

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MARIANA DE SARGES MACHADO SILVEIRA

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO
DE CIANORTE – PR**

CAMPO MOURÃO

2023

MARIANA DE SARGES MACHADO SILVEIRA

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO
DE CIANORTE – PR**

Environmental assessment of public supply sources in Cianorte – PR

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, área de concentração em Regulação e Governança de Recursos Hídricos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Profa. Dra. Maristela Denise Moresco Mezzomo

Coorientadora: Profa. Dra. Cristiane Kreutz

CAMPO MOURÃO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

A Antônio Marcos Silveira (*in memoriam*),
um grande incentivador do meu trabalho.

19/06/2023, 14:47



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão**



MARIANA DE SARGES MACHADO

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE CIANORTE-PR

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Gestão E Regulação De Recursos Hídricos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Regulação E Governança De Recursos Hídricos.

Data de aprovação: 19 de Junho de 2023

Dra. Maristela Denise Moresco Mezzomo, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Cristiane Kreutz, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Felipe Martins Damaceno, Doutorado - Universidade Estadual de Maringá (Uem)

Dr. Robertson Fonseca De Azevedo, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 19/06/2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos alcançadas até aqui.

Agradeço à pequena Luiza, quem me motiva todos os dias a ser uma pessoa melhor e lutar pelos meus objetivos.

Agradeço aos meus pais, por todo incentivo e apoio nessa jornada, sempre me encorajando e me apoiando.

Agradeço ao meu companheiro Ronaldo, seu amor, apoio e compreensão foram fundamentais nesta etapa desafiadora.

Agradeço à Prof. Maristela pela orientação deste trabalho e por todo o conhecimento compartilhado. Agradeço à Prof. Cristiane, coorientadora deste trabalho, pelas ricas contribuições feitas.

Agradeço aos inúmeros amigos e familiares que tornaram esse sonho possível.

Agradeço aos professores do ProfÁgua, pela dedicação e conhecimentos transmitidos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA/AUXPENº 2717/2015.

RESUMO

Os mananciais de abastecimento público são fontes de água subterrâneas ou superficiais essenciais para a vida no planeta. No entanto, muitos desses mananciais estão atualmente degradados o que traz como consequência o agravamento do cenário de escassez hídrica, o aumento dos custos com o tratamento da água e o comprometimento da saúde da população e da qualidade ambiental. Nesse cenário, este trabalho realizou um diagnóstico e um prognóstico ambiental nas áreas do atual manancial de abastecimento, o ribeirão Bolívar, e do futuro manancial, o rio Ligeiro, do município de Cianorte, Paraná. Foi realizada a caracterização dos mananciais e aplicado o Protocolo para Conservação de Mananciais (PCAM) em sete pontos. Constatou-se que os pontos estudados estão alterados devido a problemas como a expansão urbana desordenada, falta de práticas de uso e conservação do solo, áreas de preservação permanente com metragem insuficiente, ocorrência de zona industrial próxima a nascentes, dentre outros. Com base nesse diagnóstico foram propostas ações a fim de mitigar estes impactos e promover a conservação dos mananciais.

Palavras-chave: recursos hídricos; protocolo; diagnóstico ambiental; erosão.

ABSTRACT

Public supply sources are underground or surface water sources essential for life on the planet. However, many of these sources are currently degraded, which results in a worsening scenario of water scarcity, increasing costs with water treatment and compromising the health of the population and environmental quality. In this scenario, this work carried out an environmental diagnosis and prognosis in the areas of the current supply source, the Bolívar stream, and the future source, the Ligeiro river, in the municipality of Cianorte, Paraná. The characterization of the springs was carried out and the Protocol for the Conservation of Springs (PCAM) was applied in 7 points. According to the results obtained, it was found that the studied points are altered due to problems such as disorderly urban expansion, lack of soil use and conservation practices, APP with insufficient footage, occurrence of industrial zone close to springs, among others. Based on this diagnosis, actions were proposed to mitigate these impacts and promote the conservation of springs.

Keywords: water resources; protocol; environmental diagnosis; erosion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Assoreamento da barragem da EEB1 no rio Piava.....	21
Figura 2 - Erosão no córrego Diacuí, tributário do rio Piava.....	22
Figura 3 - Sulcos e voçorocas presentes na bacia do ribeirão Araras.....	23
Figura 4 - Localização dos pontos de observação na bacia do Ribeirão Bolívar, em Cianorte - PR.....	29
Figura 5 - Áreas delimitadas para estudo na bacia do ribeirão Bolívar, em Cianorte - PR.....	29
Figura 6 - Localização dos pontos de observação na bacia do rio Ligeiro, em Cianorte - PR.....	30
Figura 7 - Áreas delimitadas para estudo na bacia do ribeirão Bolívar, em Cianorte - PR.....	31
Figura 8 - Croqui de localização do Município de Cianorte no Estado do Paraná.....	34
Figura 9 - Construção do canal de entrada de água da captação do rio Ligeiro, em Cianorte - PR.....	37
Figura 10 - Área de preservação localizada no ponto de estudo n. 4, no distrito de São Lourenço, município de Cianorte – PR.....	40
Figura 11 - Uso do solo no ponto de estudo n. 1, localizado no município de Cianorte - PR.....	42
Figura 12 - Uso do solo no ponto de estudo n. 2, localizado no município de Cianorte - PR.....	42
Figura 13 - Voçoroca localizada no Parque das Nações, município de Cianorte – PR.....	42
Figura 14 - Pastagem na margem direita do ribeirão Bolívar, município de Cianorte - PR.....	45
Figura 15 - Uso do solo no ponto de estudo n. 3, localizado no município de Cianorte - PR.....	46
Figura 16 - Uso do solo no ponto de estudo n. 4, localizado no município de Cianorte - PR.....	46

Figura 17 - Anexo I da Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do solo urbano do distrito de São Lourenço, localizado no município de Cianorte - PR.....	47
Figura 18 - Uso do solo nos pontos de estudo n. 5, 6 e 7, localizados no município de Araruna - PR	48
Figura 19 - Formação de sulcos nas áreas 5 e 6, localizadas na bacia do rio Ligeiro, município de Araruna - PR.....	49
Figura 20 - Localização do ponto 5, próximo ao município de Araruna - PR	51
Figura 21 - Mapa de uso e cobertura da terra dos mananciais do ribeirão Bolívar e rio Ligeiro, localizadas nos municípios de Cianorte – PR e Araruna - PR	52
Figura 22 - Disposição de resíduos em local inapropriado, próximo ao ponto 3 em estudo, localizado no município de Cianorte – PR.....	55
Figura 23 - Lixeiras rurais localizadas no município de Cianorte – PR	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro de indicadores e parâmetros para pontuação do estado de conservação do manancial.....	29
Quadro 2 - Quadro de classificação do manancial de acordo com a pontuação obtida	28
Quadro 3 - Avaliação da área de manancial	37
Quadro 4 - Prognóstico ambiental das áreas de manancial de abastecimento público	57

LISTA DE ABREVIações

EBB	Estação Elevatória de Água Bruta
km	Quilômetro
km ²	Quilômetro Quadrado
l/s	Litros por segundo
m	Metros
mm	Milímetros
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unity</i> (Unidade Nefelométrica de Turbidez)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	JUSTIFICATIVA.....	15
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
4.1	Mananciais de abastecimento	17
4.2	Principais riscos e problemas em mananciais de abastecimento	20
4.3	Estudos ambientais em mananciais	25
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
5.1	Caracterização dos mananciais	28
5.2	Aplicação do protocolo para conservação de mananciais nas áreas de estudo.....	28
5.3	Elaboração de prognóstico sobre as áreas de mananciais	33
6	RESULTADOS.....	34
6.1	Áreas de estudo.....	34
6.1.1	Manancial de abastecimento público do ribeirão Bolívar	35
6.1.2	Manancial de abastecimento do rio Ligeiro	36
6.2	Avaliação das áreas dos mananciais.....	37
6.2.1	Área de Preservação Permanente	38
6.2.2	Uso do solo	39
6.2.3	Uso da água.....	53
6.2.4	Atividades poluidoras	53
6.2.5	Gestão de Resíduos.....	54
6.2.6	Infraestrutura de Saneamento.....	56
7	PROGNÓSTICO AMBIENTAL.....	57
8	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

Os mananciais de abastecimento público correspondem aos corpos hídricos subterrâneos e/ou superficiais, fluentes, emergentes ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizados para o abastecimento da população. Eles são de extrema importância para a sociedade, possibilitando o abastecimento de água para as cidades, áreas rurais e atividades produtivas (Brasil, 2006; Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021).

Atualmente, muitos mananciais de abastecimento encontram-se degradados, o que traz como consequência o agravamento do cenário de escassez hídrica, o aumento dos custos com o tratamento da água e o comprometimento da saúde da população e da qualidade ambiental (Instituto Estadual do Ambiente, 2018). A degradação pode decorrer devido a várias causas, como expansão urbana desordenada, ausência de práticas de conservação do solo, industrialização intensa, entre outras.

Esse cenário é o caso do manancial de abastecimento público de Cianorte, município localizado na região noroeste do estado do Paraná. Atualmente, o ribeirão Bolívar é o manancial de abastecimento superficial da área urbana, o qual atende 80 mil habitantes (IBGE, 2022). Contudo, devido à degradação, provocada principalmente pela ocupação urbana irregular e pelo assoreamento (Silva, 2020), a concessionária responsável pelo abastecimento público teve que selecionar outro manancial de abastecimento, o rio Ligeiro, com início da captação prevista para o segundo semestre de 2024.

Para que os mananciais de abastecimento continuem cumprindo sua função, a preservação dessas áreas exige atenção e cuidados especiais. Esta preocupação está destacada nas políticas nacional e estadual de recursos hídricos, as quais apresentam como um dos objetivos a necessidade de assegurar às atuais e futuras gerações disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, de modo a proporcionar o prioritário abastecimento da população humana e a dessedentação animal (Brasil, 1997; Paraná, 1989).

Os objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (2015) também destacam, por meio do ODS 6, a preocupação com as águas, expondo a necessidade de garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos.

A avaliação ambiental dos mananciais se constitui ferramenta para compreender as fragilidades e potencialidades na preservação dos recursos hídricos. O diagnóstico ambiental tem a função de destacar a situação atual enquanto o prognóstico irá propor sugestões de melhorias.

Neste cenário, surgiu uma nova abordagem conhecida como Protocolo de Avaliação Rápida (PAR). Esse conceito se baseia em instrumentos de avaliação ágeis que abrangem abordagens qualitativas e semiquantitativas para analisar diversas variáveis que regulam e influenciam os processos e funções ecológicas. O protocolo pode ser adaptado, e, neste estudo, foi utilizado o modelo de Freitas (2020) o qual foi adaptado para a avaliação da conservação ambiental de mananciais.

O intuito é que a avaliação ambiental contribua com informações e dados que poderão ser utilizados pelos órgãos de gestão ambiental local, no planejamento e na execução de ações para potencializar a conservação do futuro manancial de abastecimento público do município.

Diante da necessidade de conservação dos mananciais e a degradação já existente, como é o caso do manancial de Cianorte, reconhecer os principais problemas se constitui como um elemento básico para pensar em ações de preservação. Para isso, o objetivo desta pesquisa foi aplicar uma avaliação ambiental dos dois mananciais (atual e futuro) de Cianorte, por meio de um diagnóstico e um prognóstico ambiental.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar uma avaliação ambiental sobre o estado de conservação dos mananciais de abastecimento de Cianorte – PR.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar os mananciais de abastecimento de Cianorte – PR;
- Aplicar o protocolo de avaliação ambiental nos mananciais;
- Elaborar um diagnóstico ambiental das situações verificadas na aplicação do protocolo de avaliação ambiental;
- Elaborar um prognóstico ambiental com sugestões de ações para potencializar a conservação dos mananciais;
- Elaborar um artigo científico como produto do mestrado.

3 JUSTIFICATIVA

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei n. 9.433/97, estabelece os fundamentos e diretrizes para a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos no Brasil. Baseada nos princípios da gestão descentralizada, participativa e sustentável, a PNRH busca garantir o uso racional e equitativo da água, promovendo a sua preservação e recuperação.

A PNRH estabelece instrumentos de gestão, como o Plano de Recursos Hídricos – atualizado no ano de 2022 –, o qual apresenta conteúdos importantes para proteção de mananciais, tais como: (i) a definição de metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; (ii) medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados; e (iii) propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Nesse contexto, a situação do abastecimento público do município de Cianorte – PR merece destaque, uma vez que ocorre atualmente via manancial de superfície do Ribeirão Bolívar, o qual, segundo Silva (2020), se encontra degradado devido às ações antrópicas ocorridas nas últimas décadas. Diante dessa degradação e de outro fator importante que é a vazão outorgada ser menor do que a recomendada, a companhia de abastecimento que presta serviço ao município optou por prospectar outro manancial, o rio Ligeiro, o qual deverá iniciar suas atividades até 2024.

Com base nesta problemática houve o interesse em realizar um diagnóstico das áreas do atual e do futuro manancial de abastecimento do município, com o objetivo de levantar os principais riscos e impactos ambientais, de modo a compreender as potencialidades e fragilidades da área em estudo.

Portanto, a realização de um diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica em questão poderá contribuir para a identificação de medidas de proteção e preservação dos mananciais, além de ser um incremento técnico disponível aos gestores do município, visando a garantia de um abastecimento público de qualidade e sustentável para Cianorte – PR.

A avaliação dessas áreas permitiu ainda, propor ações preventivas aliadas às necessidades globais de conservação das águas, conforme o pressuposto dos

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável número 6, que consistem em assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.

O estudo foi desenvolvido dentro do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, na linha de pesquisa Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, área de concentração de Regulação e Governança de Recursos Hídricos.

REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Mananciais de abastecimento

A água potável, enquanto recurso natural renovável necessita de total proteção para garantia de qualidade, pois quando exposta à poluição, torna-se imprópria para consumo. Um dos maiores desafios da sociedade nas próximas décadas será garantir o acesso à água potável, uma vez que as reservas estão cada vez menos disponíveis e os tratamentos gradualmente mais custosos.

