



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DALILA PERES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VERMELHO (PR) E
IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITO DE USO DO SOLO EM
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

DALILA PERES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VERMELHO (PR) E
IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITO DE USO DO SOLO EM
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Marciel Lohmann

Londrina
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Oliveira, Dalila Peres de .

Avaliação da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vermelho (PR) e identificação de áreas de conflito de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente / Dalila Peres de Oliveira. - Londrina, 2023.
92 f.

Orientador: Marciel Lohmann.

Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2023.
Inclui bibliografia.

1. Fragilidade Ambiental - Tese. 2. Conflito de uso do solo - Tese. 3. Área de Preservação Permanente - Tese. 4. Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vermelho - Tese. I. Lohmann, Marciel. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

DALILA PERES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VERMELHO (PR) E
IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITO DE USO DO SOLO EM
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marciel Lohmann
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dra. Adriana Castreghini de Freitas
Pereira
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Ronaldo Ferreira Maganhotto
Universidade Estadual do Centro Oeste –
UNICENTRO

Londrina, 10 de março de 2023.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, meu pai, meu irmão e meu esposo pelo apoio incondicional.

Ao meu orientador Prof. Marciel Lohmann, por me acompanhar em mais este percurso.

Aos meus coordenadores e parceiros de trabalho, os pesquisadores Gustavo Ribas Curcio, Annette Bonnet e João Henrique Caviglione (*in memoriam*).

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEU com os quais compartilhamos saberes, as alegrias e dificuldades da pós-graduação.

RESUMO

OLIVEIRA, Dalila Peres de. **Avaliação da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica Ribeirão Vermelho (PR) e identificação de conflito de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente.** 2023. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

A demanda crescente pelos recursos naturais imposta pelo modo de produção capitalista exige constante busca por meios de preservação da natureza e recuperação de áreas degradadas, esforço que reúne governos, sociedade civil e setor privado em constantes embates. Como sistema, ações empreendidas em determinada localidade, repercutem em nível global e impactam a todos. No sentido de contribuir com o reconhecimento do quadro ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho - BHRV, objetivou-se avaliar o grau de fragilidade ambiental desta e analisar como mudanças de uso e ocupação dos solos impactaram as Áreas de Preservação Permanente – APP em rios e nascentes. Para tanto, empregou-se a metodologia proposta por Ross (1994) para gerar o mapa de Fragilidade Potencial, o qual considerou características do meio físico-natural (solos e declividade) e de Fragilidade Emergente, este evidenciando a susceptibilidade natural da área associada as formas de uso praticadas pela sociedade, com isso, identificou-se que 68,8% da bacia tem médio grau de fragilidade. Considerando a importância da vegetação ripária aos corpos d'água, identificaram-se áreas de conflito de uso do solo em APP de rios e nascentes perenes, no qual, por meio da sobreposição dos mapas de uso do solo do MapBiomass pelos *buffers* correspondentes as APP, obteve-se a situação da cobertura vegetal destas, identificando-se áreas chamadas de regulares e em conflito de uso, ou seja, sem vegetação, cuja evolução foi avaliada ao longo de quatro décadas (1990, 2000, 2010 e 2020). Destaca-se o aumento progressivo da área ocupada pela soja na BHRV em 366%, para o período analisado. As áreas em conflito de uso nas APP apresentaram um quadro evolutivo positivo, houve um ganho de 71,5% em área regular. Em 1990 81,6% das APP estavam irregulares, ou seja, eram desprovidas de vegetação, enquanto em 2020 estas áreas correspondiam a 68,6%, um número ainda preocupante, mas um cenário que se transformou positivamente. Contribuíram para essa transformação a organização da sociedade civil, pesquisadores, cientistas que, bem articulados, promovem discussões em âmbito governamental, de abrangência nacional e global, via políticas públicas, encontros e movimentos de sensibilização da população em geral quanto a urgência em repensar o modo como temos estabelecido nossas relações com a natureza.

Palavras-chave: fragilidade potencial; fragilidade emergente; conflito de uso do solo; APP.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Dalila Peres de. **Assessment of the environmental fragility of the Ribeirão Vermelho watershed (PR) and identification of land use conflict in Permanent Preservation Areas.** 2023. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

The growing demand for natural resources imposed by the capitalist mode of production requires a constant search for means of preserving nature and recovering degraded areas, an effort that brings together governments, civil society and the private sector in constant clashes. As a system, actions undertaken in a given location have global repercussions and impact everyone. In order to contribute to the recognition of the environmental situation of the Ribeirão Vermelho watershed - BHRV, the objective was to evaluate the degree of environmental fragility of this and to analyze how changes in land use and occupation impacted the Permanent Preservation Areas - APP in rivers and springs. For this purpose, the methodology proposed by Ross (1994) was used to generate the Potential Fragility map, which considered characteristics of the physical-natural environment (soils and slope) and of Emerging Fragility, the latter showing the natural susceptibility of the area associated with forms of use practiced by society, with this, it was identified that 68.8% of the basin has a medium degree of fragility. Considering the importance of riparian vegetation to water bodies, areas of land use conflict were identified in APP of rivers and perennial springs, in which, through the overlapping of MapBiomas land use maps by the buffers corresponding to the APP , the situation of their vegetation cover was obtained, identifying areas called regular and in conflict of use, that is, without vegetation, whose evolution was evaluated over four decades (1990, 2000, 2010 and 2020). The progressive increase in the area occupied by soybeans in BHRV by 366% for the analyzed period stands out. The areas in conflict of use in the APP showed a positive evolution, there was a gain of 71.5% in the regular area. In 1990, 81.6% of APP were irregular, that is, they were devoid of vegetation, while in 2020 these areas corresponded to 68.6%, a still worrying number, but a scenario that has transformed positively. Contributed to this transformation the organization of civil society, researchers, scientists who, well articulated, promote discussions at the government level, nationally and globally, via public policies, meetings and awareness movements of the population in general regarding the urgency of rethinking the way how we have established our relationships with nature..

Keywords: potential fragility; emerging fragility; land use conflict; APP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Localização da área de estudo	15
Figura 2 –	Tela auxiliar da ferramenta <i>Raster Calculator</i> no <i>ArcMap</i>	36
Figura 3 –	Esquema simplificado para geração do mapa de Fragilidade Emergente.....	38
Figura 4 –	Localização da área de estudo no Estado do Paraná	42
Figura 5 –	Geologia da Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho	45
Figura 6 –	Compartimentos geomorfológicos do Paraná e localização da área de estudo	46
Figura 7 –	Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho	47
Figura 8 –	Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.....	48
Figura 9 –	Classificação climática de Köppen para o estado do Paraná.....	49
Figura 10 –	Formações florestais na Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho	50
Figura 11 –	Principais classes de solos identificadas na Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.....	51
Figura 12 –	Gráfico com o percentual de área ocupada por cada classe de solo na Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho	52
Figura 13 –	Mapa de Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.....	54
Figura 14 –	Mapa de Fragilidade Emergente da Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho	56
Figura 15 –	Uso e ocupação do solo no ano de 1990	60
Figura 16 –	Uso e ocupação do solo no ano de 2000	62
Figura 17 –	Uso e ocupação do solo no ano de 2010	65
Figura 18 –	Uso e ocupação do solo no ano de 2020	67
Figura 19 –	Variação percentual do total de área ocupada por cada classe de solo entre os anos de 1990 e 2020	69
Figura 20 –	Conflito de uso do solo em APP, ano de 1990	71
Figura 21 –	Conflito de uso do solo em APP, ano de 2000	72
Figura 22 –	Conflito de uso do solo em APP, ano de 2010	73
Figura 23 –	Conflito de uso do solo em APP, ano de 2020	74
Figura 24 –	Áreas de maior Fragilidade Emergente em APP, ano de 2020.....	77
Figura 25 –	Classes de uso do solo em APP da BHRV (1990 – 2020).....	78

Figura 26 – Imagem do Google Earth, ano de 2020, em APP da BHRV	79
Figura 27 – Imagem do Google Earth, ano de 2020, em outro trecho de APP da BHRV	80
Figura 28 – Evolução das áreas regulares e irregulares na BHRV	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área, população e taxa de urbanização dos municípios compreendidos pela BHRV	43
Tabela 2 – Área ocupada por lavoura temporária nos municípios compreendidos pela BHRV	44
Tabela 3 – Classes de Fragilidade Potencial, área ocupada e percentual.....	55
Tabela 4 – Classes de Fragilidade Emergente, área ocupada e percentual.....	57
Tabela 5 – Principais lavouras temporárias, por área colhida, na BHRV	59
Tabela 6 – Classes de uso do solo e respectivas áreas, BHRV, 1990	61
Tabela 7 – Classes de uso do solo e respectivas áreas, BHRV, 2000	63
Tabela 8 – Classes de uso do solo e respectivas áreas, BHRV, 2010	66
Tabela 9 – Classes de uso do solo e respectivas áreas, BHRV, 2020	68
Tabela 10 – Evolução da área ocupada por cada classe de solo, valores de 1990, 2000, 2010 e 2020 e variação percentual da área no intervalo de quatro décadas (de 1990 para 2020).....	69
Tabela 11 – Evolução das áreas regulares e irregulares em APP na BHRV	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Graus de fragilidade para cada classe de declividade	34
Quadro 2 – Classes de fragilidade de solos.....	35
Quadro 3 – Graus de proteção por tipo de cobertura vegetal.....	37
Quadro 4 – Metragem mínima da APP de acordo com a largura do curso d’água e raio de proteção para nascentes	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	A NATUREZA COMO RECURSO ECONÔMICO	18
2.2	A EVOLUÇÃO DO DEBATE SOBRE O MEIO AMBIENTE.....	21
2.3	DISCUSSÕES E TÉCNICAS PARA ANÁLISE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	25
3	MATERIAIS E MÉTODOS	33
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	42
4.1	LOCALIZAÇÃO	42
4.2	GEOLOGIA.....	44
4.3	GEOMORFOLOGIA	45
4.4	HIPSOMETRIA E DECLIVIDADE	47
4.5	CLIMA	49
4.6	FITOGEOGRAFIA	49
4.7	SOLOS	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
5.1	FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	53
5.2	EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO NA BHRV	57
5.3	CONFLITO DE USO DO SOLO NA BHRV.....	70
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
	REFERÊNCIAS.....	85

1 INTRODUÇÃO

É fato que o ritmo de exploração dos recursos naturais imposto pelo atual modo de produção não pode ser sustentado pela natureza. Seus sinais estão por toda a parte e a evolução da tecnologia permite que, cada vez mais, haja monitoramento das condições ambientais de determinado local, seja qual for a escala de análise. Inclui, por exemplo, monitoramento de queimadas com a ajuda de imagens de satélite, garimpo em áreas irregulares, áreas alvo de desmatamento para implantação de lavouras e/ou criação de gado, avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas impactadas por diferentes atividades econômicas, presença ou ausência de fauna em determinadas áreas que servem como indicativo biológico do quão saudável está este ambiente, entre outros.

Isso mostra que a sociedade tem ferramentas para monitorar e acompanhar como a atividade humana se desenvolve e como impacta os ecossistemas circundantes e, como as ações prejudiciais a um ecossistema, repercutem em todo o sistema terrestre.

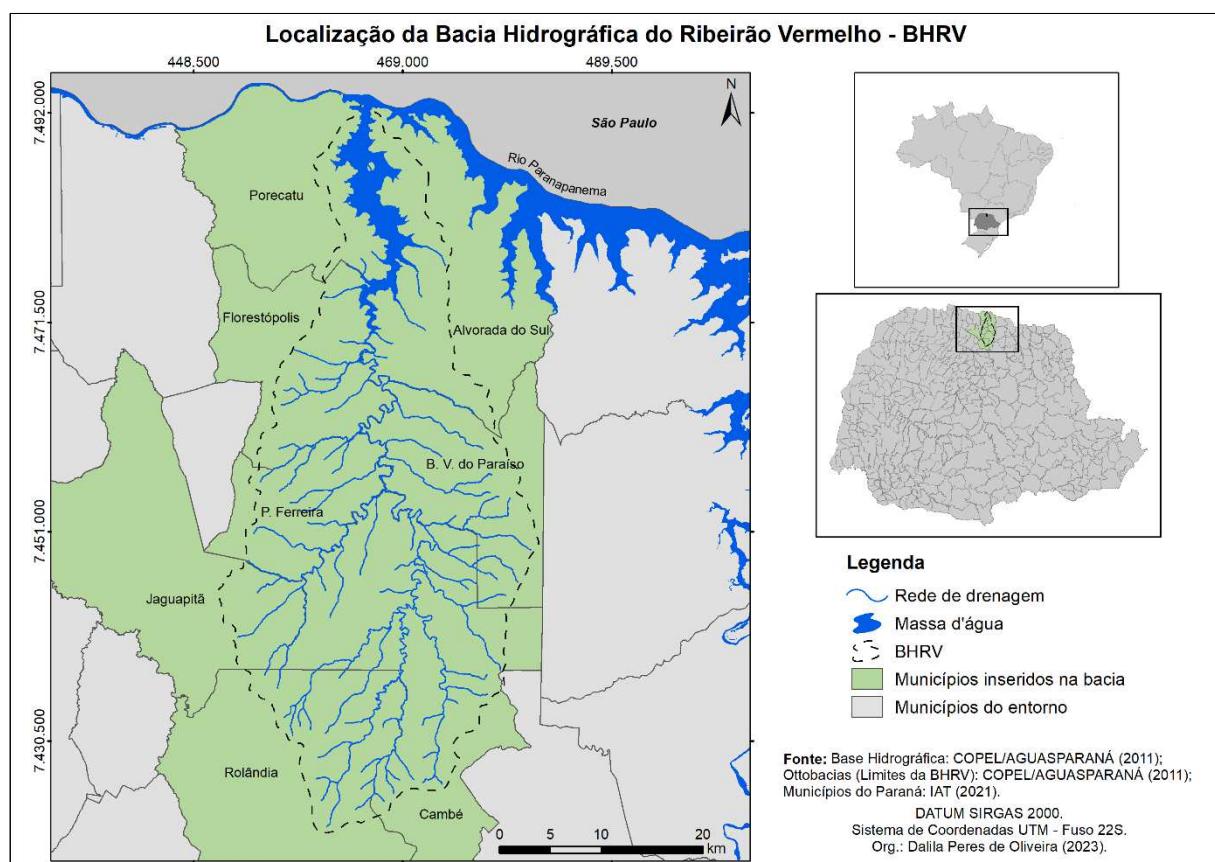
A importância da vegetação em Áreas de Preservação Permanente vai além da proteção dos recursos hídricos contra assoreamento e contaminação por resíduos diversos que chegam aos rios. Estas florestas são importantes corredores ecológicos para a fauna e habitat de espécies da flora, por vezes, endêmicas. Como um sistema aberto, as práticas desenvolvidas ao longo de uma bacia hidrográfica repercutem em toda a sua extensão e os cursos d'água são para onde confluem parte destas ações.

A terceira lei de Newton, conhecida como lei da ação e reação, afirma que para cada ação há uma reação correspondente, de igual intensidade e em sentido oposto. Dela, pode-se fazer um paralelo ao que ocorre na natureza, em que toda ação humana tem consequências e, o quão danosas serão estas consequências, a própria ação humana dirá. Isto aponta para a possibilidade de prever e antecipar como cada atividade poderá repercutir na natureza e, com isso, torna-se possível planejá-las. Dado o atual estágio de desenvolvimento do meio técnico-científico-informacional (SANTOS, 2004), a sociedade atual possui mecanismos e referências suficientes para combinar desenvolvimento econômico com práticas sustentáveis, entretanto, isto ainda parece distante de nossa realidade.

A presente pesquisa tem como recorte espacial a bacia hidrográfica

do Ribeirão Vermelho – BHRV (Figura 1), afluente da margem esquerda do rio Paranapanema, na região da Bacia Hidrográfica Paranapanema III, que desagua na represa da Usina Hidrelétrica Capivara. Em seu trajeto, abrange oito municípios: Rolândia, Cambé, Jaguapitã, Prado Ferreira, Florestópolis, Bela Vista do Paraíso, Alvorada do Sul e Porecatu. Em pesquisa anterior, Oliveira (2020) realizou o mapeamento de conflito de uso do solo nas Áreas de Preservação Permanente – APP na referida bacia, apenas nos limites do município de Rolândia, onde localiza-se sua nascente principal e identificou que, do total de área legalmente destinada a manutenção da vegetação em margens de rios e nascentes perenes, 85,2% atendia a APP mínima prevista em lei – Lei 12.651/12 -, ao passo que 14,8% estava ocupada irregularmente. Destas áreas em conflito, 77,3% eram ocupadas irregularmente por lavouras anuais (soja/milho/trigo/cana).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: a própria autora (2023).

Para entender como as atividades humanas impactam o ambiente, é importante compreender como se distribuem espacialmente, como se desenvolveram ao longo do tempo, como têm afetado este meio e a análise, se assim objetivar, pode

apontar a fragilidade de determinadas áreas e as potencialidades de outras, para que as atividades econômicas desenvolvidas coexistam em equilíbrio com a realidade ambiental da área de interesse.

Tomando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, o objetivo geral foi avaliar o grau de fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho - BHRV e analisar como mudanças de uso e ocupação dos solos impactaram as Áreas de Preservação Permanente – APP em rios e nascentes. Assim, delinearam-se os seguintes objetivos específicos: I - mapear a APP de rios e nascentes em toda a extensão da BHRV; II - produzir mapas de uso e ocupação do solo da área de estudo relativos aos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020; III- identificar áreas de conflito de uso do solo em APP; IV - avaliar a fragilidade ambiental a BHRV e produzir dados correlatos aos objetivos apresentados, organizados em mapas, quadros, gráficos e outras formas de exposição do modo como o uso e ocupação do solo da bacia tem impactado as APP e o que isso indica acerca do equilíbrio da referida bacia hidrográfica.

A escolha da BHRV como recorte espacial de análise se deu em função de a autora residir em uma propriedade rural banhada pelo Ribeirão Vermelho no município de Rolândia. Portanto, há estreito interesse pessoal pela área de estudo, pois trata-se do espaço vivido da autora. Este, nas palavras de Ferreira e Moura (2014, p. 6) “é o local cotidiano onde estabelecemos nossas relações humanas, onde criamos os laços afetivos, emocionais, sociais, onde surgem os significados (...”).

As margens do rio, que inclusive dá nome a comunidade rural estabelecida na gleba de mesmo nome, foram reflorestadas há quase 20 anos pela família, resultado de um processo de conscientização sobre a importância em preservar a vegetação ripária. Atualmente, há mais de 30 metros de floresta na margem do rio nos limites da propriedade rural familiar, a qual se encontra em processo de regeneração.

De modo oposto ao vivenciado, observou-se ao longo dos anos, a intensificação da supressão de vegetação em áreas de nascente e margens de rio para plantio. As nascentes são as mais impactadas (OLIVEIRA, 2020). É necessário que se aplique a lei 12.651/12 como meio de proteger os recursos hídricos. A ausência de trabalhos sobre a BHRV reforça a necessidade de estudos desta a fim de fomentar ações de planejamento e gestão territoriais.

Nesta perspectiva, o grau de fragilidade ambiental da BHRV foi

avaliado com base nas variáveis geologia, pedologia, uso do solo e cobertura vegetal, com ênfase nos dois últimos aspectos, ao investigar o modo como a evolução de uso e ocupação dos solos repercutiram em sua cobertura vegetal, com vistas às áreas estipuladas em lei como estratégicas à estabilidade do ambiente, as APP.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A NATUREZA COMO RECURSO ECONÔMICO

O desenvolvimento do modo de produção capitalista é caracterizado pela intensa exploração dos recursos naturais. É inerente ao capital a mercantilização da natureza, ao ponto de transformar uma relação metabólica em uma relação de estranhamento em que o homem não se reconhece mais como parte da natureza (MOREIRA, 2009, p.15), os resultados são, muitas vezes, alterações irreversíveis ao meio ambiente.

O processo de desenvolvimento das sociedades humanas ocorre atrelado as novas formas que estes desenvolvem para explorá-la, transformando, por meio do trabalho, a natureza em produto (MOREIRA, 2009, p. 14). A este processo, segundo o mesmo autor (p. 13), a Geografia denomina socialização da natureza. Com base nisso, surge a preocupação com a questão ambiental emanada com o advento do modo de produção capitalista, como aponta Souza (2015, p. 156), quando diz que:

a partir da celeridade imposta pelo sistema produtivo, com o uso da máquina, o problema “natureza” começou a se impor e, nos tempos modernos, passou a ser balizado pelo paradigma da escassez. A pergunta a ser respondida era se o planeta poderia sustentar um modo de produção avassalador, como o nosso, ou se enfrentaríamos a escassez de matéria-prima ou dos recursos naturais indispensáveis para a sobrevivência humana.

As relações estabelecidas entre homem e natureza não deterioraram somente a natureza, mas também a própria relação homem-homem (MOREIRA, 2009, p.13). A acumulação capitalista tem em seu âmago a exploração humana (SOUZA, 2015, p. 159). O fato de nos referirmos aos elementos da natureza como “recursos” naturais, demonstra o papel que assume no modo de produção capitalista: produto, meio de exploração. Nesse sentido,

é justamente em decorrência desse caráter natural-social da existência humana que surge, no mundo contemporâneo, o problema do meio ambiente, em parte por conta da dimensão planetária que atinge a escala da organização espacial da moderna sociedade, e em parte dado o caráter capitalista da relação homem-homem que a orienta, baseado numa divisão técnica e territorial de trabalho e de trocas que não acompanha as leis da reprodução natural da natureza (MOREIRA, 2009, p. 14).

Dentre as atividades humanas, destaca-se, no âmbito desta pesquisa, a agricultura, principal atividade econômica brasileira desde o período colonial e caracterizada pela exploração dos recursos naturais, como efeito, com o início dos maciços investimentos na industrialização do país durante a Era Vargas, impôs-se a necessidade da criação do primeiro Código Florestal Brasileiro como meio de regular a exploração da natureza (FERREIRA, SALLES, 2016).

