

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ALEX ANTONIO DOS SANTOS

**PROPOSTA DE LEI MUNICIPAL COMO FERRAMENTA PARA PROTEÇÃO DE
MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO: ESTUDO DE CASO NA BACIA
DO RIO ERNESTO, PITANGA-PR**

CAMPO MOURÃO

2024

ALEX ANTONIO DOS SANTOS

**PROPOSTA DE LEI MUNICIPAL COMO FERRAMENTA PARA PROTEÇÃO DE
MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO: ESTUDO DE CASO NA BACIA
DO RIO ERNESTO, PITANGA-PR**

**Proposed municipal law as a tool for protecting public supply sources: case
study in the Ernesto river basin, Pitanga-PR**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação
de Recursos Hídricos da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Eudes José Arantes.

Coorientador(a): Nelson Consolin Filho.

CAMPO MOURÃO

2024



[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.



ALEX ANTONIO DOS SANTOS

PROPOSTA DE LEI MUNICIPAL COMO FERRAMENTA PARA PROTEÇÃO DE MANANCIAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO: ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO ERNESTO, PITANGA-PR

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

Data de aprovação: 25 de Março de 2024

Dr. Eudes Jose Arantes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Ana Paula Colavite, Doutorado - Universidade Estadual do Paraná (Unespar)

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

Dr. Nelson Consolin Filho, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 25/03/2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me guiou e me deu forças para concluir mais esta etapa.

A minha esposa Tatiane da Silva Santos e minha filha Sofia da Silva Santos pelo amor e compreensão nos meus momentos de dedicação aos estudos, pelo incentivo e apoio incondicional de sempre.

Aos meus pais Antonio e Lucilene, que além da vida me deram coragem para lutar pelo meu ideal, incentivando-me a prosseguir.

A meu orientador Prof. Dr. Eudes José Arantes e coorientador Prof. Dr. Nelson Consolin Filho, pela oportunidade de trabalharmos juntos, pela amizade, paciência e empenho ao direcionar meu trabalho.

A todos os professores do curso, pelas brilhantes aulas, pela confiança, paciência, amizade e oportunidade que me ofereceram de conhecer novos caminhos no exercício da minha profissão.

Aos colegas de trabalho, Patrícia Arns Steiner Ferreira, Engenheira Ambiental, pelo apoio na escolha do tema e ao Roberto Cezar, topógrafo, pelo auxílio nas dúvidas referentes a elaboração dos mapas.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do curso e conclusão deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPENº.2717/2015, e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná–UTFPR pelo apoio recebido.

RESUMO

A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas propõe 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O ODS 6, composto por 8 metas, visa assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos até 2030. Diante da necessidade de proteção do manancial de abastecimento público da cidade de Pitanga-PR, o objetivo desta pesquisa foi elaborar uma proposta de minuta de lei municipal para a área de manancial de abastecimento público, fixando parâmetros e diretrizes para proteção da área da bacia do rio Ernesto. Os procedimentos adotados para o desenvolvimento deste estudo foram a revisão bibliográfica sobre o tema, levantamento e sistematização de dados espaciais para obtenção de produtos cartográficos, visitas *in loco* para o reconhecimento da área. A partir dos resultados obtidos, foi possível identificar os principais impactos e riscos na área de manancial de abastecimento. A estação de tratamento de água situa-se junto ao ponto de captação, que por sua vez encontra-se a jusante da rodovia PR-466. Além da proximidade à rodovia, a área do manancial abrange ocupações irregulares desprovidas de infraestrutura de saneamento, presença de atividades comerciais de baixo potencial poluidor, práticas agrícolas convencionais e, em algumas áreas, a falta e degradação das áreas de preservação permanente. Em suma, espera-se que os resultados deste estudo contribuam para a segurança hídrica do município e que a minuta de lei possa ser utilizada como ferramenta de gestão de recursos hídricos em outros mananciais de abastecimento público, especialmente para os municípios que não possuem legislação municipal específica para esta finalidade.

Palavras-chave: gestão de recursos hídricos; lei municipal; manancial de abastecimento.

ABSTRACT

The United Nations 2030 Agenda proposes 17 Sustainable Development Goals (SDGs). SDG 6, consisting of 8 targets, aims to ensure the availability and sustainable management of water and sanitation for all by 2030. Given the need to protect the public water supply source in the city of Pitanga-PR, the objective of this research was to prepare a proposal for a draft municipal law for the public water supply area, setting parameters and guidelines to protect the Ernesto river basin area. The procedures adopted for the development of this study were a bibliographic review on the topic, survey and systematization of spatial data to obtain cartographic products, and on-site visits to recognize the area. From the results obtained, it was possible to identify the main impacts and risks in the supply area. The water treatment station is located next to the collection point, which in turn is downstream of the PR-466 highway. In addition to the proximity to the highway, the spring area encompasses irregular occupations lacking sanitation infrastructure, the presence of commercial activities with low polluting potential, conventional agricultural practices and, in some areas, the lack and degradation of permanent preservation areas. In short, it is expected that the results of this study will contribute to the municipality's water security and that the draft law can be used as a water resources management tool in other public supply sources, especially for municipalities that do not have municipal legislation specific for this purpose.

Keywords: water resources management; municipal law; supply source.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura do SINGREH	16
Figura 2 - Zoneamento de uso e ocupação do solo urbano do município de Pitanga-PR	22
Figura 3 - Localização das fotografias apresentadas	28
Figura 4 - Precipitação anual no estado do Paraná	30
Figura 5 - Localização da área de estudo	31
Figura 6 - Declividade da área de manancial do rio Ernesto	32
Figura 7 - Sistema de abastecimento de água	37
Figura 8 - Sistema de abastecimento de água da cidade de Pitanga-PR	38
Figura 9 - Estação de tratamento de água (ETA) Pitanga-PR.....	39
Figura 10 - Captação de água do rio Ernesto, para abastecimento público no município de Pitanga-PR.....	39
Figura 11 - Uso e ocupação do solo da área de manancial de abastecimento para o ano de 1991	41
Figura 12 - Uso e ocupação do solo da área de manancial de abastecimento para o ano de 2022	41
Figura 13 - Ocupação antrópica na área de manancial de abastecimento, ano de 2017	44
Figura 14 - Ocupação antrópica na área de manancial de abastecimento, ano de 2021	44
Figura 15 - Localização do ferro velho em relação ao ponto de captação (a) localização do ferro velho na PR- 466 (b)	46
Figura 16 - Barracão do ferro velho (a) e veículos estocados diretamente sobre o solo (b)	47
Figura 17 - Rodovia PR-466 nas margens do rio Ernesto movimentação de terra e erosão (a) ponte da rodovia sobre o rio Ernesto com sedimentos (b)	48
Figura 18 - Rodovia PR-466 e marginais jusante ao ponto de captação (a) drenagem pluvial da rodovia e marginais em construção (b)	49
Figura 19 - Degradação da APP em nascente por pastagens (a) e olho de água sem APP em área de lavoura (b) longo do rio Ernesto	50
Figura 20 - Área de pastagens até o leito do rio Ernesto (a) e criação de porcos próximo ao leito do rio Ernesto (b).....	52
Figura 21 - Área de lavoura sem terraços (a) e estrada vicinal sem estruturas de contenção de enxurrada (b)	53
Figura 22 - Delimitação e divisão da área de manancial do município de Pitanga - rio Ernesto	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Uso e ocupação do solo da área de manancial	42
Quadro 2 - Impactos das atividades agrícolas sobre a qualidade da água	54
Quadro 3 - Instrumentos da gestão municipal urbana, seus objetivos e inter-relação com os recursos hídricos.....	57
Quadro 4 - Alguns conceitos relacionados a índices urbanísticos segundo a ABNT NBR 6505/1994	59
Quadro 5 - Alguns conceitos relacionados a índices urbanísticos segundo Lei complementar N° 55/2019	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	Geral	11
2.2	Específicos	11
3	JUSTIFICATIVA.....	12
4	REVISÃO DE LITERATURA	14
4.1	Histórico da legislação de proteção de recursos hídricos no Brasil 14	
4.2	Aspectos jurídicos sobre área de manancial de abastecimento.....	19
4.3	Plano Diretor como ferramenta de Gestão de Recursos Hídricos ...	24
5	MATERIAIS E MÉTODOS	27
5.1	Localização da área de estudo.....	29
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6.1	Cenário do abastecimento de água em Pitanga-PR	34
6.2	Avaliação temporal da mudança do uso e ocupação do solo da área de manancial do rio Ernesto (1991-2022).....	40
6.3	Minuta de lei municipal para proteção de área de manancial de abastecimento público do município de Pitanga-PR	55
6.3.1	Delimitação da área de manancial do município de Pitanga – PR	56
6.3.2	Instrumentos de regulação urbana	57
6.3.2.1	<u>Zoneamento</u>	<u>58</u>
6.3.2.2	<u>Ocupação do solo.....</u>	<u>58</u>
6.3.2.3	<u>Parcelamento do solo.....</u>	<u>60</u>
7	PRODUTO	62
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

A falta de planejamento urbano adequado no desenvolvimento das cidades e o crescimento populacional nas últimas décadas no Brasil não foram devidamente acompanhados pelo processo de ampliação dos serviços de coleta e tratamento de esgotos, da proteção dos recursos hídricos e seus ecossistemas associados e do ordenamento do uso e ocupação do solo. Com isso, muitos mananciais de abastecimento encontram-se degradados, agravando o cenário de escassez hídrica, aumentando os custos com o tratamento da água e afetando a saúde e a qualidade ambiental das bacias hidrográficas (BRASIL, 2012).

A água para consumo humano tem sua origem principal nos mananciais superficiais, sendo uma região que abriga nascentes, rios, represas, entre outros. Na grande parte das cidades brasileiras, o abastecimento de água é formado por um sistema composto por instrumentos para a captação, tratamento e distribuição de água potável para a população, tendo na figura do poder público o seu responsável, mesmo nos casos em que o sistema esteja em regime de concessão.

De modo geral, as maiores dificuldades relacionadas aos serviços de água são: preservação dos mananciais, perda de água na distribuição e ausência de racionalização de uso da água (doméstico e industrial). Nas áreas rurais, as práticas agrícolas convencionais tendem a favorecer a perda da camada fértil do solo, ocasionando erosão e a sedimentação de rios e lagos. O uso ineficiente da irrigação nas culturas agrícolas, o desmatamento, a falta de preservação e a exploração excessiva de nascentes e a utilização excessiva de agrotóxicos também contribuem para a degradação dos mananciais (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001).

A Lei Federal nº 9.433/97 estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos. Em seu capítulo IV, instituiu, como seus instrumentos, os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso de recursos hídricos e o sistema de informações sobre recursos hídricos (BRASIL, 1997). Portanto, pode-se dizer que a proteção dos mananciais está diretamente ligada à gestão desses instrumentos.

Os instrumentos legais que regulamentam o uso e a ocupação do solo atualmente disponíveis são fundamentais para o desenvolvimento urbano

sustentável e deveriam ser utilizados de forma complementar aos instrumentos preconizados pelo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Compete ao município elaborar, aprovar e fiscalizar os instrumentos associados ao ordenamento do território, sobretudo em bacias hidrográficas situadas em áreas majoritariamente urbanas (CARNEIRO; CARDOSO; AZEVEDO, 2008).

O principal problema da proteção dos mananciais de abastecimento é que a proteção dessas áreas, em termos de regulamentação do uso e ocupação do solo, não é atribuição do sistema gestor dos recursos hídricos, mas dos municípios pertencentes à respectiva bacia hidrográfica. Somente um sistema de gestão integrado pode trazer alguma luz à solução desse problema, sendo um dos principais pontos onde há necessidade urgente de atrelar-se a gestão de recursos hídricos à gestão urbana do território (SILVA; PORTO, 2003).

Considerando a problemática, a pesquisa foi desenvolvida na área de manancial de abastecimento público, na bacia do rio Ernesto, que tem a sua área dividida entre a zona rural e a zona urbana no município de Pitanga-PR. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é elaborar uma proposta de minuta de lei municipal que englobe o uso e a ocupação do solo, fixando parâmetros e diretrizes para a proteção e recuperação na área de manancial de abastecimento público.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Elaborar uma proposta de minuta de lei municipal para a área de manancial de abastecimento público, fixando parâmetros e diretrizes para proteção da bacia do rio Ernesto, em Pitanga-PR.

2.2 Específicos

- Identificar os principais impactos antropogênicos na área de manancial de abastecimento público de Pitanga-PR e os aspectos legais existentes para assegurar sua conservação.
- Levantar dados sobre a área de ocupação do loteamento irregular na área de manancial de abastecimento público no município de Pitanga-PR.
- Indicar parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo para a área do manancial de abastecimento público, sendo que parte deste encontra-se inserido no perímetro urbano.
- Propor minuta de lei municipal, com a criação de zoneamento especial para área de manancial de abastecimento público, fixando parâmetros e diretrizes para proteção da bacia do rio Ernesto em Pitanga-PR como produto da dissertação.

3 JUSTIFICATIVA

A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) propõe 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que buscam um caminho mais equitativo para a população, buscando disponibilizar os serviços essenciais não só para sobrevivência como para uma vida próspera. O ODS 6, composto por 8 metas que visam “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”, trata de saneamento e recursos hídricos em uma perspectiva integrada, indo ao encontro dos objetivos da Política Nacional dos Recursos Hídricos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2022).

Segundo Silva e Porto (2003), o principal problema relativo à proteção dos mananciais reside no fato de que a proteção dessas áreas, naquilo que se refere ao disciplinamento do uso e ocupação do solo, não é atribuição do sistema gestor de recursos hídricos, mas sim dos municípios pertencentes à respectiva bacia produtora. Somente um sistema integrado de gestão pode trazer alguma luz à solução desse problema. Esse é um dos principais pontos em que há necessidade urgente de atrelar-se a gestão de recursos hídricos à gestão urbana do território.

Entretanto, por razões que decorrem tanto da relativa “incapacidade” dos municípios em lidar com essa questão, quanto do não reconhecimento explícito dessa problemática nos sistemas de gestão de recursos hídricos, existem fortes indícios de que as legislações municipais são inadequadas para tratar de questões fundamentais para a preservação de recursos hídricos (CARNEIRO *et al.*, 2010).

O município de Pitanga, situado no interior do Paraná, possui uma população de 33.567 mil habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2023). O rio Ernesto é um dos afluentes do rio Pitanga, inserido na bacia hidrográfica do rio Ivaí. Ele é a fonte de abastecimento público da cidade de Pitanga, que tem sua área de manancial dividida entre a zona rural e a zona urbana. Em períodos de estiagem prolongada, apresenta grande redução de disponibilidade hídrica, condicionando racionamentos no abastecimento e adoção de medidas de captação em poços subterrâneos (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ, 2020).

A área de manancial de abastecimento público do município de Pitanga não é referenciada ou enquadrada como Zona de Proteção Ambiental no Plano Diretor do município de Pitanga. As diretrizes não abrangem as condições ideais para a

gestão eficiente dessas áreas. Essas áreas necessitam de atenção especial devido a sua importância e funcionalidade, pois são resultantes delas o fornecimento de água para o consumo humano. Não obstante, na Lei de Zoneamento, a área definida como Zona de Expansão Urbana 1 no município avança em direção à área de manancial de abastecimento público, podendo acarretar problemas futuros.

Diante do exposto, ficou evidenciada a necessidade de elaboração de um modelo de legislação municipal com o objetivo de orientar a regulamentação dos limites e possibilidades de ocupação do território, gerando um instrumento auxiliar para a consolidação de uma política municipal de proteção dos recursos hídricos do município. Este projeto está vinculado à linha de pesquisa Ferramentas Aplicadas aos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos.

A proposta de minuta de lei municipal específica para a área de manancial de abastecimento público pode contribuir significativamente para o futuro desse manancial, fixando parâmetros e diretrizes para a conservação e recuperação da área de manancial de abastecimento público. Também tem o intuito de servir como ferramenta auxiliar aos municípios, tendo em vista a conservação dos mananciais de abastecimento público conforme as leis vigentes.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Histórico da legislação de proteção de recursos hídricos no Brasil

No Brasil, ano de 1891, foi promulgada a primeira constituição republicana, seu texto continha apenas uma referência indireta ao uso dos recursos hídricos ao mencionar a navegação. Dessa forma, a preocupação em regulamentar o uso e as múltiplas finalidades dos recursos hídricos ficou relegada ao Código Civil, que entrou em vigor no ano de 1916, contendo disposições quanto às relações entre particulares e à prevenção ou solução de conflitos gerados pelo uso da água (BRASIL, 2006).