De encontro a esses desafios, a Conferência das Nações Unidas, ocorrida no Rio de Janeiro em 2012, propôs a criação de Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), com o intuito de produzir objetivos que atendessem às demandas políticas, ambientais e econômicas da sociedade. Foram estipulados 17 ODS e 169 metas com vistas à produção, ao consumo e à gestão sustentável dos recursos naturais, além de medidas urgentes tomadas com relação às mudanças climáticas, no intuito de preservar a natureza para as gerações presentes e futuras (United Nations, 2015).

Dentre os 17 objetivos, o ODS 6 traz como meta assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos, com a projeção de até 2030, segundo a Organização das Nações Unidas (2015), alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo, minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.

No âmbito nacional, a proteção à qualidade e quantidade de água se fortaleceu com a Lei Federal n. 9.433, de 1997, conhecida como Lei das Águas. Fundamentada no atendimento aos usos múltiplos das águas e na gestão descentralizada por bacia hidrográfica, a Lei das Águas prevê a participação de forma integrada entre os usuários, a comunidade e o poder público. Um de seus objetivos é “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”, base para o desenvolvimento sustentável (Brasil, 1997).

No Paraná, a Lei n. 12.726/99 instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PR), visando dar sequência às normas de gerenciamento dos recursos hídricos já editadas, além de possuir os mesmos fundamentos, objetivos, diretrizes gerais de ação, instrumentos e enquadramento dos corpos de água em classes, da Lei Nacional n. 9.433/97 (Pizaia *et al.*, 2004).

Os ODS, a Política Nacional de Recursos Hídricos e a Política Estadual de Recursos Hídricos, visam fornecer água segura, em quantidade e qualidade. Se implementadas adequadamente, as políticas de recursos hídricos garantem o acesso à água potável segura e acessível, saneamento e higiene para todos, melhor qualidade da água, aumento substancial da eficiência no seu uso, gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis e proteção dos recursos hídricos (Fidani; Gesovska, 2019).

Dessa forma, a proteção dos mananciais, ou seja, das águas interiores, subterrâneas ou superficiais, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público, é de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável e, conseqüentemente, manutenção da vida (Instituto Estadual do Ambiente; Secretaria do Ambiente, 2018).

Os mananciais de abastecimento público são fontes de água doce, superficiais ou subterrâneas, utilizadas para consumo humano ou desenvolvimento de atividades econômicas (Brasil, 2006; Freire; Omena, 2013; Magalhães *Et Al.*, 2016). Devem ser considerados abastecedores todos os mananciais que apresentem condições sanitárias satisfatórias e que, isolados ou agrupados, apresentem vazão suficiente para atender à demanda máxima prevista em um determinado período (Fundação Nacional de Saúde, 2016).

A disponibilidade de água, tanto em quantidade, quanto em qualidade, é uma das principais limitações do desenvolvimento urbano. Segundo Gomes e Barbieri (2012), a crescente e desordenada exploração dos aquíferos pode levar à redução da disponibilidade dessas fontes, uma vez que uma parte desses mananciais são fósseis e levam anos para se renovarem.

O aumento progressivo das demandas hídricas para suprimento a diversos usos da água evidencia conflitos e desafia a garantia da segurança hídrica, principalmente nos grandes centros urbanos. O desequilíbrio do balanço hídrico é uma das dimensões da insegurança hídrica que, somado às dimensões de operação

de gestão dos recursos hídricos e do saneamento, bem como as variabilidades e mudanças do clima, favorecem a instalação de crises hídricas, como as que afetaram o Brasil nos últimos anos (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021).

Com relação aos mananciais superficiais de abastecimento, outro fator preocupante é a poluição das águas, pois estão naturalmente mais expostas a poluições e contaminações antrópicas. A deterioração dos mananciais e do suprimento de água é resultado do constante aumento no volume de água utilizado para diversas finalidades. Esses impactos, dos pontos de vista qualitativo e quantitativo, têm custos econômicos elevados na recuperação dos mananciais e fontes de abastecimento (Tundisi; Tundisi, 2010).

No âmbito legal do Estado do Paraná, no que tange aos mananciais de abastecimento, a Lei Estadual n. 8.935/89 dispõe sobre os requisitos mínimos para as águas provenientes de bacias mananciais destinadas ao abastecimento público, além de limitar a ocupação urbana e industrial nas bacias hidrográficas destinadas a mananciais de abastecimento, proibindo instalações como feculárias, indústrias químicas, abatedouros, galvanoplastias, parcelamento de solo de alta densidade demográfica, entre outras atividades altamente poluidoras (Paraná, 1989).

Inicialmente, com a criação desta Lei, imaginou-se um sistema de restrição de uso e ocupação de solo em tais locais. Contudo, a falta de infraestrutura e a falta de clareza com relação à delimitação, aliada à fiscalização deficiente, fizeram com que ocorressem várias ocupações irregulares em áreas de manancial no Estado (Andrade, 2009).

No âmbito municipal, o município de Cianorte criou a Lei Municipal n. 732/83, a qual autorizou o poder executivo a participar do Programa da Microbacia Integrada de Conservação de Solos, cujos objetivos foram: (I) conscientizar o produtor sobre a necessidade de se tomarem medidas urgentes para evitar o agravamento do problema da erosão do solo; (II) desenvolver um trabalho integrado de conservação do solo entre os agricultores; (III) demarcar curvas de nível nos terrenos; (IV) realizar o reflorestamento das margens do Ribeirão e seus afluentes até a represa de captação da Sanepar; e (V) melhorar o nível de potabilidade das águas do Ribeirão Bolívar (Cianorte, 1983).

Em 1989, foi publicada a Lei Municipal n. 1.228/89, que dispõe sobre a proteção da microbacia do ribeirão Bolívar, atual manancial de abastecimento do

município, e proíbe a construção de loteamentos urbanos e implantação de indústrias poluentes dentro do perímetro da bacia.

3.2 Principais riscos e problemas em mananciais de abastecimento

As adversidades relacionadas à degradação da qualidade da água não são uma característica exclusiva dos tempos modernos, pois se sabe que após a queda do Império Romano, as estratégias relacionadas ao gerenciamento dos recursos hídricos foram negligenciadas. O resultado dessa negligência ficou evidente nas décadas seguintes, com a Europa em péssimas condições sanitárias que culminaram em diversas epidemias relacionadas à poluição das águas pelos dejetos – humanos e animais – lançados nas ruas e nos corpos d’água. Apesar disso, somente em 1854, o médico inglês John Snow descobriu que uma epidemia de cólera teve origem na água de um poço de rua que estava contaminado por fossa utilizada por vítima de cólera e, a partir de então, a civilização começou a gerir seus recursos hídricos de forma mais criteriosa e fundamentada em conhecimentos adquiridos com o método científico (Mierzwa, 2002).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) e seus países-membros determinam que “todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e seguro” (Chrusciak, 2022). As medidas de proteção da qualidade da água não devem se restringir ao monitoramento e controle do sistema de captação, adução e distribuição da água, mas também à proteção e ao domínio da bacia hidrográfica e mananciais. Diante disso, é fundamental a elaboração e implementação de ações ambientais e institucionais objetivando a garantia da saúde da bacia e da qualidade da água fornecida (Chrusciak, 2022).

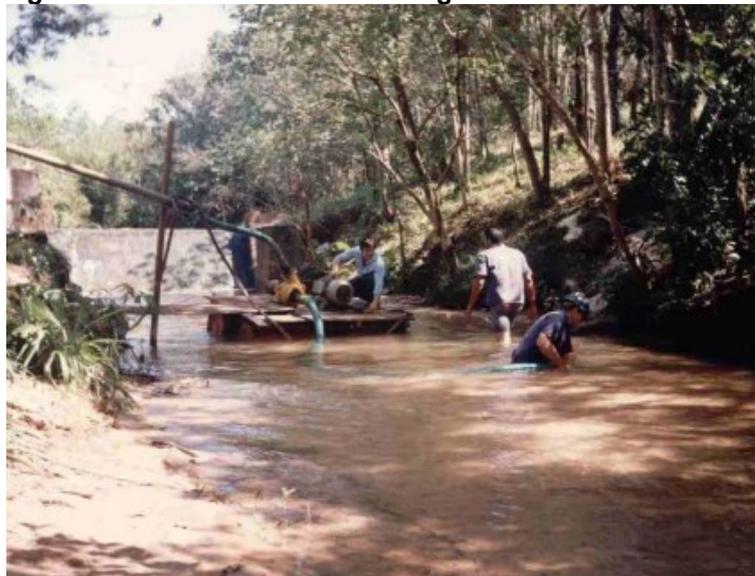
A complexidade dos processos de proteção de mananciais está associada à delimitação de áreas de influência direta e indireta na disponibilidade hídrica, e às pressões humanas derivadas de usos e atividades. A compatibilização de usos e prioridades é um desafio de peso nas áreas de mananciais, exigindo esforços de concertação (acordo ou entendimento entre pessoas ou entidades sobre algo), mediação de conflitos, gestão das lógicas hegemônicas e das relações desiguais que se manifestam nas formas de produção do espaço nos territórios em questão (Magalhães Júnior; Cota; Lemos, 2016).

Para que ocorra o abastecimento de água potável, é necessário primeiramente um processo de captação da água, esse é utilizado para que seja retirada a água das nascentes, represas e mananciais, de modo adequado, sem que haja prejuízos ambientais. Nas unidades de captação deve existir uma área de proteção visando à preservação e o bom funcionamento do ecossistema assim como possibilitar a captação de uma água livre de poluentes (Santos; Labadessa, 2012).

As Áreas de Proteção Ambiental constituem-se como Unidades de Conservação de Uso Sustentável, nas quais podem coexistir a exploração de atividades agrícolas econômicas e a conservação do meio ambiente. Estas áreas têm a função de manutenção dos atributos naturais, paisagísticos e culturais, de modo a garantir o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida das comunidades que estão presentes nestes locais (Barizão, 2013).

Localizada a cerca de 80 km do município de Cianorte, a bacia do rio Piava corresponde ao manancial de abastecimento do município de Umuarama – PR. De acordo com Silva (2020), a bacia apresentava fortes sinais de degradação desde 1998, ano em que foram registradas 7 paradas de abastecimento da cidade por mais de 24h, o que deixou cerca de 90 mil pessoas desabastecidas naquele período. Segundo Silva (2020), a precipitação acima da média naquele ano evidenciou fragilidades da bacia como o assoreamento (o qual elevou a turbidez da água para 6.000 NTU) (Figura 1) e a intensificação de erosões (Figura 2).

Figura 1 – Assoreamento da barragem da EEB1 no rio Piava



Fonte: Sanepar (1998 apud SILVA, 2020).

Figura 2 – Erosão no córrego Diacuí, tributário do rio Piava



Fonte: Sanepar (1998 apud SILVA, 2020).

Segundo Silva (2020), o assoreamento do manancial teve como causas a inadequação de estadas rurais intensificadas pela ausência de caixas de contenção para acúmulo de águas pluviais, à falta de curvas de nível nas propriedades rurais, ao acesso de animais a rios e à ausência de redes de galerias pluviais nas áreas urbanizadas.

Neste mesmo ano, diante dos transtornos causados, foi criada uma Área de Preservação Ambiental (APA) na bacia do rio Piava, por meio do Decreto Municipal n. 050/98 com o objetivo de promover a conservação da área de manancial. Em 2011, a área da APA foi ampliada pela Lei n. 3796/2011, assegurando a proteção dos ecossistemas e das águas do rio Piava em um território de 41,46 km² que foi ampliado para 83,44 km² (somatória da área constituída no ano de 1998 e a área ampliada no ano de 2011) em 2012 pela Lei n. 3849/2012 (Arenito Soluções Ambientais, 2013).

Considerando o histórico de interferência antrópica na bacia do rio Piava e a implantação da APA para sua proteção, o Agente Técnico Operacional e representante da Sanepar no Conselho Municipal de Meio Ambiente (CMMA) de Umuarama – PR, afirmou, de acordo com entrevista realizada, que a bacia do rio Piava antes da APA apresentava sérios problemas de conservação do solo; criação de porcos sem controle e tratamento dos efluentes gerados; ampliação de bairros residenciais e seus respectivos resíduos; uso de descontrolado de defensivos agrícolas que, ainda, ficam armazenados inadequadamente. Então, o advento da APA regulou o uso e ocupação da bacia do rio Piava, orientando os usuários e os

gestores públicos sobre a importância de conservá-la para garantir a qualidade e a quantidade da água do manancial que abastece a população de Umuarama – PR (Silva, 2020).

Em Paranaíba, outro município localizado na região noroeste do estado do Paraná, o ribeirão Araras é utilizado como manancial de abastecimento público do município e corresponde à 98% do abastecimento municipal (Barizão, 2013). No ano de 2002, quando da elaboração do novo Plano Diretor Municipal, na primeira audiência pública realizada, foram discutidas questões que envolviam o meio ambiente. Nesta audiência, ficou clara a necessidade de se criar uma Área de Preservação Ambiental na microbacia onde se localiza o manancial de abastecimento público de Paranaíba. No ano de 2003, a APA do Ribeirão Araras, foi instituída pela Lei Municipal n. 2.436 (Silveira, 2015). Essa lei estabeleceu os objetivos; restringiu o uso e a ocupação do solo; determinou a elaboração de um plano de manejo; indicou a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Turismo como a entidade administradora; criou o Conselho Consultivo e proibiu qualquer tipo de deposição ou lançamento de resíduos (Silva, 2020).

O Ribeirão Araras tem uma importância relevante para a região Noroeste do Paraná, e está sob formação rochosa do Arenito Caiuá, com solos mais arenosos e frágeis, que há anos passam por processos de degradação (Figura 3), causando assoreamento de rios e desaparecimento de pequenos córregos (Brizao, 2013; Silveira, 2015).

