza entram em disputa. No caso da água, especialmente das águas subterrâneas, a lógica produtiva e econômica tende a se sobrepor às dimensões sociais e ecológicas, aprofundando desigualdades e pressionando territórios mais vulneráveis.

Essa dinâmica se expressa de maneira concreta nos conflitos pelo acesso à água e na fragilidade dos instrumentos de gestão, como as outorgas, sobretudo em períodos de escassez, pois quem tem condição, no período de estiagem vai emitir uma outorga e solicitar a perfuração, e quem não tem?

A assimetria no acesso ao recurso revela a face mais perversa da crise: a transformação da carência em valor de mercado. Segundo Shiva (2006, p. 120), “a escassez de água é claramente uma fonte de lucros corporativos”.

É o que Villar (2013), nos assegura, pois o reconhecimento da água como direito humano não elimina os conflitos, mas revela as tensões entre o uso econômico do recurso e sua função social, exigindo arranjos institucionais capazes de garantir justiça hídrica e governança efetiva, inclusive no que se refere às águas subterrâneas.

A expansão da malha de poços tubulares e o aumento expressivo na emissão de outorgas, evidenciados entre 2018 e 2023, não podem ser dissociados da variabilidade climática que marca a “contingência climática” do século XXI (Mendonça, 2010). Enquanto os registros de precipitação em milímetros (mm) flutuam entre anos de seca severa e episódios de chuvas torrenciais, a resposta social e econômica tem sido a busca por uma “estabilidade” artificial, por meio da exploração subterrânea.

Esse crescimento, muitas vezes medido em porcentagens de perfuração que ignoram os limites físicos da recarga hídrica, pode ser refletido na transição de um cenário de incerteza climática para uma estratégia de adaptação individual. O que a médio e longo prazos pode causar inúmeras consequências socioambientais negativas.

Com o intuito de auferir quantitativamente se a evolução do montante de outorgas de perfuração de poços manteve proporcionalidade com a variação pluviométrica do período, realizou-se um comparativo entre os percentuais obtidos na oscilação pluviométrica das estações da Simepar no Sudoeste (Quadro 12) e a variação do número de outorgas de perfuração apresentadas nos municípios dentro do período (Quadro 7).

Quadro 12. Comparativo estatístico de precipitação: valores absolutos (mm) e variações percentuais (%) entre anos de mínima e máxima

Cidade	Média (mm)	Ano + Seco	Mínimo (mm)	Redução vs média	Ano + Chuvoso	Máximo (mm)	Aumento vs média
Palmas	1665,5	2022	1201,0	-27,8%	2023	2264,8	+35,9%
Pato Branco	1753,8	2022	1170,0	-33,2%	2023	2637,2	+50,3%
Capanema	1648,1	2021	1278,8	-22,4%	2023	2069,6	+25,5%
Fco. Beltrão	1876,2	2020	1366,4	-27,1%	2023	2614,6	+39,3%

Fonte: Dados Simepar, adaptado pela autora.

De acordo com o Quadro 12, a análise dos índices pluviométricos entre 2018 e 2023, revelam um período de acentuado estresse hídrico, com picos de seca variando entre os anos de 2020 e 2022. O município de Pato Branco apresentou a maior severidade, registrando em 2022 um volume de apenas 1170,0 mm, o que representa uma redução de 33,3% em comparação à média do período 1753,8mm. De forma análoga, Palmas e Francisco Beltrão apresentaram déficits significativos de 27,9% e 27,2%, respectivamente.

No que tange à dinâmica de outorgas de perfuração, o cálculo realizado indica crescimento, conforme sistematizado no Quadro 14.

Quadro 13. Dinâmica de perfuração e indicadores de crescimento de poços artesanais por município

Município	Média (Poços /Ano)	Ano Mínima	Qtd. Mínima	Ano Máxima	Qtd. Máxima	Crescimento (%)
AMPÉRE	11,5	2020	0	2021	27	Novo Registro ^{24*}
BARRAÇÃO	3,83	2022	1	2021	12	1100,00%
BELA VISTA DA CAROBA	3	2021	1	2022	9	800,00%
BOA ESPERANÇA DO IGUAÇU	3	2023	3	2023	3	0,00%
BOM JESUS DO SUL	3	2020	0	2023	8	Novo Registro*
BOM SUCESSO DO SUL	4	2023	4	2023	4	0,00%
CAPANEMA	16,67	2018	2	2022	30	1400,00%
CHOPINZINHO	2	2023	2	2023	2	0,00%
CLEVELÂNDIA	4,33	2021	3	2022	6	100,00%
CORONEL DOMINGOS SOARES	2	2023	2	2023	2	0,00%

²⁴ * Indica que o município não possuía perfurações no ano de mínima (0 poços), tornando o cálculo de crescimento percentual tecnicamente infinito.

Continuidade dos dados do Quadro 13..