No início do século XX, a economia passava pela transição do modelo predominantemente agrícola para o estabelecimento de polos industriais, exigindo uma maior utilização da energia elétrica para a geração de riquezas. Nesse contexto socioeconômico, em 1934, o país passou a contar com o Código de Águas, (Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934), que garantia ao poder público o controle e incentivo do aproveitamento industrial das águas (IORIS, 2009).

De acordo com o código, o poder público, em particular, foi o grande beneficiário de sua promulgação, uma vez que o domínio privado foi sensivelmente restringido. As águas podiam ser propriedades públicas — subdivididas em águas de uso comum e águas dominiais —, comuns ou particulares, sendo que as primeiras eram de domínio da União, dos estados e dos municípios (BRASIL, 1934).

De acordo com Pagnoccheschi (2016), embora as controvérsias geradas pela aprovação do Código de Águas tenham retardado por décadas a efetiva implementação de todos os seus preceitos, por mais avançados que fossem, a sua aplicação, juntamente à evolução dos problemas sociais e econômicos do país, possibilitou alterações no modelo de administração pública e novas normas legais, tornando-se uma peça fundamental da normatização do uso das águas no país e no ordenamento jurídico brasileiro.

Segundo o documento GEO Brasil Recursos Hídricos (BRASIL, 2007), esse cenário sofreu, ainda, inúmeras mudanças periféricas, mas só começou a ser fundamentalmente alterado com a Constituição Federal de 1988, que determinou ao Poder Executivo, em uma de suas disposições transitórias, a elaboração de uma proposta de sistema de gerenciamento dos recursos hídricos para ser submetida ao

Congresso Nacional. Essa determinação foi atendida com o envio, pelo Executivo, em novembro de 1991, de projeto de lei que propunha a criação da política e do sistema de gerenciamento de recursos hídricos.

A Constituição da República Federativa do Brasil, em 1988, determinou, como bens dos estados, as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, com exceção das decorrentes de obras da União. Assim, compete privativamente à União legislar sobre águas (BRASIL, 1988).

Além disso, passa a ser de competência da União: a) explorar o aproveitamento energético dos cursos de água, em articulação com os estados onde se situam os potenciais corpos d'água, de forma direta ou mediante autorização, concessão ou permissão; b) viabilizar os serviços de transporte aquático entre portos brasileiros e fronteiras nacionais, ou que transponham os limites de estado ou território; c) definir critérios de outorga de direitos de uso das águas (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001).

Em 1995, destaca-se a criação da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), com a atribuição de dinamizar a discussão da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), bem como monitorar sua implementação. A partir da criação da SRH, foi acelerado o processo de discussão nacional que culminou com a promulgação da Lei nº 9.433, em janeiro de 1997, após quatro anos de intensos debates que mobilizaram toda a sociedade brasileira.

Também conhecida como a Lei das Águas (Lei nº 9.433/97), em seu art. 1, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) tem como fundamentos: a água é um bem público, um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, utilização prioritária estabelecida, em situações de escassez, para consumo humano e animal, a gestão dos recursos hídricos de forma a propiciar o uso adequado das águas, a delimitação da bacia hidrográfica como unidade territorial a fim de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, a descentralização da gestão desses recursos, a participação do poder público, dos usuários e das comunidades na gestão (BRASIL, 1997).

De acordo com a Lei nº 9.433/97 (BRASIL, 1997, n.p), os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos são:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
- IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. (Incluído pela Lei nº 13.501, de 2017).

Com a promulgação da Lei Federal nº 9.433/97, pôde ser regulamentado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), instituído ainda na Constituição Federal de 1988, que se constitui no conjunto de instituições e colegiados que concebem e executam a PNRH. Em 2000, pela Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000, é criada a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), encarregada da implementação do SINGREH e dos processos de alocação de água nos rios de dominialidade da União.

A estrutura do SINGREH é apresentada na Figura 1, cujos integrantes são: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental (SRQA), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH) ou Órgãos gestores de recursos hídricos estaduais (Entidades Estaduais), os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) e as Agências de Água.

Figura 1 - Estrutura do SINGREH



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2022)

O SINGREH tem como objetivos coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar os conflitos associados com a água; colocar em execução a PNRH; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e promover a cobrança pelo uso da água (BRASIL, 1997).

De forma resumida, os entes do SINGREH têm as seguintes atribuições (BRASIL, 1997):

- Conselhos: subsidiar a elaboração da Política de Recursos Hídricos no âmbito de sua atuação, promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais e dos setores usuários, arbitrar os conflitos que envolvem os usos da água e aprovar propostas dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;

- MMR - Ministério do Desenvolvimento Regional / SNSH- Secretaria Nacional de Segurança Hídrica: compete ao MDR a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 13.844, de 18 de junho de 2019), o titular do MDR preside o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e SNSH atua como secretaria-executiva;

- ANA - Agência Nacional das Águas: implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos em bacias hidrográficas interestaduais, além de coordenar as ações do SINGREH, regular e fiscalizar a prestação dos serviços públicos de irrigação em regime de concessão e de adução de água bruta em rios de domínio da União, organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) e elaborar o Relatório de Segurança de Barragens e editar normas de referência para o setor de saneamento básico;

- Órgão Estadual: elaborar políticas no âmbito estadual, conceder outorga e fiscalizar o uso das águas de jurisdição do estado;

- Comitê de Bacia: elaborar, aprovar e fiscalizar a aplicação do Plano de Recursos Hídricos no âmbito territorial da sua atuação, arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos e estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

- Agências de Água: cumprem o papel de secretaria executiva dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Devem manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos, manter o cadastro de usuários, efetuar, mediante delegação do

outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos e acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação. Podem atuar no âmbito de um ou mais comitês.

Avança-se na estruturação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), dos comitês de bacias de rios de domínialidade da União, na implementação dos instrumentos de gestão preconizados na Lei nº 9.433/97, na elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos e dos planos de bacias (BRASIL, 2006).

A ANA é o órgão central que articula a gestão de recursos hídricos no Brasil e apresenta regularmente informações, estatísticas e indicadores para a identificação dos resultados da implementação dessa política pública no país e para o acompanhamento do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2022).

Diante desse cenário, a Lei nº 9.433/97 passa a ser o marco balizador para a questão das águas, definindo instrumentos, atores e organismos envolvidos no sistema nacional de gerenciamento. Essa legislação propõe uma política participativa e um processo decisório aberto aos diferentes atores sociais vinculados ao uso da água, dentro de um contexto mais abrangente de revisão das atribuições do Estado, do papel dos usuários e do próprio uso da água (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2013).

A fim de atender às metas estabelecidas pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), são utilizados cinco ferramentas de gestão:

- Planos de Recursos Hídricos, elaborados por bacia hidrográfica e pelo governo de cada estado;
- Enquadramento de corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes da água;
- Outorga de direitos de uso;
- Cobrança pelo uso;
- Sistema de Informação (BRASIL, 1997).

Conforme Gianasi, Vieira e Pimenta (2014), um dos desafios primordiais na gestão dos recursos hídricos em bacias hidrográficas é como planejar e assegurar uma gestão colaborativa, integrada e descentralizada na prática, com a inclusão e valorização do saber dos membros que integram o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) e do conhecimento específico dos agentes locais.

Atingir a segurança hídrica requer uma gestão adequada das águas, considerando os obstáculos de mudanças das paisagens, mudanças climáticas, crescimento populacional, gradação do consumo, entre outros (SANTOS; REIS; MENDIONDO, 2020). Entretanto, no estudo de Filho e Roma (2023), identificou-se os obstáculos enfrentados pelos gestores estaduais e conselheiros em relação à disponibilização de informações para embasar as decisões devido à carência de pessoal, principal dificuldade para a implementação plena de todas as ferramentas de gestão previstas nas políticas estaduais de recursos hídricos.

Mesquita (2018) faz uma relação das dificuldades de implantação da boa governança dos recursos hídricos e cita entre elas o pouco envolvimento dos atores envolvidos e a insuficiência de dados e informações. Estudos empíricos têm indicado que esse novo modelo de gestão é comprometido por interesses políticos, econômicos e por fragilidades administrativas.

Mesmo diante dos obstáculos enfrentados, é viável ressaltar alguns avanços decorrentes da implementação, ainda que de forma discreta em certos casos, dos instrumentos da PNRH, como a estruturação das organizações envolvidas, assim como a mobilização da sociedade e do poder público em relação à gestão dos recursos hídricos, a atualização de banco de dados, a implementação de programas e medidas de precaução a emergências, solução de conflitos e educação ambiental com foco nos recursos hídricos (CENCI; PASSOS, 2018).

4.2 Aspectos jurídicos sobre área de manancial de abastecimento

A Constituição Federal de 1988 foi a primeira das constituições brasileiras a tratar o meio ambiente como um direito fundamental e dedicar-lhe o teor de um capítulo inteiro. O *caput* do artigo 225 da Constituição Federal dispõe que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e de preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) indica que o desenvolvimento sustentável das cidades é um dos fatores para garantir qualidade de vida e dignidade à pessoa humana com respeito ao meio ambiente. De acordo com o artigo 182,

[a] política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público Municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes (BRASIL, 1988, p. 107).

A Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001 (BRASIL, 2001), o chamado “Estatuto das Cidades”, regulamenta o art. 182 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana como o planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município, a ordenação e controle do uso do solo, proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico, garantia do direito a cidades sustentáveis.

A Lei nº 8.935/89, de 07 de março de 1989, do estado do Paraná, dispõe sobre requisitos mínimos para as águas provenientes de bacias mananciais destinadas ao abastecimento público e adota outras providências. O artigo 3 descreve as instalações de empreendimentos ou atividades proibidas nas áreas de manancial, tais como: indústrias altamente poluentes, estabelecimentos hospitalares, depósitos de lixo e parcelamento do solo de alta densidade demográfica. Posteriormente, em seu texto define os quesitos para as indústrias poluentes, os depósitos de lixo, os parcelamentos do solo de alta densidade demográfica, pré-existentes nessas áreas (PARANÁ, 1989).

Ainda, no âmbito estadual, a Lei Complementar nº 59, de 1º de outubro de 1991, dispõe sobre a repartição de 5% do ICMS, a que alude o art. 2º da Lei nº 9.491/90, aos municípios com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental. Os municípios que abrigam unidades de conservação recebem recursos financeiros do estado do Paraná se estiverem cadastrados no Instituto Água e Terra (IAT). Do total do ICMS arrecadado, 5% são destinados aos municípios, conforme tamanho, importância, grau de investimento na área, manancial de captação e outros fatores (PARANÁ, 1991).

As referidas leis do estado do Paraná não abrangem de forma adequada a conservação, proteção ou recuperação das áreas de mananciais, dando foco principal a empreendimentos que podem ou não ser instalados, sem apresentar parâmetros e diretrizes para o uso e ocupação do solo.

A Lei Orgânica Municipal de Pitanga (Emenda nº 6/09) apresenta no art. 172, como responsabilidade do Poder Público Municipal, proteger os mananciais destinados à captação de água para a população urbana, considerando:

- a) São mananciais de emergência aqueles cadastrados para futuras captações, conforme a necessidade do abastecimento da população urbana, e reforço nos casos de estiagem prolongada;
- b) Os mananciais destinados ao abastecimento público, não sofrerão modificações no seu leito natural, tais como: barragens, desvios para irrigação de várzeas e outras formas de captações;
- c) É obrigatória a implantação ou conservação de matas ciliares ao longo e nas margens dos mananciais destinados ao abastecimento, numa faixa mínima de 50 (cinquenta) metros de cada lado (PITANGA, 2009, p. 57).

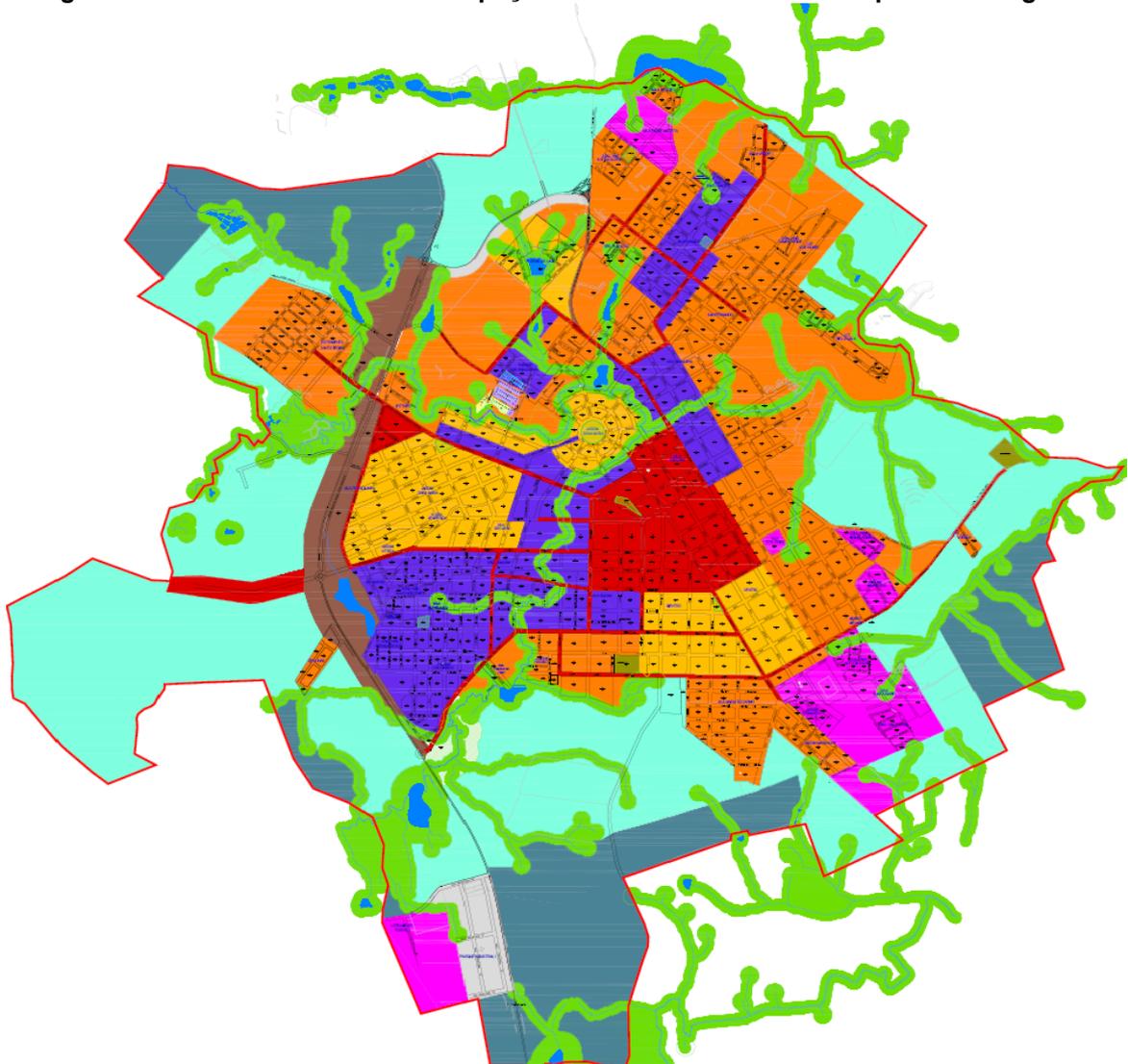
A Lei Complementar nº 44, de 10 de janeiro de 2018, que institui a revisão do Plano Diretor do Município de Pitanga, é parte integrante do processo de planejamento municipal e instrumento básico da política de desenvolvimento urbano. De modo semelhante, observa fatores importantes no que diz respeito à função social da propriedade e à política urbana, em consonância com o Estatuto da Cidade, tendo como objetivo assegurar a proteção, preservação e recuperação do ambiente natural e construído, a conservação e a recuperação dos potenciais hídricos do município, em especial os mananciais de abastecimento de água potável, superficiais e subterrâneos (PITANGA, 2018a).

As leis que seguem, integram o Plano Diretor do Município de Pitanga:

- Lei do Perímetro Urbano;
- Lei do Uso e Ocupação do Solo;
- Lei do Parcelamento do Solo;
- Lei do Sistema Viário;
- Código de Obras;
- Código de Posturas.

A Lei Complementar nº 55, de 09 de abril de 2019, a Lei do Uso e Ocupação do Solo, dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do solo urbano do município de Pitanga (Figura 2) e divide a área do perímetro urbano da sede do município e dos distritos em zonas.