Figura 3: Sulcos e voçorocas presentes na bacia do ribeirão Araras



Fonte: Jornal Maringá Post (11 abr. 2018).

Conforme Silva (2020), ao pesquisar sobre a bacia do ribeirão Araras, destaca que a mesma se encontrava degradada antes da implantação da APA, pois havia problemas na conservação das curvas de nível e na manutenção das caixas de contenção de águas pluviais, que influenciavam diretamente no aumento da turbidez da água bruta. Após a criação da APA, observou-se uma melhoria na conservação da Área de Preservação Permanente (APP), na manutenção das curvas de nível e nas caixas de contenção. Além disso, está em andamento a implementação de fossas biodigestoras para os moradores da bacia (Silva, 2020).

Outro fator degradante à conservação de mananciais de abastecimento é a contaminação química. Um estudo realizado por Barbosa (2014) apontou que 90% dos agricultores da bacia do ribeirão Araras utilizavam agrotóxicos dos mais variados tipos, e apenas 18% destes agricultores recebem orientações de agrônomos, o que demonstra a suscetibilidade à contaminações por agrotóxicos na área do manancial, problemática constante no Estado do Paraná.

Em outros Estados do país, diversas situações de degradações ambientais em áreas de mananciais também são constatadas, como por exemplo, o município de Belo Horizonte, em Minas Gerais. O município possui toda a água utilizada para abastecimento público retirada de mananciais metropolitanos e que não se encontram dentro dos limites da capital mineira. Dois mananciais, antes utilizados para abastecimento público, Cercadinho e Pampulha, hoje não são mais usados para abastecimento doméstico. Essas áreas ficaram sujeitas às formas de ocupação que não são consideradas compatíveis com a qualidade das águas necessária para o abastecimento público (Magalhães Júnior; Cota; Lemos, 2016).

Problema corriqueiro no estado, as atividades de extração mineral, em especial de ferro, ocupam extensas áreas nas cabeceiras de cursos d'água também na região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), gerando, frequentemente, impactos significativos para os recursos hídricos e mananciais, como: degradação ou extinção de zonas de recarga de aquíferos e nascentes, rebaixamento do nível freático, redução das vazões fluviais, impermeabilização do solo, redução das taxas de infiltração e poluição das águas com efluentes e rejeitos (Brasil, 2006).

Não obstante, de acordo com Augusto (2022), em abril de 2022 o Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais aprovou uma licença para que uma mineradora retire 31 milhões de toneladas de minério de ferro ao longo de 13 anos

na Serra do Curral, o qual coloca em risco mananciais de abastecimento de Belo Horizonte e RMBH. A atividade foi motivo de diversas ações movidas pelo Ministério Público e Prefeitura de Belo Horizonte, e encontra-se aguardando novas decisões.

Outro grupo de foco de pressão sobre os mananciais na RMBH refere-se ao uso agropecuário, principalmente sob a forma da pecuária extensiva e agricultura intensiva baseada na aplicação de insumos químicos e agrotóxicos (Magalhães Júnior; Cota; Lemos, 2016).

A preocupação com a conservação dos mananciais superficiais de abastecimento público não ocorre somente no Brasil. A bacia do rio Tâmis (sul do Reino Unido) também ilustra muitos problemas contemporâneos devido ao aumento da população, previsto para 12% na Inglaterra de 2017 a 2041, juntamente com o aumento do estresse climático. Tais projeções sugerem que os recursos hídricos estarão ameaçados, a menos que a água seja gerenciada de forma mais eficiente e sustentável nos setores doméstico e industrial (Hutchins *et al.*, 2016). Segundo Hutchins *et al.* (2016), as empresas de água estão buscando formas inovadoras de equilibrar o abastecimento futuro de água com os requisitos ambientais, avaliando um conjunto de medidas, como capacidade adicional de reservatórios, transferências de água, reutilização de águas residuais e dessalinização para atender ao provável *déficit* hídrico.

4.3 Estudos ambientais em mananciais

Historicamente, a avaliação ambiental dos cursos d'água tem sido realizada através da determinação de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, gerando custos elevados e baixo índice de cobertura de monitoramento, principalmente em pequenas bacias hidrográficas (Radtke, 2015).

De acordo com Machado (2019), para atender a essa necessidade de monitoramento de forma mais eficaz a um custo reduzido, surgiu, na década de 1980, nos Estados Unidos, métodos eficientes, baseados em avaliações quantitativas, com o propósito de monitorar o meio físico e diagnosticar problemas existentes.

Nesse contexto, uma nova abordagem ficou definida como Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), cujo conceito retrata ferramentas de avaliação rápida, que reúnem métodos qualitativos e semi-quantitativos de um conjunto de variáveis que

representam os componentes e fatores que controlam e determinam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais (Callisto *Et Al.*, 2002; Rodrigues; Castro, 2008). São definidos previamente parâmetros de naturezas diversas, como física, química e biológica para, *in situ*, ser realizada a caracterização atrelada à pontuação para o estado em que o ambiente se encontra, sendo que as notas mais altas refletem um bom estado de conservação e as mais baixas um estado de degradação (Pontini; Coelho, 2019).

Para Rosa e Magalhães Junior (2019), os PARs não são documentos rígidos e conclusivos, podendo ser adaptados de acordo com as especificidades locais, como clima, geologia, geomorfologia, solo e uso e cobertura da terra. Outro ponto a se considerar é a rapidez e a facilidade de sua aplicação, não sendo necessário treinamentos demasiadamente sistemáticos aos seus aplicadores ou mesmo a presença de especialistas. A subjetividade é uma característica marcante nos PARs, uma vez que as pontuações são estabelecidas a partir da observação de quem o aplica, já que seus conhecimentos e capacidade de percepção são levados em consideração (Pontini; Coelho, 2019).

Voltado à conservação de mananciais, Freitas (2019) elaborou o Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM) a partir de um modelo elaborado por Callisto *et al.* (2002), e que foi desenvolvido para levantar problemas locais, avaliando as condições do meio físico.

Callisto *et al.* (2002) aplicaram um protocolo de avaliação rápida da diversidade de *habitats* como ferramenta em atividades de ensino e pesquisa, avaliando as características da água e sedimento, tipo de ocupação da margem, erosão e assoreamento, extensão de mata ciliar, cobertura vegetal, entre outras.

Na metodologia da pesquisa, Callisto *et al.* (2002) elaboraram 2 quadros, onde o primeiro buscou avaliar as características de trechos da bacia e nível de impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas, adaptado do protocolo proposto pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA). O segundo quadro foi adaptado do protocolo utilizado por Hannaford *et al.* (1997) que buscou avaliar as condições de *habitat* e nível de conservação das condições naturais.

Por fim, Callisto *et al.* (2002) ressaltaram que o protocolo proposto se constituiu em uma ferramenta na avaliação rápida da diversidade de *habitats* em

trechos de bacias hidrográficas brasileiras, podendo ser útil em atividades de pesquisa e ensino e geral.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização dos mananciais

Foram elaborados dois mapas utilizando o *software* QGIS versão 3.14, em escalas numéricas de 1:33.000, 1:75.000 e 1:105.000, por meio de bases de dados disponibilizadas pelo Instituto Água e Terra e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, para localização das áreas de mananciais e demarcações dos pontos de estudo; e para elaboração do mapa de uso e cobertura da terra.

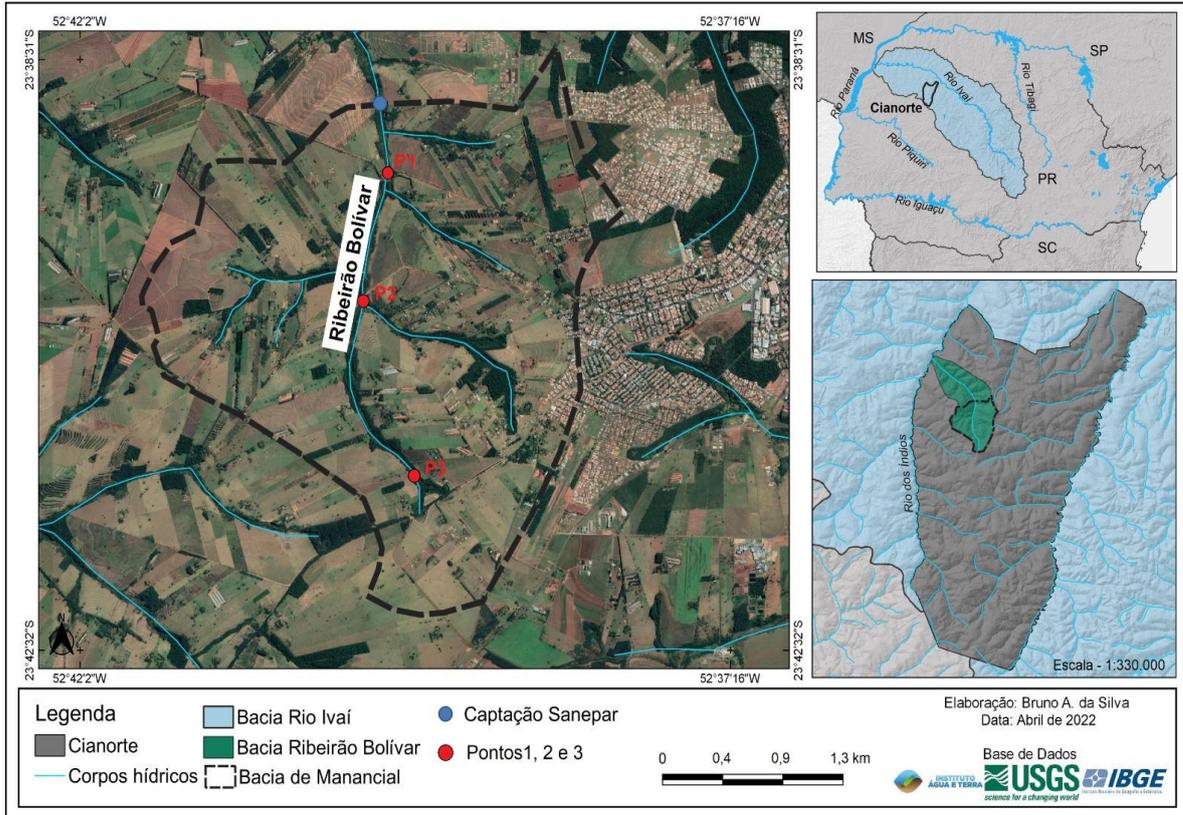
Foram utilizados dados e informações de fontes secundárias para descrição fisiográficas do município. Para dados e informações sobre características de abastecimento e saneamento foram consultados a Companhia de Saneamento do Paraná, o Sistema de Informação de Recursos Hídricos do Paraná (SIRARH), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, dentre outros.

5.2 Aplicação do protocolo para conservação de mananciais nas áreas de estudo

Foi aplicado o Protocolo para Conservação de Mananciais (PCAM), elaborado por Freitas, Consolin Filho e Mezzomo (2020), na área do atual manancial de abastecimento do município de Cianorte (ribeirão Bolívar) e na área do futuro manancial de abastecimento (rio Ligeiro), a fim de elaborar um diagnóstico e um prognóstico das áreas.

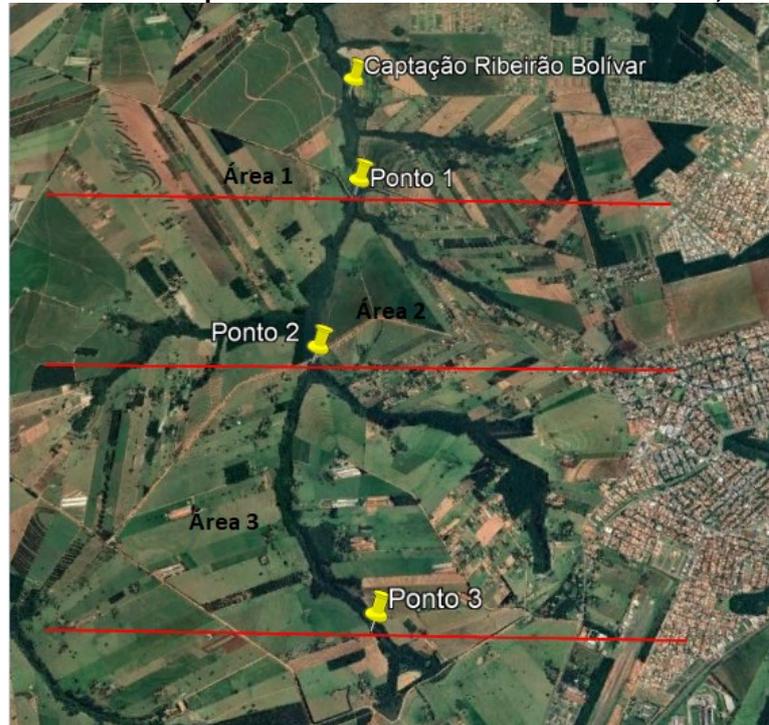
No manancial do ribeirão Bolívar, foram escolhidos três pontos (ponto 1, ponto 2 e ponto 3). Esses pontos estão localizados em área de expansão urbana e de uso agropecuário (Figuras 4 e 5).

Figura 4 – Localização dos pontos de observação na bacia do Ribeirão Bolívar, em Cianorte – PR



Fonte: Adaptado de Silva (2020).

