

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS – PROFÁGUA

HALANA MARA BARABACZ FREITAS

**ALTERNATIVAS PARA A CONSERVAÇÃO DE MANANCIAIS DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO: ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO
ERNESTO, PITANGA-PR**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CAMPO MOURÃO
2020

HALANA MARA BARABACZ FREITAS

**ALTERNATIVAS PARA A CONSERVAÇÃO DE MANANCIAS DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO: ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO ERNESTO,
PITANGA-PR**

**Alternatives for the conservation of public supply sources: a 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: Nelson Consolin Filho.

Coorientador: Maristela Denise Moresco Mezzomo.

CAMPO MOURÃO

2020



[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.



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



HALANA MARA BARABACZ FREITAS

ALTERNATIVAS PARA A CONSERVAÇÃO DE MANANCIAIS 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 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Instrumentos Da Política De Recursos Hídricos.

Data de aprovação: 13 de Novembro de 2020

Prof Nelson Consolin Filho, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Cristiane Kreutz, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Fernando Cesar Manosso, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 13/11/2020.

À memória de minha avó, Rosinha Barabacz.

AGRADECIMENTOS

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

À minha família, em especial aos meus pais Suzete e João Reginaldo, pelo incentivo e apoio incondicional de sempre.

Ao meu marido Paulo Henrique Krupczak pelo carinho, amor e compreensão nos meus momentos de dedicação aos estudos, por sempre acreditar em mim e me mostrar que eu era capaz de subir mais este degrau em minha carreira profissional.

Aos meus inúmeros amigos pela força e pelo apoio, e aos novos colegas e excelentes profissionais que conheci neste curso.

Aos professores do corpo docente do programa, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Nelson Consolin Filho pela oportunidade de trabalharmos juntos, por sua disponibilidade, contribuição e atenção de sempre, e à minha coorientadora Prof.^a Dr.^a Maristela Mezzomo por colaborar grandiosamente no desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, sei que todas as pessoas que fizeram parte dessa trajetória não estão citadas nesses parágrafos, mas podem ter a certeza de toda minha gratidão.

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

RESUMO

Diante da temática dos Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, este trabalho integra os aspectos legais relacionados às áreas de mananciais de abastecimento público e a necessidade de buscar alternativas para a conservá-las. Tendo como base a pesquisa e levantamento bibliográfico, foi elaborado como produto deste trabalho, o Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM). A metodologia para a elaboração do PCAM foi baseada na adaptação de um protocolo de avaliação rápida, que possibilita o levantamento da situação atual e as medidas a serem adotadas para a conservação destas áreas. Estas medidas foram fundamentadas conforme os critérios da legislação estadual e federal, visto que o município não possui legislação específica para a gestão do manancial. O protocolo se mostrou uma ferramenta eficiente ao ser aplicado no rio Ernesto, manancial de abastecimento público do município de Pitanga-PR. De acordo com os resultados obtidos, a ferramenta possibilitou encontrar medidas conservacionistas a serem adotadas em 3 dos 4 pontos analisados, que foram classificados como alterados e impactados, principalmente pela falta de Áreas de Preservação Permanente, uso irregular do solo e presença de resíduos sólidos e líquidos na água em alguns dos locais observados.

Palavras-chave: Instrumentos. Recursos Hídricos. Legislação. Protocolo.

ABSTRACT

In view of the theme of Water Resources Policy Instruments, this work integrates the legal aspects related to the areas of public supply sources and the need to seek alternatives to conserve them. Based on the research and bibliographic survey, the Protocol for the Conservation of Spring Area (PCSA) was elaborated as a product of this work. The methodology for the elaboration of the PCSA was based on the adaptation of a rapid assessment protocol, which allows the survey of the current situation and the measures to be adopted for the conservation of these areas. These measures were based on the criteria of state and federal legislation, since the municipality does not have specific legislation for the management of the source. The protocol proved to be an efficient tool when applied to the Ernesto river, a source of public supply in the municipality of Pitanga-PR. According to the results obtained, the tool made it possible to find conservationist measures to be adopted in 3 of the 4 points analyzed, which were classified as altered and impacted, mainly due to the lack of Permanent Preservation Areas, irregular use of the soil and the presence of solid residues and liquids in water in some of the observed locations.

Palavras-chave: Instruments. Water resources. Legislation. Protocol.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui de localização dos pontos de aplicação do PCAM manancial de abastecimento do município de Pitanga-PR.....	25
Figura 2 – Manancial de abastecimento do município de Pitanga-PR.....	36
Figura 3 – Captação de água do rio Ernesto, para abastecimento público no município de Pitanga-PR.....	37
Figura 4 – Croqui de localização do ponto 1.....	38
Figura 5 – APP a jusante do ponto 1.....	39
Figura 6 – APP a montante do ponto 1.....	39
Figura 7 – Propriedade rural ao lado do ponto 1.....	39
Figura 8 – Estrada rural ao lado do ponto 1.....	39
Figura 9 – Croqui de localização do ponto 2.....	40
Figura 10 – APP no ponto 2.....	41
Figura 11 – Assoreamento a montante.....	41
Figura 12 – Assoreamento a jusante.....	41
Figura 13 – Resíduo oleoso no rio, no ponto 2.....	41
Figura 14 – Croqui de localização do ponto 3.....	42
Figura 15 – Exposição do manancial.....	43
Figura 16 – Ausência de APP.....	43
Figura 17 – Resíduos de obras, no ponto 3.....	43
Figura 18 – Intervenções no solo, no ponto 3.....	43
Figura 19 – Croqui de localização do ponto 4.....	44
Figura 20 – Vegetação nativa, no ponto 4.....	45
Figura 21 – Estrutura da antiga ponte.....	45
Figura 22 – Curso d’água do rio Ernesto, no ponto 4.....	45
Figura 23 – Baixo nível de água do manancial, no ponto 4.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Localização geográfica dos pontos de aplicação do PCAM.....	24
Quadro 2 – Legislação vigente relacionada à conservação de áreas de manancial.....	32
Quadro 3 – Avaliação da área de manancial (Parte I).....	33
Quadro 4 – Classificação do estado de conservação da área de manancial (Parte II).....	34
Quadro 5 – Medidas conservacionistas para manancial alterado ou impactado (Parte III).....	35
Quadro 6 – Resultado da aplicação da Parte I e Parte II do PCAM, nos quatro pontos avaliados.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 Geral	13
2.2 Específicos	13
3 JUSTIFICATIVA	14
4 REVISÃO DE LITERATURA	16
4.1 Qualidade e disponibilidade das águas dos mananciais	17
4.2 Efeitos da degradação de recursos hídricos sobre a saúde humana	19
4.3 Uso do Protocolo de Avaliação Rápida como ferramenta aplicada aos instrumentos de gestão	20
5 MATERIAIS E MÉTODOS	22
5.1 Levantamento bibliográfico	22
5.2 Análise das informações obtidas	22
5.3 Elaboração do Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM)	23
5.4 Aplicação do PCAM na área de estudo	24
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6.1 Estado da arte	26
6.2 Correlação das informações obtidas sobre a legislação e a degradação de mananciais	31
6.3 Protocolo para Conservação de Área de Manancial - PCAM	33
6.3.1 Parte I – Avaliação da área de manancial	33
6.3.2 Parte II – Estado de conservação da área de manancial	34
6.3.3 Parte III – Alternativas para a conservação da área de manancial	35
6.4 Estudo de caso: aplicação do PCAM no manancial do Rio Ernesto	36
7 CONCLUSÃO	50
8 PRODUTO	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A – Protocolo para Conservação de Área de Manancial	56

1 INTRODUÇÃO

Manancial de abastecimento público é a fonte de água doce superficial ou subterrânea utilizada para consumo humano ou desenvolvimento de atividades econômicas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012). O desenvolvimento urbano envolve duas atividades conflitantes: aumento da demanda de água com qualidade e a degradação dos mananciais por contaminação. Na prática, o fato é que muitas vezes as águas superficiais dos mananciais de abastecimento público têm sido usadas como meio de transporte para efluentes, dejetos e rejeitos. Além de poluir as águas, alguns contaminantes podem ser resistentes ao tratamento convencional, trazendo riscos à saúde humana. Nas áreas rurais, o uso do solo de forma inadequada, o desmatamento, a falta de preservação de nascentes e a utilização excessiva de agrotóxicos, também propiciam a degradação dos mananciais.

Segundo Mader (2010), a poluição não impede a captação de água para consumo humano, mas pode inviabilizá-la, pois torna o tratamento muito caro. Além disso, as estações de tratamento de água (ETAs) convencionais são responsáveis por retirar material em suspensão e coloidal, patógenos e algas, porém são ineficazes com os micropoluentes (CRUZ; MIERZWA, 2020).

A Lei Estadual do Paraná nº 8.935/89, que dispõe sobre requisitos mínimos para as águas provenientes de bacias mananciais destinadas ao abastecimento público, menciona que estas áreas devem ser alvo de atenção específica, contemplando estratégias de proteção, aspectos legais e gerenciais (PARANÁ, 1989).

Já a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei Federal nº 9.433/97, institui em seu capítulo IV 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, a compensação a municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Portanto, pode-se dizer que a conservação dos mananciais está diretamente ligada à gestão destes instrumentos.

Sendo assim, este trabalho apresenta uma proposta com sugestões de ações que, se aplicadas pelas entidades correspondentes, podem ajudar a resolver problemas locais, avaliando as condições do meio físico e conservando as áreas de mananciais para que a qualidade da água atenda aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi elaborar um protocolo de avaliação, com medidas de conservação, que possa auxiliar os gestores de recursos hídricos a manter as áreas de mananciais conservadas, de forma prática e eficiente, principalmente em regiões que não possuem legislação municipal específica para seus mananciais de abastecimento público. Além disso, acaba sendo uma ferramenta para a gestão dos planos de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos d'água, pois fornece um diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos, almeja a qualidade das águas e possibilita a diminuição dos custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

Para aplicação do protocolo criado, foi realizado um estudo de caso no manancial de abastecimento público do município de Pitanga-PR.

Assim, esta dissertação é constituída por 8 capítulos, sendo: capítulo 2, onde são descritos os objetivos geral e específicos que nortearam o desenvolvimento do trabalho; capítulo 3, onde é apresentada a justificativa e importância da busca de alternativas para a conservação de áreas de manancial de abastecimento público; capítulo 4, o qual apresenta uma breve revisão da literatura sobre temas remetentes à áreas de manancial e seus principais aspectos ambientais e legais; capítulo 5, onde é exposta a metodologia que foi utilizada para a execução dos objetivos propostos; capítulo 6, que é destinado à apresentação dos resultados obtidos, do produto elaborado e do estudo de caso realizado para a aplicação do produto. Por fim, no capítulo 7 é apresentada a conclusão desta dissertação, e no capítulo 8 a disponibilização do produto desenvolvido.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Criar um protocolo de avaliação, com medidas de conservação para mananciais de abastecimento público.

2.2 Específicos

- Identificar os principais problemas de degradação de mananciais de abastecimento público, e os aspectos legais existentes para assegurar a conservação dos mesmos;
- Relacionar os principais problemas levantados e a legislação, com as alternativas de conservação cabíveis para cada um destes;
- Elaborar o Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM), como produto da dissertação;
- Aplicar o protocolo na área de estudo, para avaliação do funcionamento do produto elaborado.

3 JUSTIFICATIVA

A qualidade da água para consumo humano é decorrente da qualidade dos mananciais que a mantém e também da qualidade do tratamento (químico e/ou físico) dado a ela, antes de sua distribuição à população. Água de má qualidade pode causar danos à saúde, aumentando, por exemplo, a incidência de mortalidade infantil em regiões sem saneamento básico. A mistura de águas poluídas aos mananciais que servem como fonte de abastecimento de água potável, causa um impacto negativo na qualidade e quantidade de água destes reservatórios.