A partir de meados da década de 1960, após o Golpe Militar, o Brasil vivenciou o processo de “modernização” da agricultura, política do Regime Militar com vistas ao mercado internacional por meio do estímulo à produção de *commodities*, inserindo no campo novas tecnologias, como máquinas, sementes, agrotóxicos e fertilizantes (FERNANDES, 1998, p.6). Este processo, também conhecido como revolução conservadora da agricultura, recebe esta alcunha por conservar a estrutura fundiária do país, marcada pela alta concentração fundiária, provocando, dentre outros, intenso êxodo rural, com a expansão dos latifúndios e da monocultura (FERNANDES, 1998, p.7).

Com uma política voltada a produção de *commodities*, ressalta Oliveira (2012, p. 6) que “a produção de alimentos deixou de ser questão estratégica nacional, e, passou a ser mercadoria a ser adquirida no mercado mundial onde quer que ela seja produzida.” Situação que permanece atualmente. Ano após ano acompanham-se os números de safras recordes, sobretudo de soja, mas destacam-se no país, além da soja, a produção de milho, trigo, cacau, algodão, açúcar, café, laranja entre outros, além da pecuária de corte (OLIVEIRA, 2012).

A intensa exploração dos solos por essas atividades provoca erosão, contribuindo para o assoreamento dos rios e comprometimento da qualidade das águas fluviais devido a contaminação por resíduos provenientes das lavouras (ROSS, 2014). Neste sentido, a vegetação tem papel fundamental na proteção dos recursos hídricos. Durante a precipitação, as plantas interceptam as gotas de chuva amortizando o impacto com que atingem o solo, reduzindo o efeito erosivo. As raízes das plantas e a matéria orgânica produzida pela floresta (folhas, frutos, galhos, animais mortos, etc.) favorecem a infiltração de água no solo, que irá abastecer as reservas de água subterrânea e regular a vazão dos rios e nascentes. Não obstante, as florestas funcionam como barreiras que impedem ou ao menos diminuem significativamente a quantidade de sedimentos, resíduos agrícolas ou outros que tenham sido mobilizados pelo escoamento superficial e têm os cursos d’água como

destino final (SÃO PAULO, 2019; TEIXEIRA, et al., 2001).

A água é substância vital para os seres vivos e para diversos sistemas produtivos, é imperioso preservar e desenvolver estratégias de uso que não comprometam o ciclo hidrológico e, portanto, a disponibilidade e a qualidade da água. Dentre os profissionais aptos em trabalhar com a gestão dos recursos naturais, destaca-se o/a geógrafo/a. A despeito disso, Ross (2014, p. 16), defende a pertinência desse tema à Ciência Geográfica, pois de acordo com o autor,

a organização da sociedade na agricultura e na indústria, a dinâmica demográfica, o crescimento e a organização das cidades, suas causas e consequências fazem parte da preocupação da Geografia. A Geografia de hoje deve entender cada vez mais o que acontece com o crescente processo de distanciamento entre os interesses socioeconômicos, de um lado, e as necessidades reais de preservação da natureza, de outro. A procura de soluções alternativas para o desenvolvimento econômico, com justiça social e racionalização do uso dos recursos naturais que atenuem os impactos ambientais, é o rumo a ser perseguido pelas sociedades atuais e futuras. Isso deve ser objeto de preocupação da Geografia, ajudar a encontrar o caminho para o desenvolvimento sustentável (ROSS, 2014, op cit)

Entretanto, Souza (2015) chama atenção para o discurso em torno do desenvolvimento sustentável, incompatível com a lógica capitalista. Nunca se falou tanto em sustentabilidade, mas os índices de desmatamento, poluição e destruição da natureza são cada vez maiores.

Segundo a autora, trata-se de um ideário fomentado pelo próprio sistema capitalista, é como se a destruição da natureza fosse inevitável e, diante desta inevitabilidade, criam-se discursos que permitem ao capitalismo explorar a natureza e os homens, como discurso hegemônico, apregoa limites aceitáveis a destruição da natureza e evoca uma responsabilização individual pela preservação dos recursos naturais em quantidade suficiente a atender as gerações futuras, ou seja, à manutenção dessa lógica exploratória da natureza (SOUZA, 2015).

A Geografia, tendo estas complexas relações que constituem o espaço geográfico como seu objeto de estudo, possui ferramentas capazes de contribuir com os rumos da humanidade frente os atuais problemas. A despeito disto, Suertegaray e Paula, (2019, p. 100) afirmam que “a Geografia permite compreender o mundo e, ao tomar-se consciência do mundo, coloca-se os pés na terra, na qual a luta (política) se faz por espaço, recursos, por lugares de existência.”

De acordo com a edição mais recente do Atlas da Irrigação no Brasil publicado pela ANA (2021), do total bruto de águas captadas em mananciais

superficiais e subterrâneos, 50% são utilizados para irrigação, além do uso animal (8,4%) enquanto, para o abastecimento urbano, esse percentual é de 24%. Considerando-se as diferentes demandas que se tem com relação a água e, por conseguinte, pelo conflito de interesses existente, é imperioso estabelecer normas de consumo para seus diferentes usos, entretanto, em um país cuja economia baseia-se na produção de *commodities*, não é necessário esforço para saber qual setor tem mais força nesse jogo de interesses.

As florestas, como destacado anteriormente, são essenciais à proteção dos recursos hídricos e dos solos, justamente os mais explorados pela atividade agrícola, mesmo assim, os produtores, com o objetivo de expandirem suas áreas de cultivo, retiram a vegetação, especialmente de áreas de nascente e avançam sobre as Áreas de Preservação Permanente - APP dos rios, instigados pela alta rentabilidade das *commodities*, negligenciando a lógica de exploração desenfreada do capital sobre os recursos naturais e sobre eles mesmos, pois, retomando Moreira, o capital aliena os homens a tal ponto de não se reconhecerem como da e na natureza, substituindo uma relação metabólica por total estranhamento (MOREIRA, 2009).

2.2 A EVOLUÇÃO DO DEBATE SOBRE O MEIO AMBIENTE

O primeiro Código Florestal Brasileiro foi criado em 1934, na gestão do então presidente Getúlio Vargas, quando o país vivia acelerado processo de industrialização, sobretudo com incentivos à indústria de base, como a metalúrgica e a siderúrgica. Impulsionado pela crescente demanda industrial por matéria-prima, o Estado viu-se obrigado e regular a exploração dos bens naturais de modo a garantir seu fornecimento à indústria em ascensão (SANTOS FILHO et al., 2015).

Assim, com o objetivo de normatizar o uso dos bens naturais foi instituído pelo Decreto 23.793/34 o Código Florestal Brasileiro. Ferreira e Salles (2016) periodizam a política ambiental brasileira em diferentes fases com base nos estudos de Monosowski (1989) e a esta, chamam de administração dos recursos naturais, justamente por seu caráter regulatório (FERREIRA, SALLES, 2016). Os mesmos autores chamam a atenção para a ausência de uma consciência ecológica, assim não havia demanda social pela preservação dos recursos naturais, ao menos não como a que vivenciamos atualmente.

Em 1965 foi sancionada a Lei nº 4.771, primeira atualização do Código Florestal brasileiro e vigente até a promulgação do Código atual (Lei 12.651/12). Nesta redação, são instituídas as Áreas de Preservação Permanente às margens dos cursos d'água; ao redor de lagos, lagoas ou reservatórios naturais ou artificiais; nascentes; topo de morros, montes montanhas e serras; encostas; restingas, bordas de tabuleiros ou chapadas e em altitude superior a 1.800 metros (BRASIL, 1965).

Ao longo dos anos, a lei de 1965, passou por atualizações a fim de atender novas demandas que se apresentavam, até que em 1989 fossem alteradas as áreas mínimas exigidas para cursos d'água, que elevou de cinco para 30 metros a APP em rios com até 10 metros de largura (SANTOS FILHO et al, 2015; FERREIRA, SALLES, 2016). A APP destinada à proteção dos recursos hídricos instituída pela Lei 7.803/89, tem a mesma metragem mínima da atual redação do Código Florestal, como consta no Quadro 4 apresentado mais adiante na metodologia.

Santos Filho et al. (2015) e Ferreira; Salles (2016) destacam a Constituição de 1988 como marco institucional brasileiro no que concerne a legislação ambiental ao dedicar o Artigo 225 ao meio ambiente. Nele, garante-se o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado para uso comum de todo o povo e que deve ser defendido e preservado para a presente e as futuras gerações, instituindo mecanismos de controle da exploração dos recursos naturais.

Com isso, a Constituição abriu caminho a novas políticas públicas preocupadas em conciliar o desenvolvimento econômico do país com a disponibilidade a longo prazo dos recursos naturais (FERREIRA, SALLES, 2016), muito embora, resgatando Souza (2015), também faz parte do discurso hegemônico do capital a ideia de garantir a disponibilidade dos recursos naturais com vistas a sua ininterrupta exploração e não como bem de uso comum como constitucionalmente se institui. Logo, movimentos ecológicos e sociedade civil precisam atentar-se ao direcionamento dado às políticas públicas ambientais, para que não desvirtuem de seu objetivo constitucional e tornem-se meros mecanismos a serviço da lógica de exploração capitalista, como tem ocorrido nos últimos anos, em que “as medidas estabelecidas no âmbito do Ministério do Meio Ambiente consistiram fundamentalmente na supressão de dispositivos de proteção ambiental” (SILVEIRA, 2021, p. 30).

Tais conquistas, nomeadamente a inserção de um artigo dedicado ao

tema na Constituição, foram possíveis graças aos movimentos ecologistas que se fortaleceram ao longo da década de 1980 culminando na inclusão do meio ambiente na Constituição Federal em 1988, mesmo ano em que o país candidatou-se a sediar a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio 92, 20 anos após a primeira conferência da Organização das Nações Unidas – ONU sobre meio ambiente realizada em Estocolmo no ano de 1972 (SILVEIRA, 2021). A preocupação com a insustentabilidade do modo de produção global com intensa exploração da natureza, trouxe luz aos movimentos ecologistas mundo afora e no Brasil não foi diferente.

A Rio 92 inseriu o “desenvolvimento sustentável” na pauta dos debates ambientais e políticos, conceito utilizado pela primeira vez no Relatório Brundtland – *Our common future* -, mas popularizado na década de 1990. Trouxe ao centro das discussões a urgência em repensar os modos de produção e padrões de consumo vigentes, reconhecidamente nocivos ao meio ambiente. No Brasil, o evento representou um enorme avanço, traduzido na construção do Ministério do Meio Ambiente e serviu como elo de aproximação entre a opinião pública e os movimentos ecologistas (IGNACIO, 2020; SILVEIRA, 2021).

Em 2015, na sede na ONU em Nova York, representantes de Chefes de Estado dos 193 Estados-membros da ONU deliberaram e estabeleceram os Novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável globais, organizados no documento “Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. São 17 objetivos que giram em torno do desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza, promovendo vida digna a todas as pessoas, assegurando e compatibilizando o desenvolvimento econômico com a preservação da natureza. A meta é que sejam alcançados até 2030, ou seja, daqui a sete anos, um gigantesco desafio. Para tanto, a Agenda 2030 evoca e participação de governos, sociedade civil e setor privado (ECAM, 2023; ONU, 2015).

Em novembro de 2022 aconteceu a 27^a edição da Conferência das Partes – COP 27, no Egito, que ocorre desde 1992 quando os países signatários (nesta última edição somaram 198), decidiram reduzir progressivamente as emissões de gases de efeito estufa – GEE, que, comprovadamente contribuem para o aquecimento global, mais uma das consequências do processo predatório ao qual a sociedade tem submetido a natureza. Ano a ano, as COP's são espaços que reúnem representantes dos mais de 190 países membros, sociedade civil e setor privado para

acompanhar o progresso dos acordos já firmados e debater novas questões emanadas destes grupos (SILVA, 2023).

O projeto MapBiomass que faz o mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil, produto de uma iniciativa do Observatório do Clima – OC, fundado em 2002 por ambientalistas e demais membros e organizações da sociedade civil, é fruto da mobilização da sociedade civil preocupada com as mudanças climáticas provocadas pela intensa exploração da natureza pelo atual modelo de produção. Desde sua fundação, o OC tem se articulado para estar presente em todos os espaços onde se discutam questões climáticas e tem aumentado sua rede de atuação, materializada no MapBiomass. Iniciado em 2015, o projeto envolve especialistas de diferentes áreas (sensoriamento remoto, biomassas, uso da terra, SIG e ciência da computação) com o objetivo de gerar uma série histórica de mapas anuais de uso e cobertura da terra de todo o território brasileiro (OC, 2023; MapBiomass, 2023).

O Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/12), cujas discussões iniciaram-se em 2009 (SANTOS FILHO et al., 2015) traz em seu Art. 1º o objetivo de desenvolvimento sustentável, reafirma o compromisso do país com a preservação das florestas, de sua biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos, do sistema climático. Destaca a importância da atividade agropecuária para o país e compromete-se a compatibilizar o uso produtivo da terra com a preservação da água, do solo e da vegetação, além de atribuir a União, Estados, Distrito Federal e Municípios, juntamente a sociedade civil, a responsabilidade em criar políticas públicas para a preservação e restauração da vegetação nativa e suas funcionalidades ecológicas, compromete-se com o fomento à pesquisas que contribuam com estes preceitos com incentivos econômicos que visem preservar e recuperar a vegetação nativa, no sentido de promover atividades produtivas sustentáveis (BRASIL, 2012).

Apesar das inúmeras questões em torno do desenvolvimento sustentável, antagônico à lógica do sistema capitalista (SOUZA, 2015), é a ideia difundida por diferentes iniciativas de órgãos públicos ou empresas privadas visando a preservação dos recursos naturais. A Lei 12.651/12 dispõe sobre o Novo Código Florestal, institui, dentre outros, as Áreas de Preservação Permanente tendo como argumento a compatibilização do desenvolvimento econômico e atividades agropecuárias com a preservação da natureza. Diante de tudo o que já foi discutido aqui, sabe-se que é um constante desafio, contribuindo para esta reflexão, alerta

Souza (2015, p. 154):

(...) hoje é notório que o planeta não está conseguindo se recompor com a celeridade com que é destruído, e muito menos os homens estão conseguindo elaborar tecnologias que venham a poupar e/ou retardar o esgotamento dos recursos indispensáveis à nossa sobrevivência.

Todavia, diante dos mecanismos atualmente disponíveis e que possam, em alguma medida, contribuir com a preservação dos recursos naturais, a Lei 12.651/12 enquadra-se nesta categoria, portanto, cabe a toda a sociedade cobrar seu cumprimento. O que, como mencionado anteriormente, esbarra em interesses conflitantes, por isso a importância de pesquisas que objetivem identificar as áreas em conflito de uso do solo, os sujeitos envolvidos e entender o que está por trás destes conflitos.

2.3 DISCUSSÕES E TÉCNICAS PARA ANÁLISES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Visando superar os interesses individuais de diferentes setores da sociedade pela demanda de uso da água e, considerando que as atividades desenvolvidas nos limites de uma bacia hidrográfica repercutem em toda a sua extensão, manifestando-se, notoriamente nos rios (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 64), é estratégico gerir os recursos hídricos a partir do território de uma bacia hidrográfica.

A bacia hidrográfica pode ser entendida como uma porção do território drenada por um rio principal e seus afluentes, limitada por um divisor de águas que drena materiais e sedimentos dissolvidos na água, possui uma saída comum e diferentes tamanhos e formas (COELHO NETTO, 1995; GUERRA, 1993). Christofoletti (1980) salienta que os rios são afetados por todas as atividades desenvolvidas ao longo da bacia, o que demonstra a relevância em considerar as bacias hidrográficas como unidades de gestão e planejamento territorial, a fim de se adotarem estratégias comuns de manejo e conservação que se apliquem a toda a extensão de uma bacia, considerando sua unicidade quanto aos impactos decorrentes dos usos que nela ocorrem, extrapolando, portanto, os limites municipais e estaduais e, até mesmo, as fronteiras nacionais.

A pluralidade de interesses sobre um mesmo recurso em um território compartilhado por grupos heterogêneos, impõe a necessidade de adotar leis e outros mecanismos que visem compatibilizar estes múltiplos interesses, evitando-se conflitos

e garantindo a oferta de água aos diferentes usos que se façam necessários, sem comprometer sua qualidade, o que se apresenta como um importante desafio aos gestores públicos, setor privado e a toda a sociedade, faz-se indispensável, além de entender o comportamento hidrológico de uma região, compreender os efeitos dos conflitos de interesses destes diversos grupos sobre dado espaço (MENDES; CIRILO, 2013).

Nesta perspectiva, a Lei 12.651/12, que estabelece o Código Florestal Brasileiro, apresenta-se como uma das ferramentas para compatibilizar os múltiplos interesses sobre um mesmo território e seus recursos naturais. Como mecanismo de acompanhamento das áreas de preservação, destacam-se as técnicas de sensoriamento remoto associadas aos Sistemas de Informação Geográfica – SIG, por mostrarem resultados satisfatórios, de fácil comprovação, com equipe de trabalho e custos de levantamento reduzidos. A validade dos resultados obtidos com o uso dos SIG é comprovada por inúmeros estudos, como os apresentados por Nascimento et al. (2005); Vestena, Thomas (2006); Gasparini et al. (2013); Valle Junior et al. (2013); Almeida, Vieira (2014); Santos, Miranda, Bordalo (2019) e Speth et al (2020).

As florestas são essenciais à proteção dos recursos hídricos, pois atuam na forma e intensidade com que as gotas de chuva atingem o solo, na infiltração da água, no processo de evapotranspiração e como barreira física à entrada de sedimentos nos cursos d'água. Durante a precipitação, as gotas de chuva são interceptadas pelas copas das árvores, parte desta, nem chega ao solo devido a evaporação, a água que chega ao solo escorre pelos troncos das árvores e/ou, devido a interceptação pelas folhas, atinge o solo sem impactá-lo fisicamente desagregando suas partículas e causando erosão (KARMANN, 2001).

Quando atinge o solo, a água pode infiltrar, graças a força gravitacional, preenchendo os espaços vazios em subsolo e atingindo os reservatórios subterrâneos. A infiltração é o processo mais importante de recarga da água no subsolo (KARMANN, 2001, p. 118), portanto, deve-se pensar em ações que favoreçam a infiltração da água, garantindo a recarga dos aquíferos e, por conseguinte, a vazão regular de rios e nascentes. Quando a capacidade de absorção de água pelo solo é atingida, ocorre o escoamento superficial. Porém, este trajeto depende de outros fatores: tipo e condição dos materiais terrestres, cobertura vegetal, topografia, precipitação e ocupação do solo (KARMANN, 2001).

A bacia hidrográfica é o sistema físico em que se pode quantificar o

ciclo da água (KARMANN, 2001, p.116). Um dos processos que devem ser considerados em estudos que visem quantificar e/ou qualificar o cenário hídrico de uma bacia hidrográfica, como mencionado, é a infiltração, dentre as variáveis que atuam diretamente sobre a infiltração, está a cobertura vegetal. Em pesquisas que objetivaram comparar a taxa de infiltração de água no solo em áreas com diferentes usos, com testes em área de floresta nativa/pastagem/lavoura temporária, as áreas com floresta nativa apresentaram as maiores taxas de infiltração independentemente do método utilizado (CECCATO et al, 2019; MARTINS, SANTOS, 2017; RODRIGUES JUNIOR, STINGELIN, BARROS, 2019; GALVÃO, 2020), além disso, em áreas de cultivo ou pastagem com bom manejo do solo, os resultados também foram satisfatórios. Estes resultados corroboram para a importância em preservar florestas, recompor áreas degradadas e implementar práticas conservacionistas de uso do solo.

A retirada da vegetação ripária dos cursos d'água e nascentes também pode resultar no aumento da temperatura destes corpos hídricos em razão da maior incidência da luz solar sobre as águas, modificando a estrutura biótica deste ambiente, em casos extremos, pode levar a completa perda de comunidades aquáticas neles presentes (KRUPEK; FELSKI, 2006). Não há benefícios na supressão da vegetação ripária.

O levantamento realizado entre 2019 e 2020 para o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Identificação de áreas de conflito de uso do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho em Rolândia, Paraná” (OLIVEIRA, 2020) constatou que, do total de APP de todo o município, 75,9% estão em conformidade com a legislação ambiental, ou seja, tem, no mínimo, 30 metros de faixa de vegetação preservada em cada uma das margens dos rios e 50 metros ao redor das nascentes, de acordo com o Código Florestal (Lei nº12.651/12) e 24,1% das APPs apresentam outros usos em sua extensão. Especificamente com relação ao Ribeirão Vermelho, estes números estão em 85,2% de APP preservada e 14,8% não preservada, somando-se as APPs de rios e nascentes. Destaca-se que, do total de APP não preservada, 77,3% das áreas estavam ocupadas por lavouras temporárias (soja/milho/trigo). Outro dado obtido neste levantamento é a maior ocorrência de conflitos de uso do solo em nascentes e rios de primeira ordem, como também constataram Krupek e Felski (2006).

Diante da inegável importância ambiental das APP e do recorrente desrespeito ao cumprimento da preservação da área mínima estipulada em lei, são

necessários estudos que contribuam para a identificação das áreas de conflito e agentes causadores de degradação, com o intuito de promover o debate público a respeito da questão, sensibilizando setor público, privado e sociedade civil quanto a importância da gestão consciente dos recursos naturais.

Ross (1994, p. 64) alerta para a urgência de se incluir nos planejamentos físico-territoriais a perspectiva ambiental, considerando-se os importantes problemas ambientais causados pela ação humana, destaca que

a preocupação dos planejadores, políticos e sociedade como um todo, ultrapassa os limites dos interesses meramente de desenvolvimento econômico e tecnológico, mas sim devem preocuparem-se com o desenvolvimento que leve em conta não só as potencialidades dos recursos, mas sobretudo a fragilidade dos ambientes naturais face as diferentes inserções dos homens na natureza (ROSS, 1994, p. 64).

Tendo em vista que a fragilidade de cada ambiente diante da ação humana é maior ou menor em razão de suas características genéticas (ROSS, 1994, p. 63), é imperativo realizar estudos integrados do ambiente.

Embásado pelo conceito de Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977), Ross desenvolveu uma metodologia de análise da fragilidade ambiental, a “Análise empírica da fragilidade de ambientes naturais e antropizados” (1994). Ele aponta que para conhecer as potencialidades dos recursos naturais é necessário realizar levantamentos de solos, relevo, rochas e minerais, águas, clima, flora, fauna e outros componentes entendidos como basilares à vida e a análise da fragilidade exige a avaliação integrada destes componentes, pois fundamenta-se “no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre as suas componentes físicas e bióticas” (ROSS, 1994, p. 65).