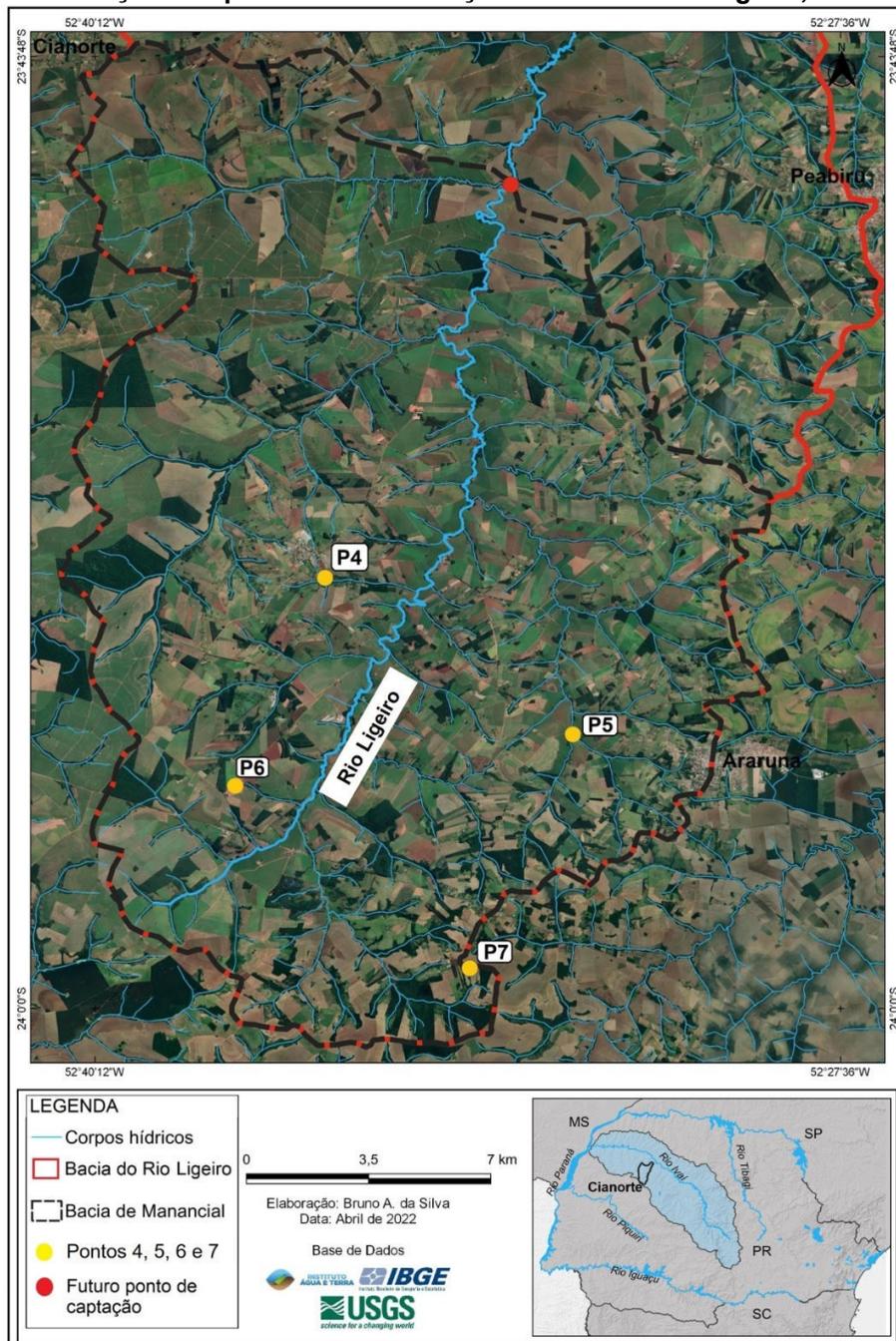
Figura 5 – Áreas delimitadas para estudo na bacia do ribeirão Bolívar, em Cianorte – PR



Fonte: Adaptado do Google Earth (2021).

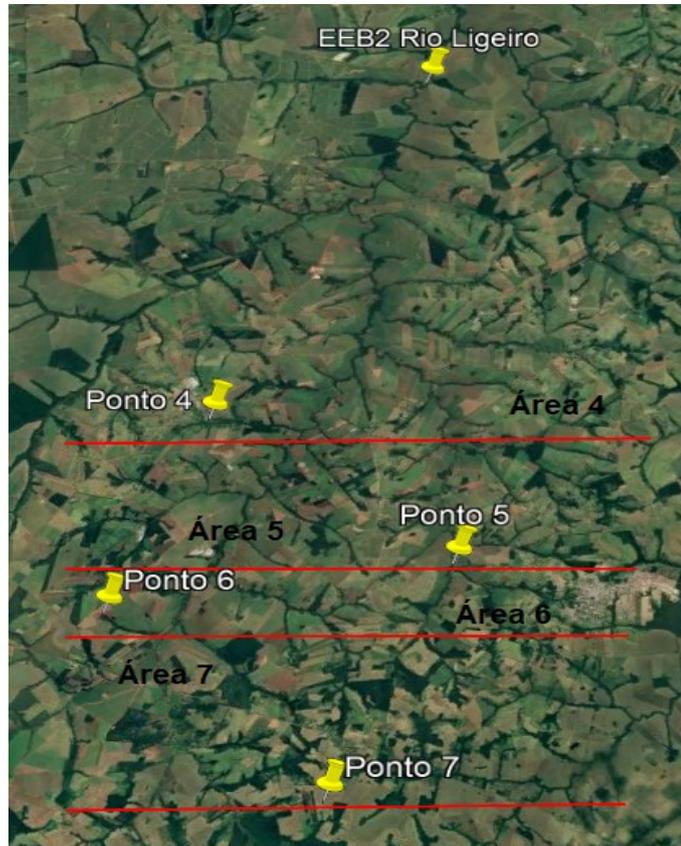
No manancial do rio Ligeiro, foram escolhidos quatro pontos representativos (Figuras 6 e 7). O ponto 4 está localizado no distrito de São Lourenço, no município de Cianorte – PR, em área de expansão urbana. O ponto 5 está localizado no rio Guarirá, afluente do rio Ligeiro, também em área de expansão urbana, pertencente ao município de Araruna – PR. O ponto 6 está localizado em uma nascente, pertencente ao município de Cianorte e o Ponto 7 está localizado próximo a uma nascente do rio Ligeiro, em zona rural, no município de Araruna – PR.

Figura 6 – Localização dos pontos de observação na bacia do rio Ligeiro, em Cianorte – PR



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2023).

Figura 7 – Áreas delimitadas para estudo na bacia do rio Ligeiro, em Cianorte – PR e Araruna – PR



Fonte: Adaptado do Google Earth (2021).

O PCAM foi dividido em 2 etapas. A 1ª etapa consistiu na avaliação do manancial em estudo, onde foram analisados dados e informações sobre áreas de preservação permanente, uso e cobertura da terra, uso da água, atividades poluidoras, gestão de resíduos e infraestrutura e saneamento (Quadro 1). A cada item foi atribuída uma pontuação, que pode variar entre 0 a 5 pontos, de acordo com o estado de conformidade ambiental. Essa soma levou a uma pontuação total, que representou o estado de conservação em que a área analisada se encontra, conforme a intensidade do que foi observado. O protocolo foi aplicado em campo nos dias 06 de janeiro e 06 de março de 2022, e 18 de março de 2023. Foram utilizadas imagens do *Google Earth*® e realizados registros fotográficos para auxiliar na análise dos dados.

Depois de analisado cada indicador, a pontuação foi somada, a fim de se obter um valor final.

Quadro 1 – Quadro de indicadores e parâmetros para pontuação do estado de conservação do manancial

Indicadores	Parâmetros	Pontos
A – Área de Preservação Permanente	A.1 – 30 (trinta) metros de APP, desde a borda da calha do leito regular, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura, em área urbana ou rural. (5 pontos)	
	A.2 – Áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, com variação da APP e necessidade de recomposição de acordo com o tamanho das propriedades, ou APP em estágio de recomposição, localizada em área urbana. (3 pontos)	
	A.3 – Ausência de APP. (0 ponto)	
B – Uso do solo	B. 1 – Uso do solo para fins residenciais ou agricultura de subsistência, respeitando a APP. (5 pontos)	
	B. 2 – Uso do solo para fins agropecuários e/ou urbanizado para fins residenciais, comerciais ou industriais, respeitando a APP. (3 pontos)	
	B. 3 – Uso do solo para fins agropecuários ou urbanizado para fins residenciais, comerciais ou industriais, invadindo a APP. (0 ponto)	
C – Uso da Água	C. 1 – Não utiliza para quaisquer finalidades, exceto ao abastecimento público. (5 pontos)	
	C. 2 – Uso da água para finalidades permitidas em áreas de manancial. (3 pontos)	
	C. 3 – Uso da água para finalidades não permitidas em áreas de manancial. (0 pontos)	
D – Atividades poluidoras	D. 1 – Ausência de atividades industriais e/ou outros empreendimentos. (5 pontos)	
	D. 2 – Presença de atividades de baixo potencial poluidor. (3 pontos)	
	D. 3 – Presença de indústrias altamente poluentes, estabelecimentos hospitalares, depósitos de lixo ou parcelamento de solo de alta densidade demográfica. (0 ponto)	
E – Gestão de resíduos	E. 1 – Ausência de resíduos, ou resíduos dispostos de maneira correta. (5 pontos)	
	E. 2 – Presença de resíduos dispostos de forma parcialmente correta. (3 pontos)	
	E. 3 – Presença de resíduos dispostos de forma incorreta. (0 ponto)	

F – Infraestrutura e saneamento	F. 1 – Presença de rede coletora de esgoto. (5 pontos)	
	F. 2 – Presença de sistemas individuais de tratamento de efluentes sanitários, como fossas sépticas. (3 pontos)	
	F. 3 – Lançamento de efluentes sanitários diretamente no rio e/ou diretamente no solo/fossa negra. (0 ponto)	

Fonte: Freitas; Consolin Filho; Mezzomo (2020).

A 2ª etapa de aplicação do PCAM consistiu na classificação da área estudada com base na pontuação obtida na etapa anterior (Quadro 2). Nesta etapa, a área avaliada teve seu nível de conservação classificado em natural, alterado ou impactado.

Quadro 2 – Quadro de classificação do manancial de acordo com a pontuação obtida

Pontuação	Classificação	Descrição
Acima de 30 pontos	Natural	Refere-se à área de manancial que apresenta o melhor cenário para todos os indicadores.
18 a 29 pontos	Alterado	Refere-se à área de manancial que apresenta cenários diferentes para cada um dos 24 indicadores, onde alguns deles podem ou não necessitar de intervenções.
0 a 17 pontos	Impactado	Refere-se à área de manancial que apresenta cenários que necessitam de medidas conservacionistas para a maioria dos indicadores observados.

Fonte: Adaptado de Freitas; Consolin Filho; Mezzomo (2020).

5.3 Elaboração de prognóstico sobre as áreas de mananciais

Por fim, foi elaborado um prognóstico ambiental das áreas de estudo. Esse processo consistiu em analisar os impactos identificados na etapa do diagnóstico e propor ações para reduzir os riscos no atual e no futuro manancial de abastecimento do município de Cianorte.

6 RESULTADOS

6.1 Áreas de estudo

Cianorte é um município localizado no noroeste do estado do Paraná (Figura 8). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), sua população estimada era de aproximadamente 84.980 habitantes em 2021. O censo demográfico de 2010 apontou 89% da população residindo em zona urbana e 11% residindo em zona rural. O município ocupa uma área territorial de 811,66 km² (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 2023), abrangendo tanto áreas urbanas quanto rurais.

Figura 8: Croqui de localização do Município de Cianorte no Estado do Paraná



Fonte: Adaptado de Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2023).

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (1928), o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verões quentes e geadas pouco frequentes e com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A média anual de precipitação pluviométrica é de 1.600 mm (Caviglione *et al.*, 2000).

De acordo com a classificação da tipologia vegetal de Roderjan *et al.* (2002), a área de estudo está inserida nas formações de Floresta Estacional Semidecidual Montana e Floresta Ombrófila Mista Montana.

As classes dos solos são os Argissolos, Latossolos e Nitossolo, de acordo com o mapeamento dos solos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2007; Bueno, 2016).

Geologicamente, a área do município está sob o domínio do Grupo Caiuá, formação Goio Erê, constituída basicamente por arenitos e localizada na maior porção do município; e sob o domínio do Grupo São Bento, formação Paranapanema, que margeia todo o rio Ligeiro e é constituída por derrames basálticos, originários de eventos vulcânicos ocorridos no período Mesozóico (Mineropar, 2021).

Em relação ao relevo, a área faz parte da Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, da Unidade Morfoescultural Terceiro Planalto Paranaense e da Sub-Unidade Morfoescultural denominada de Planalto de Umuarama. Esta sub-unidade caracteriza-se por apresentar declividades entre 6-12% e relevo em formas de topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vale em “V”, modeladas em rochas da formação Caiuá (Santos *et al.*, 2006).

A rede de drenagem do município de Cianorte está inserida na bacia hidrográfica do rio Ivaí, estando o município localizado à margem esquerda do rio Ligeiro e à margem direita do rio do Índio. Apresenta padrão de drenagem predominantemente dendrítica, com rios perenes com formatos retilíneos e meandrantés.

Com relação ao abastecimento do município, a área urbana de Cianorte apresenta três sistemas isolados de abastecimento de água. A água dos sistemas provém de um manancial superficial (Rio Bolívar) e onze poços profundos. Um novo projeto consiste em nova captação de água no Rio Ligeiro, implantação de adutora, ampliação da ETA e implantação de novo reservatório para o abastecimento do município de Cianorte (Agência Nacional Das Águas E Saneamento Básico, 2021).

6.1.1 Manancial de abastecimento público do ribeirão Bolívar

O ribeirão Bolívar pertence à microbacia do rio do Índio, a qual pertence à bacia do rio Ivaí. Está localizado nas coordenadas geográficas aproximadas de 23°80' e 23°60' de latitude S e 52°71' e 52°65' de longitude W. Desde a década de 70 é o manancial de abastecimento do município de Cianorte e possui área de contribuição de 24,4 km², considerando a área da bacia até o ponto de captação,

com vazão nominal correspondente a 131,9 L/s. Esse manancial foi enquadrado pela Portaria SUREHMA n. 019/92 como classe 1.