A água poluída é imprópria para o consumo humano, banho, indústria ou agricultura e, efetivamente, reduz a quantidade de água disponível em determinada área, afetando diretamente os volumes disponíveis (VELOSA, 2015). Assim, quanto maior a poluição das águas, mais difícil seu tratamento para padrões aceitáveis, sendo necessário mais gasto com energia e com reagentes químicos, e quanto pior a qualidade da água da fonte, maior o nível de tratamento necessário para alcançar um padrão aceitável e menor a qualidade da água tratada no final do processo (VELOSA, 2015). Segundo Santos (2011), a gestão dos recursos hídricos nos municípios contribui para a solução de problemas que podem causar efeitos negativos na saúde pública.

Sendo assim, a conservação dos mananciais de abastecimento público pode ser considerada fundamental para o enquadramento dos corpos d'água, bem como para assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas.

O Município de Pitanga, situado no interior do Paraná, possui população estimada em 29.994 mil habitantes e é abastecido pelas águas do rio Ernesto, que tem sua área de manancial dividida entre a zona urbana e a zona rural (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020). Este foi definido como local de estudo, devido ao município ainda não ter uma gestão ambiental descentralizada, e principalmente, por não possuir legislação municipal específica para a área do manancial de abastecimento público. Assim, o município e seus gestores utilizam apenas da legislação federal e estadual para a gestão dos recursos hídricos.

No entanto, as leis existentes nem sempre atendem os problemas locais e regionais com a eficácia necessária, e os gestores acabam encontrando

dificuldades na aplicação das mesmas devido à generalização destas para abranger um todo. Neste contexto, o protocolo elaborado como produto deste estudo, tem o intuito de servir como ferramenta auxiliar aos municípios, tendo em vista a conservação dos mananciais de abastecimento público conforme as leis vigentes. Além disso, a conservação permite diminuir os custos de combate à poluição mediante ações preventivas permanentes, além de contribuir para o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 6, que consiste em assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015).

A construção de um protocolo para avaliar a conservação de mananciais, visa facilitar a identificação das medidas necessárias a serem tomadas nestas áreas, visto que ainda não se tem conhecimento de nenhuma ferramenta semelhante para esta finalidade. Tal protocolo poderá auxiliar na tomada de decisão dos gestores, principalmente, no caso de municípios que não possuem legislação ambiental própria para definir como deve ser gerida a área de manancial.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Em janeiro de 1997 foi criada a Lei Federal nº 9.433, intitulada como Lei das Águas, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) (BRASIL, 1997). A partir deste acontecimento, começou-se a perceber a necessidade de gerir as águas de forma integrada, para garantir o desenvolvimento sustentável e à manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado. Desde então, pode-se dizer que as estratégias para que estas questões sejam colocadas em prática, vem evoluindo com base nas necessidades atuais e futuras da utilização dos recursos hídricos, que ao passar do tempo tornam-se cada vez mais escassos.

Com o crescimento das preocupações globais e da inter-relação das dimensões ambiental, econômica e social para o desenvolvimento sustentável, no ano de 2015 foi criada a Agenda 2030. Esta Agenda trata-se de um processo coordenado pela Organização das Nações Unidas (ONU) e adotado por meio de um plano de ação universal por diversos países, entre eles o Brasil. Neste plano, uma das principais etapas foi a criação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que consistem em 17 objetivos e 169 metas de ação global para alcance até o ano de 2030 (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015).

Dentre estes 17 objetivos, o ODS 6 - Água Potável e Saneamento, foi criado com o intuito de garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos, tendo como algumas de suas metas: melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente; aumentar a eficiência do uso da água e assegurar o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez; apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento; entre muitas outras (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015).

Diante disso, é necessário ressaltar a necessidade do uso consciente dos recursos hídricos no cenário atual do nosso País, além de discutir alternativas sobre questões que possam trazer melhorias para a gestão dos recursos hídricos, de forma interligada com estes objetivos a serem alcançados.

4.1 Qualidade e disponibilidade das águas dos mananciais

O uso inadequado, e muitas vezes irracional, dos recursos hídricos reflete o atual quadro de escassez e deterioração da qualidade da água no Brasil (GARCIA; MORENO; FERNANDES, 2015). Nesta mesma perspectiva, o não tratamento ou tratamento inadequado dos resíduos sólidos e das águas residuárias provocam a contaminação, por diferentes fatores, de mananciais de água usados para consumo humano.

A industrialização e o aumento pela demanda de água e outros recursos naturais que acompanharam a sociedade capitalista ao longo do tempo, provocaram vários tipos de contaminação e poluição dos ecossistemas aquáticos. Muitos elementos químicos e seus compostos, que existiam naturalmente nos ambientes em pequenas quantidades, tiveram suas concentrações elevadas em várias regiões do planeta, incluindo metais e agrotóxicos (INTERNATIONAL LAKE ENVIRONMENT COMMITTEE FOUNDATION, 2007).

Apesar da abundância de reservas de água doce no Brasil, aproximadamente 284 bilhões de m³, os usos da água necessitam também de aspectos qualitativos da água (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019). Quando não atendidos os requisitos de qualidade, tem-se um fator limitante para o seu aproveitamento, principalmente para o abastecimento público. A partir desse cenário, as bacias hidrográficas se tornam elementos fundamentais para a manutenção desses recursos, que são essenciais para o desenvolvimento de vida na terra.

Santos e Bertotti (2009) definem as bacias hidrográficas como unidades físicas formadas por paisagens ou unidades ambientais nas quais os elementos naturais e humanos interagem entre si. Correspondem a uma célula básica de análise ambiental, permitindo conhecer e avaliar os diversos componentes, bem como, suas interações (BOTELHO; SILVA, 2004). Ações humanas que desconsideram a dinâmica desses ecossistemas aquáticos desencadeiam a diminuição de infiltração da água no solo, modificações no ciclo hidrológico, alterações no regime do curso hídrico e, conseqüentemente, a capacidade de recarga das reservas de água (TUNDISI, 2003).

As bacias hidrográficas que possuem maior percentual de cobertura florestal geralmente possuem melhor qualidade da água em relação às bacias com usos alternativos - agricultura, indústrias e assentamentos - que resultam em maiores quantidades de poluentes vindos de suas nascentes. As florestas reduzem a erosão

do solo e, conseqüentemente, a carga de sedimentos e poluentes carreados (DUDLEY; STOLTON, 2003).

Dentro das subdivisões das bacias hidrográficas, encontram-se as sub-bacias e as microbacias. Para Faustino¹ (1996 apud TEODORO et al. 2007, p.138), a microbacia possui sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, onde várias microbacias formam uma sub-bacia, e várias sub-bacias formam uma bacia, sendo a área de uma microbacia inferior a 100 km². Se tratando do âmbito de microbacias, onde grande parte se localiza em meio rural, a qualidade da água está diretamente relacionada à forma de uso do solo.

O uso do solo em áreas agricultáveis, junto ao uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes, falta de tratamento dos dejetos animais e humanos, aliados à compactação do solo e das margens dos cursos hídricos causadas pelos animais, acabam desencadeando uma série de impactos (MARTINS, 2009). Além dos problemas citados, ainda podem ser elencados o preparo precoce do solo, o cultivo em Área de Preservação Permanente (APP), desmatamento de áreas nativas, queimadas para renovação de pastagens, além é claro da expansão urbana (FRANCO; HERNANDES; VANZELA, 2010).

O principal indicador qualitativo usado no Brasil é o Índice de Qualidade das Águas (IQA), o qual foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água para o abastecimento público, após o tratamento convencional. Este é calculado com base nos seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, resíduo total, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total e turbidez. Entretanto, o índice não contempla outras variáveis, tais como: metais pesados, compostos orgânicos com potencial mutagênico, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água, número de células de cianobactérias e o potencial de formação de trihalometanos das águas de um manancial (COMPANHIA AMBIENTAL..., 2018).

Já o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade estão definidos no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, que dispõe sobre a Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Neste documento são

¹ FAUSTINO, J. Planificación y gestión de manejo de cuencas. Turrialba:CATIE, 1996. 90p.

estabelecidos padrões biológicos, químicos e físicos requeridos para que a água seja considerada potável (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

A parceria entre a união e os estados é importante porque os rios frequentemente cruzam as fronteiras políticas e abastecem mais de um estado ou mesmo outro país. O Estado do Paraná recebe suas águas dos estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo na região de Paranapanema, enquanto abastece o Paraguai e a Argentina pelo rio Paraná. Por isso a existência de agências governamentais, como a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Água e Terra (IAT), são necessárias para a garantia da preservação e conservação dos mais diversos mananciais de água e seus diversos usos (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020).

A demanda hídrica atual para o abastecimento público no Estado do Paraná chega a aproximadamente 21,4 mil L/s. O uso para o abastecimento público é o mais significativo nas unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos do Alto Iguaçu e Afluentes do Ribeira, Médio e Baixo Iguaçu, Litorânea, Ribeira e Paraná 3. Nos 346 municípios atendidos pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), cada pessoa consome, em média, 150 litros de água por dia (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020).

4.2 Efeitos da degradação de recursos hídricos sobre a saúde humana

A qualidade da água tem grande impacto na saúde pública e também na qualidade de vida da população como um todo, além de ser essencial para o equilíbrio e funcionamento dos ecossistemas. No ciclo hidrológico, a água percorre pelos cursos e corpos hídricos, tornando-se disponível à sociedade e adquirindo as características que definem sua qualidade. Sendo assim, o estado de conservação dos mananciais e dos ecossistemas em seu entorno são determinantes para a qualificar a água que é disponibilizada para o consumo humano (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020).

A grande crise da água, prevista para o ano de 2020, preocupou cientistas das diversas áreas no mundo inteiro, prevendo, dentre outros, sérios problemas de saúde pública (WREGE, 2000).

Identificar as implicações da contaminação das águas sobre a saúde humana não é uma tarefa fácil, visto que os efluentes são misturas complexas de substâncias químicas. Para a explanação completa de seus efeitos no organismo humano é

necessário realizar análises químicas dos seus constituintes e estudos aprofundados. Tais análises podem indicar os componentes dos efluentes, e então, indicar potencialmente um perigo à saúde humana (MORAES; JORDÃO, 2002).

A maior parte dos esgotos domésticos e industriais gerados, que chegam aos corpos receptores sem tratamento adequado, favorecem o aumento de matéria orgânica, nutrientes e de contaminantes como metais tóxicos, compostos orgânicos persistentes e poluentes emergentes (fármacos, agrotóxicos, detergentes e hormônios) (CRUZ; MIERZWA, 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.

Segundo um estudo do Instituto Água e Terra (2020), sobre os dados referentes ao estado do Paraná, fornecidos pelo DATASUS, as doenças de veiculação hídrica foram causa de cerca de 10.000 internações hospitalares, no ano de 2018.

4.3 Uso do Protocolo de Avaliação Rápida como ferramenta aplicada aos instrumentos de gestão

Segundo Barbour et al. (1999), em meados de 1980, nos Estados Unidos, começou-se a perceber que as informações e os dados biológicos necessários para a tomada de decisões sobre questões relevantes para as águas, estavam escassos em todo o país. Assim, constatou-se a necessidade de coletar, compilar, analisar e interpretar dados ambientais para tornar o acesso à informação mais fácil, possibilitando a tomada de decisões de gestão e as ações resultantes para controle e / ou mitigação de impactos de forma mais rápida. Portanto, os principais fundamentos conceituais adotados para a elaboração dos Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) foram:

- Utilização de procedimentos econômicos, mas cientificamente válidos para pesquisas biológicas;
- Retorno imediato dos resultados para a tomada de decisões de gerenciamento;

- Elaboração de relatórios científicos facilmente interpretados pela gerência e pelo público; e
- Utilização de procedimentos ambientalmente corretos.