Figura 2 - Zoneamento de uso e ocupação do solo urbano do município de Pitanga-PR



LEGENDA

	LAGO/ REPRESA		
	CURSOS D' ÁGUA		ZR1 ZONA RESIDENCIAL 1
	PERÍMETRO		ZR2 ZONA RESIDENCIAL 2
	ARRUAMENTO		ZR3 ZONA RESIDENCIAL 3
	CURVA DE NÍVEL		ZEIS ZONA DE ESPECIAL DE INTERESSE SOCIAL
	VEGETAÇÃO		ZCS1 ZONA DE COMÉRCIO E SERVIÇO 1
	APP ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE		ZCS2 ZONA DE COMÉRCIO E SERVIÇO 2
	ZPA ZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL		ZCPA ZONA DE CONTROLE E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL
	ZEU1 ZONA DE EXPANSÃO URBANA 1 PRIORITÁRIA		ZI1 ZONA INDUSTRIAL 1
	ZEU2 ZONA DE EXPANSÃO URBANA 2		ZI2 ZONA INDUSTRIAL 2

Fonte: Lei Complementar nº 55/2019, Pitanga-PR (2019)

Destaca-se a seção VI, Zona de Preservação Ambiental (ZPA), que abrange as áreas de reserva particular do patrimônio natural como categoria de Unidade de Conservação (UC) particular criada em área privada, instituída pelo poder público, com objetivo de promover a conservação da diversidade biológica, a proteção de recursos hídricos, o manejo de recursos naturais, desenvolvimento de pesquisas científicas, atividades de ecoturismo e educação, bem como a preservação ambiental.

As Zonas de Expansão Urbana (ZEU) são caracterizadas pelas áreas contíguas ou próximas às áreas já loteadas, dentro do perímetro urbano, identificadas como passíveis de urbanização futura, subdivididas em ZEU1 e ZEU2. A Zona de Expansão Urbana 1 (ZEU1) caracteriza-se pela maior proximidade com as regiões da cidade já parceladas e dotadas de infraestrutura urbana, tornando-se a zona prioritária nos casos de expansão urbana, enquanto a Zona de Expansão Urbana 2 (ZEU2) caracteriza-se por ser a zona dentro do perímetro urbano mais distante das áreas parceladas e com infraestrutura, sendo parcelada posteriormente à Zona de Expansão Urbana 1.

De acordo com a Lei Complementar nº 9/18, que dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos, não será permitido o parcelamento do solo para fins urbanos em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, em terrenos com declividade igual ou superior a trinta por cento, em áreas de preservação ambiental, assim definidas na Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano, nas proximidades de nascentes, águas correntes e dormentes seja qual for a sua situação topográfica e em terrenos situados em fundos de vales, entre outros (PITANGA, 2018b).

A área de manancial de abastecimento público não é referenciada ou enquadrada como zona de proteção ambiental na legislação do município de Pitanga. As diretrizes não abrangem as condições ideais para a gestão eficiente dessas áreas. Essas áreas necessitam de atenção especial, pois são oriundas delas o fornecimento de água para o consumo humano. Entretanto, a área definida como Zona de Expansão Urbana 1 no município avança em direção à área de manancial de abastecimento público, podendo acarretar problemas futuros.

De acordo com Ikemoto e Johnsson (2017), apesar da existência de leis que citam a proteção de mananciais, há ausência de um arcabouço legal e de políticas específicas para proteção de mananciais, considerando que ainda não há objetivos,

princípios de gestão, diretrizes de ação e metas comuns definidas que representam o conjunto de alternativas desejadas para a proteção de mananciais a nível local.

4.3 Plano Diretor como ferramenta de Gestão de Recursos Hídricos

A partir da Constituição Federal de 1988, o município brasileiro teve seu reconhecimento como natureza de entidade federativa, dotada de autonomia política, administrativa e financeira, regendo-se por lei orgânica elaborada pela câmara municipal, observando, porém, os limites legais previstos na Constituição Federal, Estadual e os preceitos contidos no art. 29 da Carta Maior (BRASIL, 1988).

A Constituição Federal observa fatores importantes no que diz respeito às competências do município e à política urbana. Ela estabelece a autoridade municipal para legislar sobre assuntos de interesse local e complementar a legislação federal e a estadual no que couber. Conclui-se assim que, de maneiras diferentes, a Constituição Federal busca promover o bem-estar individual e coletivo, transmitindo responsabilidades às diversas esferas administrativas, que devem ser atuantes desempenhando seu papel (BRASIL, 1988).

A Constituição do Estado do Paraná (PARANÁ, 1989) reproduz, em seu artigo 17, a responsabilidade dos municípios em legislar sobre assuntos de interesse local, complementar a legislação federal e a estadual no que couber, promover adequado ordenamento territorial mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano, garantir a defesa do meio ambiente e da qualidade de vida. Complementa, em seu art. 150, que a política de desenvolvimento urbano será executada pelo poder público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tendo por objetivo ordenar o desenvolvimento das funções da cidade e garantir o bem-estar dos seus habitantes.

Segundo os autores Carneiro, Cardoso e Azevedo (2008), é papel do governo municipal proceder à interlocução com a sociedade, visando regular as ações coletivas e individuais, públicas e privadas que ocorrem no território. Deve-se admitir que os instrumentos legais disciplinadores do uso do solo, para obter resultado satisfatório, têm que estar incorporados na rotina decisória da administração municipal e pactuados com o conjunto da sociedade.

As diretrizes apontadas pela Constituição Federal foram estabelecidas pela Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, (BRASIL, 2001), o chamado “Estatuto das Cidades”, e são, em linhas gerais:

- O planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município;
- A ordenação e controle do uso do solo;
- A proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico;
- A garantia do direito a cidades sustentáveis.

É notório que a dominialidade de recursos hídricos passa ao largo do controle municipal, pois as águas são constitucionalmente definidas como de domínio da União, dos estados e do Distrito Federal. Entretanto, os municípios, como “titulares dos serviços de interesse local, como o saneamento básico” (ARAÚJO, MAURO, SEOLIN, 2016 p. 12), devem participar ativamente do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), tendo em vista a adoção de políticas públicas que contribuam para controlar processos antrópicos que causam degradação ambiental e, dessa forma, ameaçam a segurança hídrica, buscando minimamente a garantia do abastecimento público de suas populações.

De acordo com Neto (2018), o gestor municipal, a despeito da dificuldade em implementá-los de modo eficaz, dispõe de vários instrumentos legais para auxílio da elaboração do planejamento urbano-ambiental, com foco especial nos recursos hídricos, tais como:

- a) Plano diretor;
- b) Disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo;
- c) Zoneamento (urbano) ambiental;
- d) Plano plurianual;
- e) Diretrizes orçamentárias e orçamento anual;
- f) Gestão orçamentária participativa;
- g) Planos de Recursos Hídricos, desenvolvimento econômico e social.

Dentre os instrumentos legais elencados acima, o município de Pitanga não possui o plano de Recursos Hídricos, desenvolvimento econômico e social. Essas ferramentas, quando bem utilizadas, evitam a ocupação de áreas com maior vulnerabilidade ambiental, com maior propensão de dispersão de poluentes e

propiciam a alocação dos diversos usos nos locais de menor potencial de degradação ambiental, viabilizando o aumento da qualidade de vida nas cidades.

Na área rural, o Código Florestal, os Planos de Bacia, o Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE e o Plano Municipal de Saneamento Básico (que tem abrangência das áreas urbana e rural) são os principais instrumentos que permitem a execução das políticas públicas, regulando o uso e a ocupação das terras sem comprometer as águas para as futuras gerações (MELO, 2013).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada neste trabalho para a obtenção do produto foi baseada em três etapas: levantamento bibliográfico; pesquisa de campo e elaboração da minuta de lei. Na etapa inicial, a pesquisa foi realizada com base em levantamento bibliográfico, alicerçada em livros, artigos científicos, teses e dissertações relacionados ao assunto. Na sequência, houve a elaboração dos mapas de delimitação da área de estudo, declividade, uso e ocupação do solo e divisão da área de manancial de abastecimento público entre urbana e rural. Para isso, foi utilizado o software livre de Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS, versão 3.22. A projeção cartográfica adotada foi a Universal Transversal de Mercator (UTM) e o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000).

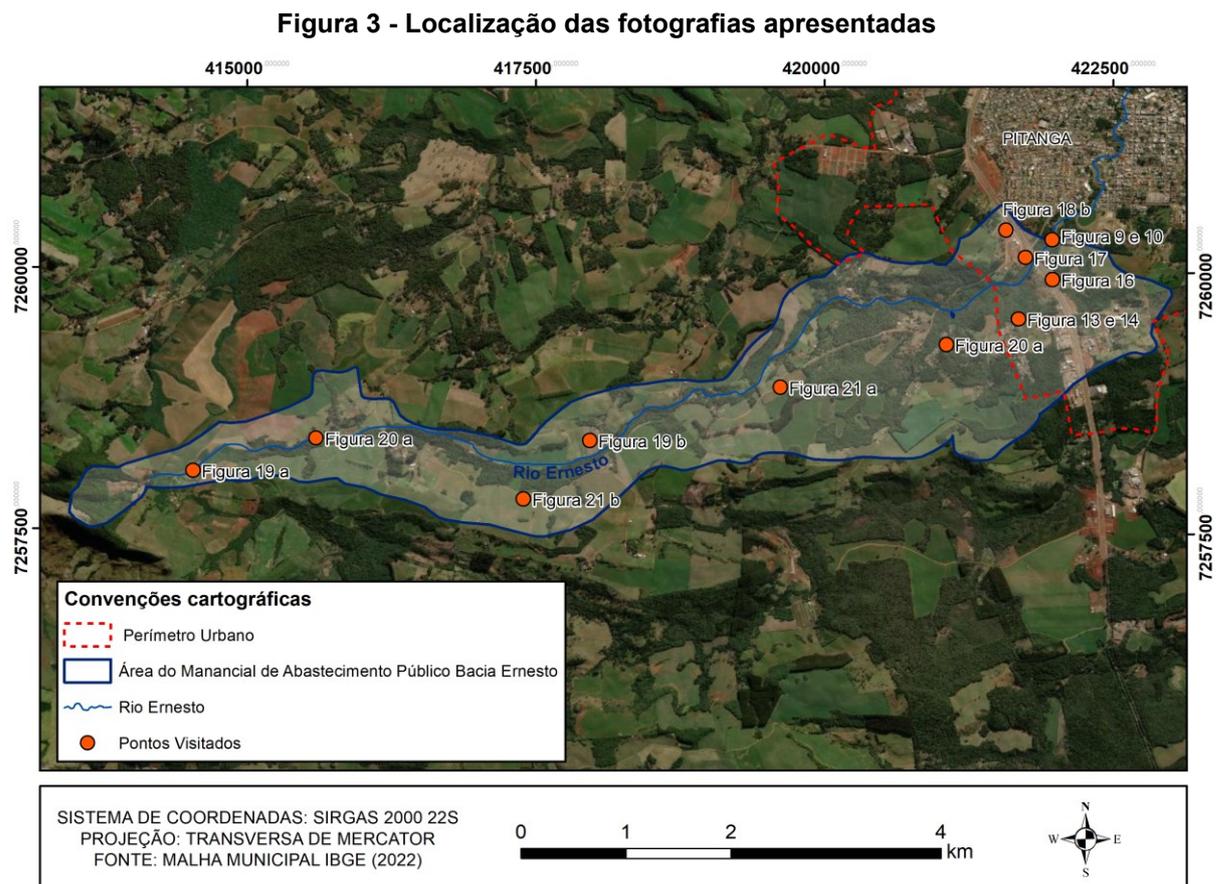
Para o mapa de delimitação da área de manancial, foi utilizada a base de dados hidrográfica do Alto Ivaí disponível no site do Instituto Água e Terra. Para a análise do uso e cobertura do solo, foi utilizada a base de dados do MapBiomas, referente à coleção 8. Para o recorte temporal foram escolhidos os anos de 1991 a 2022. O limite da bacia do manancial foi utilizado como máscara para o recorte do uso e cobertura da terra. Para a definição das classes de uso do solo, foram realizadas visitas em campo para reconhecimento da área e, com o auxílio da ferramenta Google Earth Pro, foram escolhidas quatro classes, sendo elas formação florestal, pastagem, agricultura e área urbanizada.

No dia 14 de setembro de 2023, as pesquisas de campo se iniciaram na área do perímetro urbano do manancial de abastecimento público, inicialmente no loteamento irregular denominado Portão, com a finalidade de registrar, por meio de fotografias, o crescimento do número de residências e as ocupações irregulares em área de preservação permanente.

Em seguida, foi visitado o Parque Industrial 01, com o objetivo de localizar atividades industriais potencialmente poluidoras e/ou irregulares, onde observou-se a instalação de um ferro velho. Por meio de consulta na prefeitura municipal, no departamento de tributação, obteve-se a informação de que ele não possui alvará de construção e funcionamento. Também foi realizada visita na estação de tratamento de água (ETA) para o conhecimento do sistema de tratamento e do ponto de captação de água.

Em 15 e 18 de setembro de 2023, foram realizadas visitas na parte rural do manancial, na nascente do rio Ernesto e em algumas nascentes dos canais de primeira ordem ao longo do rio, com o objetivo de verificar a área de preservação permanente e a proteção das nascentes. Posteriormente, foram visitadas algumas estradas rurais e as áreas destinadas às lavouras e à pecuária, onde observaram-se as práticas de uso do solo e áreas de preservação permanente.

Para isso, foi realizado o registro fotográfico desses pontos visitados. A forma utilizada para a escolha dos locais foi conforme o uso e ocupação do solo. Sendo assim, foram visitados pontos na área urbana e rural, devido aos diferentes usos e ocupações desses locais. Eles foram definidos conforme sua facilidade de acesso, sendo todos à montante do ponto de captação, ao longo do rio Ernesto (Figura 3).



Fonte: Autoria própria (2023)

Para complementar os dados, foram utilizadas imagens de satélite, obtidas do Google Maps, dos locais distantes e de difícil acesso, com o intuito de identificar o uso do solo na bacia do Rio Ernesto, levantamento de riscos, como a rodovia que

passa a jusante do ponto de captação de água e sua drenagem pluvial que escoam para o Rio Ernesto.

Posteriormente, foi realizada uma análise da legislação federal e estadual que abordam a temática proposta, referente aos problemas existentes na conservação de mananciais, subseqüentemente a consulta de outras legislações municipais que abordam o mesmo tema, finalizando com a elaboração de minuta de Lei Municipal específica para área de manancial de abastecimento público da Bacia do Rio Ernesto em Pitanga-PR.

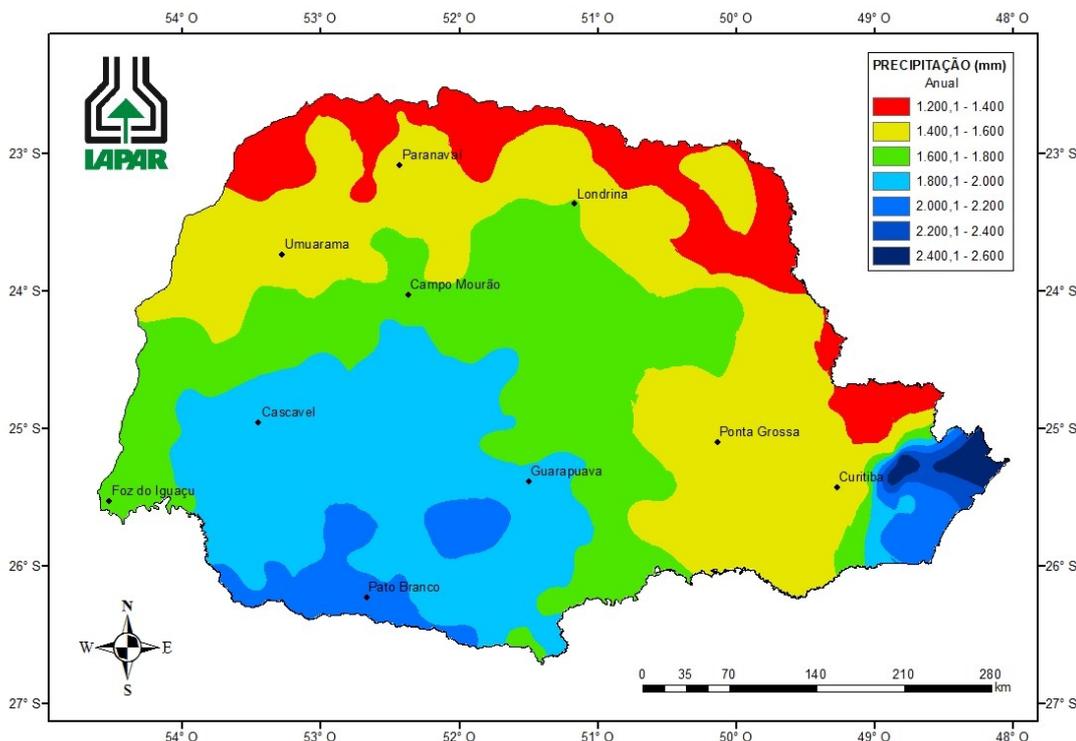
5.1 Localização da área de estudo

O município de Pitanga está localizado na mesorregião Centro-Sul do Paraná e dispõe de extensão territorial de 1.663,747 km² a uma altitude média de 884 metros. Pitanga se localiza na região central do estado do Paraná, fato confirmado pela inauguração do Marco Geodésico do Paraná no ano de 2013, com Pitanga recebendo o status de centro geográfico do estado do Paraná. De acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2022, o município possui uma população de 33.567 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022).