CORONEL VIVIDA	6,5	2019	1	2021	11	1000,00%
CRUZEIRO DO IGUAÇU	6	2018	3	2022	12	300,00%
DOIS VIZINHOS	30,83	2019	22	2022	53	140,91%
ENÉAS MARQUES	15,17	2018	6	2023	27	350,00%
FLOR DA SERRA DO SUL	8	2023	8	2023	8	0,00%
FRANCISCO BELTRÃO	42,67	2018	7	2022	94	1242,86%
HONÓRIO SERPA	2,33	2020	0	2022	6	Novo Registro*
ITAPEJARA D'OESTE ^{25*}						
MANFRINÓPOLIS	5	2023	5	2023	5	0,00%
MANGUEIRINHA	4	2023	4	2023	4	0,00%
MARIÓPOLIS	4,67	2020	1	2021	10	900,00%
MARMELEIRO	17,75	2020	1	2023	24	2300,00%
NOVA ESPERANÇA DO SUDOESTE	5	2023	5	2023	5	0,00%
NOVA PRATA DO IGUAÇU	16,5	2020	8	2022	23	187,50%
PALMAS	6,6	2019	2	2022	10	400,00%
PATO BRANCO	10,33	2018	3	2022	21	600,00%
PÉROLA DO OESTE*						
PINHAL DE SÃO BENTO	1,5	2020	0	2022	5	Novo Registro*
PLANALTO	13,83	2018	1	2021	33	3200,00%
PRANCHITA	6	2019	3	2023	10	233,33%
REALEZA	14,5	2018	5	2021	24	380,00%
RENASCENÇA	6,75	2020	2	2022	11	450,00%
SALGADO FILHO	5	2020	1	2021	12	1100,00%
SALTO DO LONTRA	13	2018	1	2022	30	2900,00%
SANTA IZABEL DO OESTE	18,25	2020	14	2022	23	64,29%
SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE	9	2023	9	2023	9	0,00%
SÃO JORGE D'OESTE*						
SAUDADE DO IGUAÇU	1,5	2021	1	2022	2	100,00%
SULINA	3,17	2020	1	2021	7	600,00%
SÃO JOÃO	4,2	2019	1	2022	8	700,00%
VERÊ	11,5	2023	1	2022	25	2400,00%
VITORINO	4,83	2019	0	2020	9	Novo Registro*

Fonte: Dados IAT (2018-2023) Adaptado pela autora.

Conforme o Quadro 13, a análise das séries temporais de precipitação e da evolução de pedidos de outorgas para perfuração de poços artesianos, demonstra um fenômeno de "corrida pela água" que transcende a análise estatística e expõe a fragilidade na gestão territorial dos recursos hídricos no Sudoeste do Paraná.

Excetuando dois municípios, Barracão e Verê que, embora tenham realizado volume de solicitações importantes dentro do período analisado (Barracão 1.100% no ano de 2021 e Verê 2.400% no ano de 2022) apresentaram decréscimo do número de pedidos de perfuração ao longo do tempo, todos os demais municípios da região Sudoeste apresentam crescimento do número de pedidos para outorga de poços. Sendo que, dentre esses, sete mostraram crescimento superior a 1000%.

Esses municípios são reapresentados no quadro 14:

²⁵ Municípios sem registro de outorgas pelo período estudado.

Quadro 14. Municípios com percentuais de crescimento de poços artesianos maiores que 1000% no período analisado

Município	Média (Poços/Ano)	Ano Mínima	Qtd Mínima	Ano Máxima	Qtd Máxima	Crescimento (%)
CAPANEMA	16,67	2018	2	2022	30	1400,00%
CORONEL VIVIDA	6,5	2019	1	2021	11	1000,00%
FRANCISCO BELTRÃO	42,67	2018	7	2022	94	1242,86%
MARMELEIRO	17,75	2020	1	2023	24	2300,00%
PLANALTO	13,83	2018	1	2021	33	3200,00%
SALGADO FILHO	5	2020	1	2021	12	1100,00%
SALTO DO LONTRA	13	2018	1	2022	30	2900,00%

Fonte: Dados IAT (2018-2023) Adaptado pela autora.

Embora o cálculo seja direcionado à proporcionalidade entre o comportamento das chuvas e a busca das águas subterrâneas para abastecimento na região, a gravidade dessa realidade evidencia que, apenas nos sete municípios evidenciados pela Quadro 14, foram perfurados anualmente 115 poços ao longo do período de 2018 e 2023, totalizando, apenas circunscritos às áreas desses sete municípios, o acréscimo de 575 em cinco anos.

Ao confrontar o déficit pluviométrico em sua condição mais severa, registrada entre os anos de 2020 e 2022 chegou a 33,2% abaixo da média de chuvas na estação de Pato Branco, e o número de portarias para emissão de outorgas neste município, é possível observar que o Sistema Aquífero Serra Geral passou a ser explorado cada vez mais como uma reserva estratégica de fornecimento planejado e, presumivelmente, como uma válvula de escape emergencial para a falência dos sistemas de captação superficial que expressam maior fragilidade durante os anos de maior escassez, mas de modo nitidamente agigantado em relação a proporcionalidade dos dados.

Neste sentido, surge uma reflexão necessária: até que ponto essa transferência abrupta da demanda hídrica para o subsolo é sustentável a longo prazo? O que ocorre é a construção de uma crise de escassez ainda mais complexa?

Geograficamente, a sobreposição entre os anos de mínima pluvial e os picos de perfuração sugerem um padrão cultural, econômico e político de gestão reativa, contexto em que o planejamento estratégico voltado a médio e longo prazos cede lugar ao desespero hídrico e às iniciativas individualistas, precárias e imediatistas. Diante disso, cabe questionar: quais serão as consequências para o nível estático dessas reservas subterrâneas se o próximo ciclo de seca encontrar um aquífero já sobrecarregado por milhares de novas captações?

Sob o olhar da geografia física e da hidrogeologia, a superexploração de um aquífero fraturado, como o basalto que constitui a Formação Serra Geral que abastece a região, apresenta riscos de interferência mútua e exaustão local que raramente são

considerados no momento de decisão da perfuração particular para a solução de problema imediato.

O salto de 1.242% nas perfurações em Francisco Beltrão e de 3.200% em Planalto, indica a pressão antrópica sobre o meio físico que desafia o tempo de recarga natural das águas subterrâneas. Se a recuperação pluviométrica de 2023, que superou os 50% acima da média em algumas cidades, não reduziu o ritmo de novas obras, a pesquisa levanta a possibilidade que possa ocorrer mudança determinante na paisagem hídrica regional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa evidenciou correlação significativa entre a diminuição dos índices pluviométricos e o aumento das solicitações de outorga para o uso da água subterrânea por meio da perfuração de poços. Os resultados demonstram que os anos de menor precipitação concentraram os maiores volumes de outorgas emitidas, revelando uma resposta direta às condições de estiagem. A análise individualizada por município e por setores de uso permitiu identificar que os setores agropecuário e residencial configuram-se como os principais demandantes de novas fontes de captação de água subterrânea na região estudada.