Conforme Bizzo, Menezes e Andrade (2015), o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) é uma ferramenta criada com o objetivo de auxiliar o monitoramento ambiental dos sistemas hídricos encontrados no mundo, de modo que sejam levantadas informações qualitativas. A partir destas informações, é realizado um diagnóstico ambiental da situação atual em que se encontra o rio.

No Brasil, para o monitoramento ambiental das águas, utilizam-se geralmente as análises físico-químicas e biológicas, ficando restrita a utilização dos protocolos de avaliação rápida às pesquisas acadêmicas (BIZZO; MENEZES; ANDRADE, 2014). Para o desenvolvimento das pesquisas, estes protocolos são na maioria das vezes adaptados de acordo com a necessidade de sua utilização, e também, devido à biodiversidade do local.

Callisto et al. (2002), adaptaram um PAR para análise de trechos de rios do Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e do Parque Nacional da Bocaina (RJ). Rodrigues et al. (2008), adaptaram um PAR para trechos de rios de alto e baixo curso inseridos no cerrado, considerando a importância do protocolo para conservação de recursos hídricos. Minatti-Ferreira e Beaumord (2006), desenvolveram e testaram um protocolo, adequado as condições de rios e riachos de regiões subtropicais, aplicado em dois tributários do Rio Itajaí-Mirim. Bersot et al. (2015), avaliaram o estado de conservação de alguns trechos do Rio Imbé, no Rio de Janeiro, obtendo assim, uma avaliação geral da qualidade ambiental.

Entretanto, vale ressaltar que o resultado da aplicação de um PAR pode variar devido ao conhecimento do aplicador, considerando seu ponto de vista sobre as características do ambiente analisado, e também devido ao raio de alcance da visão, ou seja, a distância observada a partir do ponto, que depende de diversos fatores, como luminosidade, obstáculos visuais, presença de vegetação em estágio avançado, entre outros.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia proposta neste trabalho para o alcance de alternativas para a conservação de mananciais é baseada em quatro etapas: (i) levantamento bibliográfico dos principais problemas de degradação de mananciais e da legislação e normas vigentes no âmbito nacional e estadual; (ii) relação entre os principais problemas encontrados e a legislação; (iii) elaboração do Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM), com as alternativas de conservação cabíveis e (iv) aplicação do mesmo na área de estudo.

5.1 Levantamento bibliográfico

O levantamento dos principais problemas de degradação e da legislação relacionada a mananciais de abastecimento público, como o uso da água, do solo, e demais intervenções antrópicas nestas áreas, foi realizado por meio de pesquisas bibliográficas, em livros, artigos, teses, leis e documentos oficiais atualizados, buscados em sítios eletrônicos, sendo os principais: Scielo, Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional das Águas e Instituto Água e Terra.

Por meio das informações levantadas foi possível avaliar o nível de contribuição das leis existentes para assegurar a sustentabilidade e segurança hídrica dos mananciais, visando assim localizar os quesitos essenciais para uma melhor aplicação das normas vigentes, em locais com características semelhantes à área utilizada como estudo de caso neste trabalho.

5.2 Análise das informações obtidas

A análise das informações foi realizada por meio de uma relação entre os problemas existentes na conservação de mananciais e a legislação, para assim obter as alternativas de conservações cabíveis de acordo com as características da área de manancial analisada.

Na elaboração do protocolo, as informações obtidas serviram como base para que posteriormente, na sua utilização, fosse possível identificar as características físicas e ambientais do manancial que está sendo analisado. Com isto, estes dados

foram tabulados de maneira que o gestor consiga responder à questão “*O que fazer para conservar a área de manancial?*”, ao utilizar o protocolo.

5.3 Elaboração do Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM)

Os *Rapid Bioassessment Protocols (RBP's)*, no Brasil chamados de Protocolos de Avaliação Rápida (PAR), criados originalmente pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA), são adaptados por diversos autores visando atender as necessidades de utilização (BARBOUR et al., 1999). Sendo assim, o modelo elaborado por Callisto et al. (2002), foi adaptado para o presente trabalho, o qual serviu como base para a elaboração do Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM), composto nesta adaptação por três partes denominadas Parte I, II e III.

A Parte I é destinada a auxiliar na caracterização da área de manancial. Composta por um quadro que avalia determinadas características físicas e ambientais do local, utilizando como indicadores as principais causas de degradação de mananciais, e como parâmetros os possíveis cenários da situação atual da área baseados na legislação, os quais levam pontuação de 0, 3 ou 5 pontos, respectivamente, do pior para o melhor cenário. Assim, é possível definir uma pontuação total, que irá representar o estado de conservação em que a área analisada se encontra, conforme a intensidade do impacto observado. Esta pontuação é obtida a partir do somatório dos valores atribuídos a cada indicador independente: área de preservação permanente, uso do solo, uso da água, atividades industriais/empreendimentos, gestão de resíduos e infraestrutura de saneamento.

Após obtida a pontuação total na Parte I, inicia-se a aplicação da Parte II, onde o conjunto destas características irão refletir as condições ambientais dos trechos avaliados da microbacia. Nesta etapa a área avaliada terá seu nível de conservação classificado em natural, alterado ou impactado, conforme a metodologia de Callisto et al. (2002), e a pontuação para esta classificação foi adaptada para a área de manancial, e estabelecida da seguinte forma:

- Naturais: refere-se ao total de 30 pontos, ou seja, quando a área de manancial apresentar o melhor cenário para todos os indicadores;
- Alterados: refere-se à pontuação entre 18 e 29 pontos, ou seja, quando a área de manancial apresentar cenários diferentes para cada um dos

indicadores, onde alguns deles podem ou não necessitar de intervenções;

- Impactados: refere-se à pontuação entre 0 e 17 pontos, ou seja, quando a área de manancial apresentar cenários que necessitam de medidas conservacionistas para a maioria dos indicadores observados.

Já a Parte III, é destinada a apresentar aos gestores as ações conservacionistas que poderão ser aplicadas em consequência da classificação obtida na Parte II. Nesta, o gestor encontrará alternativas para realizar ações que favorecem a conservação da área de manancial analisada, para aquelas que obtiveram seu nível de conservação classificados como “Impactados” ou “Alterados” (APENDICE A).

5.4 Aplicação do PCAM na área de estudo

Para a aplicação do PCAM foram realizadas observações *in loco* e também foram utilizadas imagens de satélites, obtidas pelo software Google Earth®, de forma a auxiliar na localização das áreas.

A forma utilizada para a escolha dos pontos de aplicação do PCAM, foi conforme o uso e ocupação do solo da área de manancial. Sendo assim, o PCAM foi aplicado em 4 (quatro) pontos amostrais distintos, dois na área rural (Pontos 1 e 2) e dois na área urbana (Pontos 3 e 4), devido aos diferentes usos e ocupações destes locais. Estes quatro pontos foram definidos conforme sua facilidade de acesso, sendo todos à montante do ponto de captação e georreferenciados com o auxílio de um software de GPS denominado GPS Data® (Quadro 1).

Quadro 1 – Localização geográfica dos pontos de aplicação do PCAM

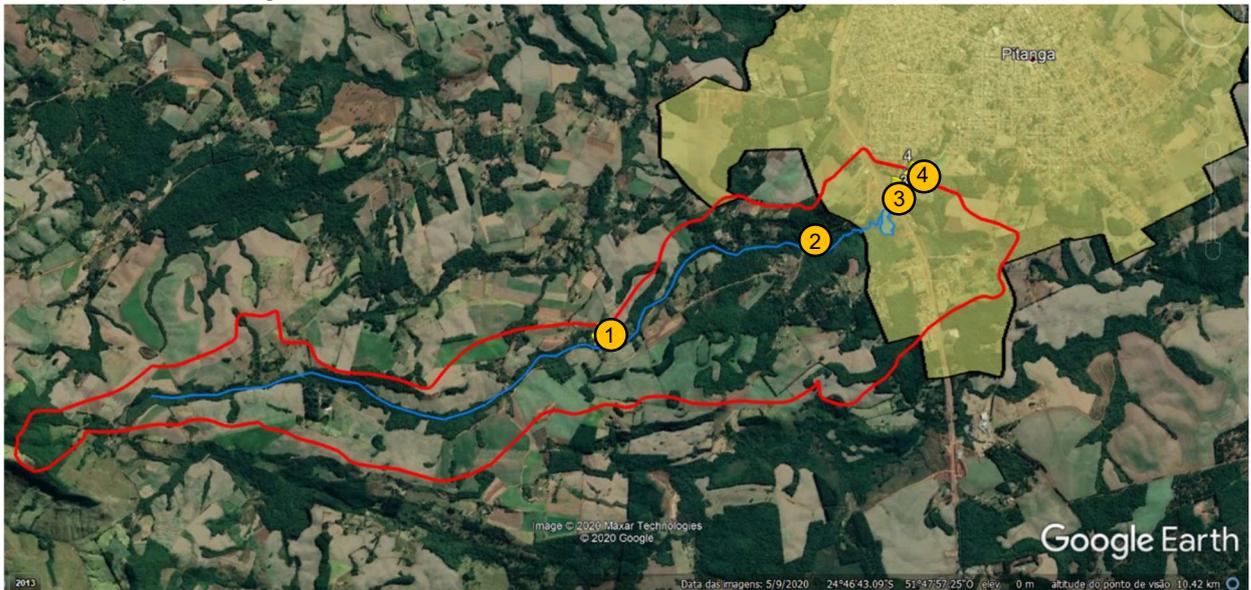
Ponto	Área	Latitude	Longitude
1	Rural	24°47'02,36" S	51°48'04,85" W
2	Rural	24°46'33,99" S	51°46'54,33" W
3	Urbana	24°46'17,27" S	51°46'24,86" W
4	Urbana	24°46'12,34" S	51°46'18,96" W

Fonte: Autoria própria (2020).

Os pontos de aplicação do protocolo, utilizados neste estudo, podem ser observados na imagem de satélite a seguir (Figura 1). Estes foram representados ao

longo do rio Ernesto, localizado em Pitanga-PR, pelos seus respectivos números 1, 2, 3 e 4. Ainda nesta imagem, o polígono preenchido em amarelo representa o perímetro urbano do município, e o polígono vermelho representa a área de manancial.

Figura 1 – Croqui de localização dos pontos de aplicação do PCAM no manancial de abastecimento do município de Pitanga-PR



Fonte: Adaptado de Google Earth® (2020).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados envolvem o estado da arte com relação às principais causas de degradação de mananciais e a legislação vigente, a relação entre as informações obtidas, além da apresentação estrutural do PCAM.

6.1 Estado da arte

Os processos que interferem nas condições naturais dos recursos hídricos estão relacionados, principalmente, à urbanização e exploração do solo e subsolo pela mineração e agropecuária. O uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica e, conseqüentemente, os usos múltiplos da água alteram as características físico-químicas e ambientais não apenas dos corpos hídricos, mas também de suas margens e do seu entorno. Sendo assim, são poucos os cursos fluviais que ainda mantêm suas condições naturais preservadas (VARGAS; FERREIRA, 2012).

Segundo Vanzela, Hernandez e Franco (2010), as áreas ocupadas por matas favorecem o aumento da vazão específica, em virtude da maior cobertura, estabilidade e infiltração de água no solo promoverem redução da intensidade do escoamento superficial contribuindo também para a melhoria da qualidade da água. De maneira geral, as áreas habitadas (área urbana e moradias rurais), agricultadas (culturas perenes, perenes irrigadas e anuais) e as matas degradadas, contribuem para a redução da vazão específica e da qualidade de água em função da alteração na intensidade do escoamento superficial.

Thame (2019), afirma que o aumento da demanda hídrica é consequência direta do crescimento populacional e da ampliação dos níveis de consumo per capita e tais fatores aumentam a pressão sobre os mananciais de abastecimento.