Segundo Silva (2020), a bacia hidrográfica do ribeirão Bolívar se apresenta degradada pela ação antrópica, o que contribui para o comprometimento da qualidade da água que é captada do corpo hídrico. A situação pode chegar ao extremo em períodos chuvosos, quando a alteração acentuada na turbidez pode até interromper o processo de captação da água em virtude da impossibilidade de tratá-la e, conseqüentemente, a população fica desabastecida (Silva, 2020). Por este motivo, a Companhia de Saneamento do Paraná buscou outro rio que pudesse substituir, até 2024, o rio Bolívar, optando pelo rio Ligeiro, com vazão suficiente para alcançar e sobrepujar a demanda pelo tempo ora proposto (Ecosol, 2015).

6.1.2 Manancial de abastecimento do rio Ligeiro

A bacia hidrográfica do rio Ligeiro abrange, aproximadamente, 775 km², possui 51.850 metros de extensão e 24 afluentes. Está localizada nas coordenadas geográficas aproximadas de 24°00' e 23°30' de latitude S e 52°20' e 52°42' de longitude W (Marcotti; Marcotti, 2011) e inserida na bacia hidrográfica do Rio Ivaí, onde deságua após percorrer, aproximadamente, 60 quilômetros.

A nascente principal está localizada no município de Araruna – PR, em altitude aproximada de 600 metros. A foz localiza-se à margem esquerda do rio Ivaí, entre as coordenadas de 23°31'00" de latitude S, e 52°24'11" de longitude W (Silva, 2020). A bacia compreende seis municípios, sendo que, em termos de área urbana, abrange Cianorte, Jussara, Terra Boa e Araruna.

Segundo a Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (2021), o trecho superior do Rio Ligeiro será o novo manancial de abastecimento do município de Cianorte, conforme supracitado, com vazão nominal de captação prevista em 169 L/s, e investimento estimado (2020) em 53,56 milhões, visando abastecer aproximadamente 90 mil pessoas e com conclusão prevista para o segundo semestre de 2024. As obras já estão em andamento (Figura 9).

Figura 9 – Construção do canal de entrada de água da captação do rio Ligeiro, em Cianorte – PR



Fonte: Companhia de Saneamento do Paraná (2023).

6.2 Avaliação das áreas dos mananciais

A avaliação das áreas dos mananciais ocorreu com a aplicação do Protocolo para Conservação de Mananciais (Quadro 3) nos 7 pontos escolhidos para estudo.

Quadro 3 – Avaliação da área de manancial

PROTOCOLO PARA CONSERVAÇÃO DE ÁREA DE MANANCIAL		Ribeirão Bolívar			Rio Ligeiro			
Indicadores	Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
A – Área de Preservação Permanente (APP)	A.1 – 30 (trinta) metros de APP, desde a borda da calha do leito regular, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura, em área urbana ou rural. (5 pontos)	5	5	5	-	5	5	5
	A.2 – Áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, com variação da APP e necessidade de recomposição de acordo com o tamanho das propriedades, ou APP em estágio de recomposição, localizada em área urbana. (3 pontos)	-	-	-	3	-	-	-
	A.3 – Ausência de APP. (0 ponto)	-	-	-	-	-	-	-
B – Uso do solo	B.1 - Uso do solo para fins residenciais ou agricultura de subsistência, respeitando a APP (5 pontos)	-	-	-	-	-	-	-
	B.3 – Uso do solo para fins agropecuários e/ou urbanizado para fins residenciais, comerciais ou industriais, respeitando a APP. (3 pontos)	3	3	3	-	3	3	3
	B.3 – Uso do solo para fins agropecuários e/ou urbanizado para fins residenciais, comerciais ou industriais, invadindo a APP. (0 ponto)	-	-	-	0	-	-	-
C – Uso da água	C.1 – Não utilizada para quaisquer finalidades, exceto ao abastecimento público. (5 pontos)	5	5	5	5	5	5	5
	C.2 – Uso da água para finalidades permitidas em áreas de manancial. (3 pontos)	-	-	-	-	-	-	-

	C.3 – Uso da água para finalidades não permitidas em áreas de manancial. (0 pontos)	-	-	-	-	-	-	-
D – Atividades poluidoras	D.1 – Ausência de atividades industriais e/ou outros empreendimentos (5 pontos)	5	5	5	5	5	5	5
	D.2 – Presença de atividades de baixo potencial poluidor. (3 pontos)	-	-	-	-	-	-	-
	D.3 – Presença de indústrias altamente poluentes, estabelecimentos hospitalares, depósitos de lixo ou parcelamento de solo de alta densidade demográfica. (0 ponto)	-	-	-	-	-	-	-
E – Gestão de resíduos	E.1 - Ausência de resíduos, ou resíduos dispostos de maneira correta. (5 pontos)	5	5	5	5	5	5	5
	E.2 – Presença de resíduos dispostos de forma parcialmente correta. (3 pontos)	-	-	-	-	-	-	-
	E.3 – Presença de resíduos dispostos de forma incorreta. (0 ponto)	-	-	-	-	-	-	-
F - Infraestrutura de Saneamento	F.1 – Presença de rede coletora de esgoto. (5 pontos)	-	-	-	-	-	-	-
	F.2 – Presença de sistemas individuais de tratamento de efluentes sanitários, como fossas sépticas. (3 pontos)	3	3	3	3	3	3	3
	F.3 – Lançamento de efluentes sanitários diretamente no rio e/ou diretamente no solo/fossa negra. (0 ponto)	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		26	26	26	21	26	26	26
CLASSIFICAÇÃO		Alterado						

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2023).

6.2.1 Área de Preservação Permanente

De acordo com a Lei n. 12.651/12, Artigo 2º, § 2º, II, Área de Preservação Permanente (APP) é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Nos pontos 1, 2, 3, 5, 6 e 7 foi verificado, *in loco* e por meio da ferramenta *Google Earth*®, que a APP está de acordo com os 30 metros exigidos na lei supracitada. Já no ponto 4 (Figura 10), a área de preservação permanente não apresenta a metragem mínima exigida na legislação, variando conforme margeia o córrego, ora apresentando 30m, ora nem havendo a mata ciliar. Analisando imagens de fevereiro/2000 do *software Google Earth*®, foi constatada ocupação antrópica para fins agropecuários anterior a 22 de julho de 2008, o que a caracteriza como área rural consolidada (área que de acordo com o código florestal, possui ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris).

Figura 10 – Área de preservação localizada no ponto de estudo n. 4, no distrito de São Lourenço, município de Cianorte – PR



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

As APPs são importantes ferramentas de proteção ambiental, especialmente em mananciais de abastecimento público. Segundo Rocha e Costa (2015), similarmente às faixas de segurança de rodovias e aceiros em parques, as APPs funcionam como faixas de segurança para a saúde do corpo hídrico que elas envolvem. Reduzem o impacto de fontes de poluição através do efeito “filtro”, ressaltando a melhoria da qualidade do ar, a retenção de sedimentos finos, produtos tóxicos e nutrientes carregados pela precipitação e lixiviação, minimizando os processos de assoreamento do corpo d’água, evitando a erosão e estabilizando os solos marginais, sendo uma verdadeira barreira física.

Segundo Arana *et al.* (2018), a presença de APPs em mananciais de abastecimento público contribui para a melhoria da qualidade da água, reduzindo a necessidade de investimentos em sistemas de tratamento mais complexos e caros. Além disso, a preservação das APPs também tem impacto na redução de enchentes e na estabilização do clima, já que essas áreas funcionam como reguladoras do ciclo hidrológico.

Foi verificado que os dois mananciais analisados estão de acordo com as áreas de preservação permanente, o que é de extrema importância para manter a qualidade desses corpos hídricos em longo prazo. No entanto, o ponto número 4 é uma preocupação, já que está localizado próximo ao centro urbano e, portanto, é mais vulnerável aos efeitos negativos da falta de áreas de preservação permanente.

6.2.2 Uso do solo

No que se refere ao uso do solo, no ponto 1 (Figura 11) encontram-se propriedades rurais com agricultura e pastagens, respeitando a área de preservação permanente.

Figura 11 – Visão geral do ponto de estudo n. 1, localizado no município de Cianorte – PR



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

No ponto 2 (Figura 12) foram observadas propriedades rurais com agricultura e pastagens, porém, há presença de residências no entorno, o que o caracteriza como área de expansão urbana.

Figura 12 – Uso do solo no ponto de estudo n. 2, localizado no município de Cianorte – PR



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

Segundo informações do Ministério Público do Paraná (2017), novos loteamentos clandestinos estavam sendo construídos irregularmente nos arredores do ribeirão Bolívar, próximos às margens direita e esquerda do ponto 2, sem a aprovação da Prefeitura. Na Estrada Aldeia, localizada na Gleba Patrimônio Cianorte, durante os anos 2013, 2014 e 2015, os denunciados realizaram o desmembramento do solo para fins urbanos, sem autorização dos órgãos competentes, em desacordo com as disposições das leis n. 6.766/79 e 4.504/64 (Ministério Público do Paraná, 2017). De acordo com o Ministério Público, o proprietário do imóvel parcelou irregularmente o terreno, vendendo os lotes para fins residenciais urbanos, mas simulando a existência de condomínios rurais que deveriam manter a atividade agrícola e propriedades de no mínimo 1,25 alqueires. Além da irregularidade cometida pelo proprietário original, outros subparcelamentos foram realizados por alguns compradores de terrenos, que também foram incluídos na ação penal.

De acordo com Milaré (2018), a expansão urbana tem trazido diversos desafios para a gestão do meio ambiente, especialmente quando se trata de áreas de manancial de abastecimento. O autor ressalta que os loteamentos são um dos principais fatores que contribuem para a degradação dessas áreas, uma vez que costumam ser instalados em locais que deveriam ser protegidos, como margens de rios e represas. Além disso, a falta de planejamento urbano adequado e a ausência de medidas efetivas para controle do uso do solo podem levar à contaminação da água e comprometer a qualidade e a quantidade de recursos hídricos disponíveis para a população (Milaré, 2018). Nesse contexto, a implementação de políticas públicas que busquem conciliar o desenvolvimento urbano com a preservação ambiental se torna imprescindível.

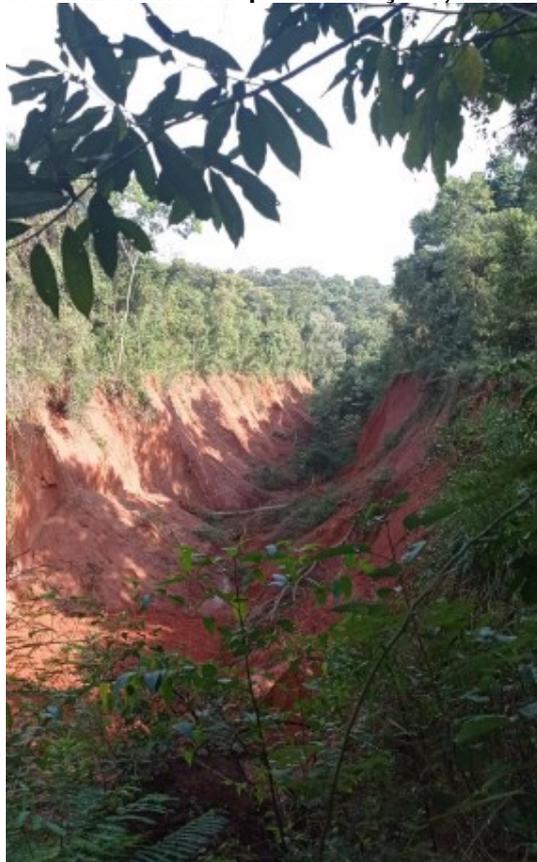
Outro problema que tem sido agravado pela urbanização, aliada ao manejo inadequado das águas pluviais no município de Cianorte, são as voçorocas. Comuns desde a década de 1960 no município e região, devido à formação Caiuá caracterizada por solos arenosos e extremamente suscetíveis à erosão, as voçorocas têm se agravado à medida que a urbanização se expande no município.

Uma das voçorocas mais recentes é encontrada no Parque das Nações (Figura 13), um loteamento que foi estabelecido há cerca de 5 anos. Essa erosão está localizada aproximadamente a 2 quilômetros do ribeirão Bolívar, pertencente à microbacia do rio São Tomé, que por sua vez é um afluente do rio Ivaí.

Conforme relato da Tribuna de Cianorte (2021), com base em informações da prefeitura e técnicos municipais, a principal causa da voçoroca está relacionada a falhas nas obras de uma rede pluvial, cujo propósito é conduzir a água das chuvas provenientes dos bairros montante até o emissário. Essa falha, juntamente com o alto volume de água durante períodos chuvosos, tem agravado o processo erosivo. Conforme relatado pela Secretária de Meio Ambiente e Bem-Estar Animal, Daniela Parreiras (2023), o projeto para contenção da área e recuperação da erosão já foi realizado e a execução está prevista em R\$ 8 milhões, aguardando agora verba pública para a realização.

Apesar dessa erosão específica não estar em área de manancial, é importante o alerta, considerando os sulcos levantados que margeiam as áreas de estudo. É importante ressaltar que erosões aceleram o processo de assoreamento dos rios e córregos, resultando na diminuição da capacidade de armazenamento de água. Além disso, as voçorocas facilitam o transporte sedimentos e contaminantes para os corpos d'água, comprometendo a qualidade da água utilizada no abastecimento público.