Além de indicar uma forte dependência regional das águas subterrâneas como estratégia imediata e reativa frente aos eventos de estiagem, os dados organizados na dimensão têmporo-espacial da pesquisa evidenciam a extrapolação do uso desse recurso como paliativo às variações pluviométricas. Tal constatação se expressa não apenas pelo número de solicitações de exploração da água subterrânea, como também pela tendência observada no volume de documentos tramitados por setores, como o residencial — historicamente abastecido por mananciais superficiais —, além da continuidade do crescimento dos pedidos de outorga em patamares superiores aos próprios déficits de precipitação observados no período analisado.

A pesquisa alerta para a possibilidade de que outros fatores de origem antrópica estejam contribuindo para a escassez hídrica superficial, agravando o desequilíbrio do sistema de abastecimento regional. Esse cenário reforça a necessidade de compreender de forma integrada a dinâmica entre águas superficiais e subterrâneas, cuja interdependência é incontestável no funcionamento do sistema hidrológico.

Nesse sentido, os resultados obtidos corroboram a percepção da questão problema, de que a redução da precipitação explica apenas parcialmente o aumento da perfuração de poços na região. Os números expressivos, contínuos e crescentes de solicitações de outorga de águas subterrâneas acumuladas ao longo dos anos evidenciam uma estratégia inadequada de atendimento às demandas hídricas, centrada na intensificação da exploração dos aquíferos. Esse aumento do consumo não decorre exclusivamente do crescimento populacional ou econômico, mas está fortemente associado à instabilidade no fornecimento de mananciais superficiais, frequentemente negligenciados no planejamento e que apresentam colapsos mesmo na ausência de estiagens severas. A perfuração indiscriminada de poços revela, ainda, a fragilidade do

conhecimento técnico e social acerca dos processos de recarga e circulação hídrica subterrânea por parte dos demandantes.

Diante desse contexto, há indícios que a intensificação da perfuração de poços, liderada pelo setor agropecuário e seguida pelos usos residenciais e públicos, eclipsa a insuficiente discussão sobre um planejamento territorial orientado pela prudência ecológica. Trata-se de uma lógica de gestão que prioriza a continuidade produtiva imediata em detrimento da manutenção do equilíbrio dos sistemas aquíferos.

Embora a Educação Ambiental se apresente como instrumento estratégico, sua aplicação ainda é deficitária na promoção da formação necessária quanto às limitações físicas de recarga dos aquíferos, tornando indispensável a desnaturalização da crise hídrica e sua compreensão como um processo socialmente construído. Frente à vulnerabilidade climática identificada, torna-se mister a adoção de políticas públicas que superem soluções emergenciais e de curto prazo, para tanto é preciso que a população seja mobilizada.

Considera-se que os dados gerados nesta etapa da pesquisa possuem potencial para subsidiar processos participativos fundamentados na Educação Ambiental, voltados à problematização da crise hídrica no território. Essa abordagem deve salientar a compreensão da escassez como fenômeno socioambiental, evidenciando que a perfuração emergencial e recorrente de poços tende a ocultar a ausência de um planejamento territorial sustentável. Nesse sentido, um dos principais desdobramentos práticos desta análise consiste em incentivar o engajamento da comunidade na gestão política dos recursos hídricos, reconhecendo os limites físicos da recarga fissural e os riscos de exaustão local em cenários de crescente incerteza climática.

Recomenda-se, para estudos futuros, o aprofundamento das investigações sobre as políticas públicas municipais voltadas ao enfrentamento do estresse hídrico, com vistas à construção de um novo paradigma de gestão que substitua a estratégia da perfuração imediata por ações estruturais, como a conservação dos mananciais, a recuperação de nascentes e a indução da recarga hídrica.

Nesse contexto, oportuniza-se a sugestão de recomposição do fluxograma de tramitação das solicitações de outorgas no qual o mesmo protocolo vincule todas as fases da petição, contribuindo para maior discernimento das etapas institucionais de regularização para concessão de exploração da água subterrânea.

O georreferenciamento detalhado das outorgas de captação de água — contemplando informações sobre localização, vazão e profundidade dos poços —

configura-se como ferramenta essencial para assegurar a transparência e a democratização dos dados. Somente por meio da sistematização e disponibilização pública dessas informações, será possível sustentar uma gestão participativa e inclusiva, capaz de proteger a segurança hídrica regional e assegurar a qualidade do patrimônio hídrico subterrâneo para as gerações presentes e futuras.

Ademais, ações de recuperação da vegetação nativa mostram-se fundamentais para ampliar a permeabilidade do solo e a eficiência da recarga, mitigando o risco de esgotamento dos poços durante períodos prolongados de estiagem.

Conclui-se que a perfuração emergencial de poços, embora atue como resposta imediata às crises de abastecimento, pode contribuir para o processo de degradação dos recursos hídricos no Sudoeste do Paraná.

Ao desnaturalizar a crise hídrica, frequentemente atribuída exclusivamente a fatores climáticos, aponta-se a falência temporária dos mananciais superficiais como resultado de escolhas territoriais e institucionais realizadas até o momento. Assim, o tema deve ser objeto de amplo debate social por meio de processo educativo envolvendo toda a população regional, que compartilha o direito e o dever de reconhecer a água como recurso natural essencial, limitado e de domínio coletivo. Defendê-la e preservá-la com responsabilidade e urgência constitui condição indispensável para garantir esse direito a todos que escolherem o chão do Sudoeste do Paraná para viver.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Água no mundo**. Brasília: ANA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo> . Acesso em: 10 abr. 2025.