Seu clima é classificado como Cfa - Subtropical Úmido Mesotérmico, não possuindo período de estiagem, com verões brandos e ocorrência frequente de geadas severas. As temperaturas médias anuais ficam abaixo de 22 °C durante os meses mais quentes e são inferiores a 18 °C nos meses mais frios. A temperatura média na região é de aproximadamente 17 °C, com umidade relativa do ar em torno de 80% (NITSCHKE *et al.*, 2019).

Ainda de acordo com Nitsche *et al.* (2019), a precipitação média no estado do Paraná (Figura 4) varia de 1.200 a 2.600 mm anuais, com pico na região da Serra do Mar e mínima nas regiões norte e leste. Na região da bacia do rio Ernesto, as precipitações médias anuais estão ao redor de 1.600 a 2.000 mm anuais.

Figura 4 - Precipitação anual no estado do Paraná



Fonte: Nitsche et al. (2019)

Os solos da região de Pitanga-PR são principalmente de três tipos: litólicos, que são rasos e pouco desenvolvidos, tornando-os altamente susceptíveis à erosão; latossolos, vermelho-escuros extremamente ácidos, que possuem baixa fertilidade natural e sofrem intensa lixiviação devido ao regime de chuvas; e terras roxas de estrutura profunda, argilosas, bem drenadas e de alta fertilidade natural (EMBRAPA, 2006).

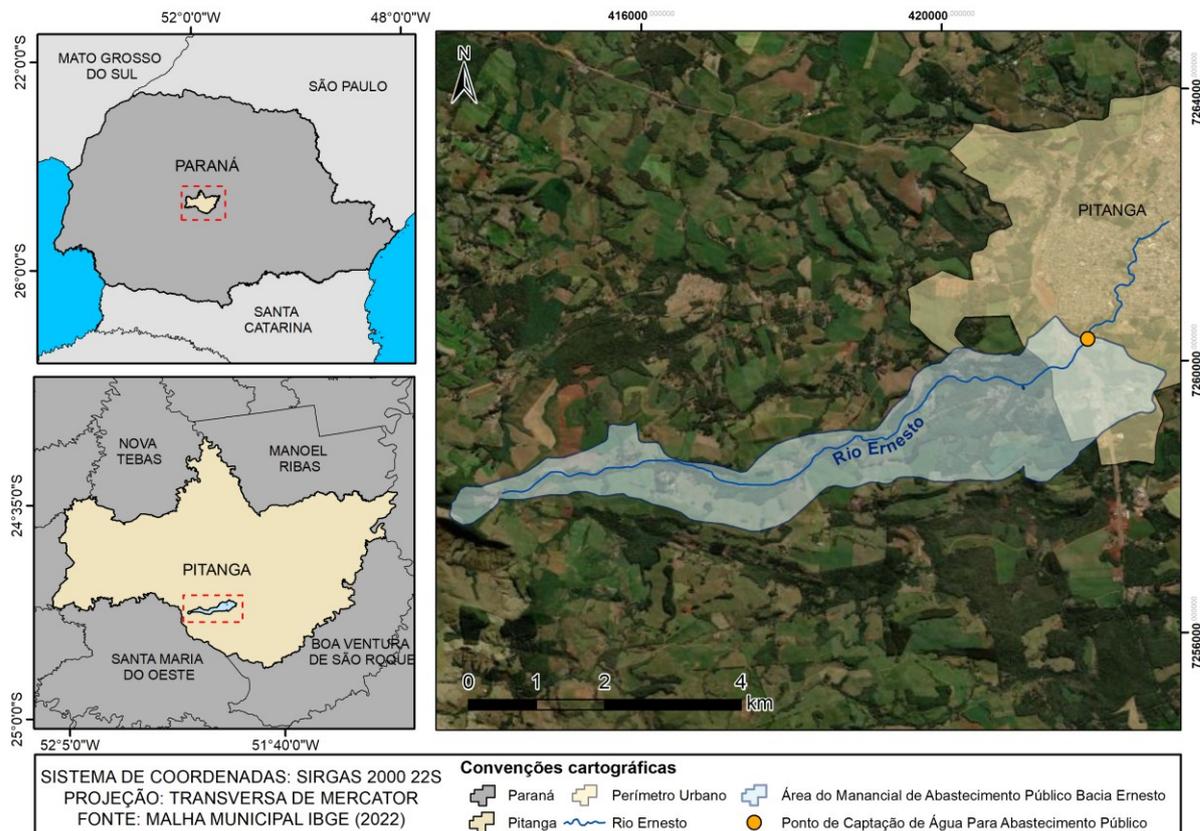
No que diz respeito ao relevo, apresenta um gradiente de 860 metros, com altitudes que vão desde 360 metros (menor) até 1.220 metros (maior) acima do nível do mar. As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em forma de "V", modeladas em rochas da Formação Serra Geral (MINEROPAR, 2006).

A maior parte de seu território está situada na região dos basaltos da Formação Serra Geral e do Grupo São Bento. O território onde está localizado atualmente o município era originalmente coberto por uma vegetação de mata pluvial subtropical, com destaque para as florestas de araucária, com a presença de árvores nobres como canela, jacarandá, caviúna, cedro, gabioba e erva-mate (PITANGA, 2018).

O manancial do rio Ernesto fornece água superficial para o abastecimento público da cidade, ele pertence à bacia hidrográfica do Alto Ivaí, o rio Ernesto é um dos afluentes do rio Pitanga e o restante da captação é realizada em poço profundo, pertencente à área do Aquífero Serra Geral, que é revestido e protegido para evitar alterações na qualidade da água (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ, 2021).

Para o recorte geográfico da área de estudo (Figura 5), foi utilizada como base a delimitação da área de manancial, que nada mais é que uma microbacia traçada no trecho superior da bacia hidrográfica do rio Ernesto, considerando como exutório o ponto de captação de água para o abastecimento público do município de Pitanga-PR, onde está localizada a estação de tratamento de água (ETA).

Figura 5 - Localização da área de estudo

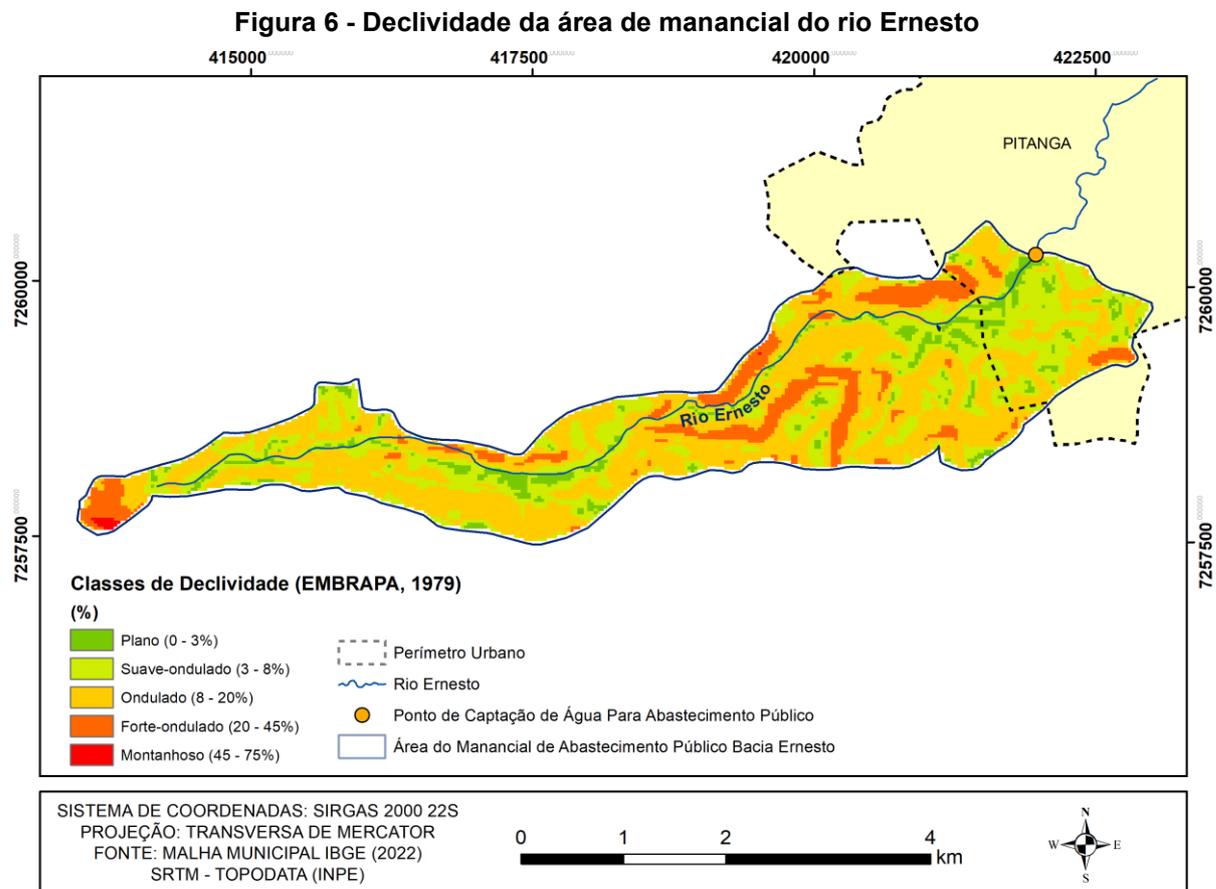


Fonte: Autoria própria (2023)

O estudo foi realizado especificamente na área de manancial do rio Ernesto. O manancial possui 10,35 km² de área total, sendo predominantemente rural, com 17,87% de sua área adentrando o perímetro urbano do município.

O relevo de uma bacia hidrográfica refere-se às características do terreno e da topografia presentes na área de drenagem da bacia. Esse relevo influencia a forma como a água flui na região, direcionando o escoamento superficial e a infiltração no solo, afetando a disponibilidade de água subterrânea e a inundação de áreas adjacentes (OLIVEIRA, 2004). Também é um fator importante na intensidade do processo erosivo principalmente pela declividade, pois áreas com maior inclinação apresentam maior velocidade de escoamento superficial e, conseqüentemente, maior potencial erosivo (VIDALETTI, 2022).

Foram definidas 5 classes de declividade segundo a classificação proposta pela Embrapa (1979), as classes se distribuem em 0 – 3% (plano), 3 – 8% (suave-ondulado), 8 – 20% (ondulado), 20 – 45% (forte-ondulado), 45 – 75% (montanhoso). Analisando a declividade da área do manancial do rio Ernesto, verifica-se a predominância da classe ondulado, de declividade de 8 a 20%, como pode ser observado na Figura 6.



Fonte: Autoria própria (2023)

Souza, Santos e Oliveira (2017), destacam que a uniformidade de altitude na bacia favorece o crescimento das atividades produtivas, tanto na agricultura quanto na construção civil. Isso ocorre porque a declividade mostra-se como um fator positivo para essas atividades.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Cenário do abastecimento de água em Pitanga-PR

O Ministério das Cidades implementou o Painel de Regionalização dos Serviços de Saneamento Básico no Brasil, com intuito de acompanhar a implementação do Novo Marco Legal do Saneamento. O painel apresenta as estruturas de regionalização nos estados brasileiros para as componentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário e fornece os principais indicadores de abastecimento de água e de esgotamento sanitário por estado, por estruturas de regionalização e por município, ilustrados em mapas e dados, com base nas informações atualizadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em 2022, ano base 2021 (BRASIL, 2023).

Segundo dados fornecidos no painel, o estado do Paraná regionalizou seus 399 municípios em três unidades regionais de água e esgoto, centro-leste, centro-litoral e oeste. Os indicadores de abastecimento e esgotamento do estado do Paraná apresentam um índice de atendimento total de água (IN055) de 95,70%, atendimento urbano de água (IN023) de 99,97%, consumo médio de água (IN022) de 136,10 l/lig./dia, de perdas na distribuição (IN049) de 33,75%, de perdas por ligação (IN051) de 212,17 l/lig./dia, de atendimento total de esgotamento sanitário (INO56) de 75,47% e um índice de atendimento urbano de esgotamento sanitário (INO24) de 85,36% (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2021).

Para o município de Pitanga-PR, o índice de atendimento total de água é de 89,54%, atendimento urbano de água de 100,00%, consumo médio de água (IN022) de 108,50 l/lig./dia, de perdas na distribuição de 23,07%, de perdas por ligação de 101,45 l/lig./dia, de atendimento total de esgotamento sanitário de 59,75% e de atendimento urbano de esgotamento sanitário de 94,71% (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2021).

Portanto, o município fulcro do estudo encontra-se abaixo da média do estado em relação ao atendimento total de água, ao consumo médio de água e às perdas na distribuição. No entanto, em relação às perdas por ligação, apresenta resultado acima da média do estado do Paraná. O município está abaixo da média

do estado quanto ao atendimento total de esgotamento sanitário e acima no atendimento urbano de esgoto.

O Índice de Segurança Hídrica (ISH) foi criado no âmbito do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) para retratar as diferentes dimensões da segurança hídrica dentro do território brasileiro. O Índice de Segurança do Abastecimento de Água Urbana (ISH-U) consiste em dois subíndices, cada um deles formado por uma combinação de variáveis ou atributos mensuráveis.

O primeiro subíndice avalia o diagnóstico da produção, considerando a vulnerabilidade do manancial e as necessidades do sistema produtor, quanto menor a vulnerabilidade do manancial e menor a necessidade de melhorias no sistema produtor, mais eficiente é o sistema de produção (BRASIL, 2021).

O segundo subíndice refere-se ao diagnóstico do sistema de distribuição, levando em conta tanto a cobertura do atendimento com sistema de abastecimento de água quanto o desempenho técnico no gerenciamento das perdas. Quanto maior o percentual de cobertura atrelado ao bom desempenho técnico no gerenciamento de perdas, mais eficiente é o sistema de distribuição (BRASIL, 2021).

De acordo com o Atlas Águas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2021, p. 58), a qualidade da prestação dos serviços foi avaliada por meio do desempenho técnico da infraestrutura segundo classes estabelecidas pela International Water Association (IWA) para gerenciamento de perdas, as quais estão apresentadas abaixo:

A1- Apenas reduções marginais: Performance de classe mundial em gerenciamento de vazamentos. Somente reduções marginais adicionais são teoricamente possíveis.

A2- Avaliações criteriosas para confirmar efetividade de melhorias: Redução adicional de perda pode não ser econômica, ao menos que haja insuficiência de abastecimento. São necessárias análises mais criteriosas para identificar o custo de melhoria efetiva.

B- Potencial para melhorias significativas: Deve-se considerar o gerenciamento de pressão, práticas melhores de controle ativo de vazamentos, e uma melhor manutenção da rede.

C- Necessidade de redução de vazamentos: Registro deficiente de vazamentos é tolerável somente se a água é abundante e barata, e mesmo assim, deve-se analisar o nível e a natureza dos vazamentos e intensificar os esforços para sua redução.

D- Uso muito ineficiente dos recursos: Programa de redução de vazamentos é imperativo e altamente prioritário.

Os dados do sistema de abastecimento de Pitanga-PR apresentam resultado satisfatório em relação ao Índice de Segurança Hídrica (ISH), eficiência da

produção de água e eficiência da distribuição alta. Apresentam baixa vulnerabilidade do manancial. Em termos de produção, o manancial e os poços atendem satisfatoriamente o município. Também apresentam um desempenho satisfatório nas perdas A2, ou seja, entre 90% e 96,6% de desempenho referente à cobertura e gerenciamento de perdas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2021).