Nesta proposta, o ambiente é analisado sob a ótica da Teoria dos Sistemas, cujo pressuposto consiste no entendimento de que “na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações em equilíbrio dinâmico” (ROSS, 1994, p. 65).

Entretanto, a ação humana pode alterar este equilíbrio, culminando em desequilíbrios temporários ou permanentes. As Unidades Ecodinâmicas Instáveis são aquelas modificadas intensamente pela ação antrópica, já as unidades Ecodinâmicas Estáveis não foram impactadas pela ação humana, estão em equilíbrio (ROSS, 1994, p. 66).

Para que pudesse ser aplicados ao planejamento Ambiental, o autor

ampliou os conceitos, criando graus de maior ou menor instabilidade, hierarquicamente divididos em muito fraca, fraca, média, forte e muito forte, aplicadas tanto às Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente, como às Unidades Ecodinâmicas Estáveis ou de Instabilidade Potencial, pois, apesar de encontrarem-se em condição de equilíbrio dinâmico, as Unidades Ecodinâmicas Estáveis estão suscetíveis à ação antrópica, o que, com base em suas características naturais e nível de intervenção humana, pode resultar em diferentes graus de fragilidade. Para isso, a análise deve integrar levantamentos pedológicos, geológicos, climáticos e de uso e ocupação do solo (ROSS, 1994).

A metodologia proposta por Ross (1994) segue embasando incontáveis trabalhos, alguns listados por Teixeira et al. (2021, p. 1944): Sporl (2001), Sporl e Ross (2004), Kawakubo et al. (2005), Sporl (2007), Amaral e Ross (2009), Vitte e Mello (2009), Franco et al. (2012), Gomes (2013), Alves et al. (2018), Santos e Marchioro (2018), Storto e Cocato (2018), Almeida et al. (2020), Nörnberg e Rehbein (2020), Santos e Marchioro (2020), dentre outros.

Aliada ao geoprocessamento, a metodologia de Ross vem contribuindo com os estudos de fragilidade ambiental no país, mostrando-se adaptável à diferentes escalas e sempre atual quando se deseja aferir os diferentes graus de fragilidade de um ambiente, bem como suas potencialidades, destacam Storto e Cocato (2018, p. 1706).

Assim, entende-se que a avaliação da fragilidade ambiental da BHRV por meio da metodologia de Ross (1994), auxiliada pelos SIG é viável e oportuna, em tempos de crise hídrica que aflige não só a Região Hidrográfica Paraná (abrange os estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Distrito Federal), no qual insere-se a área de estudo, mas em outras regiões do país. Mais que oportuna, é uma ação necessária, pois a partir do conhecimento das condições naturais e socioeconômicas de dado espaço, pode-se estabelecer estratégias de desenvolvimento que estejam em consonância com suas potencialidades e fragilidades.

No campo das geotecnologias estão os Sistemas de Informação Geográfica – SIG, um conjunto de programas computacionais (*software*) que integra dados (*dataware*), pessoas (*peopleware*) e equipamentos (*hardware*) com a finalidade de coletar, armazenar, editar, analisar dados espacialmente referenciados e gerar novos dados e informações (FITZ, 2008; ZAIDAN, 2017), “visando a possibilidade de

planejar e monitorar questões ligadas ao espaço físico geográfico através dos produtos gerados pelo sistema, que são arquivos digitais contendo mapas, gráficos, tabelas e relatórios convencionais" (ZAIDAN, 2017, p. 200).

O geoprocessamento encontra nos SIG um facilitador, pois automatizaram várias técnicas, por exemplo, a sobreposição de mapas de inúmeras temáticas para análises múltiplas e em diferentes áreas do conhecimento, metodologia da qual faremos uso nesta pesquisa e que é amplamente utilizada no campo da geografia. Diversas pesquisas utilizam os SIG para identificação de áreas com conflito de uso do solo, como propõe esta pesquisa.

Destacam-se, entre os acima mencionados, o estudo de Speth *et al.* (2020), o qual empregaram os SIG na identificação de áreas de conflito de uso do solo no município de Candelária – RS e salientam a importância destes sistemas para a detecção eficaz das áreas ambientalmente impactadas pela ação antrópica, o que possibilita ações e planejamento por parte dos órgãos públicos responsáveis. Também ressaltam que a ação antrópica desordenada afeta seriamente os ecossistemas, por vezes, podem resultar na extinção de afluentes em decorrência da supressão da vegetação protetiva para uso da área, comprometendo também, fauna e flora locais.

Santos, Miranda e Bordalo, (2019), identificaram conflitos de uso do solo em APP na bacia hidrográfica do Rio Igarapé - Açu, no Nordeste paraense, o que possibilitou, segundo os autores, compreender o grau de antropização da bacia. Eles apontam que a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica pode ser mensurada com base nas condições de sua APP, afirmam que a identificação de áreas em conflito de uso contribui não só para o diagnóstico da área de estudo, mas direciona as ações a serem implementadas para a preservação do ambiente, orientando as políticas de planejamento e manejo.

Os autores destacam a importância do planejamento ambiental frente ao atual cenário de degradação ambiental e enfatizam que "Quando há predominância do anseio pelo crescimento econômico a susceptibilidade dos sistemas ecológicos são ignoradas como forma de sustentar a necessidade pelo aumento das produções antrópicas" (SANTOS, MIRANDO, BORDOLO, 2019, P. 8), como consequência, apontam que:

(...) a predominância de um sistema de uso e ocupação do solo que subtrai da paisagem as suas formações vegetais naturais em substituição às

paisagens culturais urbanas e agropecuárias, que comprometem qualquantitativamente os reservatórios hídricos, afetando a biodiversidade e a diversidade sociocultural em uma escala que ascende os limites locais (SANTOS, MIRANDA, BORDALO, 2019, p. 8).

Santos (2018) utilizou a base de dados do Cadastro Ambiental Rural – CAR, para identificar áreas de conflito de uso do solo em nascentes, no município de Anápolis – GO. O CAR foi criado pela Lei nº12.651/12 e consiste em um registro público eletrônico de âmbito nacional e obrigatório para todos os imóveis rurais, tem como finalidade “integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento” (BRASIL, 2012), segue, portanto, na direção das políticas públicas ambientais implementadas ao longo de anos de discussões e apelos dos movimentos ambientais e órgãos internacionais por mecanismos de controle e combate ao uso insustentável dos recursos naturais.

Santos (op cit) diz que as técnicas de geoprocessamento são uma das formas para fiscalização de áreas protegidas, como as APP. Ele utilizou imagens do satélite Landsat-8 para gerar um mapa de uso solo do município estudado e identificar áreas de conflito de uso do solo. Constatou irregularidades em mais da metade da área destinada a APP no entorno de nascentes, com base na Lei nº12.651/12, as principais classes conflitantes foram, respectivamente, pastagem, agricultura e solo exposto.

O autor ainda aponta o assoreamento dos cursos d’água como uma das principais consequências da ausência de vegetação ripária, os sedimentos carreados para dentro dos rios provocam a diminuição da profundidade do canal fluvial e, em nascentes, pode ocorrer o soterramento, uma vez soterrada, a surgência hídrica fica comprometida.

Kacharouski, Curcio e Bonnet (2021), discorrem sobre a cobertura vegetal em nascentes, dizendo que “além de ser eficiente na contenção de sedimentos e coloides, também realiza a sustentação mecânica de taludes por meio de raízes, diminuindo fortemente o processo de desbarrancamento e, consequentemente, o remonte erosivo em nascentes”

Há incontáveis estudos, além dos referidos aqui, que demonstram o quanto caro custa à fauna, flora, recursos hídricos e sistemas produtivos a remoção da vegetação nativa em APP. Mesmo assim, o manejo inadequado dos solos é prática recorrente. Por isso entende-se que a maneira como a atividade humana impacta e

compromete o ambiente reflete a relação de estranhamento entre o homem e a natureza discutida por Moreira (2009).

Como integrante da natureza e não como um ser independente e alheio a ela, o homem (leia-se a sociedade), ao destruir a natureza destrói a si mesmo, compromete o sistema do qual ele faz parte. Todavia, diante dos desafios que o sistema atual de produção impõe, a sociedade tem por obrigação perseguir um modelo de produção que não comprometa os ecossistemas e assim, sua própria sobrevivência.

Neste sentido, a análise da fragilidade ambiental de dada área - neste caso de uma bacia hidrográfica-, bem como suas potencialidades, são caminho para ações de planejamento e gestão deste espaço, o que, nos dizeres de Santos, Miranda e Bordalo (2019, p. 8)

(...) é um processo estratégico de pensar e construir um futuro, manipulando os cenários tendo como meta minimizar e prevenir os efeitos adversos das interferências antrópicas na manifestação da dinâmica natural dos sistemas ambientais inseridos.

Seria ideal se fosse repensado a forma como exploramos a natureza e qual relação mantemos com ela, com a água, o consumo de bens e serviços, a produção de lixo e, sem dúvidas, há diversas iniciativas individuais e coletivas neste sentido. Não se objetiva aqui construir propostas nesta direção, não agora, mas sim, diante do atual cenário e utilizando as técnicas disponíveis, deseja-se que as reflexões aqui levantadas, em alguma medida, alcancem o público e levem a repensar a gestão e planejamento das atividades econômicas envolvidas neste levantamento e pesquisa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A execução desta pesquisa se deu em duas etapas: a primeira consistiu na avaliação da fragilidade ambiental da BHRV e a segunda na identificação de áreas de conflito de uso do solo nas APP.

Para a avaliação da fragilidade ambiental da BHRV, foi aplicada a metodologia proposta por Ross (1994), a qual apresenta uma categorização das variáveis intrínsecas do meio físico, que podem ser consideradas para o diagnóstico da área de interesse.

O modelo desenvolvido por Ross (1994) e adaptado neste trabalho, propõe que cada uma das variáveis do meio físico seja hierarquizada em cinco classes de acordo com sua fragilidade. Assim, as variáveis mais estáveis apresentarão valores mais próximos de 1,0, as intermediárias ao redor de 3,0 e as mais frágeis estarão próximas de 5,0. Desta forma, a partir da composição das relações destas três variáveis (a seguir) obtém-se a fragilidade da área de estudo:

- Declividade - categoria hierárquica muito fraca (1) a muito forte (5);
- Solos - classes de fragilidade muito fraca (1) a muito forte (5);
- Uso e ocupação do solo - categoria hierárquica muito fraca (1) a muito forte (5).

A partir disso, pode-se estabelecer uma classificação da fragilidade por meio da composição entre estes três planos de informação combinados pelas categorias e algarismos acima mencionados. O primeiro relacionado ao relevo (declividade), o segundo relacionado as características do tipo de solo e o terceiro relacionado ao uso e ocupação do solo.

Da combinação dos algarismos para cada variável (ex.: 11111, 12132, 23452, 34234, 55555), foi possível hierarquizar os graus de fragilidade natural. Nesta convenção, o conjunto numérico 11111 representa todas as variáveis favoráveis (fragilidade muito baixa), e o conjunto numérico 55555 apresenta todas as variáveis desfavoráveis (fragilidade muito forte).

A metodologia proposta por Ross permite que se adaptem as variáveis consideradas à área de estudo, de acordo com o que se busca evidenciar, como fizeram Gaedke *et al.* (2021); Gonçalves *et al.* (2011); Silveira, Oka-Fiori (2006), entre outros. No caso da BHRV, os solos pouco variam e, dadas suas características genéticas, a declividade da bacia é o que potencialmente pode conferir maior ou

menor estabilidade. Portanto, optou-se por fazer uma média ponderada das duas variáveis sendo que para solos foi utilizado 40% e para declividade 60% do total. Assim, foi gerado o mapa de fragilidade potencial, produto do cruzamento das variáveis solos e declividade.

Diante dos diferentes estados de equilíbrio e desequilíbrio que o ambiente está submetido, Ross (1994) sistematizou uma hierarquia nominal de fragilidade representadas por categorias de valores como já explicitado anteriormente. Para a variável declividade, o autor propõe a hierarquização (Quadro 1) em que o número 1 corresponde ao menor grau de fragilidade e 5 ao maior.

Quadro 1 – Graus de fragilidade para cada classe de declividade.

Classe de Fragilidade	Classes de declividade - %	Valor
Muito Fraca	Até 6	1
Fraca	De 6 a 12	2
Média	De 12 a 20	3
Forte	De 20 a 30	4
Muito Forte	Acima de 30	5

Fonte: Ross (1994).

A mesma classificação aplica-se a análise dos solos, considerando a susceptibilidade a erosão de cada classe de solo em relação ao escoamento das águas pluviais, como está exposto no Quadro 2, adaptado de Ross (1994) por Storto e Cocato (2018), que consideraram atualizações feitas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS.

Quadro 2 - Classes de fragilidade dos solos.

Classe de Fragilidade	Tipos de Solos	Valor
Muito Fraca	Latossolos (textura argilosa e muito argilosa)	1
Fraca	Latossolos (textura média)	2
Média	Nitossolos	3
Forte	Argissolos não abrúpticos; Cambissolos Alumínicos	4
Muito Forte	Neossolos Regolíticos; Neossolos Flúvicos, Gleissolos, Cambissolos Flúvicos e Organossolos; Neossolos Flúvicos, Gleissolos, Cambissolos Flúvicos e Organossolos; Argissolos abrúpticos e Luvissolos; Neossolos Litólicos; Cambissolos Alumínicos, Chernossolos e Neossolos Quartzarênicos	5

Fonte: Storto; Cocato (2018), adaptado de Ross (1994).

O processamento das informações espaciais ocorreu em ambiente digital com a utilização do software ArcGIS 10.5, por meio de seu aplicativo ArcMap em que se realizam análises, criação e edição de informações geoespaciais. O mapa de declividade foi gerado a partir do Modelo Digital de Elevação - MDE Topodata, disponibilizado no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, base de dados amplamente utilizada. A área da bacia se estende pelas folhas 22_525 e 23_525.

Os arquivos raster foram baixados e combinados em uma imagem única por meio da ferramenta *Mosaic To New Raster* (*Arc Toolbox>Data Management Tools>Raster>Raster Dataset*), de onde se extraiu apenas a área correspondente aos limites da bacia, com a ferramenta *Clip* (*Arc Toolbox>Data Management Tools>Raster>Raster Processing*). Em seguida, com a ferramenta *Slope* (*Arc Toolbox>Spatial Analyst Tools>Surface*) obteve-se o mapa de declividade, cujas classes geradas automaticamente pelo programa foram reagrupadas de acordo com Ross (1994) (Quadro 1).

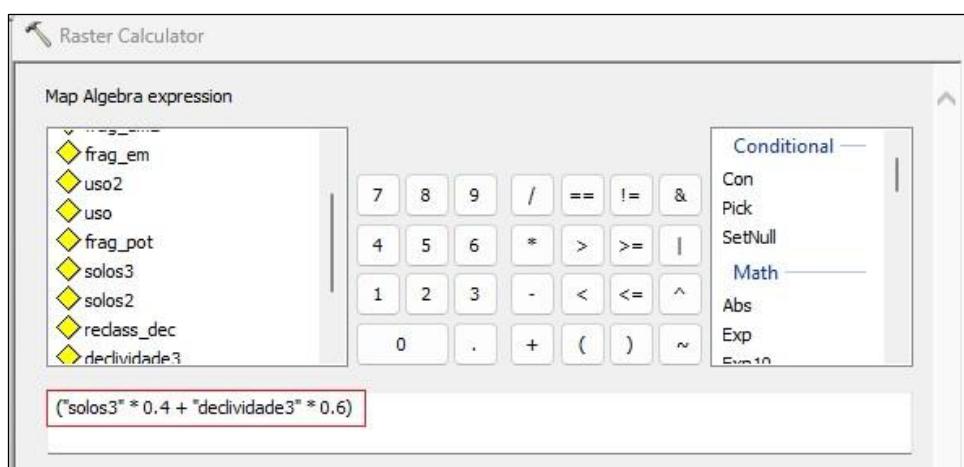
Na etapa seguinte, com a ferramenta *Reclassify* (*Arc Toolbox>3D Analyst Tools>Raster Reclass*) as classes de declividade foram reclassificadas de acordo com o grau de fragilidade (valores de 1 à 5) estabelecido por Ross (1994),

conforme esquematizado no Quadro 1, originando um novo arquivo raster.

Para a variável solos foi utilizado o *Shapefile* produzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2020), disponível na Plataforma GeoInfo. Deste, extraiu-se um arquivo secundário apenas para os limites da área de estudo, com o auxílio da ferramenta *Clip* (*Geoprocessing>Clip*). O mesmo foi convertido para o formato raster com a ferramenta *Polygon To Raster* (*Arc Toolbox>Conversion Tools>To Raster*), observando-se o campo *Cellsize*, referente ao tamanho da célula do raster de saída, este deve ter correspondência com o arquivo raster ao qual será combinado na etapa subsequente. Posteriormente, o *Shapefile* foi submetido a mesma ferramenta de reclassificação (*Reclassify*), atribuindo às classes de solos seu respectivo grau de fragilidade (1 ao 5), conforme o Quadro 2.

De posse dos dois arquivos raster contendo os valores correspondentes ao grau de fragilidade proporcionados pela declividade e tipo de solos, foi gerado o mapa de Fragilidade Potencial, com o emprego da ferramenta *Raster Calculator* (*Arc Toolbox>Spatial Analyst Tools>Map Algebra*). À declividade atribuiu-se peso maior, portanto, a equação (destacada no retângulo vermelho) para gerar o mapa de fragilidade potencial foi construída da seguinte forma:

Figura 2 – Tela auxiliar da ferramenta *Raster Calculator* no *ArcMap*.



Fonte: ArcMap (versão 10.5) (2023).

As informações de declividade e solos foram, portanto, utilizadas para gerar o mapa de Fragilidade Potencial da bacia em estudo, ou seja, mostra qual a fragilidade da bacia levando em consideração apenas os elementos do meio físico-natural. Com esse mapa e as informações referentes ao uso do solo, foi possível gerar o mapa de Fragilidade Emergente, que ilustra o quanto um determinado

ambiente já foi transformado pelas atividades antrópicas.

Para o grau de proteção proporcionado ao solo pelo tipo de cobertura vegetal os valores também variam do 1 ao 5, porém o 1 corresponde ao maior grau de proteção e menor nível de fragilidade, enquanto o 5 ao menor grau de proteção e maior de fragilidade (Quadro 3).

Quadro 3– Graus de proteção por tipo de cobertura vegetal.

Graus de Proteção	Tipos de Uso e Ocupação do Solo	Valor
Muito Forte	Floresta em Estágio Médio ou Avançado	1
Forte	Agricultura Perene; Floresta em Estágio Inicial; Reforestamento	2
Média	Agricultura Anual; Vegetação de Várzea	3
Fraca	Pastagens e Campos	4
Muito Fraca	Solo exposto ou Mineração; Área Urbanizada e construída	5

Fonte: Ross (1994).

Para produzir o mapa de Fragilidade Emergente, foi utilizado o mapa de uso do solo do ano de 2020, o mais atual dentro do recorte temporal proposto nos objetivos. Os mapas de uso e cobertura do solo utilizados são provenientes do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil – MapBiomass. O mapa de uso do solo foi convertido para *raster* e reclassificado (*Reclassify*) para atribuir o grau de fragilidade ambiental por tipo de uso do solo. Em seguida, com o *Raster Calculator*, foi gerado o mapa de Fragilidade Emergente, porém, não houve atribuição de peso maior a nenhuma das variáveis, empregando-se a média simples. O esquema abaixo resume o processo para obtenção do mapa de Fragilidade Emergente:

Figura 3 – Esquema simplificado para geração do mapa de Fragilidade Emergente.



Org.: a própria autora (2023).

De posse dos mapas de fragilidade potencial e emergente, partiu-se para a segunda etapa da pesquisa que consistiu em analisar a evolução do uso do solo na bacia e as áreas de conflito em APP, objetivando mostrar, já com base na fragilidade da bacia, a condição ambiental de suas APP

Para tanto, foram adquiridos os dados disponibilizados pelo MapBiomas, com mapas de uso e cobertura do solo de 1985 a 2021. Já foram publicadas sete coleções, sendo a sétima de agosto de 2022. A base utilizada aqui corresponde a Coleção 6, publicada em agosto de 2021. Todos os arquivos de uso da terra estão em formato matricial com 30 m de resolução espacial e foram submetidos ao método de classificação por pixel para identificar as classes de uso do solo (MapBiomas, 2023). O MapBiomas utiliza as imagens de satélite do programa *Landsat*, que lançou seu primeiro satélite em 1972 e um total de oito outros bem-sucedidos, o mais recente, *Landsat 9*, ocorrido em 2021, permanece ativo. O projeto tem como objetivo a observação dos recursos naturais em toda a Terra (INPE, 2023).

Os arquivos podem ser acessados, tanto na plataforma do MapBiomas através do link <https://mapbiomas.org/download>, quanto no *Google Earth Engine*. Aqui, os mapas de uso e cobertura da terra foram baixados diretamente da plataforma, por bioma e, posteriormente, empregou-se a ferramenta *Clip* para fazer os recortes apenas para a área de estudo.

As cores utilizadas nos mapas e os nomes das classes de uso do solo

correspondem às estipuladas pelo MapBiomas, com exceção das classes cana, café e outras lavouras temporárias. Optou-se por alterá-las objetivando maior diferenciação da classe soja, para favorecer a distinção desta ao analisar a expansão da área ocupada. Na plataforma estão disponíveis arquivos de legenda compatíveis com o ArcGis e outros SIG.

Os limites da BHRV, a rede de drenagem da bacia, os limites municipais, o mapa geológico e geomorfológico, todos em formato Shapefile (.shp), foram adquiridos, via download, no site do Instituto Água e Terra – IAT. O mapa com a classificação climática para o Estado do Paraná é produto do Atlas Climático do Paraná publicado em 2019 pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR – EMATER – IDR- Paraná e corresponde a classificação climática de Köppen. Como a área da BHRV está em um único tipo climático e não há disponibilidade do arquivo em *Shapefile*, optou-se por apresentar a figura como consta na publicação supracitada. Os limites do Brasil e Unidades da Federação estão disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

Para identificar as áreas de conflito de uso do solo nas Áreas de Preservação Permanente – APP da BHRV, construiu-se polígonos no entorno de rios e nascentes perenes com a área de abrangência mínima definida pela Lei 12.651/12. Até o ano de 2012, quando houve a aprovação do Novo Código Florestal (Lei 12.651/12), as áreas mínimas de vegetação para áreas de rios e nascentes já haviam sido alteradas desde o antigo código florestal (Lei 4.771/65), por meio da Lei 7.803/89, mantidas no código atual (Lei 12.651/12), sintetizadas no Quadro 4. Então, com o auxílio de imagens de satélite, averiguou-se a largura dos cursos d’água para construir os *buffers* com a área correspondente as larguras encontradas.