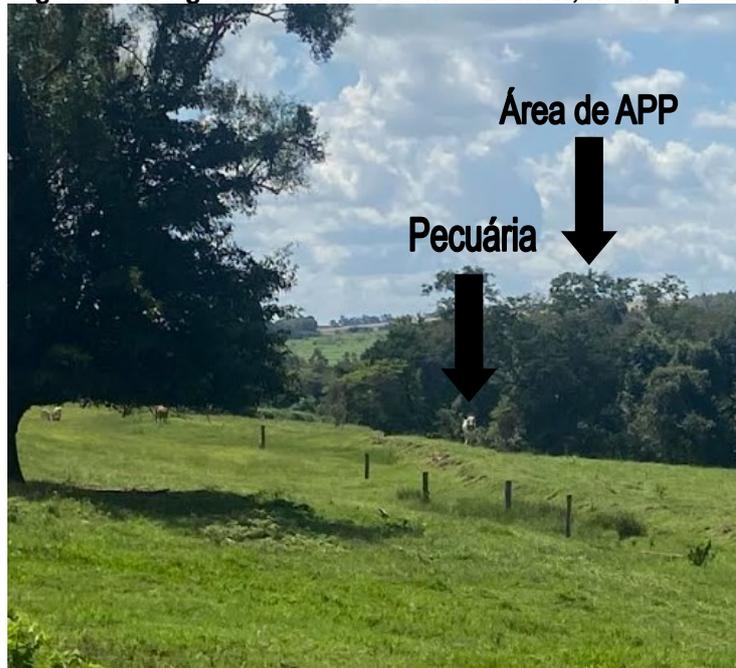
Figura 13 – Voçoroca localizada no Parque das Nações, município de Cianorte – PR



Fonte: Grupo de pesquisa em geocologia e gestão ambiental UTFPR (2023).

Ainda sobre o uso do solo, na margem esquerda do ribeirão Bolívar (ponto 2), a APP possui árvores em estágio avançado de sucessão, mas é invadida pelo gado das propriedades locais (Figura 14).

Figura 14 – Pastagem na margem direita do ribeirão Bolívar, município de Cianorte – PR



Fonte: Autoria própria (2023).

Ainda que essa ocupação seja permitida pelo Art. 61-A da Lei 12.651/2012, o qual dispõe sobre a legalidade das ocupações para atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, como é o caso desta propriedade, Almeida *et al.* (2015) ressalta que a pecuária é uma atividade que causa grandes impactos ambientais, especialmente em áreas de preservação permanente.

A criação de animais em áreas sensíveis, como margens de rios e encostas de morros, pode levar à compactação do solo, erosão, assoreamento de rios, diminuição da biodiversidade e contaminação da água por dejetos animais e produtos químicos utilizados na produção. Esses impactos podem comprometer a qualidade da água e do solo, bem como a saúde dos ecossistemas e das comunidades que dependem desses recursos naturais. É fundamental que sejam adotadas práticas sustentáveis na pecuária, como a adoção de sistemas

agroflorestais e a conservação da vegetação nativa, para minimizar os impactos ambientais dessa atividade (Almeida *et al.*, 2015).

Com relação ao ponto 3, o mesmo está localizado próximo a uma nascente do ribeirão Bolívar, em sua margem esquerda. O uso do solo é feito por atividades agropecuárias e ausência de residências nesta margem.

Figura 15 – Uso do solo no ponto de estudo n. 3, localizado no município de Cianorte – PR



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

Já o ponto 4 (Figura 16), está próximo à área de expansão urbana do distrito de São Lourenço, na margem direita do manancial. No entanto, esse ponto não possui os 30 metros de mata ciliar preservada em sua totalidade e, por esse motivo, não pontuou na análise do PCAM. A ocupação do solo nessa área ocorre de forma ordenada, são residências planejadas, consequência da expansão urbana do município.

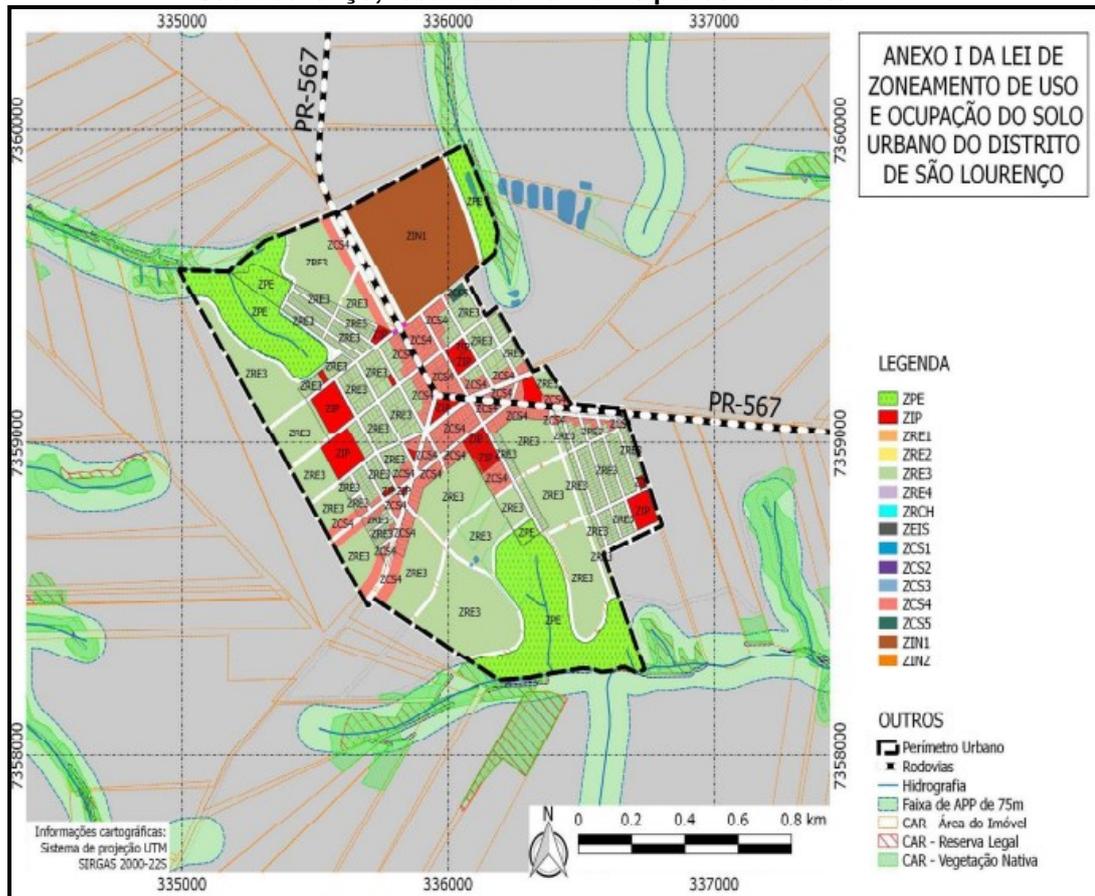
Figura 16 – Uso do solo no ponto de estudo n. 4, localizado no município de Cianorte – PR



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

A Figura 17 corresponde ao anexo do Plano Diretor do Município de Cianorte, o qual foi atualizado em Junho/2022. É possível observar que a nascente próxima ao ponto 4 está classificada como ZPE, o que de acordo com a Lei Complementar n. 177 de 2022, significa “Zonas de Preservação Permanente”. A faixa de vegetação que margeia o rio e não está em área considerada “perímetro urbano”, segundo o Anexo I, consta como “Faixa de APP de 75 m”, porém não possui essa metragem quando este trabalho foi realizado.

Figura 17 – Anexo I da Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do solo urbano do distrito de São Lourenço, localizado no município de Cianorte – PR



Fonte: Cianorte (2022).

A atualização do plano diretor considera a área marrom do mapa (Figura 17) como “ZIN1”, o que significa “Zona Industrial 1”, porém essa área está margeada por um córrego, o qual também é nascente do rio Ligeiro e converge para o mesmo. Mesmo que atualmente não haja descarte de efluentes no distrito de São Lourenço, um setor industrial previsto por lei (a qual foi atualizada em 2022, quando já estava em processo de instalação a nova estação para captação de água para abastecimento público no rio Ligeiro) fomentará a instalação de novas atividades poluidoras na região manancial para abastecimento público.

A concentração da atividade industrial em regiões estratégicas requer a existência de locais apropriados para o descarte dos resíduos oriundos dos mais diversos ramos deste setor. O destino dos resíduos sólidos industriais no cenário atual, demanda uma série de cuidados, visto que seu descarte de maneira inadequada é capaz de promover diversos problemas a saúde humana e ao meio ambiente, no que diz respeito a contaminação dos solos, águas subterrâneas e recursos hídricos, comprometendo os seus usos possíveis (Wagner, 2018). Desta

forma, espera-se que a Lei Estadual n. 8.935/89 seja cumprida e que atividades potencialmente poluidoras sejam proibidas nesta área.

Figura 18 – Uso do solo nos pontos de estudo n. 5, 6 e 7, localizados no município de Araruna – PR



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

Nos pontos 5, 6 e 7 (Figura 18), as atividades predominantes são ligadas à agropecuária.

Durante os registros *in loco*, foi possível identificar processos erosivos nos pontos 5 e 6. Esses problemas se manifestam sob a forma de sulcos que aparecem nas margens das estradas rurais e nas próprias áreas destinadas à agricultura (Figura 19).

Figura 19 – Formação de sulcos nas áreas 5 e 6, localizadas na bacia do rio Ligeiro, município de Araruna – PR



Fonte: Autoria própria (2023).

Na bacia hidrográfica do rio Ligeiro, a principal atividade econômica é a pecuária, além do cultivo de lavouras temporárias como soja, milho, trigo e mandioca, como evidenciado por Bueno (2016). No entanto, é importante ressaltar que, devido à predominância do substrato litológico na área da bacia ser de arenito da Formação Caiuá, conforme levantado pela MINEROPAR (2021), com solos que apresentam textura arenosa, a adoção de medidas conservacionistas deve ser considerada para a prática dessas culturas, uma vez que solos com essa característica tendem a ser mais suscetíveis à erosão devido à sua soltura, favorecendo o trabalho das águas.

A erosão em solos arenosos, como os solos da região em que Cianorte se localiza, tem promovido diversos problemas há muitas décadas em diversas áreas (Nóbrega; Gasparetto; Nakashima, 1992; Cunha; Castro; Salomão, 1999), principalmente, em solos da classe dos Argissolos (Souza; Gasparetto; Nakashima, 2008; Gonçalves Junior; Nóbrega, 2011).

Um dos principais fatores de impacto a mananciais é o assoreamento. Inclusive essa é uma das principais causas da alteração da captação do ribeirão Bolívar para o Ligeiro, uma vez que, segundo Silva (2020), o ribeirão encontra-se assoreado em diversos pontos, dificultando a captação de água para abastecimento público.

Segundo Faria (2013), a exposição dos solos para práticas agrícolas, exploração agropecuária, mineração ou para ocupações urbanas, em geral, acompanhadas de movimentação de terra e da impermeabilização do solo, abrem caminho para os processos erosivos e para o transporte de materiais orgânicos e inorgânicos, que são drenados até o depósito final nos leitos dos cursos d'água e dos lagos. O assoreamento reduz o volume de água, torna-a turva e impossibilita a entrada de luz, dificultando a fotossíntese e impedindo renovação do oxigênio para algas e peixes, conduzindo rios e lagos ao desaparecimento.

A preocupação com a conservação de solos na área de manancial e Cianorte é antiga e pode ser evidenciada com a criação das leis municipais n. 732/83 e n. 1.228/89, relacionadas à proteção do ribeirão Bolívar. Porém, na prática, poucos programas foram de fato executados. O último programa de incentivo à conservação de áreas de mananciais executado em Cianorte, foi criado pelo governo do estado, intitulado Programa de Gestão de Solo e Água em Microbacias, em 2018. O governo concedeu recursos aos municípios para que microbacias fossem recuperadas. Em entrevista com o Engenheiro Agrônomo da Prefeitura Municipal de Cianorte, Alex Ortiz, a microbacia do ribeirão Bolívar foi a escolhida no município de Cianorte, onde foram aplicados recursos para compra de materiais como palanques, catracas e arames, para promover o cercamento das áreas agrícolas próximas ao ribeirão Bolívar. Também foram custeadas horas/máquina para a confecção de curvas de níveis nas propriedades agrícolas situadas na microbacia do ribeirão. O programa foi executado em 2019.

Atualmente, a prefeitura de Cianorte possui o "Programa da Porteira para Dentro", criado através da lei municipal n. 4566/2015 e atualizada pela Lei n. 5391/2022, o qual prevê serviços como curvas de nível, terraceamento, adequação de carregadores, dentre outros, a valores de hora/máquina reduzidos para pequenos produtores rurais, cujo critério para aderirem é a declaração de aptidão ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (DAP).

Para Martini e Lanna (2003), as atividades agrícolas são produtoras de poluição não-pontual ou difusa, cujos termos são empregados para definir a poluição proveniente de diversas fontes distribuídas espacialmente. E reconhece que, mesmo que o Brasil disponha de grande oferta de água doce, a poluição difusa rural representa risco aos recursos hídricos brasileiros, em especial a manancial de abastecimento urbano. Assim, ao ultrapassar os limites das propriedades e

externalizar suas ações, os processos erosivos causam prejuízos tanto de ordem econômica ou social.

Segundo a Agência Nacional de Águas e de Saneamento (2012), os prejuízos econômicos da erosão hídrica em terras agrícolas no Brasil promovem tanto impactos nas propriedades, através de perdas de nutrientes carreados pela erosão e queda de produtividade dos solos pela degradação somam cerca de R\$ 7,9 bilhões por ano; quanto impactos externos, considerando que a erosão aumenta os custos de tratamento de água, conservação de estradas e depreciação de reservatórios, estimando-se valor de R\$ 5,4 bilhões por ano.

Ao fornecer subsídios e auxílio técnico para a execução de técnicas de manejo conservacionista, como sistemas de terraceamento e construção de curvas de nível, é possível ajudar os pequenos produtores a implementarem práticas que minimizem a erosão e melhorem a estrutura e fertilidade do solo. Isso não apenas protege o meio ambiente, evitando a contaminação dos corpos d'água e a degradação dos ecossistemas, mas também contribui para a segurança alimentar, ao garantir a produção sustentável de alimentos a longo prazo.