Conforme Lara (2019), as práticas inadequadas de atividades humanas, e que resultam na exploração irresponsável do solo e da água, são os fatores que mais provocam a degradação das áreas de mananciais.

Conforme o levantamento bibliográfico realizado, podem-se elencar as principais causas de degradação de áreas de mananciais. Estas ocorrem na maioria das vezes por ações antrópicas, sendo elas:

- a. Ocupação desordenada do solo, principalmente em APPs;
- b. Práticas inadequadas de uso do solo;

- c. Práticas inadequadas de uso da água;
- d. Remoção da cobertura vegetal;
- e. Atividades industriais potencialmente poluidoras e/ou irregulares;
- f. Descarte incorreto de resíduos;
- g. Falta de infraestrutura de saneamento.

Da década de 1970 à década de 1980, a sociedade brasileira começou a sentir a necessidade de mudança comportamento quanto ao uso de seus recursos hídricos. (MORAES; JORDÃO, 2002). Assim, iniciou-se o interesse pela preservação dos mesmos, e a criação de leis remetentes ao assunto.

A proteção dos corpos hídricos é contemplada principalmente por duas Leis Federais, a que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (Lei nº 9.433/97) e a que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, conhecida como Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012). Dentre os instrumentos de gestão de recursos hídricos instituído pela PNRH, o Plano de Recursos Hídricos traz elementos importantes para proteção de mananciais, tais como (i) a definição de metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; (ii) medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados; e (iii) propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

O Novo Código Florestal, por sua vez, contribui para a proteção das matas ciliares, áreas de recarga na forma de Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e Áreas de Uso restrito. Apesar das perdas e redução das áreas de proteção promovida pela modificação da lei antecessora (Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965), esta estabeleceu o Cadastro Ambiental Rural (CAR), instrumento fundamental para regularização ambiental de propriedades e posses rurais, auxiliando tanto no planejamento do imóvel rural quanto na recuperação de áreas degradadas e no controle, monitoramento e combate ao desmatamento (BRASIL, 2012).

Cabe ressaltar que na PNRH, nem no Novo Código Florestal, há menção a proteção ou conservação de mananciais de abastecimento público, assim como não há legislação federal específica que aborde o tema.

A Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, considerando em seu Art. 4º que as águas

doces de Classe 3 podem ser destinadas ao abastecimento público após tratamento convencional ou avançado, as de Classe 2 após tratamento convencional, as de Classe 1 após tratamento simplificado, e as de Classe Especial com desinfecção, alterando assim a Resolução anterior de enquadramento das águas, criada no ano de 1986 (BRASIL, 2005).

No âmbito estadual, a Legislação do Estado do Paraná faz referência à proteção de mananciais de abastecimento em sua Lei nº 8.935/89, que dispõe sobre requisitos mínimos para as águas provenientes de bacias mananciais destinadas ao abastecimento público e adota outras providências. Esta Lei contempla os responsáveis pela fiscalização e execução para assegurar a qualidade das águas, as instalações de empreendimentos ou atividades proibidas nas áreas de manancial, e define os quesitos para edificações residenciais e industriais pré-existentes nestas áreas. Em seu texto cita que as áreas contendo mananciais de abastecimento público devem ser alvo de atenção específica, contemplando estratégias de proteção, aspectos legais e gerenciais, no entanto, também necessita de normas e definições específicas que tratem diretamente sobre o tema e sua aplicação (PARANÁ, 1989).

No ano de 2013, a Agência de Notícias do Paraná divulgou uma nota, anunciando a revisão da Lei Estadual nº 8.935/89 pelo governo, na qual os gestores de órgãos ambientais afirmam a necessidade de melhorias na mesma (PARANÁ, 2013). Porém, até o momento nenhuma alteração foi publicada oficialmente.

A Lei Complementar nº 59, de 1º de outubro de 1991 do Estado do Paraná - Lei do ICMS Ecológico 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, assim como adota outras providências. São contemplados por esta lei os Municípios que abrigam em seu território parte ou o todo de bacias de mananciais para atendimento das sedes urbanas de Municípios vizinhos, com áreas na seção de captação de até 1.500 Km² (PARANÁ, 1991).

A partir da necessidade de uma política ambiental claramente delineada no âmbito regional, a Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC) coordenou a elaboração, de legislação específica para as áreas de mananciais da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), por meio da Lei Estadual nº 12.248 de 31 de julho de 1998. Com isso, foram adotados novos conceitos de gestão do uso e ocupação do solo dos mananciais da RMC, a partir de necessidades identificadas como: tratamento diferenciado de áreas de manancial sob pressão por ocupação,

compartilhamento do processo de decisão, entre Estado e Municípios, e a necessidade de um efetivo monitoramento e fiscalização do uso e ocupação do solo. (PARANÁ, 1998).

Nos últimos anos, surgiu a possibilidade de oferecer incentivos econômicos para a conservação da natureza, sendo o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) uma das ferramentas mais utilizadas atualmente. O PSA tem como principal objetivo conceder incentivo econômico a proprietários ou possuidores de imóveis rurais ou urbanos que possuam áreas naturais capazes de fornecer serviços ambientais (INSTITUTO..., 2018). Até o momento são incentivadas duas modalidades, o PSA Hídrico, para a preservação de mananciais, e o PSA de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN). Nos PSA hídricos o pagamento é realizado pela SANEPAR.

Ainda convém lembrar que, a maioria dos municípios do Paraná não possui legislação municipal para mananciais de abastecimento público. Alguns exemplos de municípios do Paraná que possuem em sua legislação lei específica que trata das áreas de manancial, ou definições sobre tais áreas no plano diretor do município, são os municípios de Cascavel (Lei nº 2.219/1991), de Piraquara (Lei nº 112/1992), de Guarapuava (Lei nº 69/2016), de Maringá (1.093/2017) e a Região Metropolitana de Curitiba (RMC) como já citado anteriormente.

Ao analisar os resultados obtidos, percebe-se que a Legislação Estadual do Paraná (Lei Estadual 8.935/89) para área de manancial não é atualizada há 30 anos, necessitando assim de revisões e adaptações aos principais problemas e necessidades atuais que são de extrema importância para o abastecimento e saúde da população, com o uso de novas tecnologias. A referida lei não apresenta nenhuma lacuna sobre a forma adequada de conservação, proteção ou recuperação destas áreas, dando foco principal a empreendimentos que podem ou não serem instalados nas mesmas.

Conforme o Decreto Estadual nº 4626/2020, o Estado do Paraná passa atualmente por situação de crise hídrica, decretada por meio desta legislação até o mês de novembro de 2020, devido a severa estiagem em todo o seu território, que foi se agravando em curto período de tempo e se caracterizando assim em estado de escassez. Conseqüentemente, os mananciais do estado apresentam níveis muito abaixo dos níveis prudenciais e necessários. Considerando que para a recarga e manutenção dos níveis de rios, reservatórios e aquíferos utilizados para o

abastecimento público, se faz necessário a regularidade do regime de chuvas, foram necessárias a adoção de medidas restritivas do uso da água durante este período (PARANÁ, 2020).

Logo em seguida, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (2020) sancionou a Resolução nº09/2020, que estabelece diretrizes e critérios gerais para a definição de áreas críticas quanto ao uso de águas superficiais e subterrâneas de domínio do Estado do Paraná, considerando as áreas hidrográficas comprometidas em termos de quantidade de água disponível, de forma a viabilizar o uso racional dos recursos hídricos.

No âmbito municipal, é importante destacar que os grandes centros urbanos, como no caso da RMC, recebem maior amparo em seu arcabouço legal por meio do Estado, devido à densidade populacional e conseqüentemente maior demanda por serviços de abastecimento público de água. Observa-se em contrapartida, a necessidade de criação de legislações regionais e municipais específicas para área de manancial, onde os municípios devem prever suas demandas e prioridades de acordo com as características locais, principalmente em pequenos centros urbanos.

No Município de Pitanga, a Lei Complementar nº 44, de 10 de janeiro de 2018, que institui a revisão sobre o Plano Diretor do Município, estabelece em seu do Cap. II sobre a política de proteção e preservação ambiental, onde cita em seu Art. 15, inciso IX a necessidade de monitorar e controlar o uso dos solos urbano e rural, a poluição do ar, do solo, da água, principalmente dos mananciais e dos recursos hídricos, como pauta (PITANGA, 2018). Ainda na mesma Lei, em seu Cap. III, Art. 11, inciso VII, assegura como função da sociedade conservação e a recuperação dos potenciais hídricos do Município, em especial os mananciais de abastecimento de água potável, superficiais e subterrâneos (PITANGA, 2018).

Já em sua Lei Orgânica (Emenda nº 6/2009), Seção VIII, Art. 172, inciso XI, apresenta como responsabilidade do Poder Público Municipal:

XI - proteger os mananciais destinados a captação de água para a população urbana, considerando:

a) São mananciais de emergência aqueles cadastrados para futuras captações de água 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).

A falta de uma legislação municipal que aborde medidas relativas à conservação, proteção, preservação e recuperação da área de manancial acaba por dificultar a aplicação das leis existentes e prejudicar órgãos municipais de fiscalização. Isto porque estes órgãos não tem uma base de informações específicas para direcionar a fiscalização. Soma-se ainda a esta situação, as leis supracitadas que, muitas vezes, não abrangem as condições ideais para a gestão eficiente dessas áreas.

Segundo Rodrigues, Palmieri e Rodrigues (2018), a falta de fiscalização e de mão de obra capacitada tem retardado o avanço sobre um manejo mais adequado e devidamente planejado dos mananciais, causando perdas irreparáveis ao meio ambiente.

Neste contexto, é importante a realização de estudos sobre a legislação vigente, tendo em vista a busca de iniciativas que facilitem a gestão das áreas de mananciais de forma hábil, promovendo a segurança hídrica para o abastecimento público, e o fortalecimento e modernização da gestão pública, além da possibilidade de contribuir para o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº6, que consiste em assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.

6.2 Correlação das informações obtidas sobre a legislação e a degradação de mananciais

Com as informações obtidas no levantamento bibliográfico, foi possível realizar a organização das mesmas seguindo a ordem cronológica da legislação, identificando assim quais leis Federais e Estaduais vigentes estão relacionadas com a conservação dos mananciais, e que podem ser aplicadas conforme os principais problemas de degradação elencados. Assim, deu-se origem ao quadro a seguir (Quadro 2):

Quadro 2 – Legislação vigente relacionada à conservação de áreas de manancial

Ano	Título do documento	Escopo	Problemas de degradação contemplados
1989	Lei Estadual nº 8.935, de 07/03/1989 – Águas provenientes de bacias mananciais no Paraná.	Estabelece os requisitos mínimos para as águas de mananciais de abastecimento público; Contempla os responsáveis pela fiscalização e execução para assegurar a qualidade das águas, as instalações de empreendimentos ou atividades proibidas nas áreas de manancial; Define os quesitos para edificações residenciais e industriais pré-existentes nestas áreas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ocupação desordenada do solo, principalmente em APP; ✓ Práticas inadequadas de uso do solo; ✓ Práticas inadequadas de uso da água; ✓ Atividades industriais potencialmente poluidoras e/ou irregulares; ✓ Descarte incorreto de resíduos; ✓ Falta de infraestrutura de saneamento.
1991	Lei Complementar Estadual nº 59, de 01/10/1991 – Lei do ICMS Ecológico.	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.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ocupação desordenada do solo, principalmente em APP;
1997	Lei Federal nº 9.433 de 08/01/1997 - Política Nacional dos Recursos Hídricos.	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Práticas inadequadas do uso da água; ✓ Falta de infraestrutura de saneamento.
2005	Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/2005 – Enquadramento	Determina os parâmetros para o enquadramento dos corpos d'água superficiais.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Práticas inadequadas de uso da água; ✓ Atividades industriais potencialmente poluidoras e/ou irregulares; ✓ Descarte incorreto de resíduos; ✓ Falta de infraestrutura de saneamento.
2007	Lei Federal nº 11.445, de 05/01/2007 – Lei do Saneamento Básico	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta de infraestrutura de saneamento. ✓ Gestão de resíduos sólidos e efluentes líquidos;
2009	Resolução Estadual SEMA nº 51 de 23/10/2009	Dispensa de Licenciamento e/ou Autorização Ambiental Estadual de empreendimentos e atividades de pequeno porte e baixo impacto ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ocupação desordenada do solo; ✓ Atividades industriais de reduzido potencial poluidor/degradador;
2012	Lei Federal nº 12.651 de 25/05/2012 – Novo Código Florestal.	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, principalmente Áreas de Preservação Permanente que devem ser respeitadas nas margens do manancial de abastecimento público e em suas nascentes.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ocupação desordenada do solo, principalmente em APP; ✓ Remoção da cobertura vegetal;
2017	Portaria de Consolidação nº 5, de 28/09/2017.	Estabelece os padrões de potabilidade da água para o consumo humano.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Práticas inadequadas de uso da água;

2020	Decreto nº 4626 de 07/05/2020.	Decreta situação de emergência hídrica no Estado do Paraná pelo período de 180 dias.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Práticas inadequadas de uso da água; ✓ Atividades industriais potencialmente poluidoras e/ou irregulares; ✓ Falta de infraestrutura de saneamento.
2020	Resolução Estadual CERH nº 09 de 29/09/2020.	Estabelece diretrizes e critérios gerais para a definição de áreas críticas quanto ao uso de águas superficiais e subterrâneas de domínio do Estado do Paraná.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Práticas inadequadas de uso da água; ✓ Atividades industriais potencialmente poluidoras e/ou irregulares; ✓ Falta de infraestrutura de saneamento.