O trecho final do Ribeirão Vermelho corresponde já ao reservatório da Usina Hidrelétrica Capivara – UHE Capivara e o lago decorrente não foi considerado. A Lei 12.651/12 aponta que cada empreendimento desta natureza tem especificidades quanto a largura mínima da APP e, como não houve sucesso em tentar contatar a UHE Capivara pelos meios indicados em seu endereço eletrônico, excluiu-se a área do reservatório do cômputo das APP e optou-se apenas em analisar as nascentes e rios em seu leito regular, entendendo-se que não haveria prejuízos para os objetivos propostos.

Os polígonos ou *buffers*, foram gerados em ambiente digital via ArcMap por meio da ferramenta *Buffer* (*Geoprocessing>Buffer*), cujas larguras foram

balizadas pelo estabelecido no Código Florestal (Quadro 4). Para identificar a largura dos cursos d'água na BHRV, recorreu-se as imagens de satélite do *Google Earth*, que tem a ferramenta “Régua” para medir objetos, assim, verificou-se que há cursos d'água com duas metragens: em sua maioria os rios têm menos de 10 metros (APP/*buffer* de 30 metros) e, em trechos menores, a largura é superior a 10 metros e inferior a 50 metros (APP/*buffer* de 50 metros). Com a APP delimitada, a próxima etapa foi reconhecer quais classes de uso do solo estavam presentes nas APP, identificando, desse modo, as áreas em conflito, pois, onde havia floresta, há indicativo de manutenção da APP e onde havia outro uso (agrícola, urbano etc.) não há indicativo de preservação.

Quadro 4 – Metragem mínima da APP de acordo com a largura do curso d'água e raio de proteção para as nascentes.

Largura do curso d'água (m)	APP (m)
Menos de 10	30
De 10 a 50	50
De 50 a 200	100
De 200 a 600	200
Superior a 600	500
Nascentes	50

Fonte: Adaptado da Lei 12.651/12 (BRASIL, 2012).

O arquivo contendo a delimitação das APP (*buffers*) foi sobreposto aos mapas de uso e cobertura do solo para gerar os mapas de conflito, ou seja, áreas que deveriam ter sua vegetação conservada, mas que não apresentam ou então possuem outra classe que não a de floresta. Assim, foram definidos os parâmetros para caracterizar as áreas de conflito de uso do solo, sendo que as áreas de formação florestal, campo alagado e área pantanosa e de corpos d'água correspondem a “áreas regulares” e, as demais classes de uso correspondem as “áreas de conflito”.

Tais procedimentos foram elaborados para os quatro anos selecionados (1990, 2000, 2010, 2020), sendo que os dados gerados foram espacializados em mapas para ilustrar as áreas regulares e de conflito e sua evolução ao longo do tempo.

Informações socioeconômicas, demográficas e de produção agropecuária foram obtidas nos sites do Instituto Paranaense de Desenvolvimento

Econômico e Social – IPARDES e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Todos os dados coletados foram sistematizados e analisados com o auxílio do levantamento bibliográfico realizado, com discussões e estudos já efetivados como suporte à análise da área de interesse desta pesquisa, no sentido de contribuir para gestão dos recursos naturais da BHRV a partir de suas fragilidades e potencialidades.

Realizou-se uma visita a campo para reconhecimento da área de estudo, o trajeto se deu pelas vias principais que cruzam os municípios compreendidos pela BHRV (PR-445, PR-090, PR-170 e BR-369).

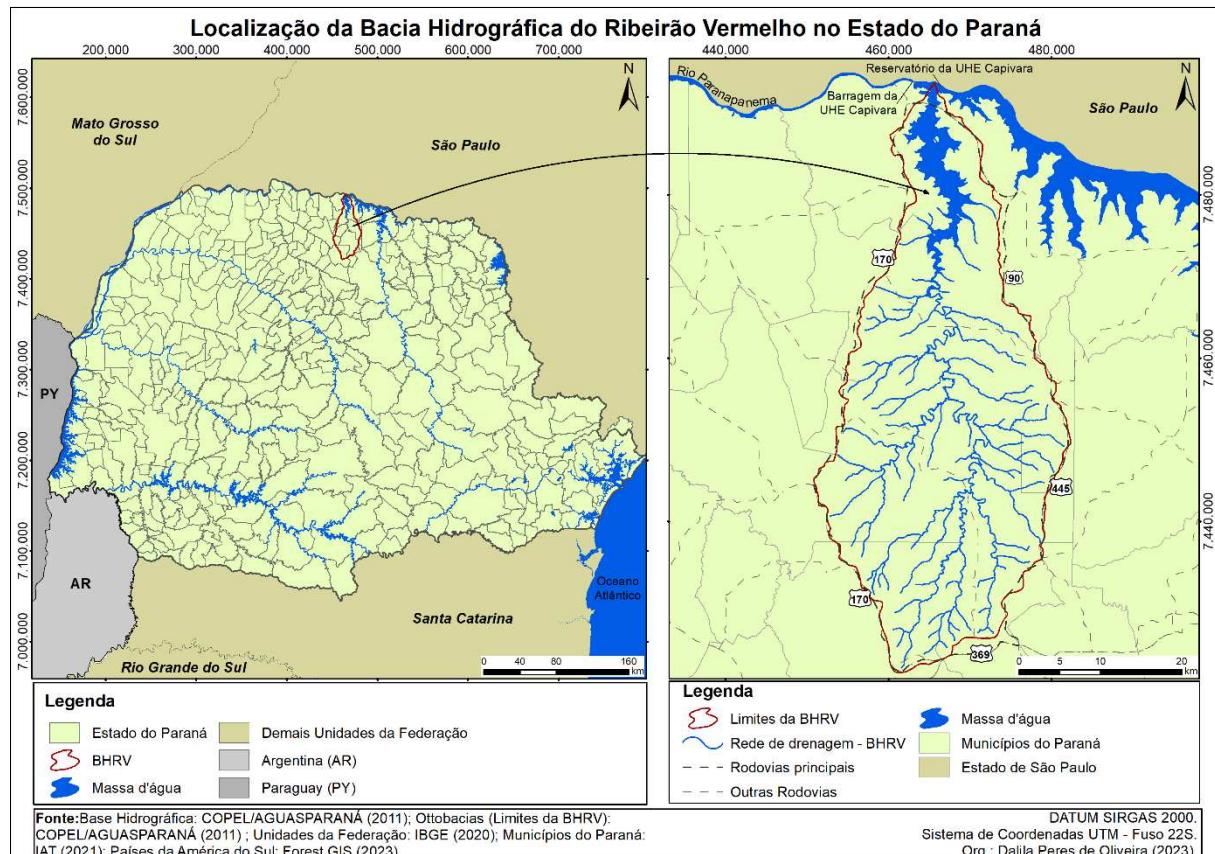
Para a interpretação dos dados sistematizados e construção textual da pesquisa, recorreu-se a trabalhos e outras publicações técnicas e científicas, com o objetivo de gerar mapas, gráficos, tabelas e outros meios de divulgação dos resultados obtidos.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO

A BHRV tem 1.273,7 km² de extensão e desenvolve-se em sentido sul-norte, percorrendo 140,4 km, os quais abrangem porções territoriais de oito municípios a saber: Rolândia, Cambé, Jaguapitã, Bela Vista do Paraíso, Florestópolis, Prado Ferreira, Porecatu e Alvorada do Sul (Figura 4).

Figura 4 - Localização da área de estudo no Estado do Paraná.



Org.: a própria autora (2023).

Afluente da margem esquerda do rio Paranapanema, marco da divisa entre os estados do Paraná e de São Paulo, o Ribeirão Vermelho nasce na área urbana de Rolândia e desagua no trecho que corresponde ao reservatório da Usina Hidrelétrica Capivara, entre os municípios de Porecatu e Alvorada do Sul, logo, é uma das sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica Paranapanema III.

Dentre os municípios compreendidos na BHRV, Cambé é o mais populoso com mais de 100 mil habitantes. Em contrapartida, Prado Ferreira tem menos de quatro mil habitantes, sendo que, juntos, os oito municípios somam mais de 240 mil habitantes (IPARDES, 2022). Quanto a extensão territorial destes municípios, em sua totalidade, ultrapassa 2.700 km², com taxa de urbanização média de 87,94%, isto significa que mais de 87% da população da BHRV reside em áreas urbanas. Na tabela 1 estas informações estão particularizadas:

Tabela 1 – Área, população e taxa de urbanização dos municípios compreendidos pela BHRV.

Município	Área (km ²)	População	Urbanização (%)
Alvorada do Sul	427,4	11.503	71,4
Bela Vista do Paraíso	245,4	15.399	94,1
Cambé	497,7	107.341	96,1
Florestópolis	246,8	10.453	94,0
Jaguapitã	477,5	13.742	84,9
Porecatu	291,3	12.748	80,6
Prado Ferreira	152,9	3.780	87,8
Rolândia	454,1	67.383	94,6
Total	2.793,1	242.349	Média 87,9

Fonte: IPARDES (2022).

Ao percorrer parte da área da BHRV, observaram-se, ao longo do trajeto, extensas áreas com plantio de soja e, à jusante da bacia, plantios de cana-de-açúcar. As PR's 445 e 090 (leste) e PR-170 (oeste) dispõem-se quase que integralmente, nos divisores de água da bacia (Figura 4), áreas com relevo plano e favoráveis a mecanização das lavouras, o que explica a paisagem predominantemente agrícola das principais culturas desenvolvidas na área, especialmente a soja.

Na Tabela 2, há uma comparação entre a área total dos municípios (em hectares) e a área correspondente ocupada por lavouras temporárias. Na área em estudo, estas lavouras são representadas pelos cultivos de soja, milho, trigo e cana-de-açúcar. Os números revelam a predominância destas lavouras nos municípios localizados na bacia, pois ocupam 68,3% da área total dos mesmos.

Tabela 2 – Área ocupada por lavoura temporária nos municípios compreendidos pela BHRV.

Município	Área (ha)	Lavoura temporária (ha)	Área ocupada por lavoura temporária (%)
Alvorada do Sul	42.740	25.534	59,7
Bela Vista do Paraíso	24.540	19.261	78,5
Cambé	49.770	36.360	73,1
Florestópolis	24.680	13.690	55,5
Jaguapitã	47.750	27.053	56,7
Porecatu	29.130	29.086	99,8
Prado Ferreira	15.290	11.916	77,9
Rolândia	45.410	27.856	61,3
Total	279.310	190.756	68,3

Fonte: IPARDES (2022).

Destaca-se que todos os municípios possuem lavouras temporárias em mais de 50% de sua área total. Bela Vista do Paraíso, Prado Ferreira e Cambé, apresentam percentual superior a 70% e Porecatu possui quase a totalidade de seu território ocupado por lavouras temporárias, segundo dados do IPARDES sistematizados a partir do Censo Agropecuário de 2017.

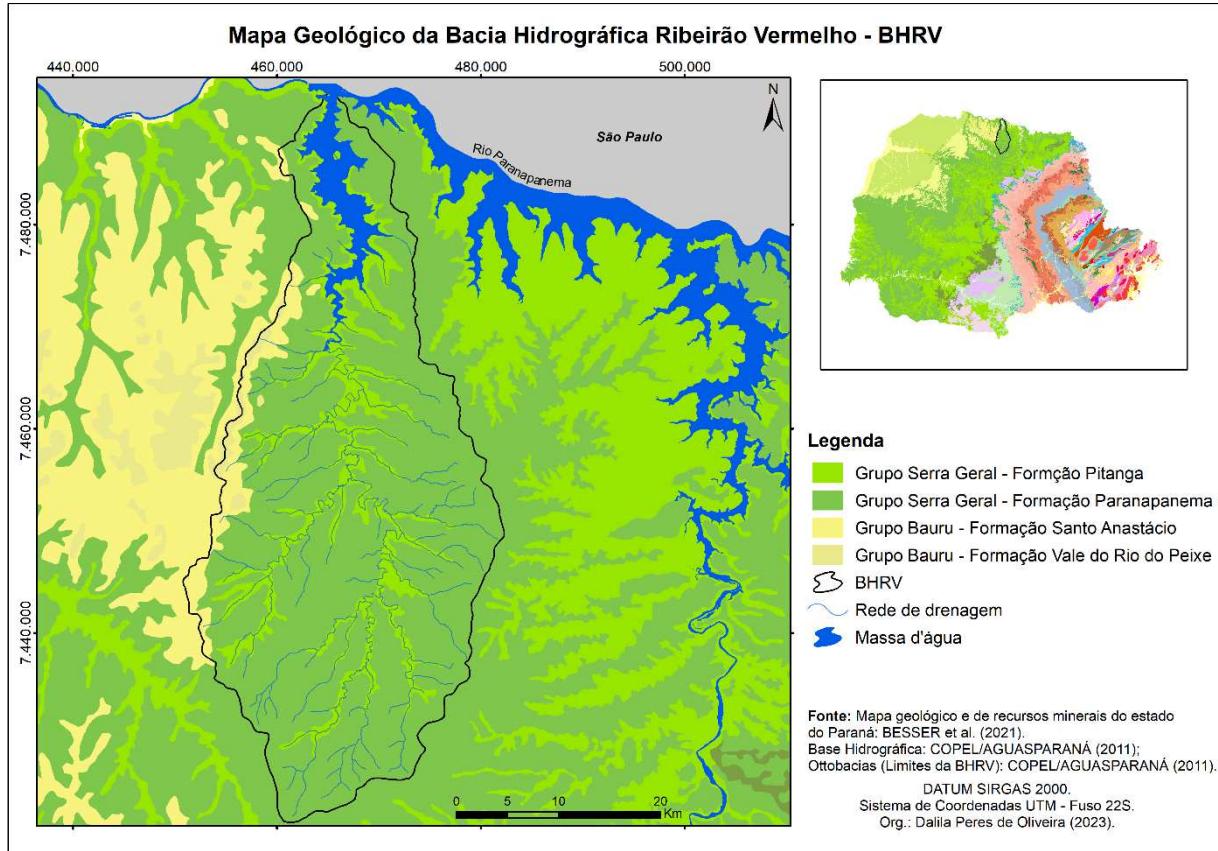
4.2 GEOLOGIA

A bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho se desenvolve sobre as Formações Santo Anastácio e Vale do Rio do Peixe, integrantes do Grupo Bauru e sobre as Formações Pitanga e Paranapanema, integrantes do Grupo Serra Geral (Figura 5). A Formação Santo Anastácio caracteriza-se por depósitos sedimentares continentais fluviais, lacustres e desérticos, é constituída por arenitos finos a muito finos e encontra-se nos divisores de água da bacia, a oeste, assim como a Formação Vale do Rio do Peixe, localizada a oeste da bacia, é constituída por arenitos de origem desértica. Ambas se formaram no período Cretáceo Superior (entre 96 e 66 Ma) (BESSER; BRUMATTI; SPISILA, 2021).

A maior porção da BHRV é constituída pelo Grupo Serra Geral, na BHRV, representado pelas Formações Pitanga, composta por rochas ígneas e sedimentares, respectivamente basaltos e tufito, arenito e lamito, do período Cretáceo Inferior (entre 100 e 145 Ma), que se distribui ao longo do canal de drenagem da

bacia e pela Formação Paranapanema, esta, recobrindo a maior porção da bacia, também composta por rochas ígneas (basalto) e sedimentares (arenito) e remonta o período Cretáceo Inferior (136 Ma) (BESSER; BRUMATTI; SPISILA, 2021).

Figura 5 – Geologia da Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.



Org.: a própria autora (2023).

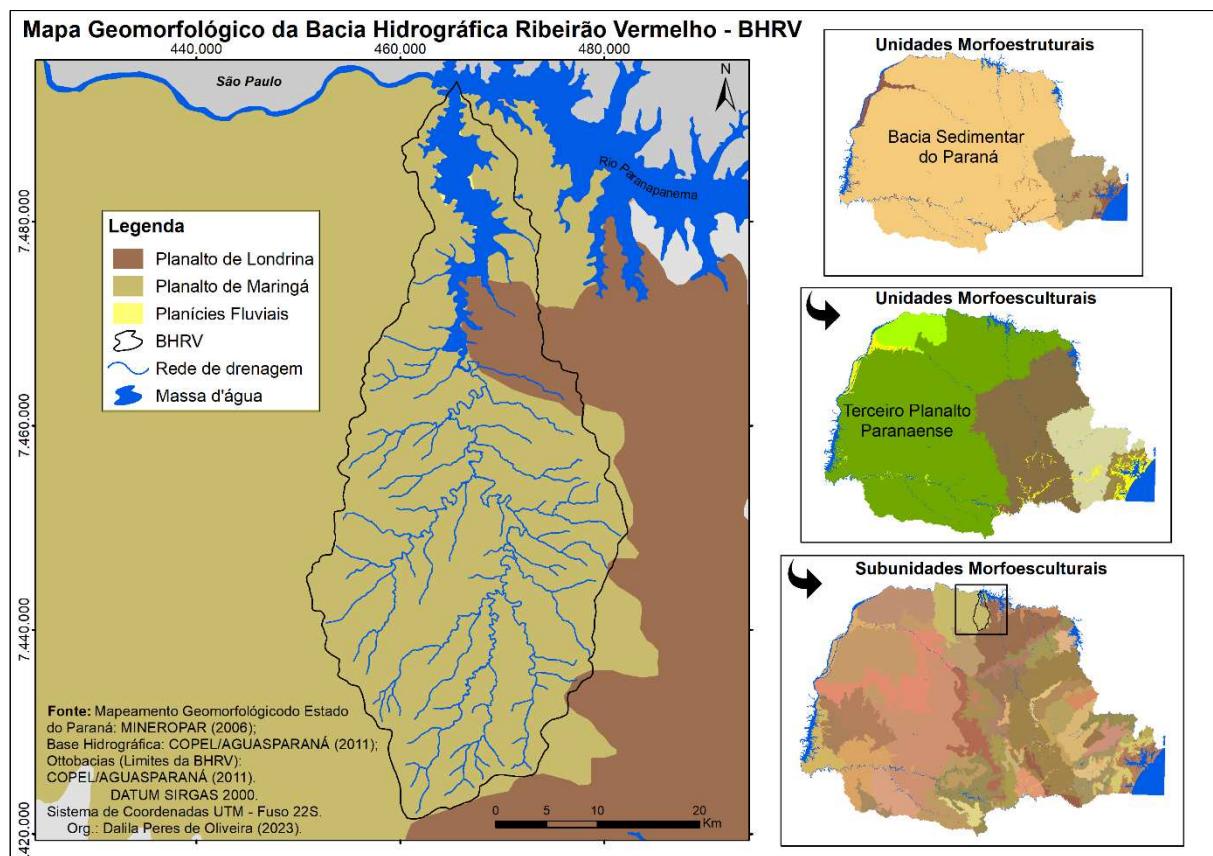
4.3 GEOMORFOLOGIA

De acordo com o Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná (SANTOS et al., 2006), a BHRV localiza-se na Bacia Sedimentar do Paraná (Figura 6) que se estende pelos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, além do Uruguai, Paraguai e Argentina, são cerca de 1.600.000 km². Seu embasamento é constituído predominantemente por rochas cristalinas e encontra-se preenchida por depósitos marinhos e continentais. Sua formação remonta o Período Devoniano há cerca de 400 Ma.

Sobre a Bacia Sedimentar do Paraná (unidade morfoestrutural), distinguem-se unidades morfoesculturais denominadas como Segundo e Terceiro

Planalto Paranaense (SANTOS et al., 2006). A BHRV está no Terceiro Planalto Paranaense (representado pela cor verde na Figura 6), que abrange 2/3 do território do Estado, corresponde ao grande derrame de rochas eruptivas básicas, mais rochas sedimentares de origem continental (SANTOS et al., 2006; MINEROPAR, 2001).

Figura 6 – Compartimentos geomorfológicos do Paraná e localização da área de estudo.



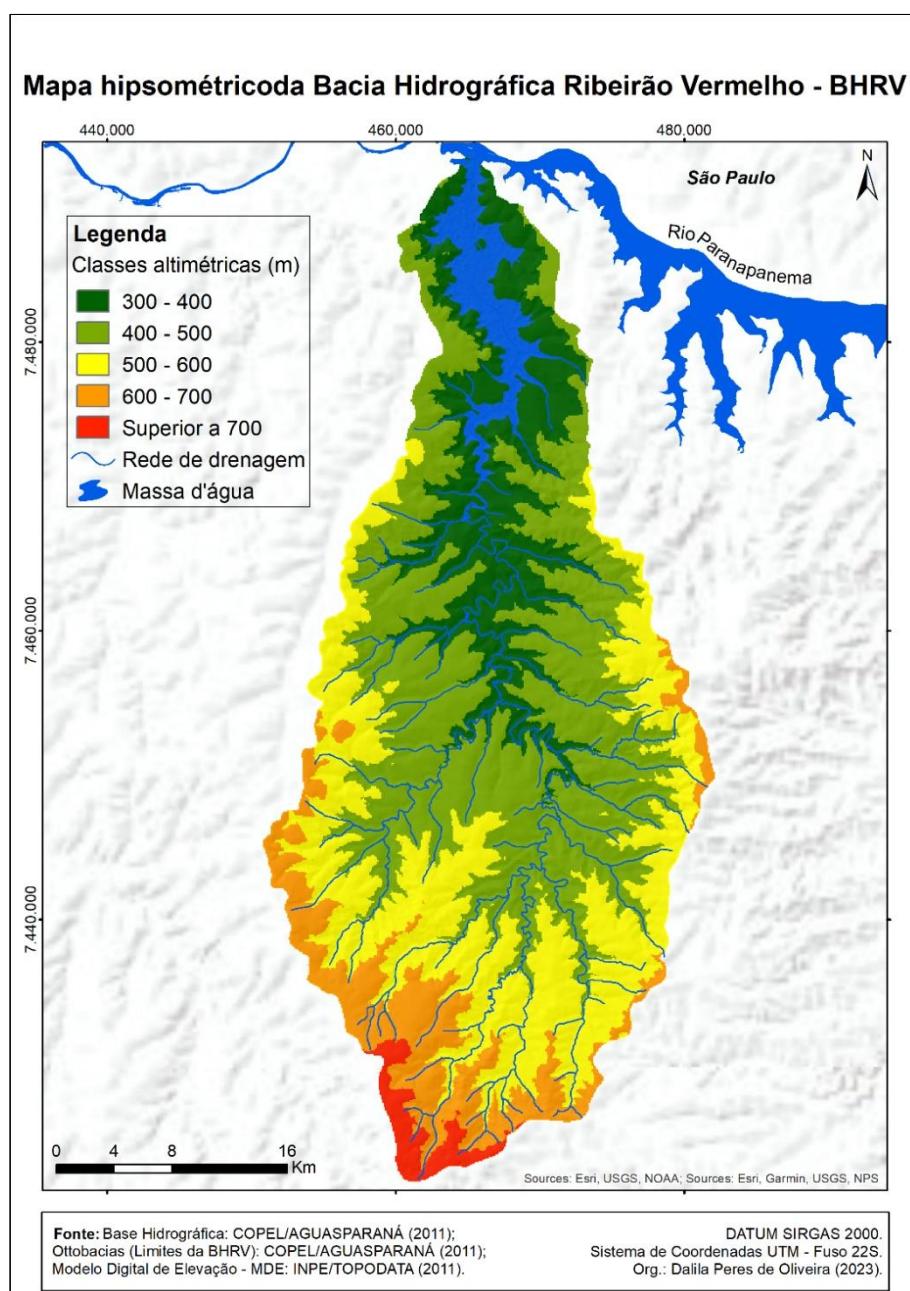
Org.: a própria autora (2023).