De acordo com a Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020, p. 7), que atualiza o marco legal do saneamento básico, um sistema público de abastecimento de água potável é

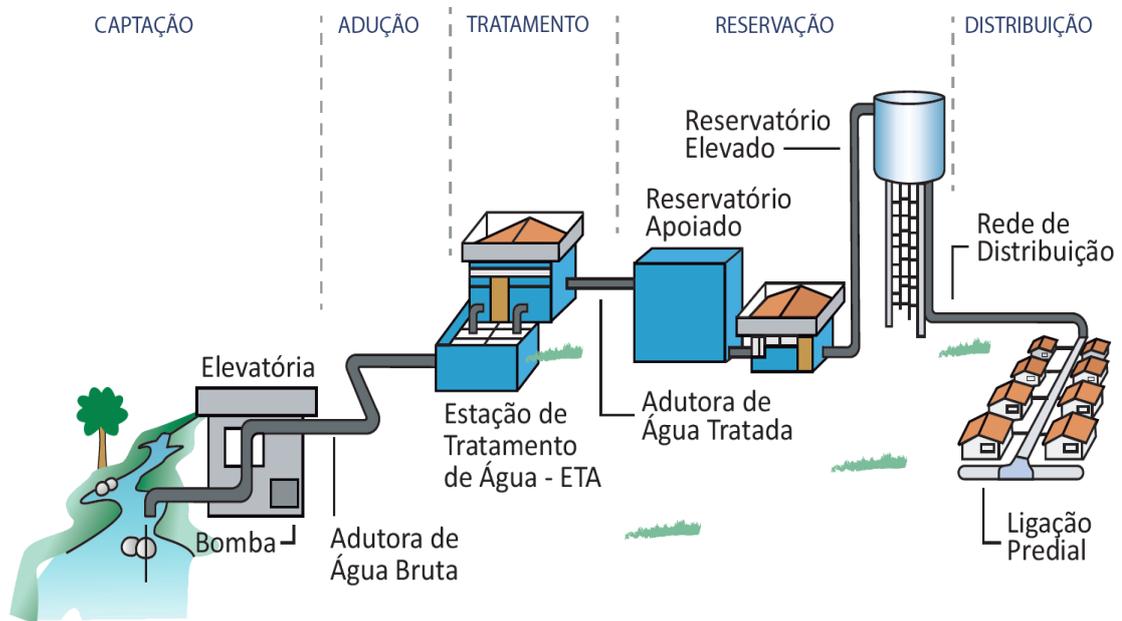
constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição.

Os sistemas de abastecimento de água implantados no Brasil podem ser classificados como isolados ou integrados. Os sistemas isolados tem a água captada de um único manancial e abastece isoladamente bairros, setores ou localidades de um mesmo município, enquanto o sistema integrado atende mais de um município, simultaneamente, a partir de um ou mais mananciais (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2016).

Quanto à fonte hídrica, os mananciais podem ser classificados em superficiais (rios, represas, lagos, açudes) ou subterrâneos (minas, poços, baterias de poços). No Brasil, 43% das sedes são abastecidas exclusivamente por mananciais superficiais, 40% são abastecidas exclusivamente por mananciais subterrâneos e 14% possuem abastecimento misto, mas predominantemente superficial. No total, existem 3.169 sedes urbanas (57%) e 156 milhões de habitantes, referente a 85% da população urbana. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2021).

O sistema utilizado na cidade de Pitanga é do tipo isolado. Ele possui cinco etapas principais que garantem a disponibilidade de água potável para a população: a captação, a adução, o tratamento, a reservação e a distribuição da água tratada (Figura 7).

Figura 7 - Sistema de abastecimento de água



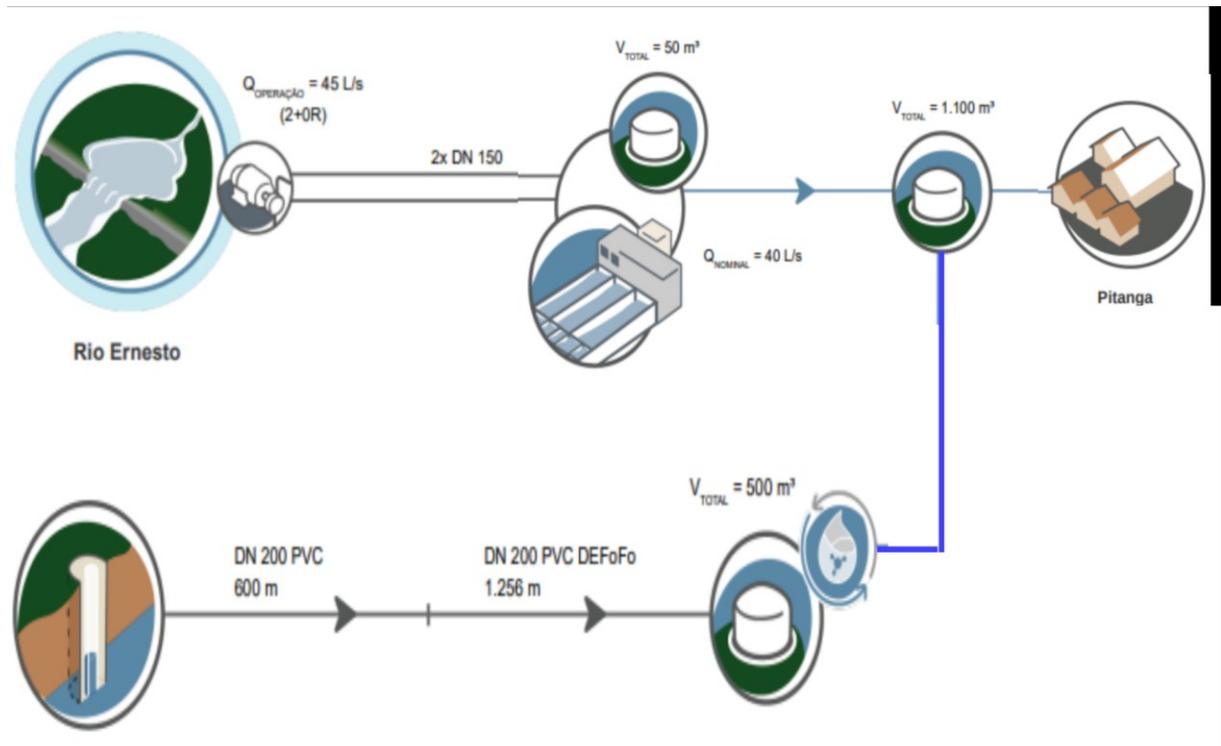
Fonte: Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2016)

O sistema de abastecimento de água é constituído pelas seguintes fases:

- **Captação:** Processo para coletar a água bruta em mananciais superficiais (barragens, lagos etc.) ou subterrâneos (poços);
- **Adução:** Processo de transporte da água captada nos mananciais até as ETAs (Estações de Tratamento de Água);
- **Tratamento:** Processos químicos e físicos utilizados para tratar a água bruta e torná-la potável;
- **Reservação:** Depois de tratada, a água é bombeada até os reservatórios para que fique a disposição da rede distribuidora;
- **Distribuição:** A água potável é distribuída aos consumidores, por meio de tubos, de forma contínua, em quantidade e pressão adequadas (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ, 2021).

Os sistemas de produção de água de todos os centros urbanos do país são apresentados em croquis padronizados, disponíveis no site do ATLAS da Agência Nacional das Águas. Eles representam os tipos de mananciais (superficiais e subterrâneos), unidades de produção (captação, adutoras de água bruta, estações de bombeamento e tratamento de água bruta), capacidades de armazenamento e sede atendida no município (Figura 8).

Figura 8 - Sistema de abastecimento de água da cidade de Pitanga-PR



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico- Atlas Água (2021)

Uma estação de tratamento de água pode ser caracterizada como o conjunto de infraestruturas e instalações operacionais destinadas a tratar a água bruta. O objetivo do tratamento da água é melhorar sua qualidade, retirando impurezas que podem causar danos à saúde humana, sejam elas de origem química, física ou biológica, bem como melhorar as suas características que podem ser percebidas pelos sentidos humanos como cor (incolor), odor (inodoro) e sabor (insípido) (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2016).

O sistema de tratamento de água de Pitanga (Figura 9) é composto pelas seguintes fases: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção de pH (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ, 2021).

Figura 9 - Estação de tratamento de água (ETA) Pitanga-PR



Fonte: Autoria própria (2023)

De acordo com a Sanepar, podem ser captados, aproximadamente, 324 m³/h (90 l/s) de água bruta no rio Ernesto (Figura 10) e 120 m³/h (33,33 l/s) no poço profundo (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ, 2021).

Figura 10 - Captação de água do rio Ernesto, para abastecimento público no município de Pitanga-PR



Fonte: Autoria própria (2023)

Ressalte-se que a utilização de qualquer fonte de água para o abastecimento público, com exceção de águas provenientes de precipitação, está sujeita a outorga. A outorga é o procedimento administrativo da Política Nacional de

Recursos Hídricos que tem o objetivo de assegurar o controle quantitativo dos usos da água. Ele garante ao usuário outorgado o direito de acesso à água e disciplina o exercício dos direitos de acesso à água, uma vez que regulariza o seu uso em uma bacia hidrográfica (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2016). No estado do Paraná, os atos que autorizam a utilização dos recursos hídricos de domínio estadual são de competência do Instituto Água e Terra (IAT).

De acordo com o Sistema de Informações para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos (SIGARH), disponível no endereço eletrônico do IAT, a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) possui outorgas para captação subterrânea (poço tubular) de 120 m³/h e para captação superficial no rio Ernesto de 53,40 m³/h, ambas com a finalidade de abastecimento público.

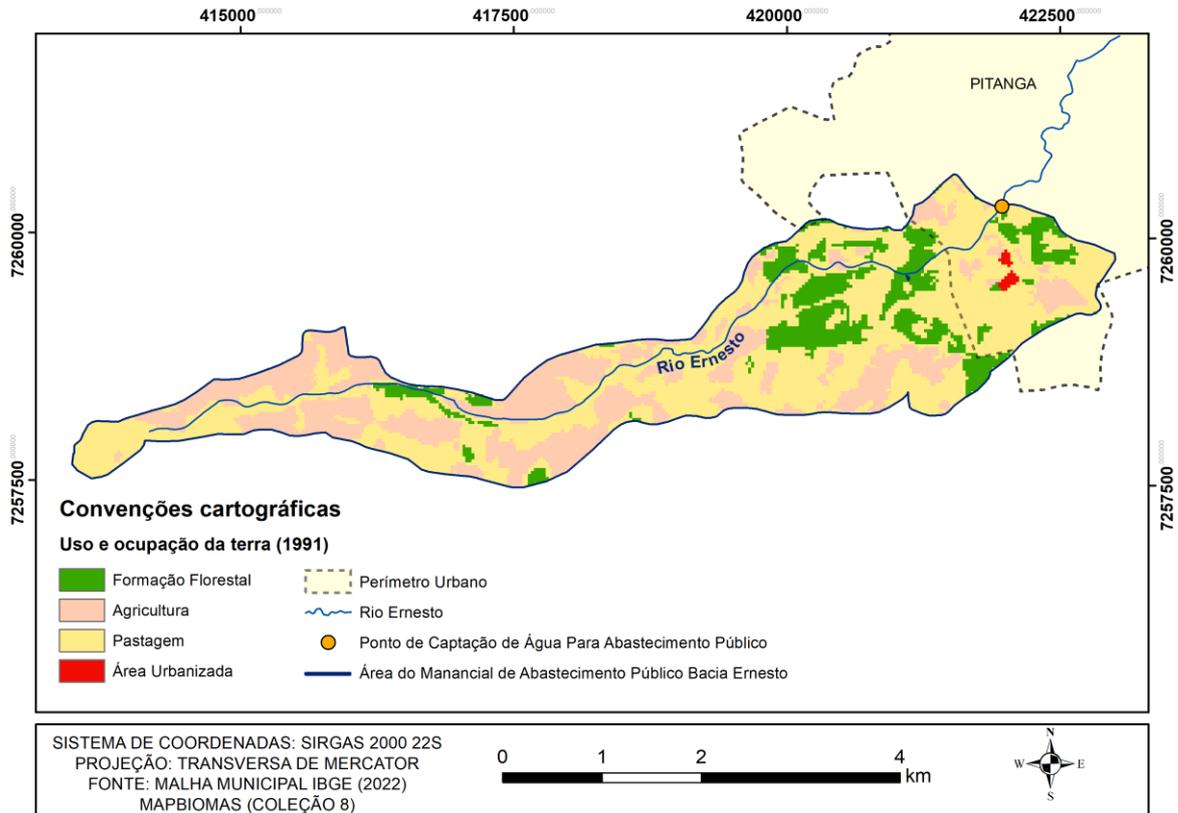
A SANEPAR disponibiliza um relatório anual da qualidade da água para cada cidade atendida. Após consultas do período de 2007 a 2022, observou-se que alguns municípios como, por exemplo, Umuarama, possuem em todos os seus relatórios a informação sobre o volume captado superficialmente em média de água/dia. Entretanto, essa informação não consta para o município de Pitanga.

6.2 Avaliação temporal da mudança do uso e ocupação do solo da área de manancial do rio Ernesto (1991-2022)

As principais atividades econômicas desenvolvidas na região são a agricultura, a pecuária, a produção florestal, a pesca e a aquicultura (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020). As atividades predominantes na área de manancial rural estão voltadas ao cultivo agrícola e às atividades pecuárias, em pequenas propriedades. Já na porção pertencente ao perímetro urbano, destacam-se as atividades comerciais e industriais e as unidades habitacionais.

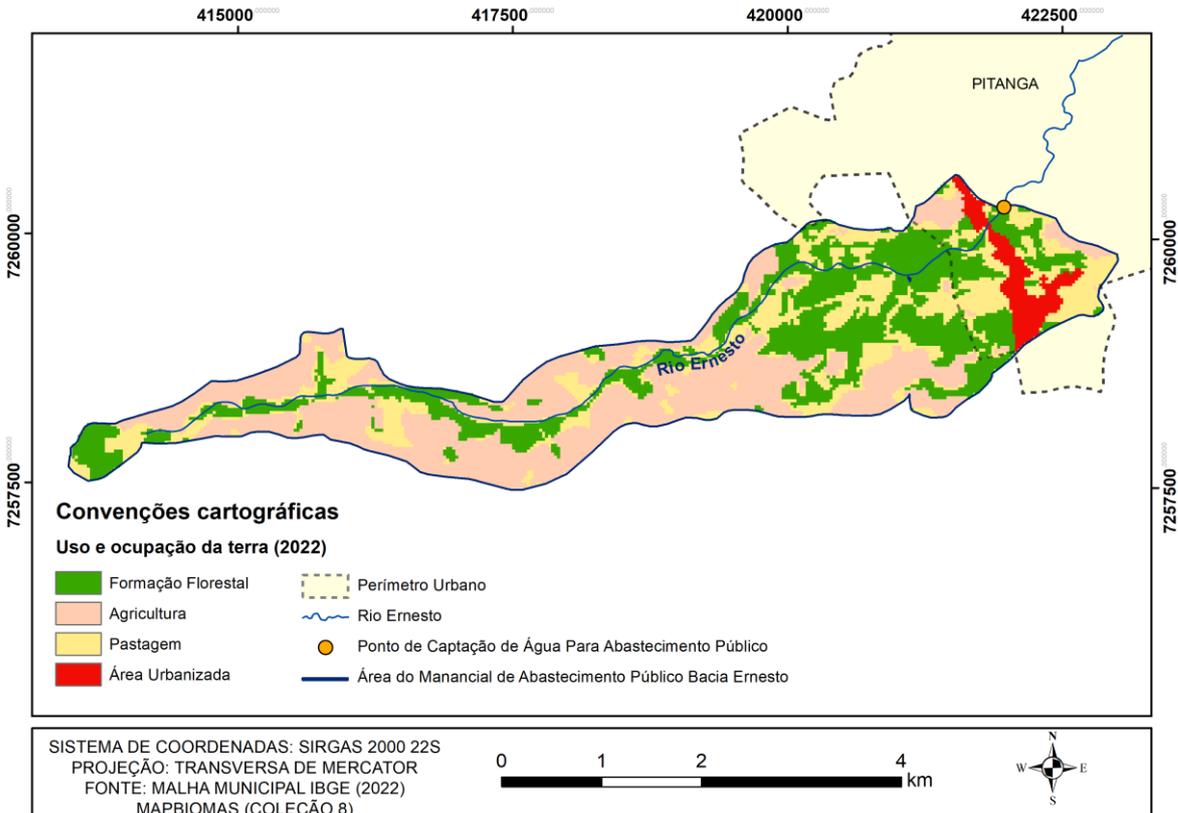
Para a análise do uso e cobertura do solo, foram selecionadas quatro classes: formação florestal, pastagem, agricultura e área urbanizada. Os resultados da classificação apresentados nas Figuras 11 e 12 permitem identificar as mudanças que ocorreram nessa bacia no período de estudo considerado.

Figura 11 - Uso e ocupação do solo da área de manancial de abastecimento para o ano de 1991



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 12 - Uso e ocupação do solo da área de manancial de abastecimento para o ano de 2022



Fonte: Autoria própria (2023)

No quadro 1 são apresentados os valores encontrados para cada classe de cobertura do solo para a área de manancial em um período de 31 anos, compreendido entre os anos de 1991 e 2022. Nota-se que, em 1991, a classe com maior representatividade na área do manancial foi a pastagem, com valores superiores a 50%, perdendo área para a agricultura em 2022.