ALMEIDA, Leonardo de. **Hidrogeologia das águas subterrâneas no Brasil**. Agência Nacional de Águas – Oficina de Intercâmbio. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: <https://progestao.ana.gov.br/destaque-superior/eventos/oficinas-de-intercambio-1/aguas-subterraneas-1/oficina-aguas-subterraneas-brasilia-2016/apresentacoes-ana/ana-1-hidrogeologia-leonardo-de-almeida.pdf> Acesso em: 10 abr. 2025.

ALIER, Joan Martínez. *O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração*. São Paulo: Contexto, 2007.

ALY JUNIOR, Osvaldo. Serviços ecossistêmicos e a gestão integrada de recursos hídricos: um diálogo com a contribuição de Aldo Rebouças. **Revista NEADS**. V. 1, 2020. São Paulo: IFSP. Disponível em: <http://neads.btv.ifsp.edu.br/ojs/index.php/revneads/article/view/12>. Acesso em: 03 abr. 2025.

AMBIENTEBRASIL. **Água subterrânea e o meio ambiente**. Disponível em: https://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/aguas_subterraneas/agua_subterranea_e_o_meio_ambiente.html . Acesso em: 23 abr. 2025.

ANDRADE, Carlos Drummond de. **A rosa do povo**. 27 ed. Rio de Janeiro: Record, 2003.

ARMOND, Nubia Beray. Contribuições à reflexão sobre a Geografia Física no Brasil: uma abordagem epistemológica. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. 13., 2009, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2009. CD-ROM.

ATHAYDE, Gustavo Barbosa. ATHAYDE, Camila de Vasconcelos Müller. AMARAL, Bianca do. TAVARES, Diego A. GARCIA, Lucas H. BENASSI, Simone F. **Águas invisíveis: o papel fundamental das águas**. III Workshop NIT: Dados, Informações e Conhecimento a Serviço da Gestão territorial e Segurança Hídrica". Itaipu Binacional: Parque Tecnológico Itaipu (PTI) – Núcleo de Inteligência Territorial (NIT) – Laboratório de Pesquisa Hidrogeológica (LPH). Foz do Iguaçu, 2021.

AUGE, Miguel. VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS. **Hidrogeologia**, [S. l.], v. 4, 2004. DOI: 10.5380/hg.v4i0.2652. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/hidrogeologia/article/view/2652> . Acesso em: 20 jul. 2025.

BARBOSA, Isabella Nogueira Bittar de Castilho; CARNEIRO, Celso Dal Ré; CARVALHO, Ana Maciel de; MIGUEL, Gisele Francelino. Conhecer e conservar aquíferos: como torná-los visíveis? **Terrae Didática**. Campinas, SP, v. 16, p. e020018, 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8658299>. Acesso em: 22 jan. 2025.

BLAIN. Gabriel Constantino. KAYANO, Mary Toshie. **118 anos de dados mensais do Índice Padronizado de Precipitação**: série meteorológica de Campinas, estado de São Paulo. Revista Brasileira de Meteorologia. v.26, n.1, 137 - 148, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000100012> . Acesso em: 20 jul. 2025.

BRAGA, Junior., Pinto F, Benedito. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. . São Paulo: Prentice Hall. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/3b2355b9-4dd9-4ab7-90f2-b6ef013f8ced/Hespanhol-2002-introducao.pdf> . Acesso em: 23 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm . Acesso em: 23 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr.1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm . Acesso em: 03 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global**. Rio de Janeiro: 1992. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br> Acesso em: 16 set. 2024.

CACHAPUZ, Antonio. *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2. ed., São Paulo: Cortez, 2011.

CALLAI, Helena Copetti. **A formação do profissional da Geografia: o professor**. Ijuí: Unijuí, 2013.

CARDONA, Omar D. **Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos**. Tese (Doutorado em Engenharia Sísmica) – Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2001. Disponível em: <https://www.tdx.cat/handle/10803/6219#page=3>. Acesso em: 15 de jul. de 2025.

CARVALHO, Izabel Cristina de Moura. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2009.

CASTROGIOVANI, Antonio Carlos.; CALLAI, Helena. Copetti.; KAERCHER, Nestor Andre. **Ensino de Geografia – práticas e textualizações no cotidiano**. Porto Alegre: Editora Mediação, 11ª ed. 2014.

CAVALCANTI, Lana de Souza. Ensino de Geografia e Diversidade: construção de conhecimentos geográficos escolares e atribuição de significados pelos diversos sujeitos do processo de ensino. São Paulo: Contexto, 2006.

CAVALCANTI, Lana de Souza. Concepções teórico-metodológicas da Geografia escolar no mundo contemporâneo e abordagens no ensino. In: SANTOS, L. L. C. P. et al. (org.). **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p. 311–392.

CEPAL. **Vulnerabilidad social: conceptos e indicadores**. Santiago do Chile: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, 2002.

CUNHA, Ana Paula Martins do Amaral. MARCHEZINIB, Victor. LINDOSO, Diego Pereira. SAITO, Silvia Midori. ALVALÁ, Regina Célia dos Santos. Desafios para a Consolidação de um Sistema de Alerta de Risco de Desastre Associado às Secas no Brasil. In: **Sustentabilidade em Debate** - Brasília, v. 10, n.1, p. 60-76, abr/2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/19380>. Acesso em: 08 jul. de 2025.

CUSTÓDIO, Emilio. Consideraciones sobre el concepto de vulnerabilidad de los acuíferos a la polución. In: **Seminário Hispano – Argentino sobre temas actuales de hidrología subterránea**, 2., 1995, San Miguel de Tucumán. Anais... San Miguel de Tucumán: [s. n.], 1995. p. 99–122.

DANELON, Jean Roger Bombonato. BARCELOS, Anna Carolina. Processos antropogênicos induzidos em ambientes urbanizados. In: **Mercator**. Fortaleza, v.21, e21033 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/rm2022.e21033>. Acesso em: 03 fev. 2024.