Dividido em subunidades morfoesculturais, a área de estudo compreende dois planaltos, Maringá e Londrina (Figura 6). O Planalto de Maringá abrange a maior parte da bacia, com mais de 1100 km², apresenta baixa dissecação, topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em “V”, com altitudes que variam de 260 a 800 metros. O Planalto de Londrina apresenta-se em menor expressão, são cerca de 87 km² distribuídos a leste do rio principal da bacia, tem média dissecação, topos alongados, vertentes convexas, vales em “V” e altitudes entre 340 a 1180 metros. (MINEROPAR, 2006).

4.4 HIPSOMETRIA E DECLIVIDADE

A Figura 7 demonstra a baixa dissecação da área correspondente a BHRV, cujas altitudes variam de 300 a 700 metros, com um gradiente altimétrico, portanto, de 400 metros. As maiores altitudes encontram-se a montante da bacia e diminuem em direção a jusante. Observa-se a dissecação provocada pela rede de drenagem e são identificáveis as áreas de cabeceira e o entalhamento produzido pelos canais fluviais na paisagem.

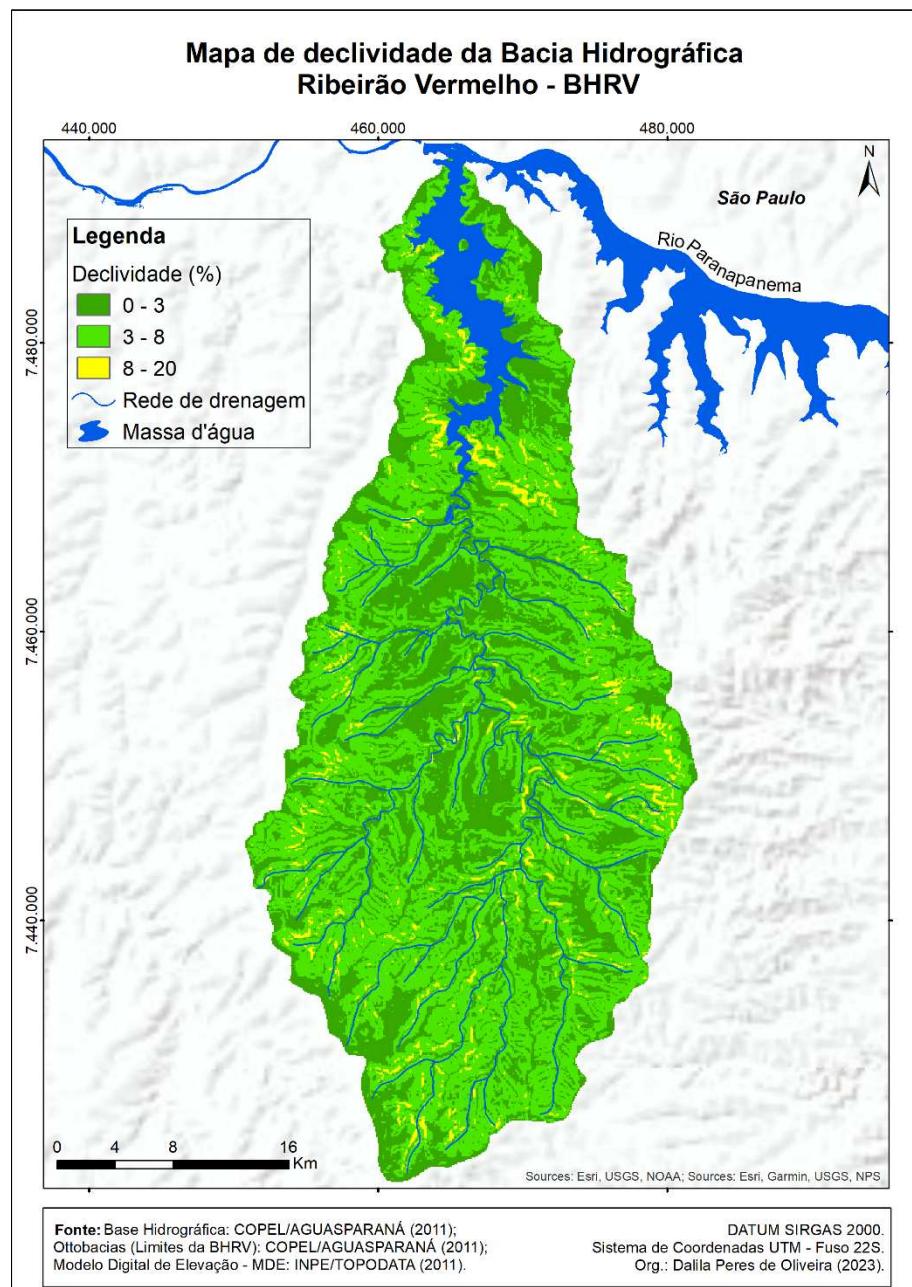
Figura 7 – Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.



Org.: a própria autora (2023).

A Figura 8, de modo complementar, evidencia o predomínio do relevo suave ondulado, caracterizado por uma topografia pouco movimentada e declives suaves (3 – 8%). O relevo plano, segundo em área de abrangência, tem desnivelamentos muito pequenos (0 – 3%). E o relevo ondulado, com pouca expressão territorial, apresenta declives moderados (8 – 20%), com uma superfície pouco movimentada (SANTOS, 2018).

Figura 8 – Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.



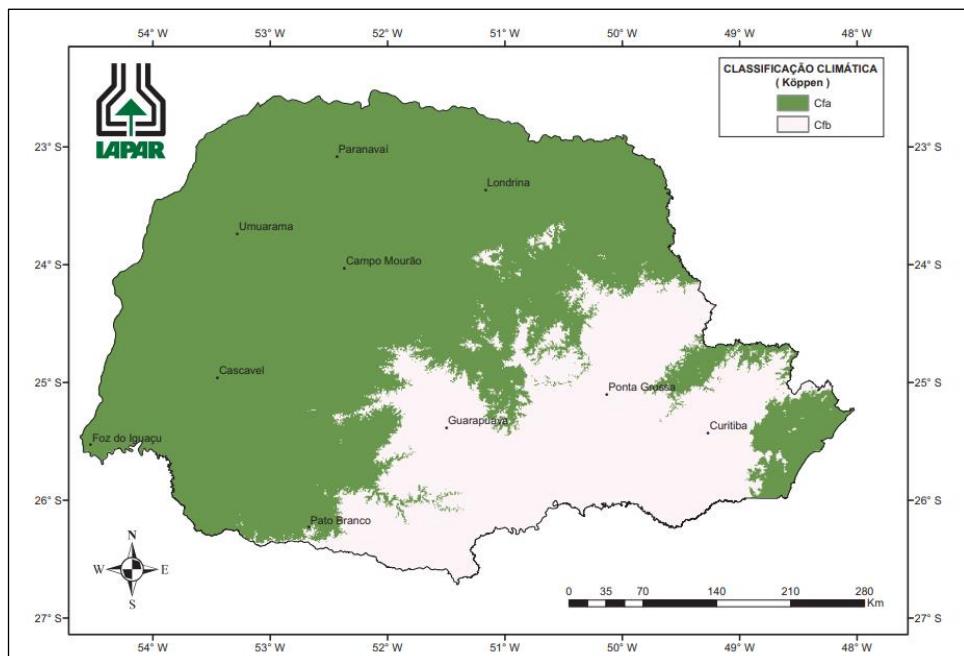
Org.: a própria autora (2023).

As classes de relevo empregadas neste mapa, correspondem às classes do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (SANTOS, 2018). Para a avaliação da fragilidade ambiental, as classes de declividade consideradas correspondem as apresentadas no Quadro 1.

4.5 CLIMA

De acordo com o Atlas Climático do Estado do Paraná (NITSCHE et al., 2019), (Figura 9) com base na classificação climática de Köppen, o clima na BHRV é o Cfa, Clima Subtropical que apresenta temperatura média inferior a 18°C no mês mais frio e no mês mais quente temperatura média de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e maior concentração de chuvas durante o verão, sem estação seca definida (CAVIGLIONE, et al., 2000).

Figura 9 – Classificação climática de Köppen para o estado do Paraná.



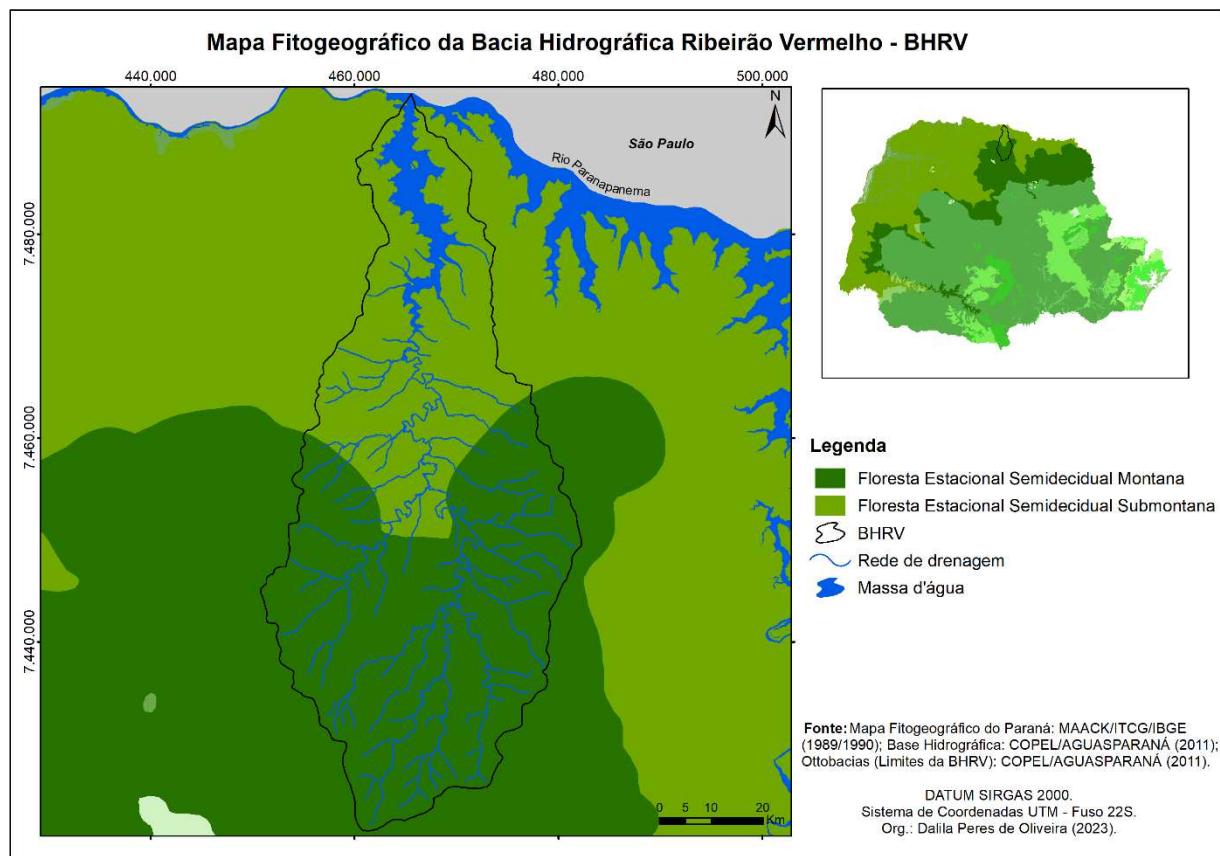
Fonte: NITSCHE et al. (2019).

4.6 FITOGEOGRAFIA

Localizada no bioma Mata Atlântica, distribuem-se sobre a BHRV as formações florestais Floresta Estacional Semidecidual Submontana e Floresta

Estacional Semidecidual Montana (Figura 10). A Floresta Estacional Semidecidual recobria, originalmente, mais de 45% do território do Paraná, é caracterizada por ocorrer em regiões onde há sazonalidade no regime de chuvas, o que ocasiona perda de 20% a 50% das folhas na estação mais seca. Tem como uma de suas principais espécies a peroba-rosa ou peroba-comum (*Aspidosperma polyneuron*) (PARANÁ, 2018).

Figura 10 – Formações florestais na Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.



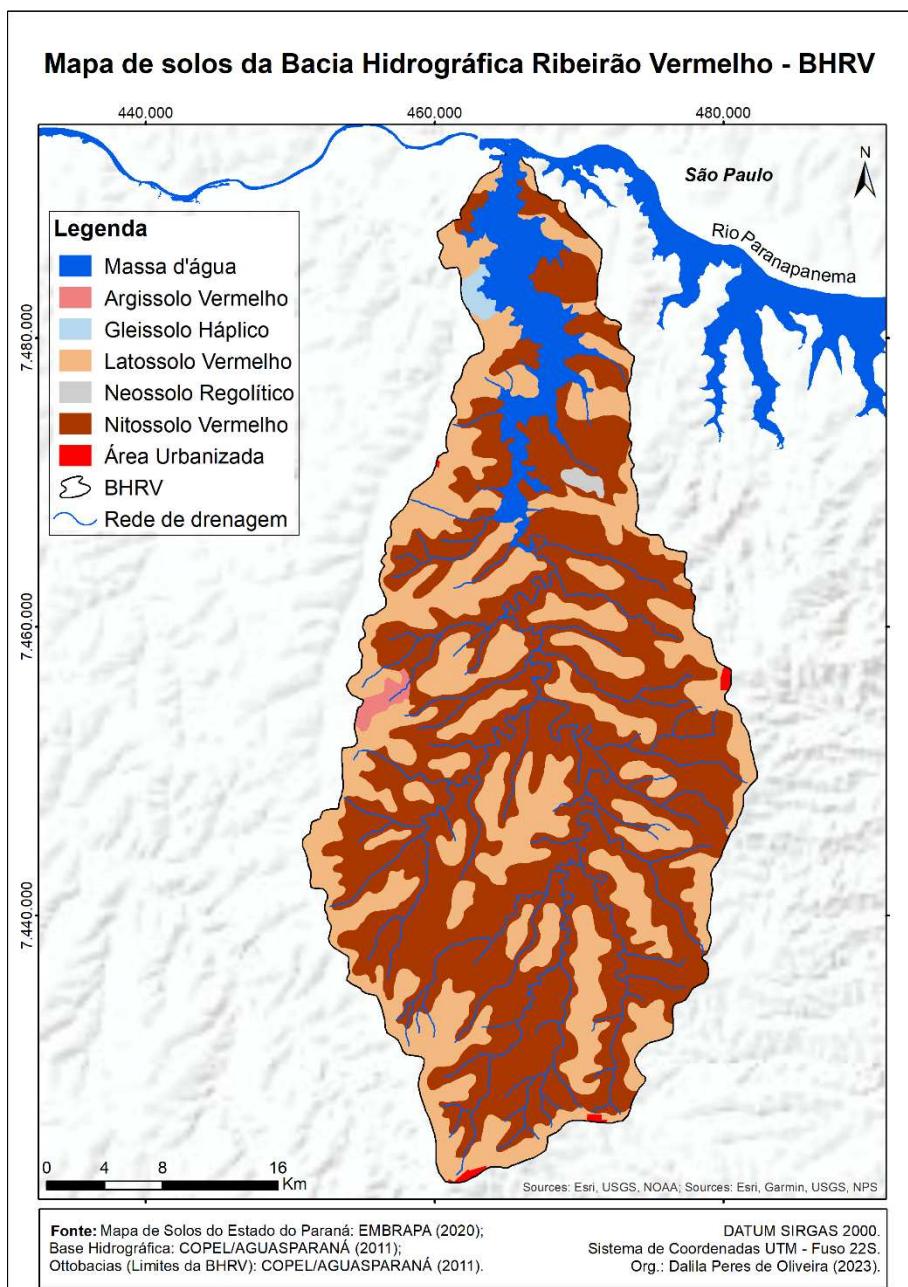
Org.: a própria autora (2023).

A formação Submontana situa-se em áreas cuja altitude varia de 100 a 600 metros, já a formação Montana ocorre em áreas com altitude superior, de 600 a 2000 metros de altitude (IBGE, 2012).

4.7 SOLOS

Os solos encontrados na bacia são representados por duas classes, predominantemente, os Latossolos Vermelho e os Nitossolos Vermelhos (Figura 11).

Figura 11 – Principais classes de solos identificadas na Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.



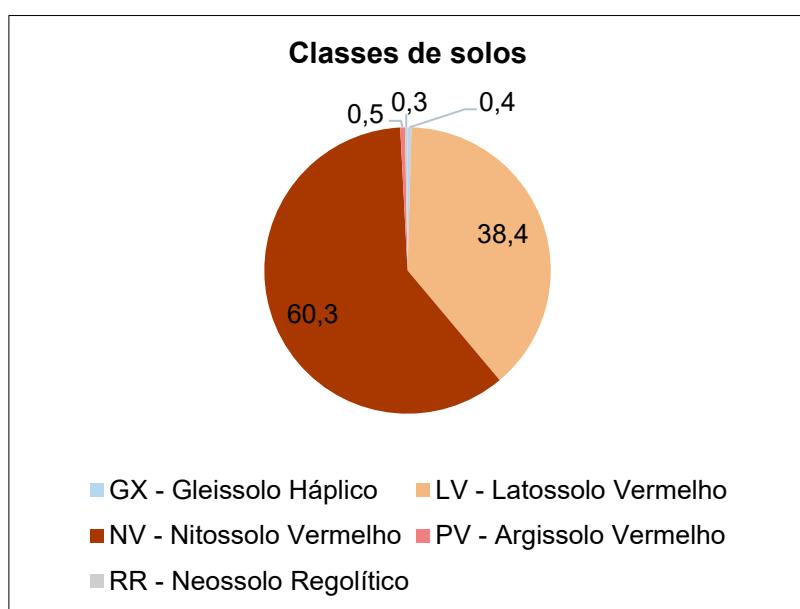
Org.: a própria autora (2023).

Os latossolos são solos muito evoluídos e resultantes de avançado estágio de intemperização, caracterizam-se pelo alto potencial para uso agrícola, são os solos de maior ocorrência no Brasil (EMBRAPA, 2019). Os nitossolos têm alta intemperização, mas com potencial de uso agrícola pouco menor se comparado aos primeiros, por desenvolverem-se em áreas de relevo mais acidentado em relação aos Latossolos, expressivos em relevos que vão de plano a suave ondulado (EMBRAPA, 2019). Devido a localização em áreas de baixa ou nenhuma declividade e por

apresentarem altas profundidades, notadamente os latossolos, são amplamente explorados pela atividade agrícola, favorecendo o processo de mecanização.

Observando a Figura 11 é possível identificar a localização dos latossolos nos interflúvios e nas bordas da bacia, próximo aos divisores de água, justamente nas áreas de relevo mais plano, enquanto os nitossolos, que ocupam a maior parte da bacia, conforme gráfico da Figura 12, estendem-se pelas áreas de relevo mais movimentado, margeando os cursos d'água.

Figura 12 – Gráfico com o percentual de área ocupada por cada classe de solo na Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.



Fonte: EMBRAPA (2020). **Org.:** a própria autora (2023).

Os Nitossolos são os solos que na classificação anterior a 1999, eram conhecidos como Terra Roxa Estruturada, atrativo aos migrantes mineiros e, sobretudo, paulistas, que colonizaram a região Norte do Paraná atraídos pela cultura do café, uma extensão da atividade cafeeira desenvolvida no estado de São Paulo, posteriormente tornando-se a principal atividade agrícola da região Norte paranaense até meados da década de 1970. A chamada Frente Norte de colonização do território paranaense abrange as regiões denominadas Norte Velho, Norte Novo e Norte Novíssimo, regiões colonizadas nesta mesma sequência, a BHRV, por sua vez, localiza-se no Norte Novo (ALMEIDA, 2016).

Diante do exposto, tendo as características gerais da BHRV, no capítulo seguinte são apresentados os resultados obtidos quanto a avaliação da

Fragilidade Ambiental da área de estudo, as mudanças de uso e ocupação do solo na bacia e seus reflexos nas APP.