Fonte: Autoria própria (2020).

6.3 Protocolo para Conservação de Área de Manancial - PCAM

Como produto final deste trabalho, foi elaborado o Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM), que poderá ser utilizado como uma ferramenta de gestão de recursos hídricos (APENDICE A). A estrutura do protocolo é formada por três quadros denominados como parte I, II e III.

6.3.1 Parte I – Avaliação da área de manancial

Inicialmente, para a utilização do PCAM é necessário analisar as características físicas e ambientais da área de manancial. Para isto, deve-se observar o local, escolher para cada indicador o parâmetro que mais se assemelha à área em questão, e anotar sua pontuação correspondente na coluna de pontos (Quadro 3):

Quadro 3 – Avaliação da área de manancial (parte I)

Indicadores	Parâmetros	Pontos
A - Área de Preservação Permanente (APP)	A.1-30 (trinta) metros de APP, desde a borda da calha do leito regular, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura, em área urbana ou rural (5 pontos)	
	A.2-Áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, com variação da APP e necessidade de recomposição de acordo com o tamanho das propriedades, ou APP em estágio de recomposição, localizada em área urbana. (3 pontos)	
	A.3 – Ausência de APP. (0 ponto)	
B - Uso do solo	B.1-Uso do solo para fins residenciais ou agricultura de subsistência, respeitando a APP. (5 pontos)	
	B.2-Uso do solo para fins agropecuários e/ou urbanizado para fins residenciais, comerciais ou industriais, respeitando a APP. (3 pontos)	

	B.3-Uso do solo para fins agropecuários ou urbanizado para fins residenciais, comerciais ou industriais, invadindo a APP. (0 ponto)	
C - Uso da água	C.1-Não utilizada para quaisquer finalidades, exceto ao abastecimento público. (5 pontos)	
	C.2- Uso da água para finalidades permitidas em áreas de manancial. (3 pontos)	
	C.3-Uso da água para finalidades não permitidas em áreas de manancial. (0 pontos)	
D - Atividades poluidoras	D.1-Ausência de atividades industriais e/ou outros empreendimentos. (5 pontos)	
	D.2 – Presença de atividades de baixo potencial poluidor. (3 pontos)	
	D.3 – Presença de indústrias altamente poluentes, estabelecimentos hospitalares, depósitos de lixo ou parcelamento de solo de alta densidade demográfica. (0 ponto)	
E - Gestão de resíduos	E.1 – Ausência de resíduos, ou resíduos dispostos de maneira correta. (5 pontos)	
	E.2 – Presença de resíduos dispostos de forma parcialmente correta. (3 pontos)	
	E.3 – Presença de resíduos dispostos de forma incorreta. (0 ponto)	
F - Infraestrutura de saneamento	F.1 – Presença de rede coletora de esgoto. (5 pontos)	
	F.2 – Presença de sistemas individuais de tratamento de efluentes sanitários, como fossas sépticas. (3 pontos)	
	F.3 – Lançamento de efluentes sanitários diretamente no rio e/ou diretamente no solo/fossa negra (0 ponto)	
PONTUAÇÃO TOTAL		

Fonte: Autoria própria (2020).

Após atribuídos os pontos aos parâmetros correspondentes, é necessário realizar o somatório da pontuação de todos os indicadores para obter a pontuação total da área avaliada.

6.3.2 Parte II – Estado de conservação da área de manancial

O total obtido na parte I representa o estado de conservação da área de manancial analisada, e deve ser classificado de acordo com as seguintes pontuações (Quadro 4):

Quadro 4 – Classificação do estado de conservação da área de manancial (parte II)

Pontuação	Classificação
30	Natural
18– 29	Alterado
0 – 17	Impactado

Fonte: Autoria própria (2020).

Com base nesta classificação, é possível saber se é necessária a aplicação de alternativas conservacionistas à área de manancial, quando seu estado de conservação resultar como alterado ou impactado. Quando classificado como natural, recomenda-se que continue sendo observada a área, e se necessário que seja aplicado o protocolo em outros pontos ao entorno para que se confirme a classificação.

6.3.3 Parte III – Alternativas para a conservação da área de manancial

A parte III possibilita encontrar as alternativas para a conservação da área de manancial (Quadro 5). O responsável pela análise da área deverá identificar as alternativas que se encaixam para cada caso, e elaborar um plano de ação para a implantação destas medidas.

Quadro 5 – Medidas conservacionistas para manancial alterado ou impactado (parte III)

Indicadores	Medidas para a conservação do manancial
A - Área de Preservação Permanente (APP)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Exigir aos responsáveis, que realizem a recomposição e/ou recuperação das APPs degradadas, conforme a Lei Federal nº 12.651/12; ✓ Verificar se as propriedades rurais da área de manancial possuem situação regular junto ao Cadastro Ambiental Rural. Em caso negativo, emitir notificação para que façam a regularização conforme a Lei Federal nº 12.651/12; ✓ Impedir a ocupação de APPs, favorecendo assim regeneração natural da vegetação nativa, conforme a Lei Federal nº 12.651/12.
B - Uso do solo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Solicitar aos proprietários de imóveis rurais a aplicação de técnicas de conservação do solo em áreas rurais, como curvas de nível, terraceamento, para conter possíveis erosões e o escoamento superficial; ✓ Adequar ou criar projetos de legislação e/ou zoneamento urbano do município específicos para a área de manancial, definindo quais atividades podem ser realizadas neste local.
C - Uso da água	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Exigir o documento de outorga d'água aos usuários de recursos hídricos, para fins de captação, lançamento e/ou intervenções conforme a Lei Estadual nº 12.726/99. ✓ Requerer ao Poder Outorgante a Declaração de Área Crítica (DAC) quanto ao uso de recursos hídricos do manancial, conforme a Resolução CERH Nº 9/2020.
D - Atividades poluidoras	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fiscalizar as atividades industriais instaladas; ✓ Exigir a licença de operação deferida pelo órgão ambiental competente; ✓ Impedir que atividades potencialmente poluidoras se instalem irregularmente no local, conforme a Lei Estadual nº 8.935/89.
E - Gestão de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reforçar a gestão de resíduos na área de manancial, fazendo campanhas de coleta com determinada frequência, para evitar que haja a disposição incorreta dos mesmos, de acordo com a Lei do Saneamento Básico;

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Solicitar projeto emergencial para o tratamento do esgoto e lixo, no qual seja previsto o transporte ou bombeamento do resíduo final para a bacia vizinha (não destinada a manancial), se possível, para empreendimentos irregulares pré-existentes na área de manancial, conforme a Lei Estadual nº 8.935/89.
F - Infraestrutura de saneamento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar estudos de viabilidade e projetos de implantação de rede coletora de esgotos, para atendimento do perímetro urbano da área de manancial; ✓ Investigar possíveis despejos de efluentes sanitários no curso d'água e notificar os responsáveis para que cessem o lançamento, conforme a Lei Federal nº 9.433/97; ✓ Verificar se os sistemas de tratamento individuais existentes estão construídos de acordo com o estabelecido pela Vigilância Sanitária e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Fonte: Autoria própria (2020).

6.4 Estudo de caso: aplicação do PCAM no manancial do Rio Ernesto

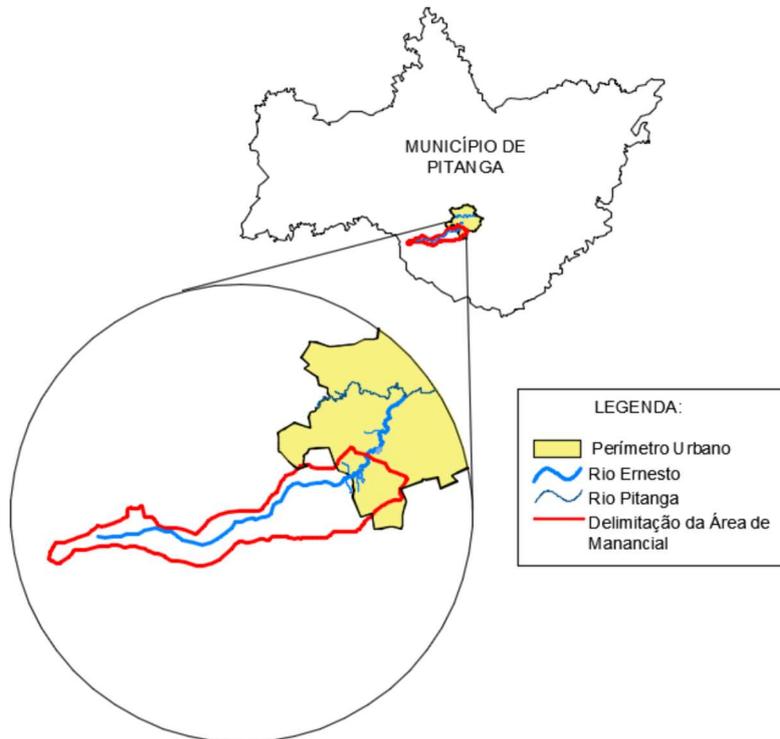
A área de estudo está localizada no município de Pitanga - PR, que possui população estimada para o ano de 2020 em 29.994 mil habitantes, sendo 36,9% residentes na área rural e 63,1% na área urbana. Entretanto, a área rural do município ocupa em extensão, a maior parte da unidade territorial, que possui 1.663,747 km². As principais atividades econômicas desenvolvidas na região são a agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020).

O estudo foi realizado especificamente na área de manancial do rio Ernesto (Figura 2), o qual se configura como um dos afluentes do Rio Pitanga, inserido na bacia hidrográfica do rio Ivaí (LANGE FILHO; VESTENA, 2010), e atualmente utilizado para o abastecimento público do município.

Para o recorte espacial da área de estudo, foi utilizada como base a delimitação da área de manancial, a qual 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. A área de manancial possui 10,35 km², sendo predominantemente rural, com somente 17,87% de sua área adentrando o perímetro urbano do município.

O ponto de captação de água para o abastecimento público, considerado neste caso como o exutório, está localizado na Estação de Tratamento de Água (ETA) da SANEPAR (Figura 3), empresa qual presta o serviço de tratamento e distribuição de água ao município.