FARIAS, Ariadne Sílvia de. **Inundações urbanas em Francisco Beltrão/PR: riscos e vulnerabilidades socioambientais**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2019. (Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/66322>. Acesso em: 04 jul. 2025.

FONSECA, Cesar Paulo. **Caracterização hidrogeológica do Aquífero Serra Geral no Estado do Paraná**. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004

FOSTER, Stephen e HIRATA, Ricardo. **Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas: una metodología basada en datos existentes**. Peru: CEPIS. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/d15340b5-10e7-4556-9811-6d4b04629cfc/3128929%20-%20obra%20completa.pdf> . Acesso em: 04 mar. 2024, 1991.

FOSTER, Stephen.; HIRATA, Ricardo.; GOMES, Daniel; D'ELIA, Monica; PARIS, Marta. **Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. São Paulo: Servmar – Serviços Técnicos Ambientais, Banco Mundial. Edição brasileira 2006.

FOSTER, Stephen; HIRATA, Ricardo. **Avaliação do risco de poluição das águas subterráneas: uma metodologia baseada em dados existentes**. Organização Mundial de Saúde, Organização Pan-americana de Saúde, Centro Pan-americano de Engenharia Sanitária e Ciências Ambientais. Lima, 78 p.1988.

FREEZE, R. Allan.; CHERRY, John. A. **Groundwater**. Hoboken: Prentice Hall, 1979.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

GARCIA, Lucas Henrique. BENASSI, Simone Frederigi. ATHAYDE, Camilla de Vasconcelos Muller. GUGISH, Rolf Massao Satake. **As águas invisíveis na bacia hidrográfica Paraná 3:** contribuição ao entendimento da interação entre as águas subterrâneas e superficiais em aquífero fraturado vulcânico. Ebook Itaipu Binacional: Parque Tecnológico Itaipu (PTI), Núcleo de Inteligência Territorial (NIT), Laboratório de Pesquisa Hidrogeológica (LPH), UFPR. Disponível em: https://www.itaipuparquetec.org.br/wp-content/uploads/2024/11/E-book_BP3_final-1.pdf. Acesso em: 08 jun. 2024.

GESSI, Elisandra Aparecida Callegari. **A água na educação ambiental:** discussão sobre o ciclo hidrossocial a partir da pegada hídrica cinza da soja na região sudoeste do Paraná. PPGG - UNIOESTE, Francisco Beltrão, 2023. (Tese de Doutorado em Geografia). Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/6664/5/Elisandra%20A.%20C.%20Gessi%202023.pdf>. Acessado em: 10 mai 2024.

GIDDENS, Anthony. A conscientização social frente aos desafios ambientais. In: **Sustentabilidade e sociedade**. São Paulo: Editora XYZ, 2014.

GOMES, Marco Antonio Ferreira, PEREIRA, Lauro Charlet. **Cenário mundial dos recursos hídricos subterrâneos e desafios para a sustentabilidade**. Brasília: EMBRAPA, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1127621/1/Gomes-Cenario-mundial-2020.pdf> Acesso em: 15 abr. 2024.

HIRATA, Ricardo. Gestão das águas subterrâneas: realidade e perspectivas. In: REBOUÇAS, A. C. *et al.* **Água: um bem público**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. Acesso em: 10 mai. 2025.

HIRATA, Ricardo. SUHOGUSOFF, Alexandra. MARCELLINI, Silvana Susko. VILLAR, Pilar Carolina. MARCELLINI. **As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo / Instituto de Geociências, 2019. Disponível em: https://igc.usp.br/igc_downloads/Hirata%20et%20al%202019%20Agua%20subterranea%20e%20sua%20importancia.pdf. Acesso: 20 ago. 2025.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Glossário de termos: gestão de recursos hídricos e meio ambiente**. 2ª ed. Belo Horizonte: IGAM, 2012. 116 p.

JACOBI, Pedro Roberto. FRACALANZA, Ana Paula. EMPINOTTI, Vanessa. **Governança da água no contexto iberoamericana:** inovação em processos. São Paulo: GovAmb: ProcamUSP: Annablume Cidadania e Meio Ambiente, 2015.

JELINEK, Andrea Ritter. **Contribuições à geologia do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Geologia. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura, 2021.

KRENAK, Ailton Alves Lacerda. **O amanhã não está à venda**. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

LACOSTE, Yves. **A geografia, isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra.** Campinas: Papirus, 1988.

LEINZ, Viktor. AMARAL, Sérgio Estanilau do. **Geologia Geral.** 14ª ed., revisada. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003.

LEME, Rosana Cristina Biral. **Desenvolvimento e meio ambiente: uma avaliação das políticas na Mesorregião Sudoeste do Paraná.** 2007. 305 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2007.

LOUREIRO, Carlos B. Frederico. **Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental.** Educação & Sociedade, v. 26, p. 1473-1494, 2005.

LOUREIRO, Carlos B. Frederico. **Educação ambiental: questões de vida.** São Paulo: Cortez, 2019.

LOUREIRO, Carlos B. Frederico. **Educação ambiental transformadora.** In: LAYRARGUES, P. P. (Org.). **Identidades da Educação Ambiental Brasileira**, p. 65–84. Brasília: MMA, 2004.

LUME. **Água subterrânea no Brasil: usos, gestão e desafios.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/12689>. Acesso em: 23 abr. 2025.

MARX, Karl.; ENGELS, Frederich. **A ideologia alemã.** 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

MATOS, Kelma Socorro Alves Lopes. de. **Educação ambiental e sustentabilidade II.** Fortaleza: Edições UFC, 2010.

MENDONÇA, Francisco. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos a contingência climática. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 9, n. 1, p. 153-163, 2010.

MILANI, Edison José; MELO, José Henrique Gonçalves de; SOUZA, Paulo Alves de; FERNANDES, Luiz Alberto; FRANÇA, Almério Barros. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265–287, 2007. Disponível em: <https://bgp.petrobras.com.br/bgp/article/view/310>. Acesso em: 16 jul. 2025.