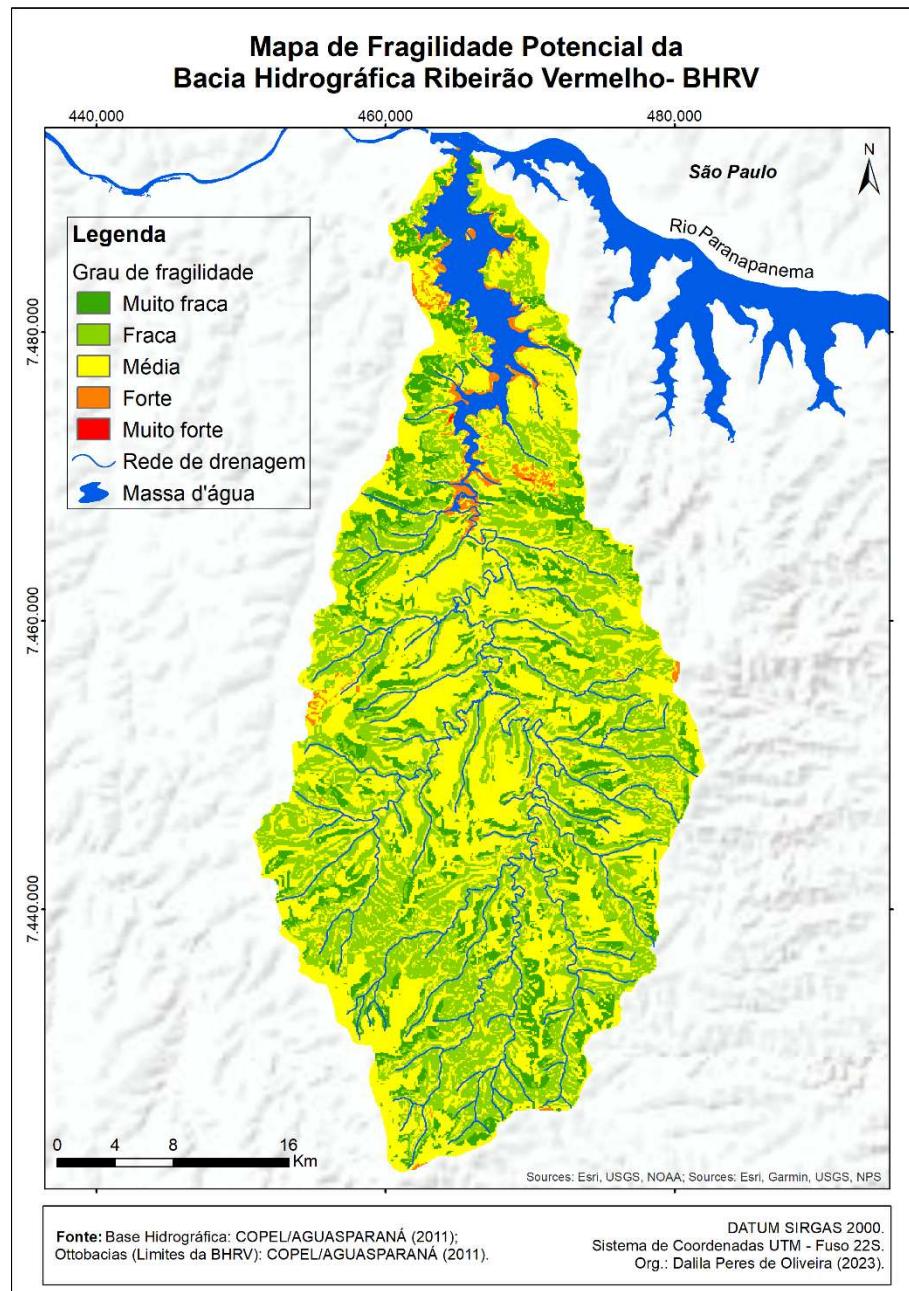
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da análise empírica proposta por Ross (1994), foi possível estabelecer quais áreas podem ser consideradas como mais críticas do ponto de vista da fragilidade potencial para a área de estudo, informação importante para análise ambiental e planejamento, visto que a partir dela pode-se identificar a vulnerabilidade e as potencialidades das diferentes porções da BHRV.

5.1 FRAGILIDADE AMBIENTAL

O mapa de Fragilidade Potencial (Figura 13) foi construído a partir do cruzamento das variáveis solos e declividade e expressa a fragilidade do ambiente considerando apenas suas características genéticas.

Figura 13 – Mapa de Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.



Org.: a própria autora (2023).

A classe de fragilidade predominante na bacia é a Média (Tabela 3), corresponde a quase metade da área (49,7%), seguida pela de Fraco grau (33,9%), Muito Fraca fragilidade (10,9%), Forte (5,5%) e não apresenta valores percentuais significativos do último e mais elevado grau de fragilidade proposto por Ross, ou seja, Muito Forte. As áreas em que se identifica Forte fragilidade na bacia, corresponde às em que estão os Argissolos Vermelhos (textura arenosa/média), os Neossolos Regolíticos, os Gleissolos Háplicos, as áreas urbanizadas e margeando a porção represada do Ribeirão Vermelho.

Tabela 3 – Classes de Fragilidade Potencial, área ocupada e percentual.

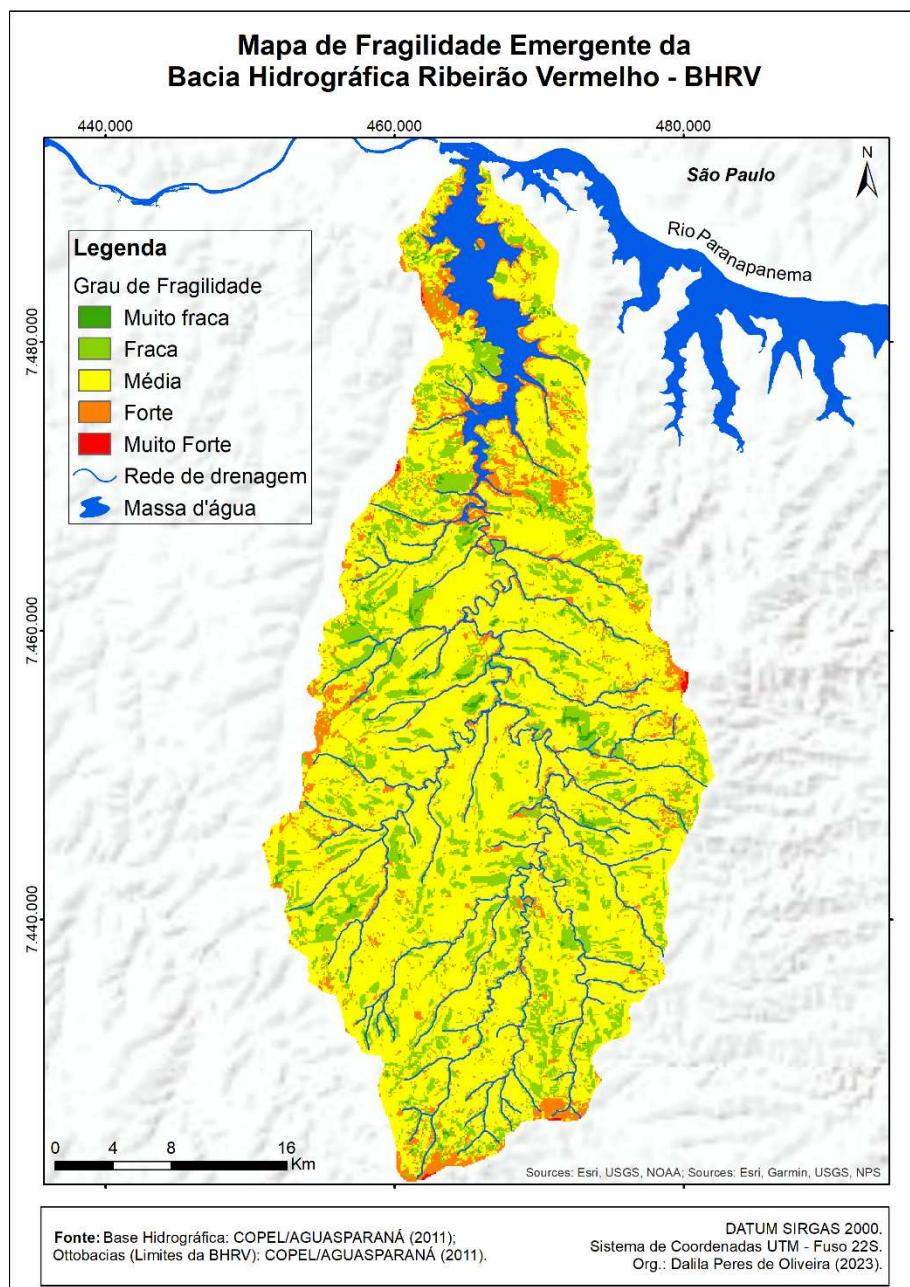
Grau de fragilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito fraca	135,8	10,9
Fraca	424,8	33,9
Média	621,9	49,7
Forte	69,0	5,5
Muito forte	0,2	0,0
Total	1251,8	100,0

Org.: A própria autora (2023).

Estes solos apresentam características intrínsecas como textura, profundidade e estrutura de maior susceptibilidade a processos erosivos que, se combinados a relevos com elevado grau de dissecação, tornam-se ainda mais susceptíveis, por isso, atribuiu-se peso maior à declividade. Entretanto, com predominância de relevo suave ondulado na bacia, não se observa esta condição, portanto, a Forte fragilidade deve-se as características naturais do solo.

O mapa de Fragilidade Emergente (Figura 14) combina o mapa de Fragilidade Potencial, ou seja, as características físico-naturais do ambiente e o mapa de uso e cobertura do solo (Figura 18, ano de 2020). Assim, expressa o grau de fragilidade do ambiente tendo em vista a antropização deste.

Figura 14 – Mapa de Fragilidade Emergente da Bacia Hidrográfica Ribeirão Vermelho.



Org.: a própria autora (2023).

Destaca-se o predomínio de Médio grau de fragilidade, com uma abrangência de 68,8% da área da bacia. Fazendo um paralelo ao mapa de uso e ocupação do solo que será apresentado na Figura 18 – do ano de 2020 -, nota-se a correspondência destas áreas às lavouras de soja, as quais, de acordo com Ross (1994), enquanto lavouras anuais, apresentam médio grau de proteção aos solos. Isso, associado aos relevos suave ondulados preponderantes na bacia e aos Latossolos e Nitossolos Vermelhos textura argilosa, que também recobrem a maior

porção da bacia, prevalece médio grau de fragilidade do ambiente (Tabela 4).

Tabela 4 – Classes de Fragilidade Emergente, área ocupada e percentual.

Grau de fragilidade	Área (km ²)	Área (%)
Muito fraca	8,9	0,7
Fraca	220,4	17,6
Média	861,1	68,8
Forte	115,5	9,2
Muito forte	45,5	3,6
Total	1251,3	100,0

Org.: A própria autora (2023).

As áreas consideradas Muito Fracas e Fracas, juntas somam 17,76% da bacia, e localizam-se, sobretudo, em áreas ocupadas por formações florestais, que proporcionam maior proteção ao solo. Enquanto as áreas com Forte (9,2%) e Muito Forte (3,6%) grau de fragilidade, compreendem as áreas urbanas da bacia, as áreas ocupadas por pastagens e, com relação aos solos, às áreas correspondentes aos Argissolos Vermelhos (textura arenosa/média), aos Gleissolos Háplicos e aos Neossolos Regolíticos.

Dentre as variáveis consideradas para a avaliação do grau de fragilidade da bacia, destaca-se a proteção proporcionada pela cobertura florestal e, tendo em vista, a importância da vegetação protetiva em rios e nascentes para o equilíbrio do ambiente, o enfoque da análise que segue, é dado as Áreas de Preservação Permanente – APP, a fim de identificar áreas de conflito de uso do solo.

5.2 EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO NA BHRV

A BHRV encontra-se localizada no que é chamado de Norte Novo. A colonização do Norte Novo foi conduzida pela Companhia de Terras Norte do Paraná, posteriormente chamada Companhia Melhoramentos Norte do Paraná. O perfil dos lotes comercializados pela Companhia caracterizava-se por fitas que se estendiam desde o espião até o vale, de modo que todas as propriedades possuíssem acesso ao curso d'água e uma saída. O tamanho dos lotes também seguia uma lógica, eram menores quando próximos aos núcleos urbanos e maiores conforme se distanciavam destes. De modo geral, a região tinha estrutura agrária baseada em pequenas propriedades rurais (ALMEIDA, 2016).

Após a “geada negra” de 1975, os cafezais foram gradativamente substituídos pela monocultura, nomeadamente soja, milho e trigo, que contavam com

grande incentivo governamental (PRIORI *et al* 2012). Neste período o Brasil vivia sob a Ditadura Militar, cuja política agrícola destinava-se a disseminação da monocultura a fim de atender ao mercado internacional de *commodities*. Deste processo, resultou intensa concentração fundiária, pobreza no campo e consequente êxodo rural (FERNANDES, 1998).

No estado do Paraná, que sustentou a primeira posição no ranking de maior produtor de soja do país até o final da década de 1990, quando foi superado pelo estado de Mato Grosso do Sul, a expansão das lavouras de soja se deu pela articulação entre Estado e setor privado, com destaque para a criação, em 1975, da EMBRAPA Soja, no município de Londrina, fruto desta política governamental voltada ao mercado mundial de *commodities*. O melhoramento de sementes, com adaptações ao clima brasileiro, garante a EMBRAPA o posto de principal responsável pela disseminação da cultura no país (GUIMARÃES, 2011), elevando-o ao lugar de maior produtor e exportador de soja do mundo (MAIS SOJA, 2022).

Atualmente, o Paraná mantém-se como segundo maior produtor de soja no Brasil. No país, a estimativa de safra em 2023 é de 152,9 milhões de toneladas (NASCIMENTO, 2023), 21,5 milhões, só no Paraná, o que corresponde a um aumento de 64% em comparação a safra passada (2021/2022) (G1, 2023).

A partir dos dados do último Censo Agropecuário realizado pelo IBGE em 2017, identifica-se na BHRV a predominância da monocultura, repetindo o cenário estadual, em que, do total de terras utilizáveis, 43% estão ocupadas por lavouras, das quais as temporárias representam 97% (IBGE, 2017). No país, de acordo com Oliveira (2012, p. 6) tem-se como principais *commodities*: soja, milho, trigo, cacau, algodão, açúcar, café, laranja entre outros, além da pecuária de corte.

Na tabela 5 estão representadas as principais culturas temporárias, em área colhida nos municípios inseridos na BHRV, sendo que os “x” representam as áreas não informadas. As classes de uso do solo identificadas pela escala de levantamento do MapBiomas (1:50.000) separam a soja e a cana de outras lavouras temporárias, como o milho e o trigo, ambos, via de regra, são cultivados nas mesmas áreas em que a soja, conforme o período de safra.

Tabela 5 – Principais lavouras temporárias, por área colhida, na BHRV.

Município	Área colhida (ha) – 2021			
	Cana	Milho	Soja	Trigo
Alvorada do Sul	2.090	15.929	22.370	650
Bela Vista do Paraíso	X	13.593	17.000	1.380
Cambé	X	30.557	37.200	2.350
Florestópolis	4.840	5.534	8.500	75
Jaguapitã	11.218	4.830	12.170	150
Porecatu	11.739	1.632	3.500	x
Prado Ferreira	2.351	7.711	8.445	48
Rolândia	259	11.550	27.260	12.700

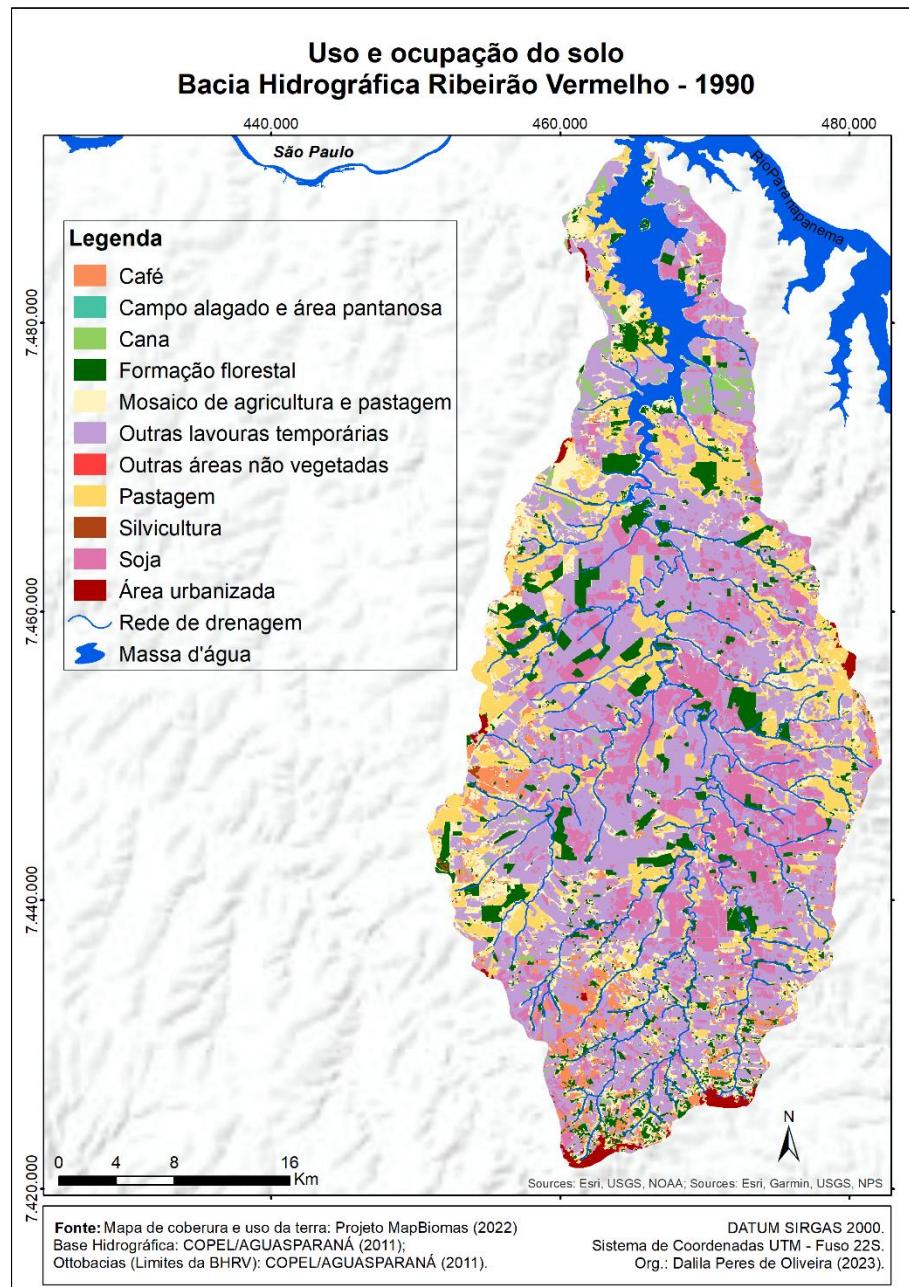
Fonte: IPARDES (2022). Org.: A própria autora (2023).

Dentre as lavouras temporárias, a soja tem maior área colhida em todos os municípios, com destaque para Cambé, que também lidera com a cultura do milho. A cana tem maior representatividade nos municípios de Porecatu e Jaguapitã e não tem expressão nos municípios de Bela Vista do Paraíso e Cambé. Em Rolândia o trigo alcança o maior índice de área colhida entre os demais municípios.

Em termos de evolução do uso do solo nos anos escolhidos para o estudo, ou seja, 1990, 2000, 2010 e 2020, foi possível constatar que houve mudanças significativas na bacia. As figuras 15, 16, 17 e 18 ilustram os mapas com as classes de uso para cada ano, ao passo que as tabelas 6, 7, 8 e 9 demonstram os dados de área para cada uma das classes de uso.

Para o ano de 1990, é possível notar que a classe que predominava era a de outras lavouras temporárias, ocupando 40,2% da área, o que corresponde a 512,2 km². A classe pastagem aparece neste ano ocupando 14,7% da área (187,8 km²). Praticamente com a mesma área ocupada na bacia, a classe mosaico de agricultura e pastagem e a classe soja, possuem 13,1% e 13,3% de representatividade, respectivamente. As outras classes possuem menores porcentagens e representatividade em termos de área na bacia.

Figura 15 – Uso e ocupação do solo no ano de 1990.



Org.: a própria autora (2023).

Tabela 6 - Classes de uso do solo e respectivas áreas, BHRV, 1990:

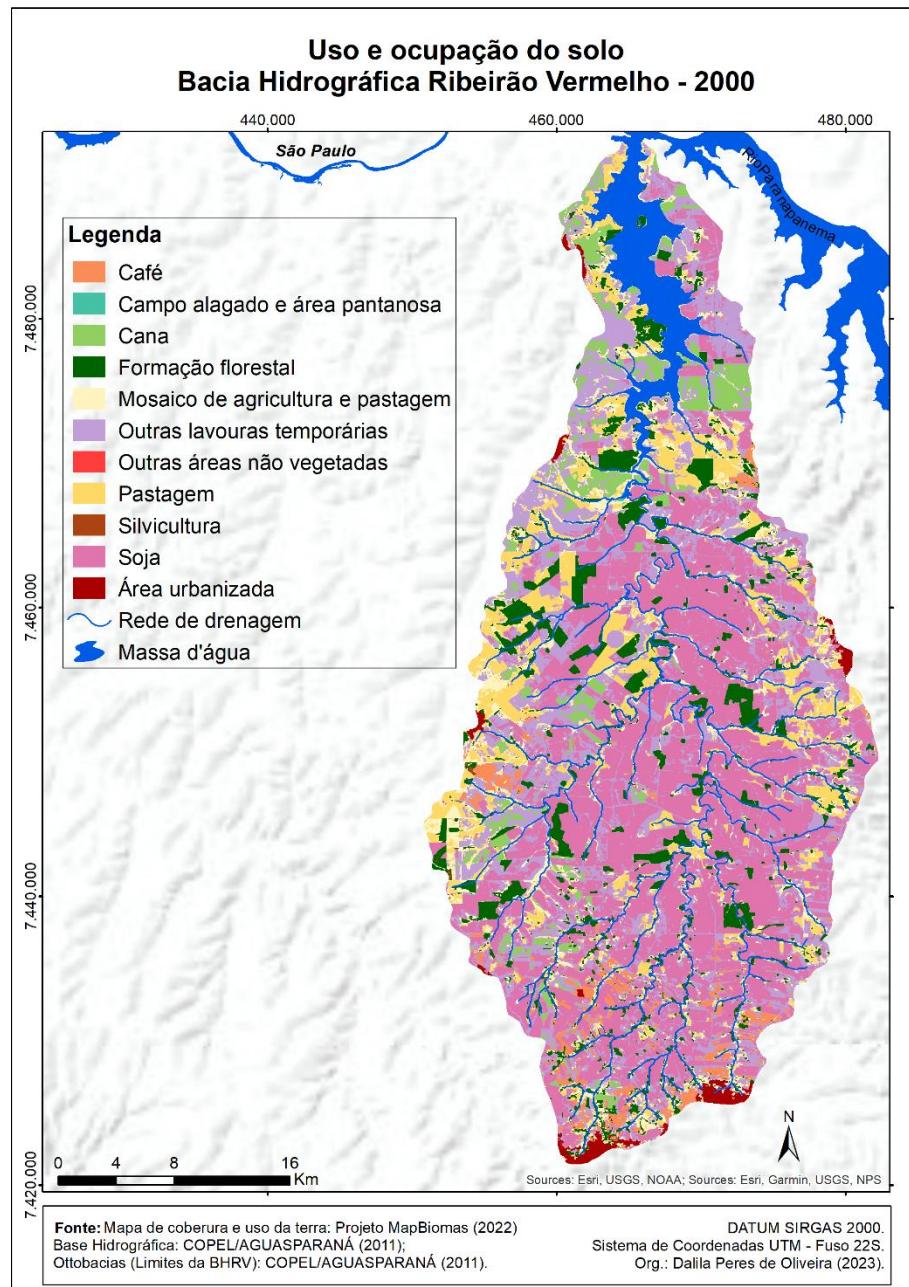
Ano de referência – 1990		
Classe de uso	Área (km ²)	Área (%)
Área urbanizada	10,4	0,8
Café	41,6	3,3
Campo alagado e área pantanosa	0,4	0,0
Cana	13,0	1,0
Formação florestal	114,9	9,0
Mosaico de agricultura e pastagem	166,7	13,1
Outras áreas não vegetadas	0,6	0,0
Outras lavouras temporárias	512,2	40,2
Pastagem	187,8	14,7
Rio, lago e oceano	56,3	4,4
Silvicultura	0,8	0,1
Soja	169,0	13,3
Total	1273,7	100,0

Fonte: MapBiomas (2022). **Org.:** a própria autora (2023).