Figura 2 – Delimitação da área de manancial do Rio Ernesto, no município de Pitanga-PR.



Fonte: Adaptado de Instituto de Terras, Cartografia, e Geologia do Paraná (2013).

Figura 3 – Captação de água do rio Ernesto, para abastecimento público no município de Pitanga-PR



Fonte: Companhia de Saneamento do Estado do Paraná - SANEPAR (2020).

O PCAM foi aplicado nos 4 pontos de coleta, para que fosse possível ter uma avaliação e classificação mais detalhada da área de manancial. O levantamento foi realizado no dia 03 de outubro de 2020, e teve duração de aproximadamente duas horas, para percorrer todos os pontos fazendo as devidas observações, com início às 10:00 horas, e a finalização por volta das 12:00 horas.

Com base neste estudo, sugere-se que os seguintes pontos sejam observados para definir os locais de aplicação:

- A escolha dos pontos para aplicação do PCAM deve ser baseada no tipo de uso e ocupação do solo do manancial;
- Para cada tipo de uso, sugere-se aplicar o PCAM em uma vertente/encosta;
- Quanto maior a diversidade de tipos de uso e ocupação do solo, maior quantidade de pontos a análise deverá ter;
- O observador/aplicador deve considerar um transecto/perfil (em campo ou por imagem de satélite) do ponto mais alto da vertente/encosta até o talvegue do rio, e então proceder a aplicação do PCAM;

Observação 1: Caso o transecto/perfil seja muito extenso, a ponto de comprometer a aplicação do PCAM, sugere-se fazer a divisão do transecto em duas partes: parte inferior (em direção ao rio) e parte superior (em direção ao topo);

Observação 2: Caso o observador/aplicador opte por apenas usar imagens de satélite para definir os locais de aplicação do PCAM, sugere-se que sejam feitas algumas visitas in loco para garantir a veracidade das informações observadas nas imagens;

Observação 3: Se o manancial apresentar somente um tipo de uso e/ou ocupação, sugere-se fazer vários transectos ao longo do mesmo.

Além do preenchimento das etapas I e II, foram realizados registros fotográficos de cada ponto, para um melhor entendimento e visualização do cenário observado, além da utilização de imagem de satélite para obter uma orientação a mais sobre a localização dos pontos.

A avaliação iniciou-se pelo ponto 1, localizado na área rural do manancial, nas coordenadas geográficas Latitude: 24°47'02,36" S e Longitude: 51°48'04,85" W (Figura 4). O acesso se deu por uma estrada rural sem pavimentação, que dá acesso as propriedades rurais.

Figura 4 – Croqui de localização do ponto 1



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro® (2020).

Neste local, observou-se a existência de áreas rurais consolidadas em APP, sendo estas com largura inferior a 30 metros (Figuras 5 e 6). Conforme a Lei Federal nº12.651/2012, nas Áreas de Preservação Permanente é autorizada exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural, em áreas rurais que foram consolidadas até 22 de julho de 2008. Porém, se faz obrigatória a recomposição das faixas marginais de acordo com o tamanho da área do imóvel, se necessário.

O uso do solo no entorno é utilizado para fins agropecuários e moradias dos proprietários rurais (Figura 7), e a estrada de acesso às propriedades se dá praticamente às margens do rio Ernesto (Figura 8). Verificou-se também no ponto 1, a presença de açude para acumulação de água em uma propriedade, presença de captação de água para o consumo humano por meio de poços e presença de fossa séptica para destinação dos efluentes sanitários das residências. Neste ponto, não foram encontrados resíduos descartados de forma irregular no manancial e nem em áreas próximas.

Figura 5 – APP a jusante do ponto 1

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 6 – APP a montante do ponto 1

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 7 – Propriedade rural ao lado do ponto 1

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 8 – Estrada rural ao lado do ponto 1

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Conforme a ordem dos pontos, seguiu-se na sequência para o ponto 2, situado ainda na área rural do manancial, nas coordenadas geográficas de Latitude: 24°46'33,99" S e Longitude: 51°46'54,33" W. Localizado na margem da estrada rural de acesso, este ponto foi avaliado exatamente no local onde o rio Ernesto cruza para o outro lado desta estrada, adentrando uma região com maior incidência de atividades agrícolas (Figura 9).

Figura 9 – Croqui de localização do ponto 2



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro® (2020).

Neste ponto, observou-se inicialmente a existência de mais de 30 metros de APP (Figura 10). Porém, mesmo o uso do solo para fins agropecuários sendo mais distante do curso hídrico neste local, acredita-se que devido à abertura da estrada rural e ao fácil acesso à margem do rio, o escoamento superficial e o carreamento de partículas acaba causando o assoreamento do rio Ernesto neste ponto, onde nota-se uma movimentação bem lenta da água e sedimentos acumulados no fundo (Figuras 11 e 12). Observou-se também o descarte diretamente no rio, de um resíduo líquido não identificado, o qual foi notado devido a presença de uma mancha de textura oleosa na superfície da água (Figura 13).

Não foram identificadas fontes pontuais de usos da água do manancial para quaisquer finalidades neste local.

Figura 10 – APP no ponto 2

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 11 – Assoreamento a montante

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 12 – Assoreamento a jusante

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 13 – Resíduo oleoso no rio, no ponto 2

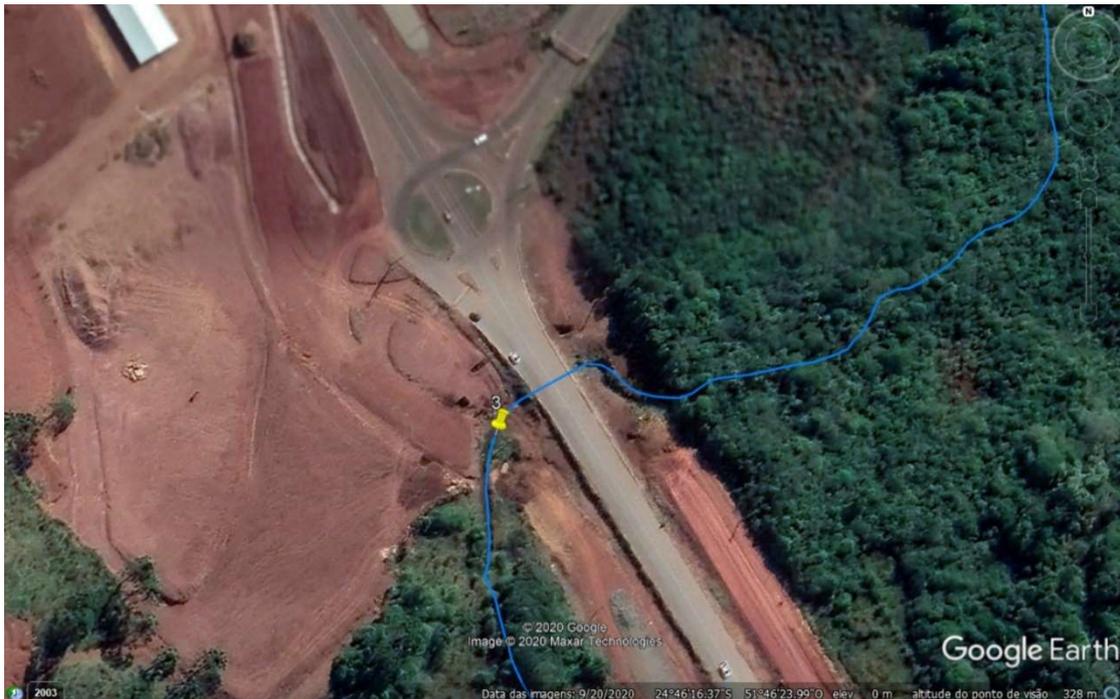
Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Em seguida foi iniciada a avaliação do Ponto 3, este localizado na área urbana do manancial do rio Ernesto, nas coordenadas geográficas de Latitude: 24°46'17,27" S e Longitude: 51°46'24,86" W (Figura 14).

Este ponto encontra-se nas margens da Rodovia BR-466, que dá acesso à cidade de Pitanga. Ao chegar a este ponto, foi prontamente visível a exposição do manancial hídrico (Figura 15). Neste local estão sendo realizadas obras de pavimentação, para implantação das vias marginais à Rodovia BR-466, para os dois lados da pista, na área de manancial.

Dessa forma, observou-se a ausência de APP neste trecho (Figura 16), e o carreamento de partículas para dentro do rio, decorrentes das obras, movimentações de terras e intervenções que estão sendo realizadas (Figuras 17 e 18).

Figura 14 – Croqui de localização do ponto 3.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro® (2020).

O uso do solo no local é urbanizado, utilizado para o deslocamento de veículos, inclusive para o transporte de cargas em geral. Além disso, ao entorno deste ponto, porém em uma cota mais alta do terreno, estão sendo realizadas obras de terraplanagem, e implantados barracões comerciais para a instalação de novos empreendimentos, que provavelmente utilizarão de fossas sépticas para o descarte de efluentes sanitários, levando em consideração que esta parte da área urbana do município ainda não é provida de rede coletora de esgotos.

Vale ressaltar que não foram identificados usos da água do manancial para quaisquer finalidades neste ponto no momento da avaliação da área.

Figura 15 – Exposição do manancial

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 16 – Ausência de APP

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 17 – Resíduos de obras, no ponto 3

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 18 – Intervenções no solo, no ponto 3

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Por fim, foi avaliado o ponto 4. Este localizado na área urbana do manancial do rio Ernesto, nas coordenadas geográficas de Latitude: 24°46'12,34" S e Longitude: 51°46'18,96" W, próximo ao ponto de captação de água da SANEPAR (Figura 19). O acesso se deu a pé, por uma trilha que se inicia na margem da Rua Alexandre Buchmann (a qual dá acesso à cidade), em meio a vegetação nativa, onde aparenta ter sido anteriormente uma passagem para pessoas e/ou veículos que foi inutilizada.

Figura 19 – Croqui de localização do ponto 4.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro® (2020).

Ao adentrar o local, observou-se a presença de vegetação com características de recomposição natural, e uma ponte de madeira que havia sido parcialmente desmanchada (Figuras 20 e 21). Mesmo com a presença de uma área de vegetação maior em relação aos outros pontos, foi notado neste ponto um nível razoavelmente baixo da água do rio, onde era possível a visualização de seu fundo com facilidade (Figuras 22 e 23).

Devido a extensão da APP, não foi possível visualizar a ocupação mais próxima no local, porém sabe-se por meio da imagem de satélite que a área confronta ao leste com um parque municipal destinado às atividades de lazer e recreação e uma área residencial. Neste ponto não foi observado o uso da água do manancial para quaisquer finalidades, nem a disposição de resíduos de forma incorreta. Também são ausentes no local as atividades industriais ou outros empreendimentos instalados.

Figura 20 – Vegetação nativa, no ponto 4

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 21 – Estrutura da antiga ponte

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 22 – Curso d'água do rio Ernesto, no ponto 4

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

Figura 23 – Baixo nível de água do manancial, no ponto 4

Fonte: Autoria própria.
Data: 03/10/2020

De acordo com a Companhia de Saneamento do Estado do Paraná (2020), O rio Ernesto encontra-se com níveis bastante críticos devido à estiagem que ocorre no Estado do Paraná, considerada pela companhia como uma das mais intensas das últimas décadas. Esta situação pode ser confirmada por meio das fotografias registradas, onde é visível o baixo nível das águas nos pontos observados.

Ao observar as características do conjunto de pontos avaliados, após aplicar Parte I e a Parte II do PCAM para cada um destes pontos, foi obtido o estado de conservação da área de manancial, classificado como alterado em 50% dos pontos avaliados, como impactado em 25% dos pontos avaliados (ponto 3) e como natural em 25% dos pontos avaliados (ponto 4), onde a classificação como alterado, corresponde apenas aos pontos avaliados na área rural do manancial (pontos 1 e

2), e as demais classificações como impactado e como natural, correspondem aos pontos avaliados na área urbana do manancial (pontos 3 e 4). As pontuações atribuídas nesta aplicação, foram resumidas em um quadro para facilitar a visualização dos resultados (Quadro 6).