NEVES, Delma Pessanha. Agricultura familiar. In: MOTTA, Márcia. (org.). **Dicionário da terra.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

NISKIER, Arnaldo. **Filosofia da Educação uma visão crítica.** São Paulo: Loyola, 2001.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável (SEDEST). Instituto Água e Terra (IAT). **Emissão para outorga do uso da água aumentou 42% em 2024, aponta IAT.** 01/01/2025. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Noticia/Emissao-para-outorga-do-uso-da-agua-aumentou-42-em-2024-aponta-IAT>. Acessado em: 16 out. de 2025.

PARANÁ. Secretaria do Desenvolvimento Sustentável (SEDEST). **Plano Estadual de Ação Climática 2024-2050 (PAC – PR)** - Análise climática e determinação da vulnerabilidade dos municípios paranaenses em face das mudanças climáticas. Resumo executivo. SEDEST: Curitiba, 2023.

PARANÁ. Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo (SEDEST). **Programa Paranaense de Mudanças Climáticas (PARANACLIMA)** - Plano de Trabalho Anexo ao Contrato de Gestão entre SEDEST e SIMEPAR. SEDEST: Curitiba, 2020. Disponível em: https://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-06/plano_de_trabalho_paranaclima_-_sedest_e_simepar_vfinal.pdf. Acessado em: 07 jul. de 2025.

PARANÁ - Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo (SEDEST). **Comitê dos afluentes do Baixo Iguaçu**. Descrição e diagnóstico da unidade hidrográfica dos afluentes do baixo Iguaçu com vistas à criação do comitê de bacia. 2012. Disponível em: https://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/migrados/File/CERH_-_19_RO/caracterizacao_diagnostico_ugrhi_baixo_iguacu.pdf. Acessado em: 07 jul. de 2025.

PARANÁ. Águas Paraná - Instituto das Águas do Paraná/Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos–PLERH/PR**. Resumo Executivo. Curitiba: SEMA, 2011

PARANÁ. Águas Paraná - Instituto das Águas do Paraná/Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Diagnóstico das Demandas e Disponibilidades Hídricas Superficiais** – Produto 1.1, Anexo I, Revisão Final. Curitiba: SEMA, 2010.

PITANO, Sandro de Castro.; NOAL, R. E. Horizontes de diálogo em educação ambiental: contribuições de Milton Santos, Jean-Jacques Rousseau e Paulo Freire. **Educação em Revista**, v. 25, p. 283-298, 2009.

PLEIN, Ivonete Terezinha Tremea. **Águas do Interior**: Soluções Alternativas Coletivas da 8ª Regional de Saúde do Paraná. PPGG - UNIOESTE, Francisco Beltrão, 2024. (Tese de Doutorado em Geografia). Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/7398>. Acessado em: 08 fev. 2025.

PONCE, Victor M. SILVA, Janaina da. **O Dilema entre o Uso de Água Subterrânea e Preservação do Ecossistema**. 2018. Disponível em: https://uon.sdsu.edu/dilema_entre_uso_de_agua_subterranea_e_preservacao_do_ecosistema.html. Acessado em: 15 mai. 2025.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2008.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Os Porquês da desordem mundial**: o desafio ambiental. Rio de janeiro: Ed. Record, 2004.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras editora, 2004.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Águas subterrâneas: usos, impactos e aspectos institucionais. In: REBOUÇAS, A. C. *et al.* **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. *et al.* **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 1994.

ROSSONI, Roger Alexandre. **O Sudoeste do Paraná sob a Ótica dos Indicadores de Análise Regional**. UEPG, 2019. Disponível em: <http://observatoriodageografia.uepg.br/files/original/4d5bae29160c7a9d0c6746108cf3790c7c66b5e1.pdf> . Acesso em: 17 jun. 2025.

SABESP. Águas subterrâneas passarão a ser classificadas para uso adequado. In **Revista Departamento de Água e Esgoto**. *On line*, 11 fev. 2009. Disponível em: <https://revistadae.com.br/site/noticia/758-Aguas-subterraneas-passarao-a-ser-classificadas-para-uso-adequado> . Acessado em: 29 jul. 2025.

SANT'ANNA, João Lima Neto. Por uma Geografia do Clima: antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. **Terra Livre**. São Paulo n. 17.2º semestre/2001. p. 49-62

SANTOS, Boaventura de Souza. **Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade**. São Paulo: Cortez; Campinas: Editores Associados, 2001.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1997.

SANTOS, Milton. O papel ativo da geografia: um manifesto. In: PEREIRA, R. M. F. do A.; PROVESI, J. R. (Org.). **Milton Santos: globalização, território e política em debate**. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2007. p. 57-66.

SAUVÉ, Lucie. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, M.; CARVALHO, I. C. de M. (Orgs.). **Educação ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 17–44.

SAUVÉ, Lucie. **Educação ambiental: possibilidades e limitações**. *Educação e Pesquisa*, v. 26, n. 2, p. 439-457, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022000000200012>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SAUVÉ, Lucie. **Educação ambiental: entre a modernidade e a pós-modernidade, entre a crise ambiental e a crise de sentido**. *Revista Educação & Realidade*, v. 35, n. 1, p. 21-44, 2010.

SCHLOSBERG, David. Reconceitualizando a justiça ambiental: a inclusão de valores políticos e éticos. **Revista de Diálogos**, v. 2, n. 1, p. 123-134, 2013.

SILVEIRA, André Luiz Lopes. Ciclo hidrológico e a bacia hidrográfica. In: TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Edusp/ABRH, 1997. p. 35–51.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, v. 5, n. 79-104, 2001.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; BASSO, L. A.; VERDUM, R. **Ambiente e lugar no urbano**. Porto Alegre: EdUFRGS, 2000.

SPINELLI, Katia. Estiagem e a vulnerabilidade social no oeste de Santa Catarina no período de 1999 a 2012. 2018. 310p. Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2018.