Figura 20: Localização do ponto 5, próximo ao município de Araruna – PR



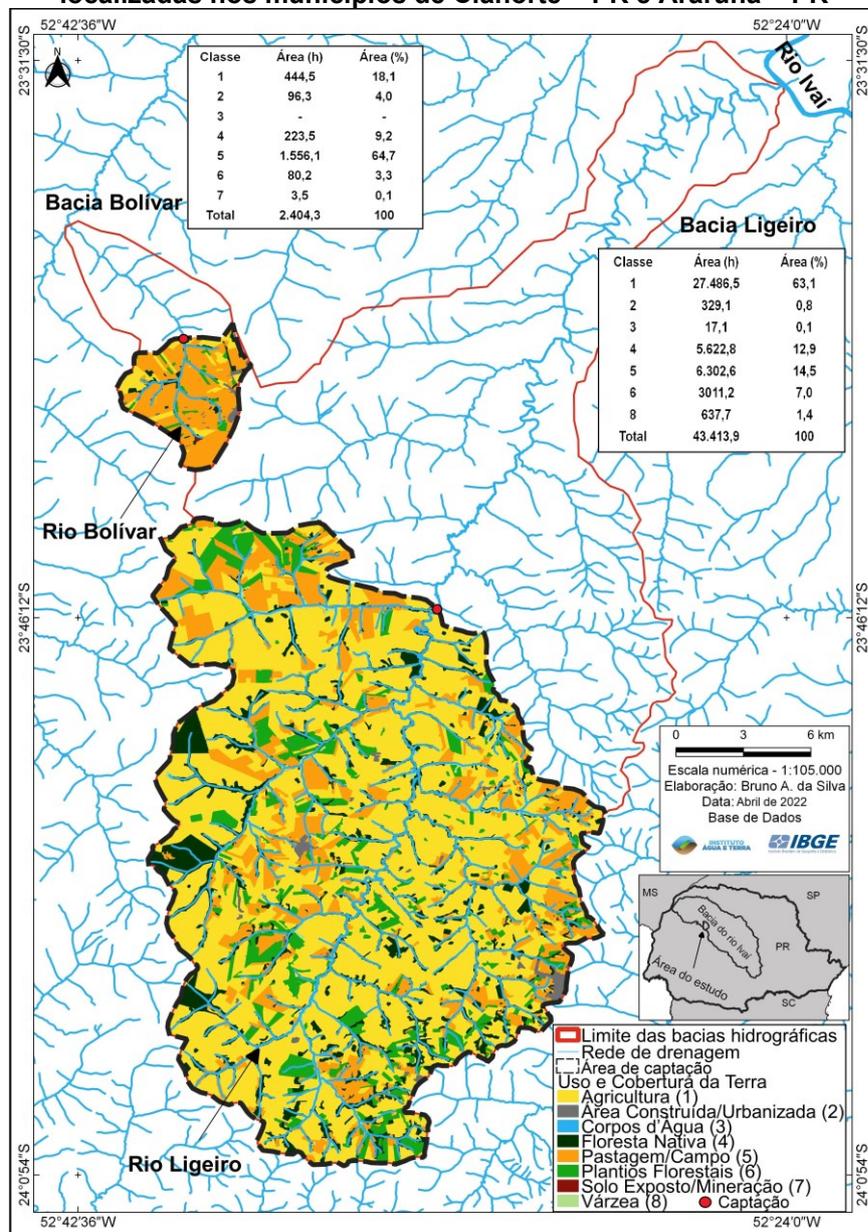
Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

Com relação ao uso e ocupação do solo no ponto 5, outro ponto importante é que o ponto de estudo está localizado a três quilômetros do município de Araruna, à jusante de várias nascentes que margeiam o município (Figura 20). É imprescindível destacar que a ausência de restrições por parte das autoridades governamentais em relação à ocupação do solo nas áreas circundantes às

nascentes e afluentes pode resultar em problemas semelhantes para o rio Ligeiro, assim como ocorre com o ribeirão Bolívar.

Quando observado o uso e ocupação de solo na bacia do manancial do Ribeirão Bolívar (Figura 21), as áreas de pastagem abrangeram a maior área, representando 64,7% da área total da bacia, seguida das demais ocupações (Quadro 1).

Figura 21: Mapa de uso e cobertura da terra dos mananciais do ribeirão Bolívar e rio Ligeiro, localizadas nos municípios de Cianorte – PR e Araruna – PR



Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2022).

Quando observado o uso e ocupação de solo na bacia do manancial do Ribeirão Bolívar (Figura 21), as áreas de pastagem abrangeram a maior área, representando 64,7% da área total da bacia, seguida das demais ocupações (Quadro 4).

Quadro 4 – Divisão do uso e ocupação do solo na bacia do manancial Ribeirão Bolívar.

Atividades Desenvolvidas na Bacia	% Correspondente
Pastagens/Campos	64,7
Agricultura	18,1
Florestas Nativas	9,2
Áreas Urbanizadas	4
Plantios Florestais (Eucalipto/Pínus)	3,3
Solos Expostos ou Mineração	0,1

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2023).

Já quando observado o uso e ocupação de solo na bacia do manancial do Rio Ligeiro (Figura 21), as áreas de agricultura abrangeram a maior área, representando 61% da área total da bacia, seguida de outras ocupações (Quadro 5).

Quadro 5 – Divisão do uso e ocupação do solo na bacia do manancial Rio Ligeiro.

Atividades Desenvolvidas na Bacia	% Correspondente
Agricultura	61
Pastagens/Campos	14,5
Florestas Nativas	12,9
Plantios Florestais (Eucalipto/Pínus)	7
Áreas de Várzea	1,4
Áreas Urbanizadas	0,8
Corpos D'água	0,1

Fonte: Elaborado pela pesquisadora (2023).

Ambas as bacias, conforme relatado anteriormente, tem a ocupação majoritariamente agropecuária. Isso demonstra que, caso não haja ações de remediação voltadas à conservação desta nova área de manancial, bem como restrições à ocupação, o rio Ligeiro estará fadado aos mesmos impactos que fizeram com que o ribeirão Bolívar perdesse a sua função enquanto manancial de abastecimento público.

6.2.3 Uso da água

De acordo com levantamento no Sistema de Informações para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos (SIGARH) do Instituto Ambiental do Paraná, nos pontos de estudo não existem outorgas de captação e/ou lançamento de efluentes. Já para áreas à montante das captações, o ribeirão Bolívar possui 10 outorgas para captação de água superficial, todas com a finalidade de dessedentação de animais, enquanto o rio Ligeiro possui 11 outorgas para captação de água superficial, das quais 8 têm como finalidade o processo industrial, 2 a irrigação e 1 consumo humano.

6.2.4 Atividades poluidoras

Nos pontos observados não foram constatadas indústrias ou outras atividades potencialmente poluidoras. Os sete pontos de aplicação do PCAM estão inseridos em área rural ou em área de expansão urbana.

Considerando a bacia do manancial, no distrito de São Lourenço existem indústrias alimentícias, fabricantes de farinha de mandioca e derivados. Conforme citado no item anterior, essas indústrias captam água superficial do rio Ligeiro, porém não há registros de outorgas de lançamento, ou seja, não há descarte de efluente dessas indústrias no manancial. Consultando a licença ambiental das duas maiores indústrias deste ramo localizadas no distrito, constatou-se que é realizada a fertirrigação em solo destes efluentes do processo industrial.

A lei n. 8935/89, que trata sobre a proteção a bacias de mananciais destinadas a abastecimento público, em seu artigo 3º, II, proíbe a instalação de empreendimentos potencialmente poluidores, tais como fecularias de mandioca.

Considerando que tais atividades são pré-existentes à captação do manancial de abastecimento, é importante que haja rigoroso controle por parte dos órgãos ambientais fiscalizadores, para que sejam regularmente conferidos os padrões de aplicação destes resíduos em solo, a fim de se evitar maiores impactos às áreas de abastecimento público.

6.2.5 Gestão de Resíduos

Nos pontos de estudo não foram identificados resíduos dispostos de forma incorreta. Também foi apurado junto a moradores, que o caminhão coletor de resíduos recolhe os resíduos urbanos e rurais em cada propriedade periodicamente, não havendo acúmulo durante o transbordo.

O sistema de coleta do município é realizado por empresa terceirizada e o aterro sanitário pertence à Companhia de Saneamento do Paraná, o qual está localizado na estrada que liga Cianorte ao município vizinho de São Tomé, PR 082, e apesar de está próximo à captação atual do ribeirão Bolívar (distanto quatro quilômetros), não pertence à bacia do mesmo.

Nas áreas entorno do ponto 3 (próximo a uma nascente do ribeirão Bolívar) foram encontrados resíduos domiciliares dispostos direto no solo (Figura 22).

Figura 22: Disposição de resíduos em local inapropriado, próximo ao ponto 3 em estudo, localizado no município de Cianorte – PR



Fonte: Autoria própria (2023).

Cianorte enfrenta desafios relacionados à inadequada disposição de resíduos em áreas rurais. Recentemente, a Secretaria de Meio Ambiente tomou medidas para proibir os pontos de transbordo de resíduos, que anteriormente estavam localizados em locais estratégicos nessas áreas. Tal decisão foi motivada pelo constante desrespeito da população ao descartar seus resíduos, o que resultava na transformação desses locais em verdadeiros lixões a céu aberto, com descartes irregulares de galhadas, móveis, madeira, entulho de construção, pneus, entre outros (Figura 23). A medida tomada pela prefeitura foi a de banir os locais existentes e comunicar à população que cada propriedade deve providenciar a sua lixeira específica, onde a prefeitura passará recolhendo somente o resíduo doméstico.

Figura 23: Lixeiras rurais localizadas no município de Cianorte – PR



Fonte: Tribuna de Cianorte (2021).

6.2.6 Infraestrutura de Saneamento

De acordo com dados do IBGE (2017), o município de Cianorte conta com 29.558 unidades de abastecimento de água potável. No que diz respeito ao esgotamento sanitário, esse número é reduzido para 19.302 unidades. Durante a realização desta pesquisa não foram encontrados indícios de despejo de efluentes nos pontos estudados, sendo que as residências próximas aos locais analisados possuem sistemas individuais de tratamento de esgoto, como fossas sépticas.

Quanto ao abastecimento de água tratada nas áreas estudadas, aquelas mais próximas da área urbana são supridas pela Companhia de Saneamento do Paraná. Já as áreas rurais dependem exclusivamente de poços artesianos ou de caixas d'água comunitárias, mantidas pelas associações rurais.

7 PROGNÓSTICO AMBIENTAL

Com base no diagnóstico realizado através da aplicação do Protocolo para Conservação de Mananciais (PCAM), foi elaborado o prognóstico para os impactos levantados, no intuito de mitigar e/ou evitar a degradação das áreas.

Quadro 4 – Prognóstico ambiental das áreas de manancial de abastecimento público

Prognóstico ambiental das áreas de manancial		
<u>Impacto ambiental</u>	<u>Ação para mitigação</u>	<u>Responsável</u>
APP com metragem insuficiente	Ação: Recompôr APP. Análise: Ainda que esteja em conformidade com a legislação, recomenda-se que sejam recompostas as áreas em metragem mínima de 15 metros.	Proprietário em parceria com o órgão ambiental (Instituto Água e Terra)
APP sendo utilizada para pastagem	Ação: Fiscalizar que os pecuaristas cerquem as áreas de pastagens próximas às áreas de APPs dos mananciais de abastecimento.	Órgão Ambiental (Instituto Água e Terra)
Urbanização às margens dos rios dos mananciais	Ação: Intensificar a fiscalização municipal. Análise: Recomenda-se o cumprimento das leis no que diz respeito ao zoneamento urbano e que a fiscalização municipal atue no impedimento da instalação de novos loteamentos clandestinos.	Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos e Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Bem-Estar Animal
Erosões próximas aos rios dos mananciais	Ação: Solicitar e incentivar os proprietários rurais a adotarem medidas de conservação do solo, como implantação de curvas de nível e terraceamento.	Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento Agropecuário e Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná

	Ação: Criar programas municipais com subsídios para auxiliar os pequenos produtores rurais a implantarem técnicas de conservação do solo.	Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento Agropecuário
Ocorrência de zona industrial em área próxima à nascente	Ação: Adequar ou criar projetos de legislação e/ou zoneamento urbano do município específicos para a área de manancial, definindo quais atividades podem ser realizadas neste local. Ação: Criar Áreas de Proteção Ambiental nos mananciais de abastecimento, visando a preservação das áreas. Ação: Fiscalizar as indústrias já instaladas.	Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos e Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Bem-Estar Animal
Disposição incorreta de resíduos em áreas de preservação	Ação: Realizar campanhas de conscientização com munícipes. Ação: Intensificar a fiscalização nessas áreas.	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Bem-Estar Animal

Fonte: Autoria própria (2023).

A criação de Áreas de Preservação Permanente (APAs) nas áreas do novo manancial de abastecimento no rio Ligeiro se torna fundamental para a proteção das mesmas. A APA pode ser uma alternativa para adequar as várias atividades humanas às características ambientais da área, tendo como foco principal, a conservação da qualidade da água bruta (Silva, 2020).

Essas áreas desempenham um papel importante na conservação dos recursos hídricos, atuando como verdadeiros filtros naturais que protegem os aquíferos e as fontes de água. Além disso, a preservação desses ambientes contribui para a manutenção da biodiversidade, promovendo a conservação de espécies de fauna e flora e o equilíbrio dos ecossistemas, ao passo que limita a ocupação e exploração das áreas, de modo que não impactem significativamente o ambiente.

Para Silva (2020), é de grande relevância sua criação na bacia do rio Ligeiro para que, no futuro, ele não tenha o mesmo destino que o ribeirão Bolívar.

8 CONCLUSÃO

A conservação dos mananciais é crucial para garantir água potável contínua e sustentável, sendo essencial tanto para áreas urbanas quanto rurais, além de ser vital para atividades produtivas. A conservação adequada assegura água em quantidade e qualidade adequadas, contribuindo para a saúde da população, a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento econômico.

Com base na aplicação do protocolo para conservação de mananciais nos pontos de estudo, foi realizado o diagnóstico ambiental das áreas e então se concluiu que tanto os pontos do atual manancial de abastecimento, quanto os pontos do futuro manancial de abastecimento encontram-se em situação de alterados. Impactos nas áreas de mananciais como erosões, desrespeito à APPs, ocupação urbana irregular, ocupação de indústrias com respaldo do plano diretor, dentre outros, foram observados.