Quadro 6 – Resultado da aplicação da Parte I e Parte II do PCAM, nos quatro pontos avaliados.

		Pontos avaliados			
		1 Rural	2 Rural	3 Urbano	4 Urbano
Indicadores	A - Área de Preservação Permanente (APP)	3	5	0	5
	B - Uso do solo	0	3	3	5
	C - Uso da água	3	5	5	5
	D - Atividades poluidoras	5	5	3	5
	E - Gestão de resíduos	5	0	3	3
	F - Infraestrutura de Saneamento	3	3	3	3
Pontuação total (Parte I)		19	21	17	26
Classificação (Parte II)		Alterado	Alterado	Impactado	Natural

Fonte: Autoria própria (2020).

A partir destes resultados, foi possível seguir para a aplicação da Parte III do PCAM, onde são apresentadas as alternativas de conservação que podem ser aplicadas nestas áreas, conforme as necessidades específicas de cada ponto avaliado.

Para os pontos 1 e 2, ambos localizados na área rural e classificados como alterados, pode-se adotar as seguintes alternativas:

- ✓ Verificar se as propriedades rurais, da área do manancial, possuem situação regular junto ao Cadastro Ambiental Rural. Em caso negativo, emitir notificação para que façam a regularização conforme a Lei Federal nº 12.651/12;

- ✓ Impedir a ocupação de APPs, favorecendo assim regeneração natural da vegetação nativa, conforme a Lei Federal nº 12.651/12;
- ✓ Solicitar aos proprietários de imóveis rurais a aplicação de técnicas de conservação do solo em áreas rurais, como curvas de nível, terraceamento, para conter possíveis erosões e o escoamento superficial;
- ✓ Exigir o documento de outorga d'água aos usuários de recursos hídricos, para fins de captação, lançamento e/ou intervenções conforme a Lei Estadual nº 12.726/99;
- ✓ Reforçar a gestão de resíduos na área de manancial, fazendo campanhas de coleta com determinada frequência, para evitar que haja a disposição incorreta dos mesmos, de acordo com a Lei do Saneamento Básico;
- ✓ Investigar possíveis despejos de efluentes sanitários no curso d'água e notificar os responsáveis para que cessem o lançamento, conforme a Lei Federal nº 9.433/97;
- ✓ Verificar se os sistemas de tratamento individuais existentes estão construídos de acordo com o estabelecido pela Vigilância Sanitária e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Já para o ponto 3, localizado na área urbana do manancial e classificado como impactado, pode-se adotar as seguintes alternativas:

- ✓ Exigir aos responsáveis, que realizem a recomposição e/ou recuperação das APPs degradadas, conforme a Lei Federal nº 12.651/12;
- ✓ Impedir a ocupação de APPs, favorecendo assim regeneração natural da vegetação nativa, conforme a Lei Federal nº 12.651/12;
- ✓ Adequar ou criar projetos de legislação e/ou zoneamento urbano do município específicos para a área de manancial, definindo quais atividades podem ser realizadas neste local;
- ✓ Se necessário, requerer ao Poder Outorgante a Declaração de Área Crítica (DAC) quanto ao uso de recursos hídricos do manancial, conforme a Resolução CERH N° 9/2020;
- ✓ Fiscalizar as atividades industriais instaladas;
- ✓ Exigir a licença de operação deferida pelo órgão ambiental competente;
- ✓ Impedir que atividades potencialmente poluidoras se instalem irregularmente no local, conforme a Lei Estadual nº 8.935/89.

- ✓ Reforçar a gestão de resíduos na área de manancial, fazendo campanhas de coleta com determinada frequência, para evitar que haja a disposição incorreta dos mesmos, de acordo com a Lei do Saneamento Básico;
- ✓ Realizar estudos de viabilidade e projetos de implantação de rede coletora de esgotos, para atendimento do perímetro urbano da área de manancial;
- ✓ Investigar possíveis despejos de efluentes sanitários no curso d'água e notificar os responsáveis para que cessem o lançamento, conforme a Lei Federal nº 9.433/97;
- ✓ Verificar se os sistemas de tratamento individuais existentes estão construídos de acordo com o estabelecido pela Vigilância Sanitária e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Para o Ponto 4, não se fez necessária a adoção de medidas de conservação da área de manancial, visto que o nível de conservação da mesma foi classificado como natural, para este ponto.

É necessário o entendimento por parte dos gestores, que após a aplicação do PCAM, é de extrema importância a criação de um plano de ação para planejar, programar e executar as medidas necessárias identificadas, para o alcance da conservação da área de manancial, para que assim obtenha-se o resultado esperado. Além disso, sugere-se que o PCAM seja aplicado no máximo de pontos possíveis quando a intenção for avaliar a área de manancial como um todo, incluindo seus afluentes, que podem influenciar na água que chega ao rio principal.

7 CONCLUSÃO

As áreas de mananciais de abastecimento público necessitam de atenção especial devido a sua grande importância e funcionalidade, pois são provenientes delas o fornecimento de água para o consumo humano.

De acordo com o levantamento realizado, não foram encontradas normas específicas para esta finalidade na legislação ambiental brasileira, que abordem medidas relativas à conservação, proteção, preservação ou recuperação de áreas de manancial de abastecimento público, e ainda, que possam ser aplicadas de uma forma generalizada.

Sendo assim, acredita-se que é necessário buscar alternativas para a gestão dos recursos hídricos, com base nas resoluções disponíveis, e adaptá-las às situações e ambientes em que vivemos, para promover o uso consciente dos recursos hídricos atrelado ao desenvolvimento sustentável.

O Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM), objeto deste trabalho, foi desenvolvido para ser utilizado como uma ferramenta aplicada aos instrumentos de gestão de recursos hídricos. Trata-se de uma ferramenta de baixo custo financeiro e fácil aplicação, correspondendo à observação apenas visual do pesquisador que, com um mínimo de conhecimento da área, conseguirá realizar a tomada de decisão para a conservação de áreas de mananciais de uma forma mais simples e rápida. Todos os parâmetros observados e aplicados na análise do protocolo foram fundamentados na legislação ambiental, e nas principais causas de degradação de mananciais, indicadas em bibliografias científicas.

Após a aplicação do mesmo, pode-se comprovar o seu funcionamento. No estudo de caso realizado no manancial de abastecimento público do Município de Pitanga-PR, a área de manancial foi avaliada de acordo com suas características em quatro pontos diferentes, que foram classificados um como natural, dois como alterados e um como impactado. Ainda no PCAM, foram encontradas as alternativas cabíveis para promover a conservação dos pontos classificados como alterados e impactados.

Conclui-se assim, que o PCAM pode ser utilizado em locais semelhantes a esta área de estudo, para avaliação e fornecimento de medidas para a conservação dos mananciais.

8 PRODUTO

A criação do Protocolo para Conservação de Área de Manancial (PCAM), teve o intuito de facilitar a busca por soluções assertivas, de forma a contribuir na adoção de medidas para a conservação dos mananciais, principalmente para aqueles que não possuem legislação municipal específica para esta finalidade.

Após sua aplicação na área de estudo, pode-se observar a eficácia da aplicação do protocolo no manancial do Rio Ernesto, o qual propiciou fácil alcance às alternativas necessárias de conservação que poderão ser adotadas no local.

Sendo assim, o PCAM será disponibilizado de forma gratuita para download no repositório da Biblioteca da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelo link <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/>, para que possa ser utilizado e aperfeiçoado em estudos complementares a este assunto, e também para que possa ser utilizado como ferramenta de gestão dos recursos hídricos em outros mananciais de abastecimento público com características semelhantes, possibilitando a melhoria da qualidade das águas, da escassez hídrica, dos custos com tratamento e dos riscos e danos à saúde humana.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012**. Agência Nacional de Águas (ANA) – Brasília, DF, 264 p. 2012. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/panorama_qualidade_aguas_superficiais_br_2012.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Portaria nº 149, de 26 de março de 2015**. Lista de Termos para o Thesaurus de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 41 p. 2014. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150406034300_Portaria_149-2015.pdf. Acesso em: 18 dez. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual**. Agência Nacional de Águas (ANA) – Brasília, DF, 96 p. 2019. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.bb39ac07.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2020.
- BARBOUR, M.T., J; GERRITSEN, B.D; SNYDER, J.B. STRIBLING. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Office of Water: Washington, DC: 1999. Disponível em: <https://www.epa.gov/wqc/rapid-bioassessment-protocols-use-streams-and-wadeable-rivers-periphyton-benthic>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- BERSOT, M. R. O. B.; MENEZES, J. M.; ANDRADE, S. F. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) na bacia hidrográfica do Rio Imbé – RJ. **Ambiência**, Guarapuava, PR, v. 11 n. 2 p. 277 – 294, Maio/Ago. 2015. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/3303>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- BIZZO, M. R. O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S.F. Protocolos de Avaliação Rápida de rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO**, v. 4, n. 1, p. 05-13, 2014. Disponível em: <http://www.cadegeo.uff.br/index.php/cadegeo/article/view/20/19>. Acesso em: 12 fev. 2020.
- BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 153-192, 2004.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento [...]. **Diário Oficial da União**: nº 053, p. 58-63, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 12 jun. 2018.

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: 20 jan. 2019.

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 jan. 2020.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M., PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnol.** Brasília, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320258459_Aplicacao_de_um_protocolo_d_e_avaliacao_rapida_da_diversidade_de_habitats_em_atividades_de_ensino_e_pesquisa_MG-RJ. Acesso em: 15 jan. 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. **Apêndice D – Índices de Qualidade da Água**. São Paulo, 32 p., 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Apendice-D-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2019.

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

CRUZ, N.; MIERZWA, J. C. Saúde pública e inovações tecnológicas para abastecimento público. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 29, n. 1, fev. 2020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902020000100301&tIng=pt. Acesso em: 10 fev. 2020.

DUDLEY, N.; STOLTON, S. (Ed.). **Running pure: the importance of forest protected areas to drinking water: a research report for the World Bank / WWF Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use**. [S.I.]: WWF International, 2003. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/15006>. Acesso em: 10 fev. 2020.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n1/v14n01a08.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2019.

GARCIA, E. N. A.; MORENO, D. A. A. C.; FERNANDES, A. L. V. A importância da preservação e conservação das águas superficiais e subterrâneas: um panorama sobre a escassez da água no Brasil. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 6, 2015. Disponível em:

https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/1259ANO. Acesso em: 07 de ago. 2019.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (Paraná). **Relatório de conjuntura dos recursos hídricos do Estado do Paraná**. Instituto Água e Terra (IAT) – Curitiba, PR, 147 p. 2020. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Relatorio-de-Conjuntura-dos-Recursos-Hidricos-do-Estado-do-Parana>. Acesso em: 28 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/pitanga/panorama>. Acesso em: 20 jan. 2020.

INSTITUTO DE TERRAS E CARTOGRAFIA - ITCG. **Municípios do Paraná 2013 - Escala 1:50.000**, 2013. Disponível em: http://geoserver.pr.gov.br/geoserver/itcg/wms?service=wms&request=GetMap&version=1.1.1&format=application/vnd.google-earth.kml+xml&layers=itcg:municipios_pr_pol_p29192_e50_a2013&styles=municipio_pr_pol&height=2048&width=2048&transparent=false&srs=EPSG:4326&format_options=AUTOFIT:true;KMATTR:true;KMPLACEMARK:false;KMSCORE:40;MODE:refresh;SUPEROVERLAY:false. Acesso em: 23 fev. 2019.