Quadro 1 - Uso e ocupação do solo da área de manancial

Uso e ocupação do solo da área de manancial				
Classe	1991		2022	
	km²	%	km²	%
Formação Florestal	1,55	15,02	3,36	32,41
Agricultura	3,56	34,45	4,02	38,86
Pastagem	5,19	50,16	2,52	24,34
Área Urbanizada	0,04	0,37	0,45	4,39
Total =	10,35	100,00	10,35	100,00

Fonte: Autoria própria (2023)

No que se refere à área urbanizada, houve um acréscimo estimado em cerca de 4% da área ocupada, bastante visível nas Figuras 11 e 12. Esse dado demonstra o crescimento da cidade a montante do ponto de captação em suas proximidades. Em seu estudo, Poletto (2003) concluiu que a expansão das áreas urbanas é um dos principais meios de degradação dos mananciais de abastecimento, favorecendo o carregamento de resíduos domésticos e industriais de forma direta ou indireta.

Em relação à classe formação florestal, pode-se perceber um aumento de 17% na área de manancial no período de 31 anos. As áreas de preservação permanente (APP) no manancial também tiveram um aumento significativo com o passar dos anos.

O "Novo Código Florestal" contribui para proteger as matas ciliares, áreas de recarga na forma de áreas de preservação permanente, reserva legal e áreas de uso restrito. Apesar de as alterações ocasionarem perdas e redução das áreas de preservação garantidas pela legislação anterior (Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965), a implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) se mostrou essencial para regularizar ambientalmente as propriedades e posses rurais, facilitando tanto o planejamento das áreas rurais quanto a recuperação de regiões degradadas, além de contribuir para o controle, monitoramento e combate ao

desmatamento (IKEMOTO; JOHNSON, 2017). No entanto, por ser um sistema em que o usuário declara suas próprias informações e não requer a intervenção de um profissional capacitado, ele pode apresentar erros cartográficos.

Dessa forma, as margens do rio Ernesto e as nascentes estão mais protegidas pelas matas ciliares (vegetação ripária), respeitando o Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012). Apesar do progresso, ainda existe um potencial significativo para a reabilitação de áreas degradadas na bacia do rio Ernesto.

Segundo Silva e Porto (2003), a ocupação urbana descontrolada nas áreas de proteção é a maior ameaça aos mananciais. Essas ocupações trazem esgotos domésticos e industriais que chegam aos corpos receptores sem tratamento adequado, favorecendo o aumento de matéria orgânica, nutrientes, compostos orgânicos persistentes, contaminantes (como metais tóxicos) e poluentes emergentes (fármacos, agrotóxicos, detergentes e hormônios), levando ao comprometimento da qualidade da água bruta e aumentando o custo do tratamento da água.

Neste contexto, para Freitas (2020), a inserção de atividades humanas nos mananciais e conseqüentemente o aumento na concentração de nutrientes promovem o crescimento de plantas aquáticas, resultando no crescimento de algas e cianobactérias nesses ambientes, por meio de um processo acelerado de eutrofização que provoca graves problemas econômicos e ambientais, comprometendo a qualidade da água e seus usos.

Dentro da área urbanizada no manancial de abastecimento, encontra-se o bairro Portão, com loteamento irregular. A área mais crítica é a parte alagada, mais próxima do rio Ernesto (Figura 13), onde no ano de 2017 havia um total de 14 casas, com 41 moradores. Nessas, grande parte tem fossas sépticas escavadas na área mais seca do lote para receber somente as águas de esgoto do banheiro, por ser uma área muito úmida, a profundidade da fossa fica comprometida. Diante desse cenário, a maioria das casas despejam as águas de pia e tanque direto no terreno, o que faz com que elas escorram para o manancial. Na parte de cima, parte mais seca, todas as casas possuem fossas rudimentares (PITANGA, 2017).

A Figura 14 apresenta a ocupação antrópica na área de manancial de abastecimento. No ano de 2021, é possível verificar um aumento na quantidade de novas moradias.

Figura 13 - Ocupação antrópica na área de manancial de abastecimento, ano de 2017



Fonte: Geodados (2017)

Figura 14 - Ocupação antrópica na área de manancial de abastecimento, ano de 2021



Fonte: Geodados (2021)

No ano de 1997, o Ministério Público do Estado do Paraná instaurou um processo administrativo, pela Portaria Ministerial nº 154/1997, considerando loteamentos às margens do rio Ernesto na área úmida como clandestinos, retirando, com o apoio da prefeitura municipal, as famílias desse local e as alocando na parte seca da propriedade.

Verificou-se que houve aumento na quantidade de novas moradias na área mais crítica, de 14 unidades residenciais para 23 unidades em um período de 5 anos. Um aumento de 64,29%, ressaltando que as construções não possuem alvará de construção. Mesmo com a intervenção do Ministério Público, continuou-se a venda irregular e clandestina de lotes em áreas impróprias para residências (Figura 14).

Uma das expansões da área urbana da cidade de Pitanga-PR está ocorrendo em direção à bacia do rio Ernesto. Silva e Porto (2003) salientam que a degradação ambiental ocasionada pela expansão urbana desordenada é agravada pela falta de infraestrutura urbana adequada e falta de fiscalização, gerando os consequentes problemas de ocupação de áreas de proteção a mananciais e várzeas, além da necessidade de expansão dos sistemas de abastecimento de água, energia elétrica, coleta de esgotos sanitários e de coleta de lixo.

Sob responsabilidade da equipe da Secretaria de Indústria, Comércio e Turismo, os pesquisadores visitaram o Parque Industrial entre os dias 25 de maio e 02 de junho de 2017. Descobriram 22 empresas instaladas no local, sendo que apenas três possuíam alvará de funcionamento. Após questionamento, todos argumentaram que possuem fossa séptica (PITANGA, 2017). Existe um ferro velho no local (Figura 15). Está localizado às margens de um afluente do rio Ernesto, a montante do ponto de captação de água para abastecimento humano.

Figura 15 - Localização do ferro velho em relação ao ponto de captação (a) localização do ferro velho na PR- 466 (b)



Fonte: GOOGLE MAPS (2024)

Segundo Venafro (2008), a disposição inadequada de resíduos no solo tem aumentado a possibilidade de contaminação, como no caso de peças automotivas que possuem metais e são descartadas em ferros-velhos sem qualquer impermeabilização ou pavimentação no solo, favorecendo assim a contaminação da água por metais. O imóvel em questão vem continuamente descumprindo os dispositivos constitucionais, uma vez que possui uma grande concentração de lixo e carcaças de veículos, totalmente expostas, sem qualquer tipo de proteção ou organização.

Com base na Lei 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), é proibido o lançamento *in natura* a céu aberto como forma de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos (art. 47). No presente caso, o estabelecimento não possui nenhum tipo de alvará ou licença ambiental registrados perante aos órgãos competentes. A Figura 16 apresenta a disposição inadequada dos veículos e peças no solo.

Figura 16 - Barracão do ferro velho (a) e veículos estocados diretamente sobre o solo (b)

Fonte: Autoria própria (2023)

A área do manancial de abastecimento é cortada pela rodovia PR-466, que dá acesso à cidade de Pitanga, localizada próximo ao ponto de captação de água da SANEPAR. Dentro do perímetro urbano, no ano de 2023, estavam sendo realizadas obras de pavimentação para implantação das vias marginais à rodovia PR-466; neste ponto, é prontamente visível a exposição do manancial.

A obra possui licença ambiental de número 6073, emitida pelo Instituto de Água e Terra, para a implantação da rodovia marginal. Dessa forma, são autorizadas as movimentações de terra de solo pertinentes a obra. Entretanto, deverão ser feitas instalações que evitem a erosão e movimentação de solo e concentrações de águas sem as devidas proteções nos períodos de maior pluviosidade.

Freitas (2020), em seu estudo intitulado *Alternativas para a Conservação de Mananciais de Abastecimento Público*, realizado na bacia do rio Ernesto, abordou um ponto de observação que se encontra nas margens da rodovia PR-466, o qual dá acesso à cidade de Pitanga. A autora relata que, ao chegar a este ponto, foi prontamente visível a exposição do manancial hídrico, observaram-se a ausência de APP e o carreamento de partículas para dentro do rio, decorrentes das obras de movimentações de terras.

Diante desse cenário, após um período de praticamente quatro anos, ainda foi possível observar a ausência de APP, movimentação de terra e erosão nesse trecho urbano do rio Ernesto, oriundos da obra (Figura 17), que apresentou um atraso no cronograma, sendo paralisada por diversas vezes até a quebra de contrato

da empresa com o governo do estado do Paraná. No início desse ano, a obra foi licitada novamente, sendo retomada a execução no final do mês de fevereiro.

Figura 17 - Rodovia PR-466 nas margens do rio Ernesto movimentação de terra e erosão (a) ponte da rodovia sobre o rio Ernesto com sedimentos (b)



Fonte: Autoria própria (2023)

Freitas (2020) também observou que ao entorno deste ponto, porém em uma cota mais alta do terreno, estão em andamento os trabalhos de nivelamento do terreno e construção de barracões comerciais para receber novos empreendimentos (Figura 15a), os quais provavelmente utilizarão fossas sépticas para o descarte de resíduos sanitários, uma vez que esta região da cidade ainda não possui sistema de rede coletora de esgotos.

Trafegam diariamente pela rodovia veículos que transportam produtos químicos perigosos passíveis de contaminar o manancial de abastecimento. Segundo a SANEPAR (2012), os motoristas que transportam esse tipo de carga são treinados e sabem que, nos trechos de mananciais, é necessário reduzir a velocidade. A SANEPAR tem instaladas, no estado do Paraná, 152 captações superficiais de água em rios que podem ser atingidos por sinistros durante o transporte de produtos químicos perigosos. Os mananciais cortados por rodovias ou ferrovias representam 60% do total (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ, 2012).

Na extensão da rodovia PR-466, existem placas de sinalização indicando que a área é de manancial de abastecimento de água do município de Pitanga-PR, com sinalização indicando também o fim do trecho de manancial.

O escoamento superficial da água da chuva na rodovia PR-466 e suas marginais são lançadas no rio Ernesto através das sarjetas e canaletas (Figura 18a e 18b). O escoamento de águas pluviais, segundo Tucci (2008), pode carregar resíduos sólidos, sedimentos, matéria vegetal e resíduos gerados pela população. A quantidade que atinge a drenagem urbana depende da eficiência dos sistemas de coleta e limpeza. Conseqüentemente, o escoamento superficial tem grande potencial para poluir os corpos d'água.

Figura 18 - Rodovia PR-466 e marginais jusante ao ponto de captação (a) drenagem pluvial da rodovia e marginais em construção (b)



a
Fonte: GOOGLE MAPS (2024)

b
Fonte: Autoria própria (2023)

A Lei nº 12.727, de outubro de 2012 (BRASIL, 2012, p. 6), conhecida como Código Florestal pela importância e relação direta com a questão discutida, define por meio dos artigos e incisos que:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, perene e intermitente excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

Das Áreas Consolidadas em Áreas de Preservação Permanente.

Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008.

§ 1º Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

A área do manancial, localizada na zona rural do município, é composta principalmente por atividades de agricultura e pecuária, ambas contribuindo para degradação das áreas de preservação permanente (APP). A Figura 19 apresenta a falta de proteção da nascente, localizada dentro da área de pastagem, e o olho de água sem proteção no meio da lavoura, que não possui terraços para contenção do excesso da água da chuva e a proteção do solo.

Figura 19 - Degradação da APP em nascente por pastagens (a) e olho de água sem APP em área de lavoura (b) longo do rio Ernesto



Fonte: Aatoria própria (2023)

Segundo o art. 3º do Código Florestal, entende-se por:

- XVII – nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água;
- XVIII – olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente (BRASIL, 2012, p. 5).

A área no entorno das nascentes e dos olhos de água perenes devem ser preservadas em um raio de pelo menos 50 metros, independente da sua localização topográfica. Antes, a delimitação da preservação se concentrava apenas na região das nascentes (BRASIL, 2012).

A degradação das áreas de preservação permanente expõe os mananciais, os quais deveriam ter em sua totalidade a vegetação como medida de proteção. Essa vegetação favorece a infiltração da água no solo e contribui para o controle da

poluição difusa, evitando impactos como o carreamento de sedimentos resultantes da erosão e resíduos de agrotóxicos (GONÇALVES, 2020).

Coutinho *et al.* (2013) recomendam manter a vegetação nativa nas áreas de preservação permanente para garantir que a região desempenhe suas funções ambientais, como a proteção dos recursos hídricos, diversidade de espécies, formações geológicas, fauna, flora, e também para evitar a degradação do solo e processo erosivo.

Um estudo realizado na microbacia do Córrego do Ipê, localizado no município de Ilha Solteira, estado de São Paulo, indicou situação de degradação, com avançado estado de assoreamento em quase toda a sua extensão devido à pequena quantidade de matas ciliares e ao mau uso do solo. Os autores concluíram que a qualidade da água pode mudar negativamente durante a estação chuvosa, com aumento das concentrações de alguns parâmetros, como turbidez, fósforo e sólidos totais (POLETO; CARVALHO; MATSUMOTO, 2010).

A Figura 20 ilustra uma área de pastagem onde a criação de gado tem acesso até as margens do rio Ernesto, próximo a sua nascente e área recentemente desmatada que começou a ser usada para criação de porcos, podendo causar a contaminação da água superficial por muitos agentes patogênicos, por metais, antibióticos e outros compostos farmacêuticos contidos na urina e nas fezes.

Sem a presença de vegetação nas margens, os terrenos ficam vulneráveis aos impactos da erosão causada pela chuva. Além disso, o contato dos animais com os corpos hídricos acaba criando trilhas que contribuem para o aumento nas taxas de erosão. Isso acontece por causa da compactação do solo nessas trilhas, que funcionam como canais por onde os sedimentos das encostas são transportados em direção aos corpos hídricos (BEDNARZ *et al.*, 2012).

Figura 20 - Área de pastagens até o leito do rio Ernesto (a) e criação de porcos próximo ao leito do rio Ernesto (b)



Fonte: Autoria própria (2023)

Como medida para minimizar a influência dos animais nos corpos de água, recomenda-se a delimitação dos rios, a fim de promover o crescimento da vegetação nas margens e diminuir a poluição causada pelo contato dos animais. Além disso, é aconselhável a instalação de bebedouros em pontos estratégicos (fora da zona ripária) para a dessedentação dos animais de forma adequada (BEDNARZ *et al.*, 2012).

A Figura 21 mostra uma área de plantio sem terraços, que causa a erosão do solo. A estrada vicinal próximo ao leito do rio Ernesto apresenta produção de sedimentos. De maneira semelhante, todas as estradas rurais pertencentes a área do manancial acabam atuando como canal para escoamento do excesso de água proveniente das lavouras, pois as mesmas não possuem estruturas de contenção da enxurrada.

Segundo Gonçalves (2020), mesmo tendo as áreas de vegetação preservadas, é essencial realizar o manejo apropriado do solo utilizando técnicas como a construção de terraços, curvas de nível, cordões de isolamento e cultivo de plantas perenes nas proximidades. Sem essas práticas de conservação, há um risco significativo de contaminação da água por resíduos de agroquímicos e outros materiais.

Figura 21 - Área de lavoura sem terraços (a) e estrada vicinal sem estruturas de contenção de enxurrada (b)



Fonte: A autoria própria (2023)

Tiecher *et al.* (2014) verificaram, em seu estudo realizado em uma bacia hidrográfica rural, localizada no município de Júlio de Castilhos, no estado do Rio Grande do Sul, que a baixa adoção de sistemas de manejo conservacionistas, como terraços, plantio em nível, rotação de culturas e cobertura do solo, nas áreas de lavoura da bacia, potencializou a emissão de sedimentos dessas áreas em condições de excesso de chuvas. Também concluíram que as estradas apresentam alta porcentagem de contribuição na transferência de sedimentos.

De acordo com Melo (2013), desde a década de 1970, o campo brasileiro passa por um processo de modernização com a ampliação das fronteiras agrícolas e a aplicação de novas tecnologias, o que caracteriza uma nova dinâmica do espaço rural. Sendo cada vez maior a preocupação com os aumentos de escoamento de resíduos de fósforo, nitrogênio e agrotóxicos nas águas superficiais e subterrâneas.