Essa situação é preocupante, uma vez que o cenário atual já resultou na busca por outro manancial de abastecimento devido às degradações ocorridas nas últimas décadas ao ribeirão Bolívar. O prognóstico prevê que se não houver medidas de conservação, o futuro manancial enfrentará os mesmos problemas, colocando em risco o abastecimento da população atendida.

A fim de evitar essa degradação recorrente, foram propostas medidas de mitigação de impactos, as quais devem ser adotadas com urgência, objetivando a conservação dos mananciais em estudo.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Águas**: segurança hídrica do abastecimento urbano. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3TObdXd>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual operativo do Programa Produtor de Água**. Brasília: ANA, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/4aoMM8r>. Acesso em: 06 jun. 2022.
- ALMEIDA, R. G.; MEDEIROS, S. R. Emissões de gases efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G (Orgs.). **Sistemas agroflorestais**: a agropecuária sustentável. Brasília: Embrapa, 2015. p. 97-116.
- ANDRADE, R. V. **Complexidade dinâmica**: água, expansão urbana e espaços livres públicos – o processo de construção da paisagem do Parque Iguazu. 2009. 156f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://bit.ly/3Tw3r3J>. Acesso em: 10 jul. 2022.
- ARANA, A. R. A. Gestão das águas e planejamento ambiental: áreas de preservação permanente no manancial do alto curso do rio Santo Anastácio – SP. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 11, n. 2, p. 674-686, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/478uJ3v>. Acesso em: 23 jun. 2022.
- ARENITO SOLUÇÕES AMBIENTAIS. **Plano de Manejo da APA do rio Piava**. Município de Umuarama – Estado do Paraná. Umuarama: Arenito, 2013.
- AUGUSTO, L. Entenda o vaivém jurídico sobre a mineração na Serra do Curral, em MG. **Folha de S. Paulo**. 21 jul. 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3WPOGsg>. Acesso em: 05 jun. 2023.
- BARBOSA, L. R. **Uso de agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ao meio ambiente**: um estudo com agricultores da microbacia hidrográfica do Ribeirão Arara no Município de Paranaíba, PR. 2014. 41f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/477DAT9>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- BRIZÃO, D. A. O. **Gestão da área de proteção ambiental da captação de água no município de Paranaíba**. 2013. 52f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3NxeSod>. Acesso em: 28 set. 2022.
- BRASIL. Lei Federal n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Presidência da República**, 08 jan. 1997. Disponível em: <https://bit.ly/3NfaBWw>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boas práticas no abastecimento de água:** procedimentos para a minimização de riscos à saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BUENO, R. H. **Aplicação do diagnóstico físico-conservacionista (dfc) da bacia hidrográfica do rio Ligeiro – Paraná.** 2016. 106f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/2787/1/000225935.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2022.

CALLISTO, M.; *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002. Disponível em: <https://jbb.ibict.br/handle/1/708>. Acesso em: 24 mar. 2022.

CAVIGLIONE, J. H.; *et al.* **Cartas climáticas do Paraná.** Londrina: IAPAR, 2000. (CD).

CHRUSCIAK, Tiago Henrique Funari. **Diagnóstico ambiental da microbacia do rio Toledo visando a segurança da água de abastecimento público.** 2022. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2022. Acesso em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/30369>. Disponível em: 12 jan. 2022.

CIANORTE. Lei n. 177, de 06 junho de 2022. Dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do solo urbano do Município de Cianorte e dá outras providências. Sistema Leis Municipais. Cianorte, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3ReweHA>. Acesso em: 25 maio 2023.

CIANORTE. Lei n. 732, de 28 junho de 1983. Autoriza o poder executivo a participar do programa da microbacia integrada de conservação de solos, e dá outras providências. **Sistema Leis Municipais**, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/41hgVT9>. Acesso em: 25 maio 2023.

CIANORTE. Lei n. 1228, de 05 dezembro de 1989. Dispõe sobre a proteção da microbacia do ribeirão Bolivar e dá outras providências. **Sistema Leis Municipais**, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3GBw87W>. Acesso em: 26 maio 2023.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Degradação da mata ciliar na bacia do rio Paiva.** Umuarama: SANEPAR, 1998. 1 fotografia. Arquivo Próprio.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Construção da Estação para Captação de Água Bruta do Rio Ligeiro.** Cianorte: SANEPAR, 2023. 1 fotografia. Arquivo Próprio.

CUNHA, J. E.; CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. Comportamento erosivo de um sistema pedológico de Umuarama, noroeste do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 943-951, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/bC93kwLkScWF7hnPx3FJMch/?lang=pt>. Acesso em: 12 jun. 2022.

ECOSOL ENGENHARIA, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE. **Projeto de Engenharia para ampliação do sistema de abastecimento de água de Cianorte:** Volume I – Readequação do Estudo Técnico Preliminar. Cianorte: ECOSOL, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná.** Articulação: MI – 505. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79294/1/MI-505.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

FARIA, C. S. S. **Avaliação do assoreamento dos lagos do alto rio Doce com base em estudos morfométricos.** 2013. 80f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/3377>. Acesso em: 23 set. 2022.

FIDANI, D.; GESOVSKA, V. Sustainable management of water resources in urban areas. **Int J Environmental Sciences & Natural Resources**, Irvine, v. 20, n. 5, p. 141-147, 2019.

FREIRE, C. C.; OMENA, S. P. F. **Princípios de hidrologia ambiental.** Curso de Aproveitamento em Gestão de Recursos Hídricos: modalidade à distância. [s. l.], 2013.

FREITAS, H. M. B. **Alternativas para a conservação de mananciais de abastecimento público:** estudo de caso na bacia do Rio Ernesto, Pitanga-PR. 2020. 60f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23809/1/protocoloareamanancial.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

FREITAS, H. M. B.; FILHO, N. C.; MEZZOMO, M. D. M. **Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM).** Campo Mourão: UTFPR, 2020. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23809/2/protocoloareamanancial_produto.pdf. Acesso em: 25 set. 2021.

FUNASA. **Abastecimento de água potável:** cadernos temáticos de saneamento básico. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2016.

GOMES, J. L.; BARBIERI, J. C. Gerenciamento de recursos hídricos no Brasil e no estado de São Paulo: um novo modelo de política pública. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 1-21, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/KckKkSpvgRXkdGtFqwbdRZJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 set. 2022.

GONÇALVES JUNIOR, F. A; NÓBREGA, M. T. A paisagem rural em Alto Piquiri – PR: uma análise sobre os agrossistemas. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 87-111, 2011. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/9263>. Acesso em: 11 nov. 2022.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1468176>. Acesso em: 18 jun. 2022.

HUTCHINS, M. G.; *et al.* Projections of future deterioration in UK river quality are hampered by climatic uncertainty under extreme conditions. **Hydrological Sciences Journal**, Bolonha, v. 61, n. 16, p. 2.818-2.833, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3TwCtZT>. Acesso em 15 dez. 2022.

IBGE. Censo Demográfico 2010. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2022. Disponível em: <https://bit.ly/487rzOr>. Acesso em: 08 jun. 2023.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE; SECRETARIA DO AMBIENTE. **Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro**: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. Rio de Janeiro: INEA; SEA, 2018. Disponível em: https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Livro_Atlas-dos-Mananciais-de-Abastecimento-do-Estado-do-Rio-de-Janeiro.pdf. Acesso em: 19 dez. 2022.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

MACHADO, A. P. F. **Adaptação de um protocolo de avaliação rápida de rios e sua utilização como recurso didático em educação ambiental no Ensino Médio**. 2019. 70f. Dissertação (Mestrado em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Urutaí, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/385>. Acesso em: 19 jun. 2022.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; COTA, G. E. M.; LEMOS, R. S. Contradições e desafios para a proteção de mananciais hídricos em minas gerais – os casos das áreas de proteção especial de Vargem das Flores e Serra Azul – Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 17, n. 60, p. 89-104, 2016. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/33960>. Acesso em: 17 jun. 2022.

MARCOTTI, A. R.; MARCOTTI, T. C. B. Contribuições de estudos geográficos para a análise dos atrativos turísticos no rio Ligeiro – PR. *In*: ENCONTRO PARANAENSE DE PESQUISA E EXTENSÃO EM CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS, 7, 2011, Campo Mourão, **Anais [...]**. Campo Mourão: Fecilcam, 2011. p. 1-10. Disponível em: http://www.fecilcam.br/anais/vii_enppex/PDF/turismo/08-turismo.pdf. Acesso em: 12 jul. 2022.

MARTINI, L. C.; LANNA, A. E. Medidas compensatórias aplicáveis à questão da poluição hídrica de origem agrícola. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 111-136, 2003. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/37/9b7720ca39629f937d3d08f9ce0fa04f_b146d63112b441abd81848eefdedee87.pdf. Acesso em: 13 set. 2021.

MIERZWA, J. C. **O uso racional e o reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria**: estudo de caso da KODAK brasileira. 2002. 378f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) –

Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-14112002-203535/publico/TeseJCM.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2022.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2018.

MINEROPAR SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ. **Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Paraná**. 2021. 1 carta. Escala 1: 600.000. Disponível em: <https://bit.ly/43pp9Zm>. Acesso em: 13 maio 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Mananciais. **Ministério do Meio Ambiente**. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3IZ86p4>. Acesso em: 24 out. 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ. Cianorte – MPPR denuncia nove pessoas por loteamento clandestino de imóvel rural. **MPPR**. 06 abr. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3IX8e8w>. Acesso em: 05 jun. 2023.

MINISTÉRIO Público e Polícia Ambiental desenvolvem ações para impedir devastação e ocupação irregular em área de preservação ambiental no Arenito Caiuá, em Paranaíba. **Jornal Maringá Post**. 11 abr. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/45OJjxO>. Acesso em: 05 jun. 2023.

NÓBREGA, M. T.; GASPARETTO, N. V. L.; NAKASHIMA, P. Metodologia para cartografia de Umuarama – PR. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 10, n. 1, p. 5-10, 1992. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/12176>. Acesso em: 23 set. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. **ONU**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 10 set. 2022.

PARANÁ. Lei Estadual n. 8.935, de 07 de março de 1989. Dispõe sobre requisitos mínimos para as águas [...] de abastecimento público e adota outras providências. **Assembleia Legislativa do Estado do Paraná**, 1989. Disponível em: <https://bit.ly/3qqOcNa>. Acesso em: 15 maio 2022.

PIZAIA, M. G.; *et al.* A política regulatória do uso da água: estudo de caso para o Estado do Paraná. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, p. 1-15, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/Xk3MMMWv8t4wbqQwyZQZ6mf/?format=pdf>. Acesso em: 29 jun. 2022.

PONTINI, V. V.; COELHO, A. L. N. Emprego de protocolo de avaliação rápida no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: estudo de caso em áreas urbanas de Iconha e Piúma (ES). **GeoTextos**, Salvador, v. 15, n. 2, p. 175-196, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/32409>. Acesso em: 22 mar. 2022.

RADTKE, L. **Protocolos de avaliação rápida**: uma ferramenta de avaliação participativa de cursos d'água urbanos. 2015. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

ROCHA, C. H. B.; COSTA, H. F. Variação temporal de parâmetros limnológicos em manancial de abastecimento em Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 543-550, abr./jun. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7883>. Acesso em: 20 mar. 2022.

RODERJAN, C. V; *et al.* As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 75-92, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285892213_As_unidades_fitogeograficas_do_Estado_do_Parana. Acesso em: 23 set. 2022.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/15/78ac8ae6249dfc8816deed3ccb5e1972_3c37e5564f1f5500d58fb8d78834e8d9.pdf. Acesso em: 20 mar. 2022.

ROSA, N. M. G.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Aplicabilidade de Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: o caso do Parque Nacional da Serra do Gandarela (MG). **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 29, n. 57, p. 441-464, 2019. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/19567>. Acesso em: 23 abr. 2022.

SANTOS, L. P.; LABADESSA, A. S. Água: captação, tratamento e distribuição no município de Jaru/RO. **Revista Fiar: Revista do Núcleo de Pesquisa e Extensão**, Ariquemes, v. 1, p. 66-94, 2012. Disponível em: <https://silo.tips/download/agua-captao-tratamento-e-distribuiiao-no-municipio-de-jaru-ro-resumo>. Acesso em: 13 set. 2022.

SANTOS, L.; *et al.* **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná**. Escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000. Curitiba: Mineropar; UFPR, 2006. Disponível em: <http://bit.ly/481cnm9>. Acesso em: 23 set. 2022.

SILVA, M. S. **Criação de APAs no manancial de abastecimento público de Cianorte-PR: uma alternativa para a promoção do uso sustentável da bacia e a manutenção da qualidade do recurso hídrico**. 2020. 141f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídrico) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5291>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SILVEIRA, L. I. **O direito ambiental amparando a conservação dos recursos naturais nas APAS na região noroeste do Paraná**. 2015. 39f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22597>. Acesso em: 15 set. 2022.

SOUZA, M. L.; GASPARETTO, N. V. L.; NAKASHIMA, P. Diagnóstico geoambiental da bacia do córrego Tenente em Mariluz, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 379-391, 2008. Disponível em: <http://bjg.siteoficial.ws/2008/n.2/n.pdf>. Acesso em: 23 set. 2022.

TRIBUNA DE CIANORTE. Rompimento de tubulação forma erosão de mais de 30 metros de profundidade. **Tribuna de Cianorte**. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/43opfAE>. Acesso em: 21 maio 2023.

TRIBUNA DE CIANORTE. Descarte irregular de resíduos é crime ambiental e gera multa. **Tribuna de Cianorte**. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/487rzOr>. Acesso em: 22 maio 2023.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

UNITED NATIONS. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Res. A/RES/70/1. New York: UN, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 12 dez. 2022.

WAGNER, Larissa Taís. **Avaliação da contaminação do solo e água subterrânea e vulnerabilidade do aquífero em um aterro de resíduos industriais na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2018. 160f. Monografia (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/189047>. Acesso em: 02 fev. 2023.