Para o ano de 2000, destaca-se o aumento de mais de 160% da área ocupada por soja, saltando de um total de 13,3% para 35,6%. Em situação oposta, a classe de outras lavouras temporárias perdeu pouco mais de 40% da área ocupada (512,2 km² para 305 km²). Também apresentaram redução as lavouras de café (41,6 km² para 33,2 km²), as pastagens (187,8 km² contra 123,8 km²) e as áreas com mosaico de agricultura e pastagem (166,7 km² para 123,5 km²).

O aumento da área ocupada pelas lavouras de soja em detrimento a redução de outras lavouras temporárias e pastagens indica uma substituição destas pela soja. Também apresentou aumento a cana, passando a ocupar pouco mais de 4% da área plantada ou 53,4 km². Bulhões (2007), registra que entre 1991 e 2001 houve um aumento de 88,2% no Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) da soja no Paraná, enquanto a cana teve elevação de 13,9%. O VBP é um índice que considera área, produção e preço de venda dos produtos agropecuários. A classe formação florestal teve uma ligeira redução de 1,1% (114,9 km² para 113,6 km²).

Figura 16 – Uso e ocupação do solo no ano de 2000.



Org.: a própria autora (2023).

Tabela 7 - Classes de uso do solo e respectivas áreas, BHRV, 2000:

Ano de referência - 2000		
Classe de uso	Área (km ²)	Área (%)
Área urbanizada	13,0	1,0
Café	33,2	2,6
Campo alagado e área pantanosa	0,6	0,0
Cana	53,4	4,2
Formação florestal	113,6	8,9
Mosaico de agricultura e pastagem	123,5	9,7
Outras áreas não vegetadas	0,4	0,0
Outras lavouras temporárias	305,0	23,9
Pastagem	123,8	9,7
Rio, lago e oceano	52,9	4,2
Silvicultura	0,6	0,0
Soja	453,6	35,6
Total	1273,7	100,0

Fonte: MapBiomas (2022). **Org.:** a própria autora (2023).

Os dados do ano de 2010 mostram um aumento de 16,4% na área ocupada por formações florestais. A soja, mantendo-se em crescente expansão, teve um acréscimo de 37,4% em área, passando a ocupar 48,9% da área total da bacia. O maior crescimento, entretanto, foi o da cana, 122%, saindo de 53,4 km² para 118,7 km². O aumento de área ocupada pela soja e pela cana refletem a importante diminuição de área ocupada por outras lavouras temporárias, pelo café e pelas pastagens, que tiveram suas áreas reduzidas em 67%, 63% e 56% respectivamente.

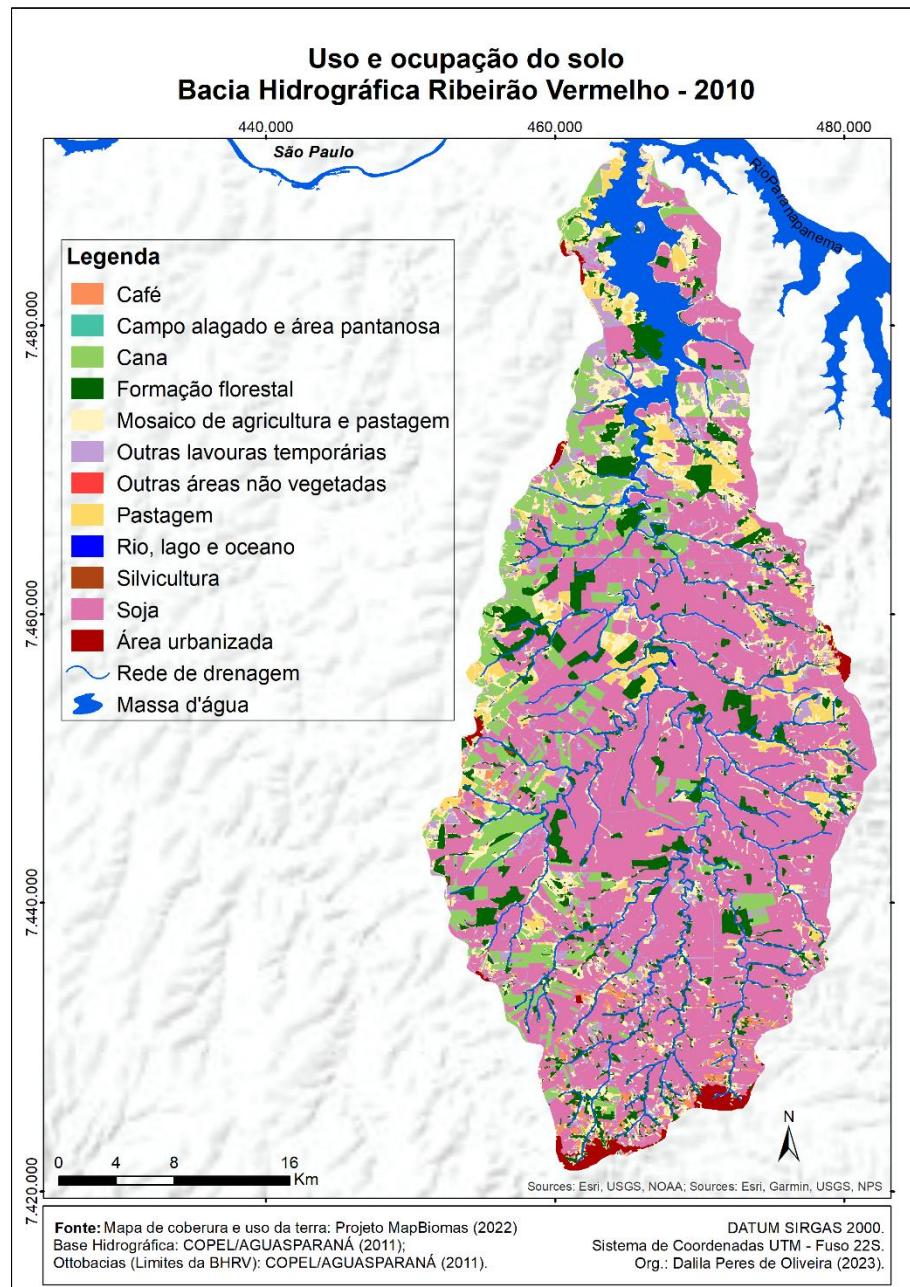
Uma provável justificativa para o aumento das áreas ocupadas por formações florestais entre 2000 e 2010, pode estar atrelada ao Programa Estadual de Restauração e Conservação de Matas Ciliares – Programa Mata Ciliar, lançado em 2003 pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná. O programa, aponta Hauer (2010), foi reflexo de uma série de esforços para a recuperação da vegetação protetiva de rios e nascentes e para a contenção de erosões nas lavouras em decorrência ainda do uso de arados e ausência de práticas conservacionistas do solo, herança do desmatamento promovido para a implantação das lavouras de café, sobretudo entre os anos de 1930 e 1950. O passivo ambiental decorrente da retirada das florestas e implantação da “moderna” agricultura, coloca a autora, impulsionou o Estado a criar programas e projetos voltados e recuperar áreas degradadas.

O Programa Mata Ciliar foi executado pela parceria do governo do Estado com diversas instituições, como EMATER, colégios agrícolas, universidades, iniciativa privada, cooperativas, Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL), Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), o então Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e produtores rurais (RENNER *et al.*, 2010). Visando a recomposição da vegetação de APP em rios e nascentes, o programa distribuiu milhares de mudas de espécies nativas, orientou para a construção de cercas e outras barreiras protetivas as áreas alvo destas ações, tanto para reflorestamento, quanto para permitir a regeneração espontânea da floresta. Até 2009, o programa plantou 100 milhões de mudas (RENNER *et al.*, 2010).

Corrobora para tal, que a propriedade de residência da autora teve a APP recomposta, como exposto, no âmbito deste projeto, o qual, relata seu pai, promoveu reuniões com os agricultores por meio da assistência técnica da EMATER no município de Rolândia, onde localiza-se a propriedade, a fim de discutir a importância da proteção e recuperação das APP. Além das mudas, distribuídas pela prefeitura da cidade, houve orientação sobre construção de cercas para o impedimento do acesso do gado ao rio e consequente regeneração espontânea da área, associada ao plantio de mudas de espécies nativas. O produtor relata que também fazia parte das discussões a contenção de erosão dos solos, destacando uma expressão utilizada pelo então agrônomo responsável pela EMATER no município, se não houvesse mudança de postura e práticas, aos produtores restaria apenas suas “escrituras na mão”, dado o cenário à época.

O lançamento no mercado brasileiro dos veículos *flex-fuel* (isto é, movidos por gasolina ou etanol) em 2003, impulsionou a cultura da cana para a produção de etanol (CRUZ, GUERREIRO, RAIHER, 2012). Com ampla aceitação no país, em 2009, estes veículos já correspondiam a 90% das unidades comercializadas (INFOMONEY, 2009; UNICA, 2009). Estas podem ser as causas do expressivo crescimento da área ocupada pelas lavouras de cana no ano de 2010.

Figura 17 – Uso e ocupação do solo no ano de 2010.



Org.: a própria autora (2023).

Tabela 8 - Classes de uso do solo e respectivas áreas, BHRV, 2010:

Ano de referência – 2010		
Classe de uso	Área (km²)	Área (%)
Área urbanizada	15,2	1,2
Café	12,2	1,0
Campo alagado e área pantanosa	0,7	0,1
Cana	118,7	9,3
Formação florestal	132,3	10,4
Mosaico de agricultura e pastagem	162,7	12,8
Outras áreas não vegetadas	0,5	0,0
Outras lavouras temporárias	99,8	7,8
Pastagem	53,7	4,2
Rio, lago e oceano	53,8	4,2
Silvicultura	0,7	0,1
Soja	623,3	48,9
Total	1273,7	100,0

Fonte: MapBiomas (2022). **Org.:** a própria autora (2023).

Os dados do último período analisado, 2020, confirmam uma expansão ininterrupta das áreas destinados a cultura da soja, que cresceu 26%, totalizando mais de 60% de toda a extensão da BHRV. As maiores reduções foram em áreas ocupadas por café (68%) e outras lavouras temporárias (70%). Estas, em oposição ao que ocorreu com a soja, mantiveram-se em queda, perdendo cada vez mais espaço e dando lugar as lavouras de soja.

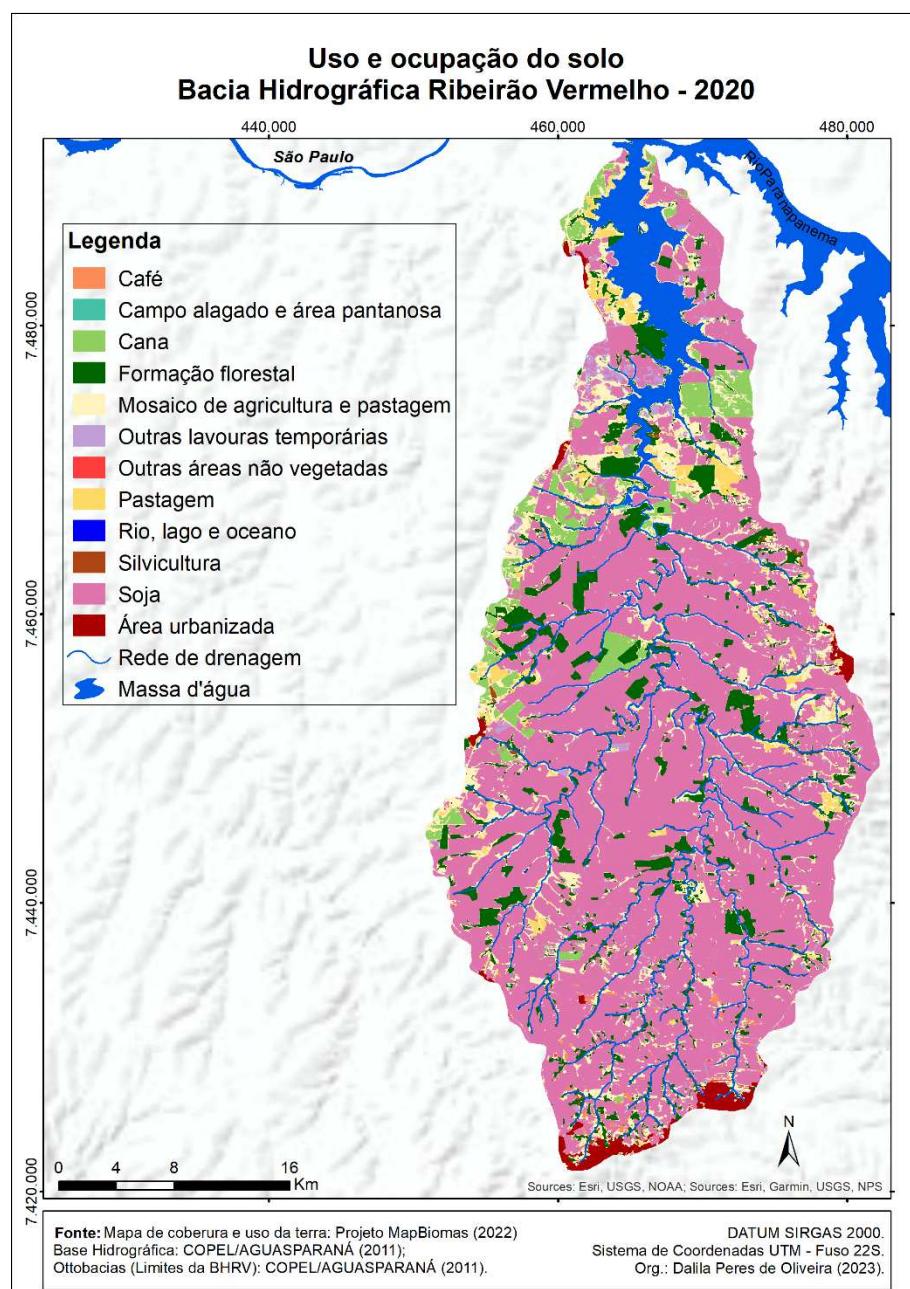
Da mesma forma, as áreas de pastagem mantiveram-se em queda, ocupando em 2020, pouco mais de 2% da bacia. Já a cana vivenciou sua primeira queda em área ocupada, regredindo em 59,6%, importante redução. As formações florestais apresentaram ligeira perda de área no primeiro período (1990 a 2000), um ganho em 2010 e em 2020 uma nova redução, desta vez de 1,5%, ocupando assim, 10,2% da bacia.

A redução da área ocupada pela cana pode estar relacionada a sua substituição pelo cultivo da soja, por se tratarem de culturas com ciclos produtivos distintos, em que a primeira é cultivada por anos, ao longo dos quais se fazem cortes, não sendo necessários plantios anuais, a longevidade da lavoura dependerá do manejo empregado (MOSAIC, 2022). Já a soja é uma cultura de ciclo anual, que varia de 90 a 120 dias, entre plantio e colheita, sendo obrigatório respeitar um período de 90 dias entre uma safra de soja e outra, o chamado vazio sanitário (TERRA MAGNA,

2023). Usualmente, intercala-se com o cultivo de milho e trigo.

Apesar de apresentar redução da produção de etanol em 2020, se comparado ao ano anterior, o que foi se atribuiu à pandemia de Covid-19 que fez diminuir a circulação de pessoas e, consequentemente, a procura por combustíveis (EPE, 2021), não foram identificados outros fatores que possam justificar tamanha diminuição em área, infere-se que pode se tratar de uma opção dos produtores pelo plantio de soja, uma tendência na BHRV ao longo de todo o período analisado.

Figura 18 – Uso e ocupação do solo no ano de 2020.



Org.: a própria autora (2023).

Tabela 9 - Classes de uso do solo e respectivas áreas, BHRV, 2020:

Ano de referência - 2020		
Classe de uso	Área (km²)	Área (%)
Área urbanizada	18,2	1,4
Café	3,9	0,3
Campo alagado e área pantanosa	0,9	0,1
Cana	47,9	3,8
Formação florestal	130,2	10,2
Mosaico de agricultura e pastagem	173,6	13,6
Outras áreas não vegetadas	1,8	0,1
Outras lavouras temporárias	29,0	2,3
Pastagem	28,4	2,2
Rio, lago e oceano	50,9	4,0
Silvicultura	1,9	0,2
Soja	786,9	61,8
Total	1273,7	100,0

Fonte: MapBiomas (2022). **Org.:** a própria autora (2023).

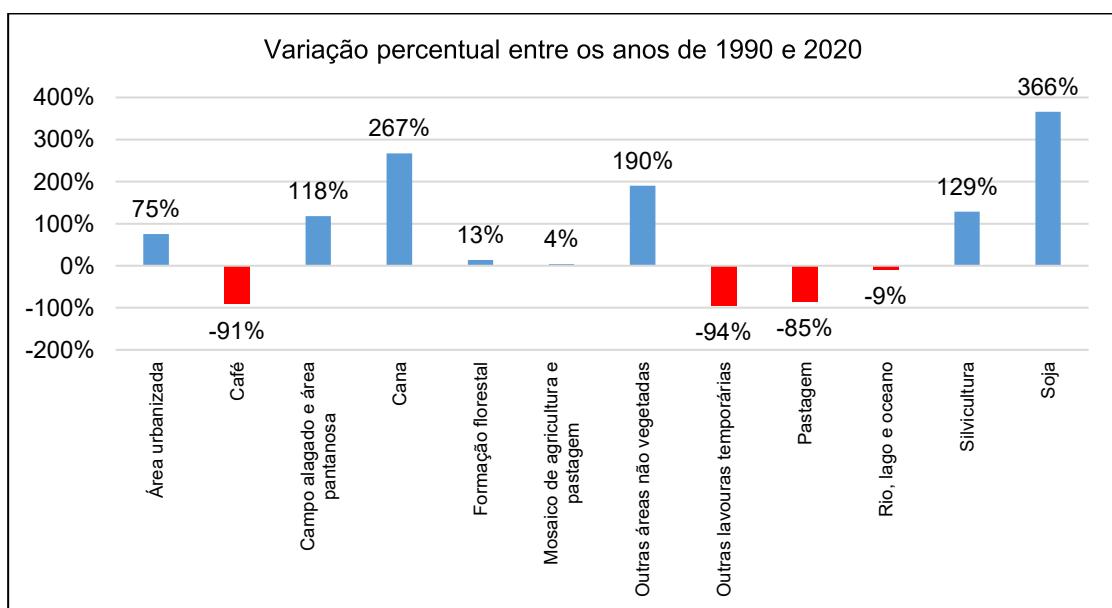
Analizando os dados de forma integrada (Tabela 10 e Figura 19), é possível observar que as grandes transformações que ocorreram na BHRV estão concentradas basicamente no aumento das áreas de plantio de soja e cana. A classe soja teve um aumento de 366% considerando a evolução de 1990 para 2020. Em termos de área, passa-se de 169 km² ocupados em 1990, para 786,9 km² em 2020. Para a classe cana, apesar de uma queda de quase 60% entre 2010 e 2020, quando comparados os números de 1990, há um aumento muito significativo, ou seja, 267% de acréscimo na área ocupada.

Tabela 10 – Evolução da área ocupada por cada classe de solo, valores de 1990, 2000, 2010 e 2020 e variação percentual da área no intervalo de quatro décadas (de 1990 para 2020).

Classe de uso	Área (km²) Ano				Variação (%) 1990-2020
	1990	2000	2010	2020	
Área urbanizada	10,4	13,0	15,2	18,2	75%
Café	41,6	33,2	12,2	3,9	-91%
Campo alagado e área pantanosa	0,4	0,6	0,7	0,9	118%
Cana	13,0	53,4	118,7	47,9	267%
Formação florestal	114,9	113,6	132,3	130,2	13%
Mosaico de agricultura e pastagem	166,7	123,5	162,7	173,6	4%
Outras áreas não vegetadas	0,6	0,4	0,5	1,8	190%
Outras lavouras temporárias	512,2	305,0	99,8	29,0	-94%
Pastagem	187,8	123,8	53,7	28,4	-85%
Rio, lago e oceano	56,3	52,9	53,8	50,9	-9%
Silvicultura	0,8	0,6	0,7	1,9	129%
Soja	169,0	453,6	623,3	786,9	366%

Fonte: MapBiomas (2022). Org.: a própria autora (2023).