Além disso, o autor também observou que as queimadas adicionam nutrientes que provocam eutrofização do meio, descobrindo o solo, facilitando a erosão e o assoreamento. A utilização descontrolada de agrotóxicos, a retirada de água sem controle para projetos de irrigação mal dimensionados, o lançamento de efluentes e resíduos diversos da atividade agroindustrial sem o tratamento adequado, a atividade mineradora mal planejada e sem controle e o lançamento de resíduos tóxicos se destacam entre outras formas de impactos negativos nas águas no meio rural (MELO, 2013).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 1996) compilou um resumo de impactos comuns das atividades agrícolas sobre recursos hídricos superficiais e subterrâneos (Quadro 2).

Quadro 2 - Impactos das atividades agrícolas sobre a qualidade da água

Atividades Agrícolas	Impactos nas Águas Superficiais
Aração/gradeação	Sedimentos/turbidez: sedimentos carregam fósforo e agrotóxicos absorvidos em partículas de sedimento; assoreamento de leitos de rios e perda de habitat, áreas de desova etc.
Adubação	Escoamento superficial de nutrientes, especialmente fósforo, levando à eutrofização e provocando alterações de sabor e odor na água de abastecimento público; proliferação de algas, levando à desoxigenação da água e à mortalidade de peixes.
Espalhamento de estrume	Realizado como atividade de adubação; espalhamento em terreno gelado resulta em altos níveis de contaminação das águas por agentes patogênicos, metais, fósforo e nitrogênio, que levam à eutrofização e à contaminação potencial. Ademais, a aplicação de estrume pode disseminar antibióticos e outros produtos farmacêuticos administrados a animais.
Agrotóxicos	Escoamento superficial de agrotóxicos, provocando contaminação da água superficial e da biota; disfunção do sistema ecológico nas águas superficiais pela perda dos principais predadores devido à inibição de crescimento e ao fracasso reprodutivo; impactos sobre a saúde humana pela ingestão de peixes contaminados. Agrotóxicos são propagados em forma de pó pelos ventos por longas distâncias e contaminam sistemas aquáticos a milhares de quilômetros de distância.
Confinamento de animais/currais	Contaminação da água superficial por muitos agentes patogênicos (bactéria, vírus etc.), levando a problemas crônicos de saúde. Também contaminação por metais, antibióticos e outros compostos farmacêuticos contidos na urina e nas fezes.
Irrigação	Escoamento superficial de sais, provocando a salinização das águas superficiais; escoamento superficial de fertilizantes e agrotóxicos às águas superficiais, provocando danos ecológicos, bioacumulação de espécies de peixes comestíveis etc. Altos níveis de elementos traço como selênio podem ocorrer, provocando graves danos ecológicos e potenciais impactos sobre a saúde humana.

Fonte: Adaptado de FAO (1996)

Freitas (2020) realizou a aplicação de um protocolo com o objetivo de avaliar a situação atual de conservação da área do manancial de abastecimento público do município de Pitanga-PR. Ela foi avaliada de acordo com suas características em

quatro pontos diferentes, que foram classificados um como natural, dois como alterados e um como impactado.

Com base nos levantamentos bibliográficos realizados, é possível enumerar as principais causas da degradação nas áreas de mananciais de abastecimento. Estas ocorrem na maioria por ações antrópicas, como ocupações irregulares e desordenadas do solo, principalmente em áreas de proteção permanente (APP), baixa cobertura vegetal, falta de preservação de nascentes, uso excessivo de agrotóxicos, práticas inadequadas de uso do solo, processos de eutrofização dos mananciais, lançamento de efluentes de atividades humanas, uso excessivo e inadequado da água, atividades industriais potencialmente poluidoras e/ou irregulares, descarte incorreto de resíduos e a falta de infraestrutura de saneamento.

A responsabilidade pela preservação dos mananciais de abastecimento público recai cada vez mais sobre os municípios, pois suas bacias são pequenas e ocupam apenas o limite destes. Assim, é importante que as cidades disponham de um plano de gestão da bacia hidrográfica a curto, médio e longo prazo. Esse plano deve incluir estudos que envolvam a ocupação da bacia e potenciais poluentes. Deve contemplar também mecanismos de proteção dos mananciais de abastecimento e legislação estadual ou municipal específica que garanta essa preservação (TUCCI, 2002).

6.3 Minuta de lei municipal para proteção de área de manancial de abastecimento público do município de Pitanga-PR

Como produto deste trabalho, foi elaborada a minuta de lei municipal para proteção de área de manancial de abastecimento público do município de Pitanga-PR. A referida Lei dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo, da área de proteção de mananciais do município de Pitanga. A área de proteção de mananciais (APM) se constitui em área de interesse municipal para o abastecimento público e corresponde a delimitação de ocupação descrita no Anexo I desta lei.

A área de manancial inserida em perímetro rural do município de Pitanga será denominada como APM 01 e seguirá a legislação vigente aplicável ao tema, enquanto a área inserida no perímetro urbano é definida como APM 02 e terá seus parâmetros urbanísticos de uso e ocupação definidos nesta lei.

Para a APM 01, será necessário seguir a legislação vigente (Lei Federal nº 12.651/2012) e de órgãos federal e estadual competentes. Para a APM 02, será permitido o uso residencial, desde que unifamiliar e obedecidos aos parâmetros de ocupação. A Subseção I indica os usos permitidos, permissíveis e proibidos. São partes integrantes desta lei os seguintes anexos:

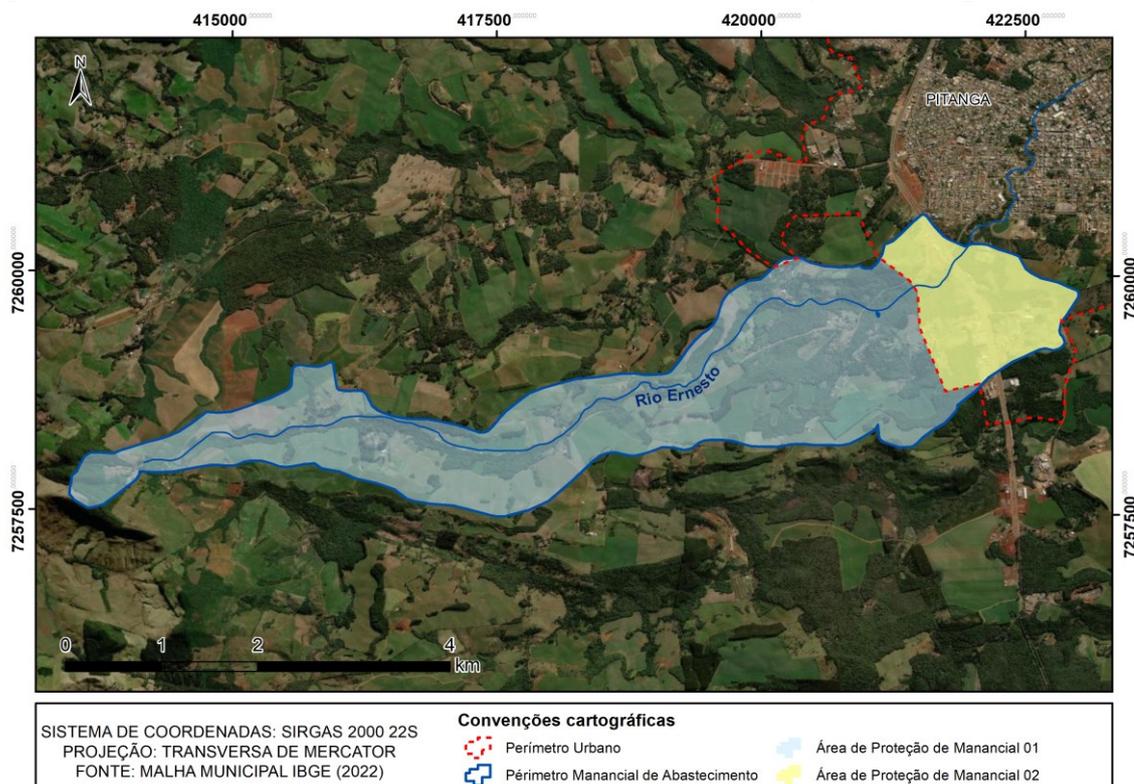
- Anexo I – Mapa de Zoneamento da Área de Manancial - rio Ernesto;
- Anexo II – Quadro de Parâmetros de Ocupação;
- Anexo III – Delimitação da Área de Manancial - rio Ernesto.

O termo “proteção de área de manancial”, adotado nesta minuta, relaciona-se ao desenvolvimento e implementação de políticas que previnam, reduzam ou controlem a poluição da água bruta e aumentem ou mantenham a disponibilidade de água.

6.3.1 Delimitação da área de manancial do município de Pitanga – PR

A área de manancial de abastecimento foi dividida em duas áreas, APM 01 e APM 02 (Figura 22).

Figura 22 - Delimitação e divisão da área de manancial do município de Pitanga - rio Ernesto



Fonte: Autoria própria (2024)

6.3.2 Instrumentos de regulação urbana

Marinato (2008), em seu estudo sobre os instrumentos da política de gestão municipal, buscou a inter-relação entre cada um deles com os da política de recursos hídricos, de forma a facilitar a apreensão das inter-relações entre os instrumentos das diferentes políticas e o processo de análise das possibilidades de integração entre estes instrumentos. No quadro 3, são apresentados os instrumentos relacionados com a regulamentação urbana.

Quadro 3 - Instrumentos da gestão municipal urbana, seus objetivos e inter-relação com os recursos hídricos.

Instrumentos da gestão municipal urbana		
Instrumento	Objetivo/ Finalidade	Inter-relação com os Recursos Hídricos
Zoneamento	Instrumento que hegemoniza a prática do planejamento. Divisão do conjunto do território urbanizado (ou a ser urbanizado) em zonas diferenciadas, para as quais são aplicados parâmetros de uso e ocupação específicos.	O zoneamento deve considerar as características dos recursos hídricos a fim de definir cada zona de acordo com a capacidade dos recursos hídricos e da bacia hidrográfica.
Parcelamento do Solo	Busca garantir condições mínimas de habitabilidade e conforto aos loteamentos, norteando a definição de vias, áreas de lazer e equipamentos públicos e impedindo loteamento em áreas de risco ou de preservação.	As áreas a serem parceladas devem levar em consideração os recursos hídricos e suas áreas inundáveis, garantindo a preservação do curso d'água e segurança da população.
Uso e Ocupação	Esta Lei busca assegurar o equilíbrio entre os diversos usos das edificações, definindo as atividades permitidas em cada zona, em razão da infraestrutura disponível e de outros parâmetros que viabilizem a qualidade ambiental desejada; induzir usos e ocupações específicas, quando identifica distorções entre a capacidade e a real utilização de cada parcela da cidade; mediar conflitos de usos e ocupações incompatíveis na cidade.	Este deve ser implementado a partir dos anteriores e, de uma forma mais específica que no zoneamento, deve apresentar-se compatível com as necessidades e potencialidades dos recursos hídricos. Assim, a localização e tipo de atividades a serem desenvolvidas no território devem ser compatíveis com as características dos recursos hídricos mesmo quando for limitante para o uso e ocupação, impedindo a implantação de certas atividades e formas de ocupação. Interferindo na qualidade e quantidade da água almejada/desejada.

Fonte: Adaptado de Marinato (2008)

De acordo com a Lei Federal 6.766/79, que regulamenta os parâmetros básicos para o parcelamento do solo do urbano, a legislação municipal definirá para cada zona em que se divide o território do município os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo e os usos permitidos, permissíveis e proibidos, que incluirão, obrigatoriamente, as áreas mínimas e máximas de lotes e os coeficientes máximos de aproveitamento (BRASIL, 1979).

6.3.2.1 Zoneamento

A divisão do espaço em zonas de usos preferenciais é uma ferramenta clássica de planejamento para ordenar o território (CARNEIRO; CARDOSO; AZEVEDO, 2008). Nesse sentido, Marinato (2008, p. 58) define o zoneamento como:

instrumento que irá dividir o território urbano e a ser urbanizado em zonas mais específicas, para as quais são aplicados parâmetros de uso e ocupação específicos. Busca disciplinar e compatibilizar as atividades econômicas com os elementos do meio físico construído e natural e direcionar a localização das atividades econômicas considerando a vocação e o potencial da região.

Dessa forma, em cada município, são definidas as zonas e setores de uso específico, como áreas residenciais, comerciais e de serviços, industriais, agrícolas, de proteção ambiental, de interesse especial, de interesse social, de expansão urbana, entre outras. Cada zona possui características diferentes dependendo de sua localização no município.

De acordo com Melo (2013), o ordenamento territorial se refere às políticas e estratégias utilizadas para planejar e organizar o uso e ocupação do território de uma determinada área geográfica. Esse planejamento é realizado por meio do estabelecimento de zoneamento, regulação das atividades antrópicas e dos usos dos recursos naturais. Também configuram os instrumentos disponíveis para proteção e controle dos mananciais de abastecimento.

6.3.2.2 Ocupação do solo

A partir do zoneamento, instituem-se os índices urbanísticos referentes à ocupação do solo, diferenciados segundo as zonas. Eles definem a porção do

terreno que pode ser ocupada com a edificação, verticalização máxima, recuos, taxa de impermeabilização, entre outros.

Com o objetivo de melhor entender os parâmetros de ocupação do solo, o conhecimento de algumas definições é fundamental. Nos Quadros 4 e 5, são apresentadas várias definições existentes na norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e na legislação do município de Pitanga-PR. O Quadro 4 apresenta algumas definições segundo a NBR 6505/1994 - Índices urbanísticos, esta norma define os termos relacionados a índices urbanísticos, para uniformizar a sua linguagem.

Quadro 4 - Alguns conceitos relacionados a índices urbanísticos segundo a ABNT NBR 6505/1994

Conceitos NBR 6505	
Taxa de aproveitamento	Relação direta entre a área construída total e a área total do terreno em que a edificação se situa.
Taxa de ocupação	Relação direta entre a área da projeção horizontal das edificações e a área total do terreno em que elas se situam.
Taxa de impermeabilização	Relação direta entre a área ocupada por qualquer elemento de intervenção que impeça a infiltração de água no solo e a área total do terreno.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 6505 (1994)

O Quadro 5 apresenta algumas definições de acordo com a Lei Complementar nº 55, de 09 de abril de 2019, que dispõe sobre o Zoneamento de uso e ocupação do solo urbano do município de Pitanga-PR.

Quadro 5 - Alguns conceitos relacionados a índices urbanísticos segundo Lei complementar Nº 55/2019

Conceitos segundo Lei complementar Nº 55/2019	
Área mínima do lote	Área mínima do lote é o índice que define a menor dimensão do lote, calculada pela distância entre suas divisas e/ou laterais, estabelecida segundo a zona de localização.
Coefficiente de aproveitamento	Coefficiente de Aproveitamento (CA) é o índice urbanístico que define o potencial construtivo do lote sendo calculado mediante a multiplicação da área total do terreno pelo CA, da zona em que se situa.

Recuo mínimo	Recuo Mínimo é a menor distância entre edificação e limite do lote
Altura máxima	A altura máxima inclui todos os elementos construtivos da edificação situados acima do nível do meio-fio do logradouro e será medida a partir do ponto médio da testada do lote, com exceção das caixas d'água, caixas de escada e compartimentos destinados a equipamentos mecânicos.
Testada mínimado lote	A testada mínima do lote é o índice que define a largura do terreno, incluindo os muros laterais, se existirem, sendo o comprimento da linha que separa o logradouro público da propriedade particular e que coincide com o alinhamento existente ou projetado pelo Município.

Fonte: Adaptado de Lei complementar Nº 55/2019, Pitanga-PR (2019)

Considera-se taxa de permeabilidade a área descoberta e permeável do terreno em relação a sua área total, dotada de vegetação que contribua para o equilíbrio climático e propicie alívio para o sistema público de drenagem urbana (PITANGA, 2019). Dessa forma, a taxa de permeabilidade é um parâmetro urbanístico que incorpora preocupações com a questão da gestão da água, importante parâmetro para a análise e dimensionamento de sistemas de drenagem urbana e controle de enchentes.

Essas especificações, por meio de índices urbanísticos, devem apresentar-se compatíveis com as necessidades e potencialidades dos recursos hídricos. A localização e o tipo de atividades a desenvolver no território devem, portanto, ser compatíveis com as características dos recursos hídricos, ainda que seja restritivo ao seu uso e ocupação, impossibilitando a implementação de algumas atividades e formas de ocupação (MARINATO, 2008).

6.3.2.3 Parcelamento do solo

O parcelamento do solo é um processo pelo qual um terreno é dividido em lotes menores (loteamento, desmembramento ou remembramento) em observância com as normas federais e estaduais relativas à matéria, além das diretrizes do Plano Diretor, que estabelecem os parâmetros. Os mais comuns são o tamanho mínimo do lote, as áreas de doação obrigatórias para equipamentos públicos, para áreas verdes, para sistema viário, as dimensões mínimas de ruas e a infra-estrutura a ser implantada (CARNEIRO; CARDOSO; AZEVEDO, 2008).