TÔRRES, Leandro Moraes Gomes; SILVA, Ana Isabela Tomaz da; PEIXOTO, Francisca Samia; SILVEIRA, Raquel Niedia Costa Martins da. **Uso e captação de águas subterrâneas em zonas rurais no semiárido brasileiro**. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, Macapá, n. 16, p. 95-110, 2024.

TROTTIER, Julie. *Water crises: political construction or physical reality*. Contemporary Politics, v. 14, n. 2, p. 197–214, 2008.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gestão de recursos hídricos no Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 5–31, jan./abr. 2001.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli.; HESPAHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar Cordeiro. de M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: Unesco, 2001.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Dossiê Água - Estud. avançados**. 22 (63), 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200002>. Acesso em: 10 set. 2025.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2022: águas subterrâneas: tornar visível o invisível**. Paris: UNESCO, 2022. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380726_por. Acesso em: 16 jul. 2025.

UON. **O dilema entre uso de água subterrânea e preservação do ecossistema**. Universidade Estadual de San Diego. Disponível em: <https://uon.sdsu.edu/dilema-entre-uso-de-agua-subterranea-e-preservacao-do-ecossistema.html>. Acesso em: 23 abr. 2025.

VASCONCELOS, Vitor Vieira. MARTINS JUNIOR, Paulo Pereira. HADAD, Renato Moreira. KOONTANAKULVONG, Sucharit. Recarga de Aquíferos: Epistemologia e Interdisciplinaridade. **INTERthesis - Revista Internacional Interdisciplinar da UFSC**. Vol 10, n.2, p.1 – 43. Florianópolis: UFSC, 2013. Disponível em:

file:///C:/Users/Dell/Downloads/art-RecargadeAquferos-Portugues-27163-105951-1-PB.pdf. Acesso em: 01 de jul. 2025.

VILLAR, Pilar Carolina. *Conflitos pela água e o Direito Humano à água e ao saneamento*. In: RIBEIRO, W. C. (Org.). **Conflitos e cooperação pela água na América Latina**. São Paulo: Annablume, 2013.

ZOBY, José Luiz Gomes. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. In: **Águas Subterrâneas**. 2008. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23802>. Acesso em: 22 mar. 2025.

APÊNDICE 1

Quadro 15. Dados de outorgas por município e setores de uso dos municípios de estudo durante todo o período estudado

FRANCISCO BELTRÃO	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023	1	15	5		9		37	1	6	69
2022	1	31	6		11		37		8	94
2021	1	41	2		5		21		2	36
2020		6	2		5		21		2	36
2019		8			1		3	1	1	14
2018		2			5					7
TOTAL	3	103	15		36		119	2	19	256
PATO BRANCO	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023	1	2	2		6		7	1	1	20
2022	1	4	3		3		8		2	21
2021		2			3		3			8
2020		2			2		1			5
2019					3				2	5
2018			1		2					3
TOTAL	2	10	6		19		19	1	5	62
DOIS VIZINHOS	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023	1	20	4		1		6		2	34
2022	11	25	1		5		7	2	2	53
2021	2	16					4	2	2	26
2020	14				2		8			24
2019		15	1		3		3			22
2018		2	3		13		1	5	2	26
TOTAL	28	83	9		24		29	9	8	185
CORONEL VIVIDA	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		2	2				4		1	9
2022	2	4	1		1		1			9
2021	3	5					3			11
2020	2	2	1				3			8
2019		1								1
2018					1					1
TOTAL	7	14	4		2		11		1	39
SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		6	1		1		1			9
TOTAL		6	1		1		1			9
CHOPINZINHO	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023			1						1	2
TOTAL			1						1	2
CAPANEMA	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023	9	14			1		1			25
2022	1	24			1		2		2	30
2021		11			3		4		4	22
2020		6			1		1		1	9
2019		10	1						1	12
2018					2					2
TOTAL	10	65	1		8		8		8	100
AMPÉRE	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		10			2		1	1	4	18
2022	1	10			1		2		1	15
2021	2	14			2		8		1	27
2020										0
2019		3			2		1			6
2018					2			1		3
TOTAL	3	37			9		12	2	6	69
REALEZA	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		8	3		1		4		2	18
2022	4	8	2				4	1	1	20
2021	1	13			1	1	8			24
2020	3	2	1		1		6			13
2019		3	2	1					1	7
2018			2		1		1	1		5
TOTAL	8	34	10	1	4	1	23	2	4	87
MANGUEIRINHA	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023			2	1					1	4
TOTAL			2	1					1	4

CLEVELÂNDI A	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		2					2			4
2022	1	2		1			1	1		6
2021		1					1	1		3
TOTAL	1	5		1			4	2		13
SALTO DO LONTRA	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		12			3		1			16
2022	11	15		1			3			30
2021	4	7					9			20
2020	2	1					1			4
2019		6			1					7
2018				1						1
TOTAL	17	35		2	4		14			78
MARMELEIR O	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		12	6		4		2			24
2022		16	1		1		4			22
2021		16					8			24
2020							1			1
TOTAL	44	7			5		15			71
SANTA IZABEL DO OESTE	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023	3	14	1		1		1		1	21
2022	1	16					5		1	23
2021	1	7			1		4	1	1	15
2020		4					10			14
TOTAL	5	41			2		20	1	3	73
PLANALTO	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		5			1		5			11
2022		19			4		2			25
2021	3	25					4		1	33
2020		3			2		4			9
2019		2			1			1		4
2018		1								1
TOTAL	3	55			8		15	1	1	83
NOVA PRATA DO IGUAÇU	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023	1	9	1		4				1	16
2022	5	10	1		2		3		2	23
2021	1	12					4	2		19
2020		3					5			8
TOTAL	7	34	2		6		12	2	3	66
SÃO JOÃO	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		1			1					2
2022		3	1		1		2		1	8
2021		3	1				2			6
2020	1	2					1			4
2019		1								1
TOTAL	1	10	2		2		5		1	21
BARRAÇÃO	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		2	1				1			4
2022							1			1
2021		5	1				6			12
2020					1					1
2019		3			1					4
2018		1								1
TOTAL	11	2			2		8			23
VERÊ	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023					1					1
2022	2	16			1		6			25
2021		13					8			21
2020							2			2
2019		5			1			9		15
2018				3	2					5
TOTAL	2	34		3	5		16	9		59
RENASCENÇ A	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023			3				2			5
2022	2	3	1				5			11
2021		4	1				2	1	1	9
2020		1					1			2
TOTAL	2	8	5				10	1	1	27
VITORINO	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Minera ção	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
2023		1	3		1					5
2022		1	4						2	7
2021		2	2				3			7
2020		1			1			6	1	9
2019										0
2018			1							1