INTERNATIONAL LAKE ENVIRONMENT COMMITTEE FOUNDATION - ILEC. **Integrated lake basin management: an introduction**. Kusatsu, 2007. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X15004422?casa_token=3KcmtaL3p5kAAAAA:OnqG8spgXOGMnGkrLn3pUD0AJWA5bLj3k-AxFxwdX5yRisix1cpEJ8E8NnCQ6zD61_3UTUpD1rwA. Acesso em: 15 jul. 2020.

LANGE FILHO, G.; VESTENA, L. R. Análise multitemporal da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Ernesto - Pitanga/PR. **Espaço e Geografia**, v. 13, n. 1, p. 73-95, 2010. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/espacoegeografia/index.php/espacoegeografia/article/view/103/101>. Acesso em: 28 jul. 2019.

LARA, F. M. **Proteger os mananciais de água é dever de toda sociedade**. BRK Ambiental: Saneamento em Pauta, abr. 2019. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/mananciais/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

MADER, H. Mananciais pedem socorro. **Correio Braziliense**. Brasília-DF, p. 30, 2010. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/45912>. Acesso em: 10 jan. 2020.

MARTINS, A. S. **Avaliação das águas superficiais sob uso e ocupação na sub-bacia do Rio Candeias / RO- Amazônia Ocidental**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, RO, 123 p., 2009. Disponível em: http://rioterra.org.br/pt/wp-content/uploads/2011/07/avaliacao_das_aguas_superficiais.pdf. Acesso em: 18 fev. 2020.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A.C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos:

Aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, Joinville, SC, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/3652003/Minatti-Ferreira_and_Beaumord_2006 . Acesso em: 10 fev. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). **Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, 2017. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Águas Urbanas**. 2012. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/destaques/itemlist/category/60-aguas-urbanas>. Acesso em: 16 jul. 2019.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 36 n. 3, jun. 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102002000300018. Acesso em: 25 jan. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (Brasil). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 10 set. 2020.

PARANÁ. **Decreto Nº 4626, de 07 de maio de 2020**. Decreta situação de emergência hídrica no Estado do Paraná pelo período de 180 dias. Curitiba, 2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=395051#:~:text=Decreta%20situa%C3%A7%C3%A3o%20de%20emerg%C3%Aancia%20h%C3%ADdrica,DE%2029%2F10%2F2020>. Acesso em: 15 jul. 2020.

PARANÁ. Governo do Paraná. **Agência de Notícias do Paraná** (Org.). Governo revisa lei para ordenar ocupação das áreas de mananciais. 2013. Disponível em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=76159>. Acesso em: 19 mar. 2019.

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: 14 jan. 2019.

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: <http://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-8935-1989-parana-dispoe-sobre-requisitos-minimos-para-as-aguas-provenientes-de-bacias-mananciais-destinadas-a-abastecimento-publico-e-adota-outras-providencias>. Acesso em: 14 jan. 2019.

PARANÁ. **Lei Ordinária nº 12.248, de 31 de julho de 1998.** Cria o sistema integrado de gestão e proteção dos mananciais da RMC. Curitiba: Assembléia Legislativa do Estado do Paraná [1998]. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-12248-1998-parana-cria-o-sistema-integrado-de-gestao-e-protecao-dos-mananciais-da-rmc>. Acesso em: 25 out. 2019.

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: 13 fev. 2020.

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 [2018]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-pitanga-pr>. Acesso em: 13 fev. 2020.

RODRIGUES, A. C. J.; PALMIERI, D. A.; RODRIGUES, R. J. Uso do geoprocessamento para planejamento, manejo e proteção de mananciais em áreas urbanas. **Tekhne e Logos**. Botucatu, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 53-67, ISSN 2176 – 4808, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325207046_USO_DO_GEOPROCESSAMENTO_PARA_PLANEJAMENTO_MANEJO_E_PROTECAO_DE_MANANCIAIS_EM_AREAS_URBANAS_GEOPROCESSING_USE_FOR_PLANNING_MANAGING_AND_PROTECTING_WATER_SOURCES_IN_URBAN_AREAS. Acesso em: 10 jan. 2020.

RODRIGUES, A. S. L. **Adequação de um Protocolo de Avaliação Rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres.** Orientador: Paulo de Tarso Amorim Castro. 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, São Paulo, 2008.

SANTOS, E. F. O papel dos municípios na proteção dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Direito Constitucional – RBDC**, n. 18 – jul./dez, 2011.
SANTOS, F. A.; BERTOTTI, L. G. Avaliação socioambiental da bacia hidrográfica do Rio Pequeno, São José dos Pinhais (PR). **Revista Ambiência**, Guarapuava, PR, Maio/Ago, v. 5, n. 2., p. 275-292. 2009. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2140/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Adequa%C3%A7%C3%A3oProtocoloAvalia%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

SILVA, D. C. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. Methodology for potential degradation analysis of water resources in watershed. **Caderno de Geografia**, [s.l.], v. 27, n. 50, p. 455-466, 2015. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2017v27n50p455>. Acesso em: 10 jan. 2020.

TEODORO, V. L. I., TEIXEIRA, D., COSTA, D. J. L., FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o

entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, p. 137-156, 2007. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236>. Acesso em: 15 fev. 2020.

THAME, N. Riscos para mananciais. **Gazeta de Piracicaba**, Piracicaba, SP, 2019. Disponível em: <http://www.gazetadepiracicaba.com.br/mobile/2019/06/home/844444-riscos-para-mananciais.html>. Acesso em: 26 jan. 2020.

TUNDISI, J.C. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMA Editora /Instituto Nacional de Ecologia, p. 247-248, 2003. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001613679>. Acesso em: 18 abr. 2019.

VANZELA, Luiz. S.; HERNANDEZ, Fernando B. T.; FRANCO, Renato A. M.. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Eng. Agrícola e Ambiental** [online]. 2010, vol.14, n. 1, p. 55-64. ISSN 1807-1929. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n1/v14n01a08.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P. D. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de Duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Espírito Santo, ES, v. 17, n. 1, p. 161-168, 2012. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=61&SUMARIO=811>. Acesso em: 20 ago. 2019.

VELOSA, A. C. Avanços tecnológicos no tratamento de águas de mananciais. **Holos Environment**, Rio Claro, São Paulo, v. 15, n. 2., p. 194-211, 2015. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/9629>. Acesso em: 28 out. 2018.

WREGGE, M. A ética da água. **Inform ANDES**, v. 96, p. 12, 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000090&pid=S0034-8910200200030001800019. Acesso em: 28 out. 2018.

APÊNDICE A – Protocolo para Conservação de Área de Manancial

PROCOLO PARA CONSERVAÇÃO DE ÁREA DE MANANCIAL (PCAM)

PARTE I - AVALIAÇÃO DA ÁREA DE MANANCIAL		
<p>Avaliar a área de manancial, identificando qual parâmetro de cada indicador se assemelha à área observada. Assinalar a pontuação correspondente na coluna de pontos, e em seguida, realizar o somatório dos pontos para obter a pontuação total.</p>		
Nome do Manancial:		
Localização (Lat./Long.):		
Data da coleta:		
Hora da coleta:		
Nome do responsável:		
Indicadores	Parâmetros	Pontos
A - Área de Preservação Permanente (APP)	A.1-30 (trinta) metros de APP, desde a borda da calha do leito regular, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura, em área urbana ou rural (5 pontos)	
	A.2-Áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, com variação da APP e necessidade de recomposição de acordo com o tamanho das propriedades, ou APP em estágio de recomposição, localizada em área urbana. (3 pontos)	
	A.3 – Ausência de APP. (0 ponto)	
B - Uso do solo	B.1-Uso do solo para fins residenciais ou agricultura de subsistência, respeitando a APP. (5 pontos)	
	B.2-Uso do solo para fins agropecuários e/ou urbanizado para fins residenciais, comerciais ou industriais, respeitando a APP. (3 pontos)	
	B.3-Uso do solo para fins agropecuários ou urbanizado para fins residenciais, comerciais ou industriais, invadindo a APP. (0 ponto)	
C - Uso da água	C.1-Não utilizada para quaisquer finalidades, exceto ao abastecimento público. (5 pontos)	
	C.2- Uso da água para finalidades permitidas em áreas de manancial. (3 pontos)	
	C.3-Uso da água para finalidades não permitidas em áreas de manancial. (0 pontos)	
D- Atividades poluidoras	D.1-Ausência de atividades industriais e/ou outros empreendimentos. (5 pontos)	
	D.2 – Presença de atividades de baixo potencial poluidor. (3 pontos)	
	D.3 – Presença de indústrias altamente poluentes, estabelecimentos hospitalares, depósitos de lixo ou parcelamento de solo de alta densidade demográfica. (0 ponto)	
E - Gestão de resíduos	E.1 – Ausência de resíduos, ou resíduos dispostos de maneira correta. (5 pontos)	
	E.2 – Presença de resíduos dispostos de forma parcialmente correta. (3 pontos)	
	E.3 – Presença de resíduos dispostos de forma incorreta. (0 ponto)	
F - Infraestrutura de saneamento	F.1 – Presença de rede coletora de esgoto. (5 pontos)	
	F.2 – Presença de sistemas individuais de tratamento de efluentes sanitários, como fossas sépticas. (3 pontos)	
	F.3 – Lançamento de efluentes sanitários diretamente no rio e/ou diretamente no solo/fossa negra (0 ponto)	
PONTUAÇÃO TOTAL:		

PARTE II – CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO	
Classificar o estado de conservação da área de manancial, de acordo com a pontuação total obtida na Parte I.	
Pontuação total	Classificação
30	Natural
18– 29	Alterado
0 – 17	Impactado

PARTE III – ALTERNATIVAS PARA A CONSERVAÇÃO DO MANANCIAL	
Identificar quais medidas devem ser adotadas para a conservação do manancial classificado como alterado/impactado.	
Indicadores	Medidas para a conservação do manancial
A - Área de Preservação Permanente (APP)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Exigir aos responsáveis, que realizem a recomposição e/ou recuperação das APPs degradadas, conforme a Lei Federal nº 12.651/12; ➤ Verificar se as propriedades rurais da área de manancial possuem situação regular junto ao Cadastro Ambiental Rural. Em caso negativo, emitir notificação para que façam a regularização conforme a Lei Federal nº 12.651/12; ➤ Impedir a ocupação de APPs, favorecendo assim regeneração natural da vegetação nativa, conforme a Lei Federal nº 12.651/12.
B - Uso do solo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solicitar aos proprietários de imóveis rurais a aplicação de técnicas de conservação do solo em áreas rurais, como curvas de nível, terraceamento, para conter possíveis erosões e o escoamento superficial; ➤ Adequar ou criar projetos de legislação e/ou zoneamento urbano do município específicos para a área de manancial, definindo quais atividades podem ser realizadas neste local.
C - Uso da água	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Exigir o documento de outorga d'água aos usuários de recursos hídricos, para fins de captação, lançamento e/ou intervenções conforme a Lei Estadual nº 12.726/99. ➤ Requerer ao Poder Outorgante a Declaração de Área Crítica (DAC) quanto ao uso de recursos hídricos do manancial, conforme a Resolução CERH Nº 9/2020.
D - Atividades poluidoras	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fiscalizar as atividades industriais instaladas; ➤ Exigir a licença de operação deferida pelo órgão ambiental competente; ➤ Impedir que atividades potencialmente poluidoras se instalem irregularmente no local, conforme a Lei Estadual nº 8.935/89.
E - Gestão de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reforçar a gestão de resíduos na área de manancial, fazendo campanhas de coleta com determinada frequência, para evitar que haja a disposição incorreta dos mesmos, de acordo com a Lei do Saneamento Básico; ➤ Solicitar projeto emergencial para o tratamento do esgoto e lixo, no qual seja previsto o transporte ou bombeamento do resíduo final para a bacia vizinha (não destinada a manancial), se possível, para empreendimentos irregulares pré-existentes na área de manancial, conforme a Lei Estadual nº 8.935/89.