A Lei Complementar nº 46 de 2018 regulamenta o parcelamento e o remembramento do solo para fins urbanos no município de Pitanga-PR. No art. 29 desta Lei considera-se:

I - parcelamento do solo, toda subdivisão de gleba ou lote em dois ou mais lotes destinados à edificação, chácaras ou sítios de recreio, sendo realizado através de loteamento, desmembramento ou desdobro;

II - remembramento do solo, a unificação de lotes urbanos com aproveitamento do sistema viário existente (PITANGA, 2018, p. 1).

A Lei Federal nº 6.766/79 estabelece os parâmetros básicos para o parcelamento do solo do urbano. Entretanto, a Lei Federal 9785/1999 modificou alguns dos seus artigos, deixando aos municípios a responsabilidade pela fixação dos padrões básicos de parcelamento. De acordo com ela, a infraestrutura básica dos parcelamentos dos solos deve ser constituída por vias de circulação, escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública (BRASIL, 1979).

O parcelamento do solo depende da orientação do processo de expansão urbana e deverá garantir que os loteamentos ofereçam condições mínimas de habitabilidade, além de prever áreas para equipamentos públicos e áreas de lazer. Não é permitido o parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), com condições geológicas não propícias a edificação e em áreas de preservação ecológica, dessa forma, assegurando a preservação do manancial de abastecimento e segurança da população (MARINATO, 2008).

7 PRODUTO

O produto consiste em uma minuta de lei municipal específica para área de manancial de abastecimento público, fixando parâmetros e diretrizes para proteção das áreas degradadas da bacia do rio Ernesto em Pitanga-PR. Acredita-se que os resultados deste estudo contribuam para a segurança hídrica e garantia do uso da água para a população do município, evitando possível colapso no sistema de abastecimento municipal, sinalizado pelas recentes crises de abastecimento hídrico ocorridas no município.

A minuta de lei municipal está disponível para download no repositório da biblioteca da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no link <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/>, para que possa ser utilizada como modelo de gerenciamento dos recursos hídricos em outros mananciais de abastecimento público, especialmente para municípios que não possuam legislação municipal específica para esse fim.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As legislações federais e estaduais não abrangem as condições ideais para a gestão eficiente das áreas de mananciais de abastecimento público. Essas áreas carecem de atenção especial pela sua importância e funcionalidade, pois são provenientes delas o fornecimento de água para o consumo humano. Não obstante, a área definida como Zona de Expansão Urbana 1 no município de Pitanga avança em direção à área de manancial de abastecimento público, podendo acarretar problemas futuros.

A partir da análise do uso e ocupação do solo do manancial de abastecimento público, foi possível identificar os principais impactos antropogênicos, provenientes tanto da região urbana quanto da rural. Dessa forma, é desaconselhável a expansão do quadro urbano na porção sudoeste da cidade, da qual faz parte a bacia de captação do rio Ernesto. As áreas mais adequadas para a expansão urbana são aquelas localizadas no norte e no nordeste da cidade.

Diante do exposto, a proposta de minuta de lei municipal específica para a área de manancial de abastecimento público pode contribuir significativamente para o futuro desse manancial, fixando parâmetros e diretrizes para a proteção dessa área, e atendendo, dessa forma, o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável nº 6 (ODS 6) da Organização das Nações Unidas.

Sugere-se à administração pública a elaboração de projetos para implementar práticas de restauração, conservação e manutenção das nascentes e áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Ernesto.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6505: Índices Urbanísticos**. Rio de Janeiro, 1994.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Governança, Comunicação e Participação Social: Introdução à Gestão Participativa**. Brasília: Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, 2013a. Disponível em: https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/123/1/Apostila_-_Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%A0_Gest%C3%A3o_Participativa.pdf. Acesso em: 26 set. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Alternativas organizacionais para a gestão de recursos hídricos**. v. 3. Brasília: Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, 2013b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual**. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 2020. 118 p. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.23309814.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Água: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 2021. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZDFhZDQ2YTUtOTIyZC00MDImLWJmNGEtODdhODRjZDBIMzVmliwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9>. Acesso em: 16 Set. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores**. 2. ed. – Brasília: ANA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/ods6>. Acesso em: 27 Nov. 2022.

ARAÚJO, R. R.; MAURO, C. A.; SEOLIN, L. **Abordagens em recursos hídricos**. Tupã: ANAP, 2016. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/2017/novembro/Nov.17.15.pdf>. Acesso em: 19 Nov. 2022.

BEDNARZ, J. A. *et al.* Movimentação de leito de rio em cabeceira de drenagem potencializada por ação de animais domésticos (suínos). **Geografia (Londrina)**, v. 21, n. 3. p. 75-93, 2012. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/14411/13765>. Acesso em: 12 jan. 2024.

BRASIL [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988**. Brasília, DF, Presidência da República [1997]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 02 fev. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934.** Decreta o Código de Águas. Brasília, DF, Presidência da República, 1934. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2024.643%2C%20DE%2010%20DE%20JULHO%20DE%201934.&text=Decreta%20o%20C%C3%B3digo%20de%20%C3%81guas.&text=%C3%81GUAS%20P%C3%9ABLICAS-,Art.,de%20uso%20comum%20ou%20dominicais. Acesso em: 02 jun. 2023.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, [...]. Brasília, DF, Presidência da República, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 03 fev. 2022.

BRASIL. **Plano Nacional de Recursos Hídricos:** panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. 2006.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de Maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. Brasília, DF, Presidência da República, (2012). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 25 Set. 2023.

BRASIL. **Estatuto da Cidade – Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF, Presidência da República, (2001). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 02 fev. 2022.

BRASIL. **GEO Brasil:** recursos hídricos. Brasília: MMA; ANA, 2007. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/estudos/GEO-Brasil-Recursos-Hidricos.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2023.

CARNEIRO, P. R. F.; CARDOSO, A. L.; ZAMPRONIO, G. B.; MARTINGIL, M. C. A Gestão Integrada de Recursos Hídricos e do Uso do Solo em bacias urbano-metropolitanas: o controle de inundações na bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí, na Baixada Fluminense. **Ambiente e Sociedade:** Campinas, v. 13, n. 1, p. 29-49, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/asoc/v13n1/v13n1a03.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2022.

CARNEIRO, P. R. F.; CARDOSO, A. L.; AZEVEDO, J. P. S. O planejamento do uso do solo urbano e a gestão de bacias hidrográficas: o caso da bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí na Baixada Fluminense. **Cadernos Metrópole**, n. 19, p. 165-190, 2008. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/metropole/article/view/8715>. Acesso em: 13 fev. 2022.

CENCI, M. A.; PASSOS, M. G. **Avanços, desafios e oportunidades:** 21 anos da Política Nacional dos Recursos Hídricos sob o olhar dos Comitês de Bacias do Estado de Santa Catarina. 2018. 17 p. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Gestão Ambiental) - Universidade do Oeste de Santa Catarina, Chapecó, 2018. Disponível em: <http://www.ensinosuperior.sed.sc.gov.br/index.php/pos-graduacao/trabalhos-de->

conclusao-de-bolsistas/trabalhos-de-conclusao-de-bolsistas-a-partir-de-2018/engenharias/especializacao-6/794-avancos-desafios-e-oportunidades-21-anos-da-politica-nacional-dos-recursos-hidricos-sob-o-olhar-dos-comites-de-bacias-do-estado-de-santa-catarina/file. Acesso em: 05 fev. 2024.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ – SANEPAR. Sinalização em rodovias alerta para mananciais. **Sanepar**, 2012. Disponível em: <https://site.sanepar.com.br/noticias/sinalizacao-em-rodovias-alerta-motoristas-para-mananciais>. Acesso em: 17 set. 2023.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ – SANEPAR. Estiagem afeta nível do rio e há risco de racionamento ou rodízio. **Sanepar**, 2020. Disponível em: <http://site.sanepar.com.br/utilidade-publica/estiagem-afeta-nivel-do-rio-e-ha-risco-de-acionamento-ou-rodizio>. Acesso em: 02 fev. 2022.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ – SANEPAR. Relatório anual da qualidade da água 2021: Sistema de abastecimento de Pitanga. **Sanepar**, 2021. Disponível em: <https://relatorioqualidadeagua.sanepar.com.br/2021/204.pdf>. Acesso em: 24 set. 2023.

COUTINHO, L. M. *et al.* Usos da Terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo- ES. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 425-434, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/fTK7z6VW4XyGRYt7k4HDcrS/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 jan. 2024.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338818/1/sistemabrasileirodeclassificacaodossolos2006.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2024.

FILHO, A. L. J.; ROMA, J. C. Contribuições para o fortalecimento da gestão de águas no Brasil: trajetórias de três pesquisas desenvolvidas em parceria com a agência nacional de águas e saneamento básico. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**. v. 30, p. 51-61, jul.-dez. 2023. <http://dx.doi.org/10.38116/brua30art4>. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12597/9/BRUA_30_Artigo_4_contribuicoes_para_o_fortalecimento.pdf. Acesso em: 6 fev. 2024.

FREITAS, H. M. B. **Alternativas para a conservação de mananciais de abastecimento público**: estudo de caso na bacia do Rio Ernesto, Pitanga-PR. 2020. 60 p. 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/handle/1/23809>. Acesso em: 4 fev. 2022.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Cadernos Temáticos Saneamento Básico**: abastecimento de água potável. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2016. Disponível em:

<https://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Abastecimento+de+%C3%81gua+Pot%C3%A1vel.pdf/c42e2752-7de2-4a0b-a751-fa352f1bdbc3?version=1.0>. Acesso em: 09 set. 2023.

GIANASI, L. M.; VIEIRA, D. C.; PIMENTA, R. H. Mapeamento geo participativo: Saberes científicos e populares na estruturação de uma gestão participativa das águas. *In: Congresso Brasileiro de Cartografia. XXVI, 2014, Gramado. Anais [...].* Gramado: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2014. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbc/anais.html>. Acesso em: 06 fev. 2024.

GONÇALVES, M. S. **Educação e participação social na Gestão de Recursos Hídricos: Proposta metodológica para práticas de conservação de nascentes.** 2020. 82 f. 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/handle/1/5200>. Acesso em: 20 fev. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Panorama:** População. Paraná: IBGE | Cidades@ | Paraná | Pitanga | Panorama, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/pitanga/panorama>. Acesso em: 07 set. 2023.

IKEMOTO, M. S.; JOHNSON, R. M. F. Iniciativas para proteção de mananciais de abastecimento público: estudo de caso da bacia do rio Guapi-macacu-RJ. *In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis, SC. Anais [...].* Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2017. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=2968>. Acesso em: 15 abr. 2024.

IORIS, A. Desenvolvimento nacional e gestão de recursos hídricos no Brasil. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 85, 2009, p. 23-41. Disponível em: <http://journals.openedition.org/rccs/329>. Acesso em: 15 jul. 2023.

MARINATO, C. F. **Integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão municipal urbana: estudo da inter-relação entre instrumentos de gestão.** 2008. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008. Disponível em: https://sappg.ufes.br/tese_drupal//tese_2715_Dissertacao_Cristina_Fiorin_Marinato.pdf. Acesso em: 01 out. 2023.

MELO, J. R. C. de. **Arcabouço legal e institucional e a situação de proteção ambiental dos mananciais: o caso do rio Marés na Paraíba.** 2013, 260 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/12862>. Acesso em: 03 out. 2023.

MESQUITA, L. F. G. Os comitês de bacias hidrográficas e o gerenciamento integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 45, p. 56-80, abr. 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v45i0.47280>.

MINEROPAR - Minerais do Paraná. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2006. Escala 1:250.000. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/atlas_geomorforlogico_parana_2006.pdf. Acesso em: 13 fev. 2024.

NITSCHKE, R. P. *et al.* **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 2019. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf>. Acesso em: 23 set. 2022.

PAGNOCCHESCHI, B. Governabilidade e governança das águas no Brasil. *In*: MOURA, A. M. M. (org.). **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas**. Brasília: Ipea, 2016. cap. 7, p. 175-199. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160719_governanca_ambiental.pdf. Acesso em: 15 jul. 2023.

PARANÁ. **Lei Complementar nº 59, de 01 de outubro de 1991**. Dispõe sobre a repartição de 5% do ICMS, a que alude o art. 2º da lei nº 9.491/90, aos municípios com mananciais de abastecimento [...]. Curitiba: Assembléia Legislativa do Estado do Paraná, 1991. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pr/lei-complementar-n-59-1991-parana-dispoe-sobre-a-reparticao-de-5-do-icms-a-que-alude-o-art-2-da-lei-n-9491-90-aos-municipios-com-mananciais-de-abastecimento-e-unidades-de-conservacao-ambiental-assim-como-adota-outras-providencias>. Acesso em: 04 fev. 2022.

PARANÁ. **Lei Estadual nº 8.935, de 07 de março de 1989**. Dispõe sobre requisitos mínimos para as águas [...] de abastecimento público e adota outras providências. Curitiba: Assembléia Legislativa do Estado do Paraná, 1989. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-8935-1989-parana-dispoe-sobrerrequisitos-minimos-para-as-aguas-provenientes-de-bacias%20mananciais-destinadas-aabastecimento-publico-e-adota-outras-providencias_. Acesso em: 04 fev. 2022.

PITANGA. **Lei Complementar nº 44, de 10 de maio de 2018**. Institui a revisão do Plano Diretor do Município de Pitanga. Pitanga, PR: Câmara Municipal de Vereadores, 2018a. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretorpitanga-pr>. Acesso em: 2 fev. 2022.

PITANGA. **Lei Complementar nº 46, de 04 de julho de 2018**. Dispõe sobre o parcelamento e o remembramento do solo para fins urbanos. Pitanga, PR: Câmara Municipal de Vereadores, 2018b. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/p/pitanga/lei-complementar/2018/5/46/lei-complementar-n-46-2018-dispoe-sobre-o-parcelamento-e-o-remembramento-do-solo-para-fins-urbanos>. Acesso em: 3 fev. 2022.

PITANGA. **Lei complementar nº 55, de 09 de abril de 2019**. Dispõe sobre o Zoneamento de uso e ocupação do solo urbano do Município. Pitanga, PR: Câmara Municipal de Vereadores, 2019. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/p/pitanga/lei-complementar/2019/5/55/lei-complementar-n-55-2019-dispoe-sobre-o-zoneamento-de-uso-e-ocupacao-do-solo>

urbano-do-municipio_ Acesso em: 3 fev. 2022.

PITANGA. **Emenda à Lei Orgânica nº6/2009**. Reformula a Lei Orgânica Municipal e dá outras providências. Pitanga, PR: Câmara Municipal de Vereadores, 2009. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/lei-organica-pitanga-pr_ Acesso em: 2 fev. 2022.

POLETO, C.; CARVALHO, S. L. de; MATSUMOTO, T. Avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP). **Holos Environment**, Rio Claro, v. 10, n. 1, p. 95-110, 2010. <https://doi.org/10.14295/holos.v10i1.4241>. Disponível em: <https://www.ceanesp.org.br/holos/article/view/4241>. Acesso em: 08 set. 2023.

SANTOS, A. C.; REIS, A.; MENDIONDO, E. M. Segurança hídrica no Brasil: situação atual, principais desafios e perspectivas futuras. **Revista DAE**, v. 68, n. 225, p. 167-179, 2020. <https://doi.org/10.36659/dae.2020.060>. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_225_n_1882.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

SILVA, R. T.; PORTO, M. F. A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 17, n. 47, p. 129-45, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142003000100007>.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Painel de Regionalização dos Serviços de Saneamento Básico**. 2023. Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/regionalizacao/web/_ Acesso em: 8 set. 2023.

TIECHER, T. *et al.* Contribuição das fontes de sedimentos em uma bacia hidrográfica agrícola sob plantio direto. **Revista Brasileira De Ciência Do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 639-649, abr. 2014. <https://doi.org/10.1590/S01006832014000200028>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/t4fqTL7SHFHBchPPWnwPfMy/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 07 set. 2023.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 156 p.

VENAFRO, N. V. **Determinação de metais em solo de ferro-velho por análises espectrofotométricas**. 2008. 55 p. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Química Ambiental) - Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <https://biblioteca.utfpr.edu.br/acervo/231071>. Acesso em: 6 fev. 2024.

VIDALETTI, V. F. **Impacto da cobertura do solo, declividade e precipitação na infiltração e escoamento de água e sedimentos**. 2022. 95 p. Dissertação (Engenharia de Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2022. Disponível em: https://www5.unioeste.br/portaunioeste/arq/files/PPGEA/Dissertacao_Vitoria_F_Vidaletti.pdf. Acesso em: 6 fev. 2024.