TOTAL		5	10		2		3	6	3	29
MARIÓPOLIS	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		3	1		1					5
2022	3	1					3			7
2021	1	4					1	4		10
2020							1			1
2019			2		1		1			4
2018		1								1
TOTAL	4	9	3		2		6	4		26
ENEAS MARQUES	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		22	1		1		3			27
2022	4	16								20
2021		14	1				4			19
2020		4	1				2			7
2019	1	8			2		1			12
2018		2			1			3		6
TOTAL	5	66	3		4		10	3		91
PRANCHITA	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		9					1			10
2022		4						3		7
2021		1	1		1		2			5
2020			2				3			5
2019			2				1			3
TOTAL		14	5		1		7	3		30
SAUDADE DO IGUAÇU	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023										2
2022		2								1
2021				1						1
TOTAL		2		1						3
NOVA ESPERANÇA DO SUDOESTE	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		5								5
TOTAL		5								5
FLOR DA SERRA	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		8								8
TOTAL		8								8
CRUZEIRO DO IGUAÇU	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		4								4
2022	1	7		1	1		1		1	12
2021		3					1			4
2020		5								5
2019		7			1					8
2018		1		1	1					3
TOTAL	1	27		2	3		2		1	36
SALGADO FILHO	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		2						1		3
2022	2	4					1		1	8
2021	2	9					1			12
2020							1			1
2019							1			1
TOTAL	4	15					4	1	1	25
BOM JESUS DO SUL	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		8								8
2022	2	1						1		4
2021		3			1		1			5
2020										0
2019										0
2018		1								1
TOTAL	2	12			1		1	1		17
BOM SUCESSO DO SUL	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		1					3			4
TOTAL		1					3			4
SULINA	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		1					1		2	4
2022		1			1		1			3
2021		4					3			7
2020		1								1
2019		1			2					3
2018		1								1
TOTAL		9			3		5		2	19
MANFRINÓPOLIS	<i>Administração Pública</i>	<i>Agropecuária</i>	<i>Comércio</i>	<i>Geração de energia</i>	<i>Indústria</i>	<i>Mineração</i>	<i>Residencial</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Serviços</i>	<i>Total Geral</i>
2023		3					2			5

TOTAL	3			2					5	
BOA ESPERANÇA DO IGUAÇU 2023	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
		3								3
TOTAL		3								3
BELA VISTA DA CAROBA 2023	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
		1					1			2
2022		9								9
2021		1								1
2020							4			4
2019		1								1
2018					1					1
TOTAL		12			1		5			18
CORONEL DOMINGOS SOARES 2023	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
		1	1							2
TOTAL		1	1							2
HONÓRIO SERPA 2023	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
							1			1
2022		1	3				1	1		6
2021		3					1			4
2020										0
2019		1						1		2
2018					1					1
TOTAL		5	3		1		3	2		14
PINHAL DE SÃO BENTO 2023	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
		1								1
2022	1	2			1		1			5
2021		1					1			2
2020										0
2019							1			1
2018										0
TOTAL	1	4			1		3			9
PALMAS 2023	Administração Pública	Agropecuária	Comércio	Geração de energia	Indústria	Mineração	Residencial	Saneamento	Serviços	Total Geral
	1	1			2		2		1	7
2022			3		3		3	1		10
2021		2		1	4		2			9
2020		1					4			5
2019		1	1							2
TOTAL	1	5	4	1	9	0	11	1	1	33

Fonte: IAT (2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023) Elaborado pela autora.

Quadro 16. Objetivos do Plano de Ação do Programa Paranaclima

PLANO DE AÇÃO DO PARANACLIMA	
EIXOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS
POLÍTICAS AMBIENTAIS E ADAPTAÇÃO	Mapear e reestruturar políticas, mecanismos de incentivo, formação e capacitação de recursos humanos e de transmissão do conhecimento, relacionados a mudanças climáticas
EDUCAÇÃO AMBIENTAL	Desenvolver e implementar mecanismos de construção do conhecimento, ecologia de saberes, ecologia política e justiça socioambiental no âmbito da adaptação e mitigação das Mudanças Climáticas, bem como, propor diálogos entre os diversos setores e atores sociais, seguindo os objetivos e diretrizes da Política Estadual de Educação Ambiental, Política Nacional de Educação Ambiental, e tratados e acordos internacionais
AÇÕES DE MITIGAÇÃO	Atualizar o inventário paranaense de GEE; propor ferramentas de monitoramento e controle operacional informatizado
MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE, RISCO E RESILIÊNCIA	Desenvolver estudos regionais da vulnerabilidade, impactos potenciais, medidas de resiliência e adaptação às mudanças climáticas no estado do Paraná
ESTRUTURAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS	Verificar o estado da arte acerca da construção do plano estadual, considerando a atualização de conceitos e caracterização dos benefícios à sociedade e setores produtivos, de forma integrada ao Plano Nacional de Mudanças Climáticas.

Fonte: Paraná (2020, p. 11). Organizado pela autora.