Figura 19 – Variação percentual do total de área ocupada por cada classe de solo entre os anos de 1990 e 2020.



Fonte: MapBiomas (2022). Org.: a própria autora (2023).

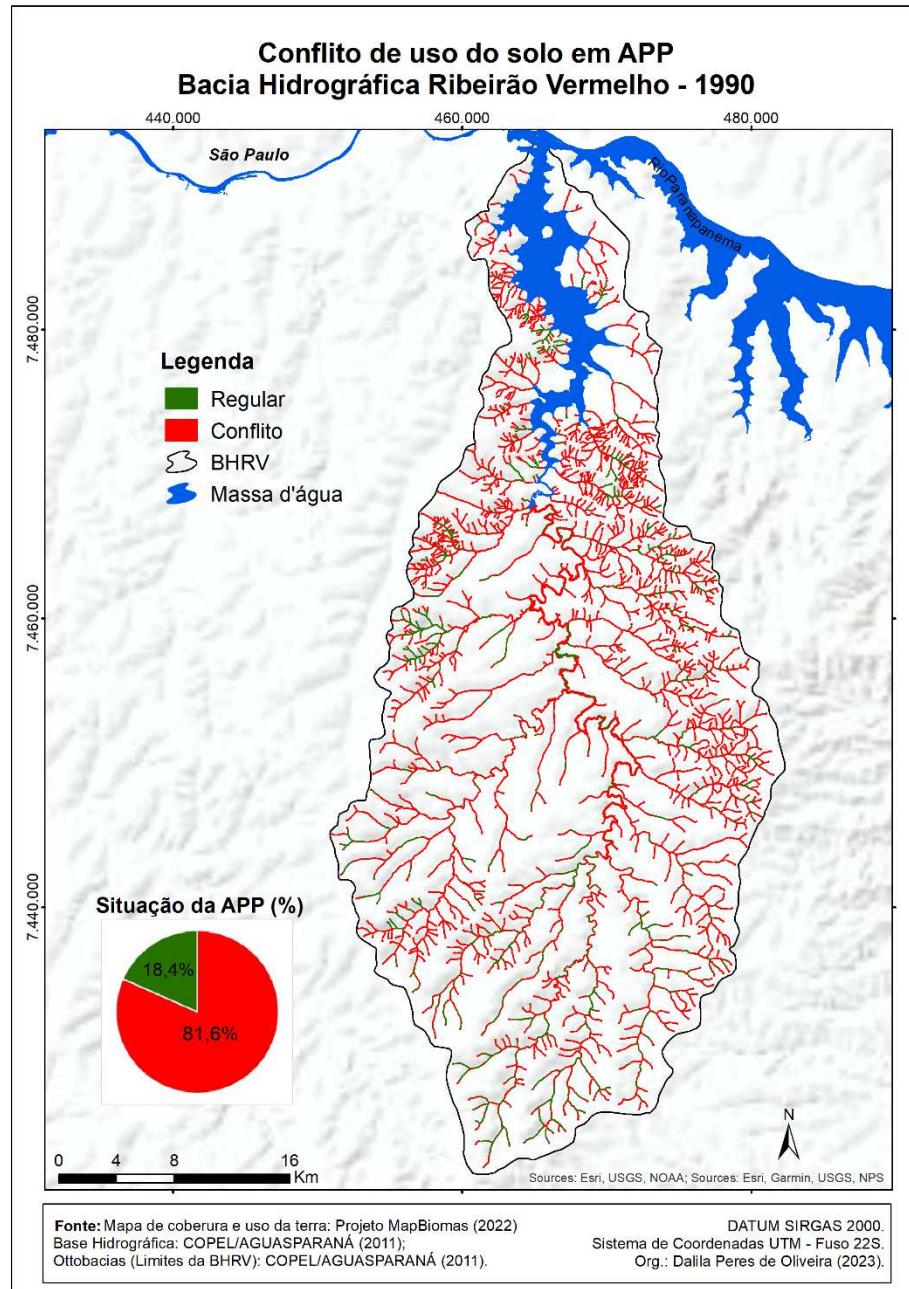
Em contrapartida, os decréscimos ocorreram com as classes outras lavouras temporárias (-94%), café (-91%) e pastagem (-85%). Sendo assim, o que foi constatado é que as classes que tiveram decréscimo foram transformadas em áreas de plantio de soja e cana, sobretudo de soja.

Neste sentido, pode-se inferir que não foram desmatadas novas áreas na bacia, apenas as áreas de pastagem (ora degradadas) e outros usos foram sendo, ao longo do período analisado, transformadas em área se cultivo de soja e cana. O não desmatamento de novas áreas e o crescimento das áreas de floresta também possuem ligação direta com a conscientização da importância da preservação de tais áreas, obrigatoriedade de elaboração do CAR (Cadastro Ambiental Rural) e maior respeito ao que preconiza o código florestal.

5.3 CONFLITO DE USO DO SOLO NA BHRV

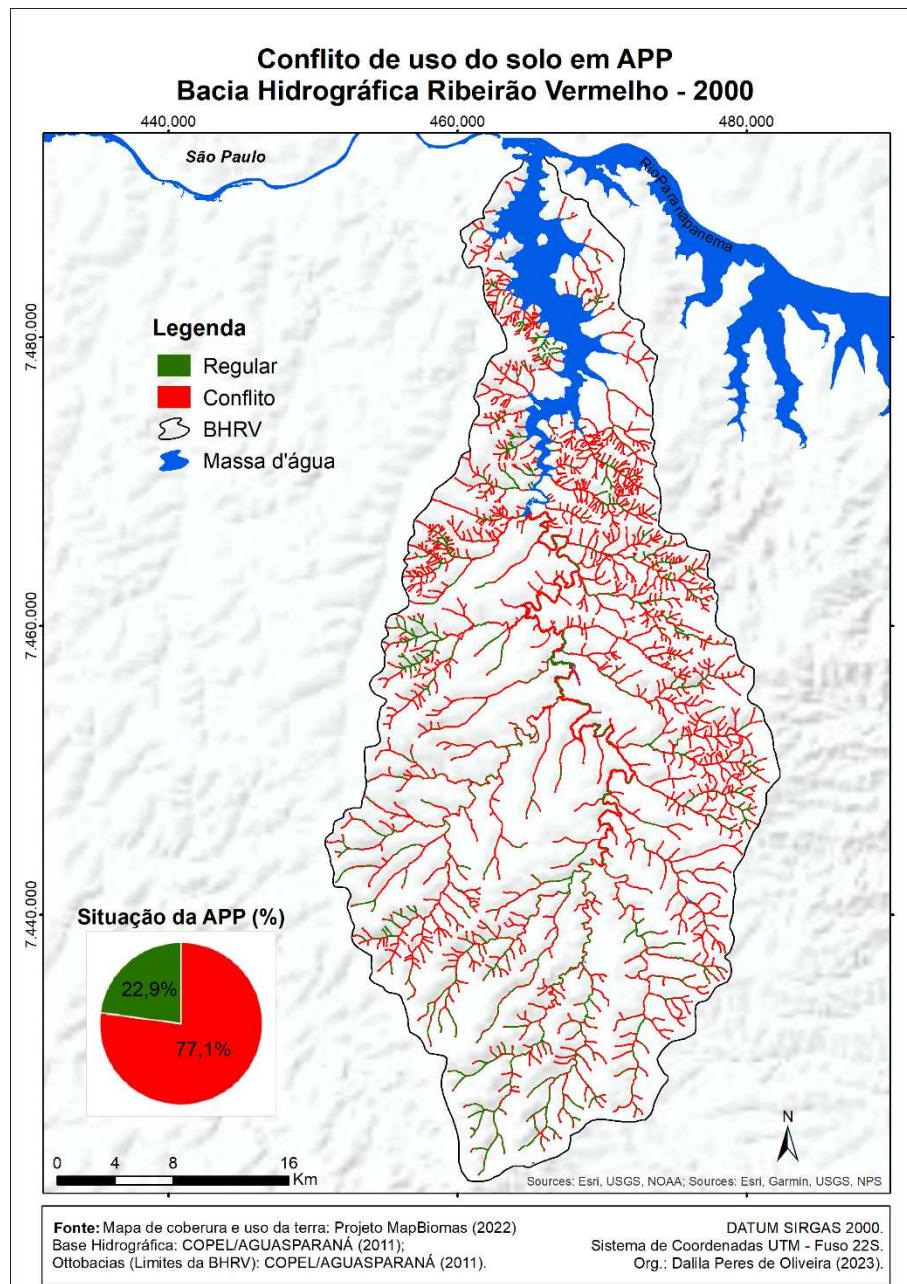
Considerando a temática discutida anteriormente, os dados de uso do solo também serviram de base para identificar as áreas de conflito na BHRV. As Figuras 20, 21, 22 e 23 ilustram os conflitos de uso do solo na área de estudo, apenas considerando as APPs.

Figura 20 – Conflito de uso do solo em APP, ano de 1990.



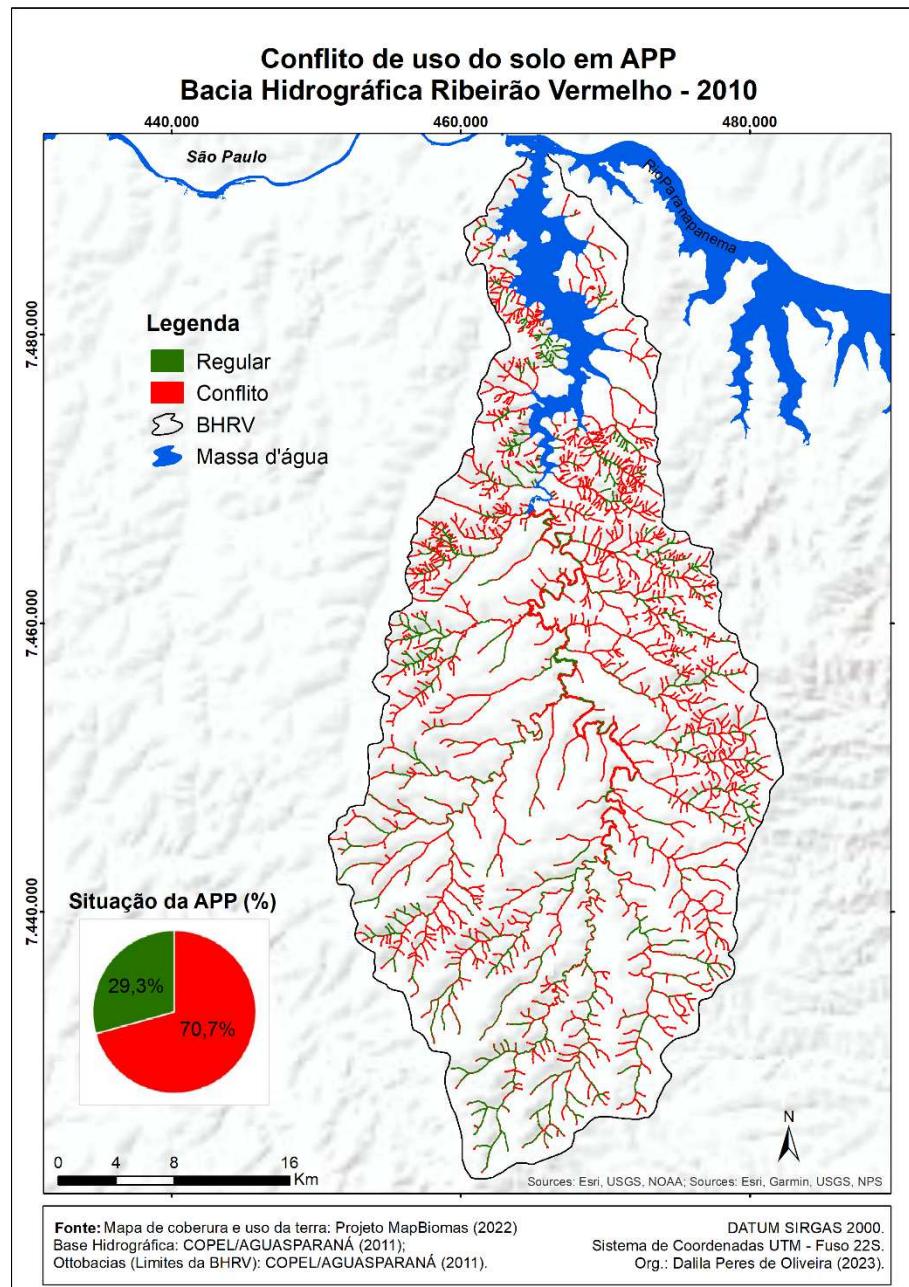
Org.: a própria autora (2023).

Figura 21 – Conflito de uso do solo em APP, ano de 2000.



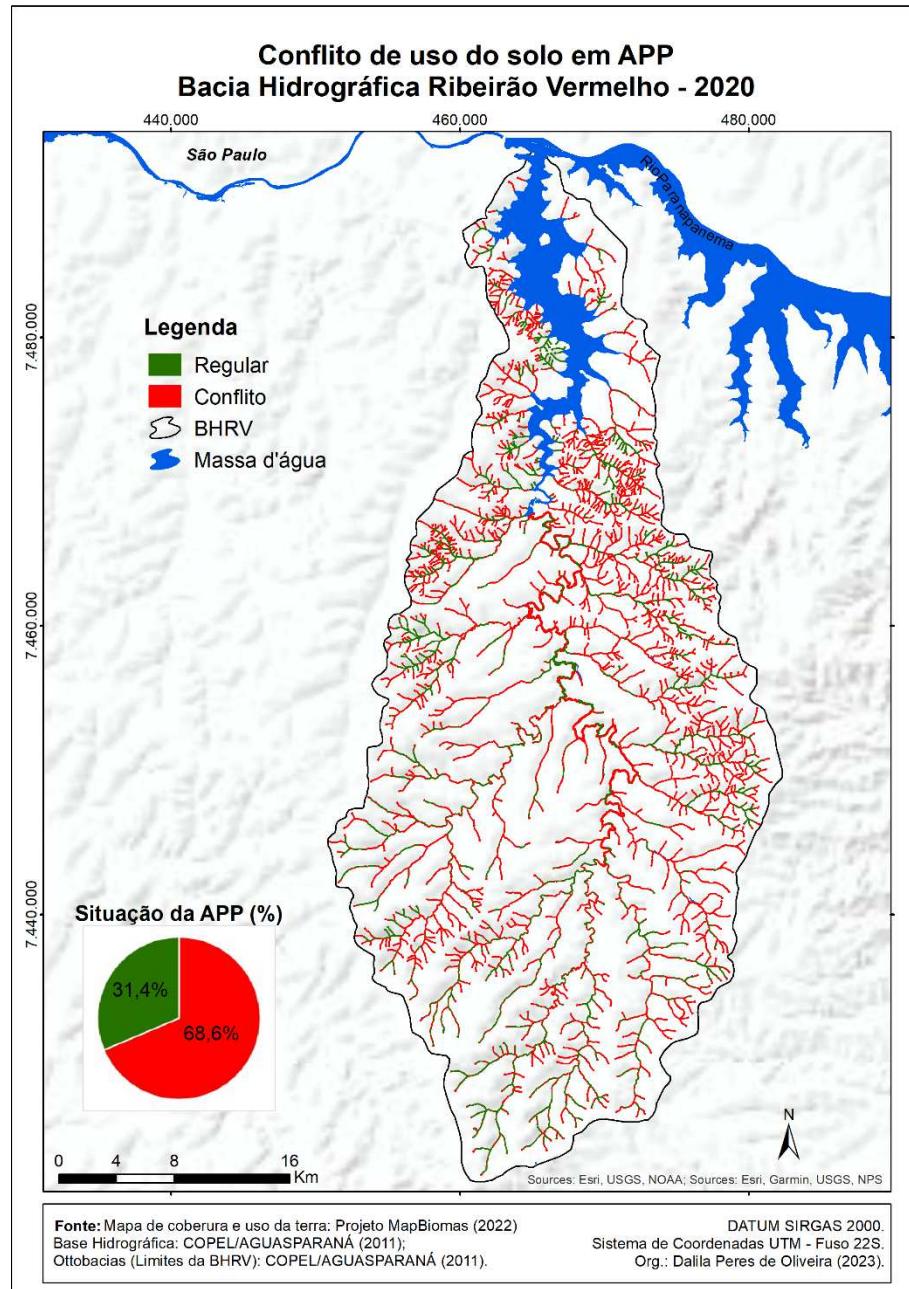
Org.: a própria autora (2023).

Figura 22 – Conflito de uso do solo em APP, ano de 2010.



Org.: a própria autora (2023).

Figura 23 – Conflito de uso do solo em APP, ano de 2020.



Org.: a própria autora (2023).

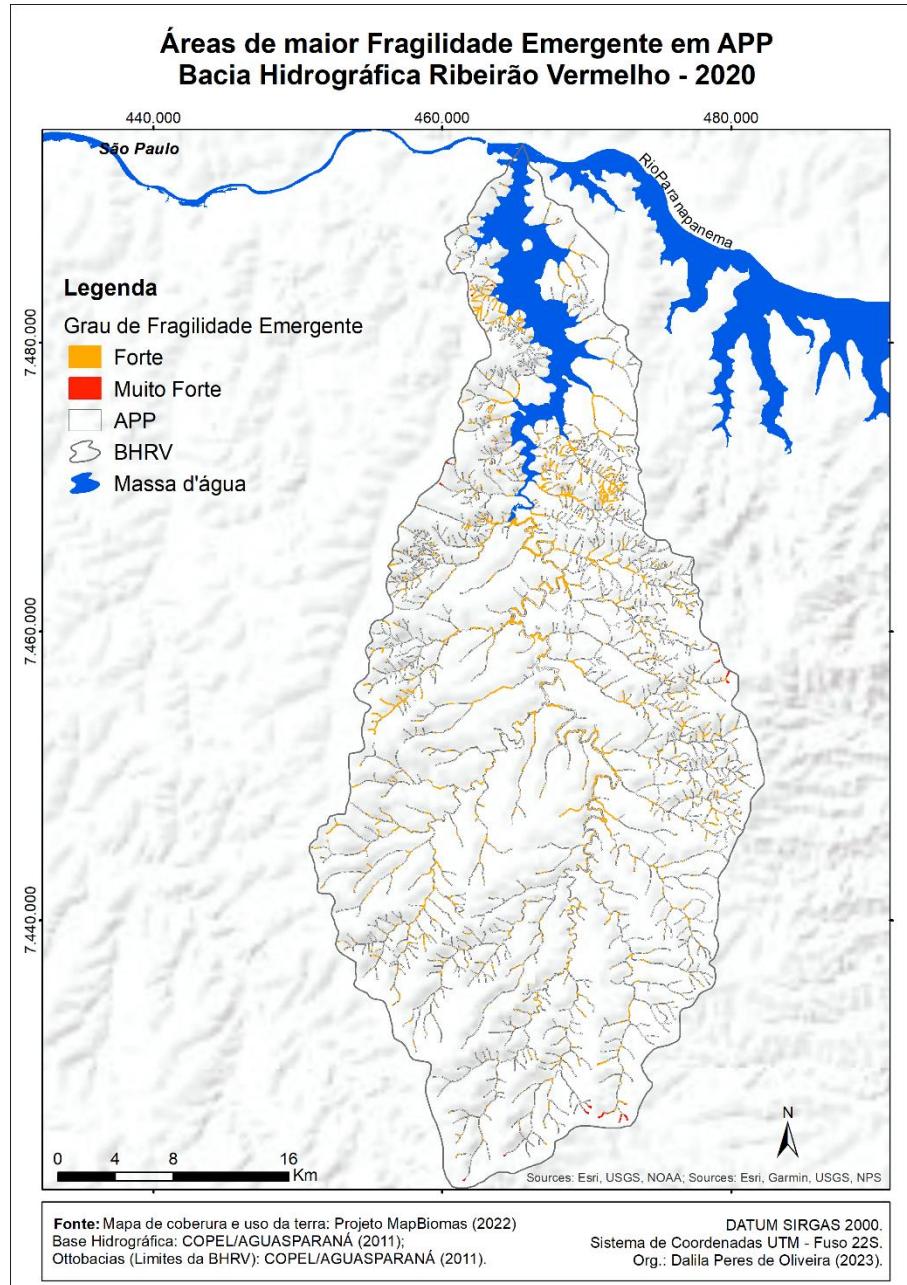
Nas Figuras 20 a 23 é possível observar a predominância das áreas em desacordo com a legislação ambiental (áreas irregulares) e a fragmentação das áreas regulares na BHRV, ou ainda nas áreas que possuem relevos mais ondulados, situados próximos as áreas de maiores declividades próximas a nascentes, nas margens esquerda e direita da bacia.

Nota-se que parte das nascentes, assim como dos cursos de primeira, segunda e terceira ordem, desde 1990 até 2020, encontram-se ocupadas com usos

que não são de floresta e sim de pastagem ou de agricultura, mostrando que programas de recuperação da vegetação ciliar devem ser implementados de forma a mitigar os impactos já gerados em função de tal situação. Parcerias com a IDR-Paraná/EMATER e as secretarias de agricultura e meio ambiente dos municípios envolvidos na bacia, podem ser estratégias interessantes para atendimento dos agricultores que possuem suas terras em áreas de preservação permanente, objetivando a recuperação das mesmas.

Cruzando os mapas de Fragilidade Emergente, em que se selecionaram os graus Forte e Muito Forte de fragilidade, ao mapa de conflito de uso do solo nas APP, considerando as áreas em conflito, para o período mais recente utilizado, 2020, identificaram-se as classes de uso que oferecem maior fragilidade as áreas em uso nas APP, respectivamente, mosaico de agricultura e pastagem, pastagem, área urbanizada e outras áreas não vegetadas. O mapa da Figura 24 representa estas áreas em toda a APP da bacia, são, portanto, de especial atenção tendo em vista seu elevando grau de fragilidade a partir de suas condições naturais associadas as formas de uso empregadas.

Figura 24 – Áreas de maior Fragilidade Emergente em APP, ano de 2020.



A Tabela 11 apresenta os dados de áreas para cada um dos anos analisados. Em 1990, 81,6% das APPs possuíam usos em desacordo com a legislação ambiental, configurando áreas irregulares. Em 2000, 2010 e 2020, constatou-se que houve redução das áreas irregulares, passando para 68,6% no último ano.

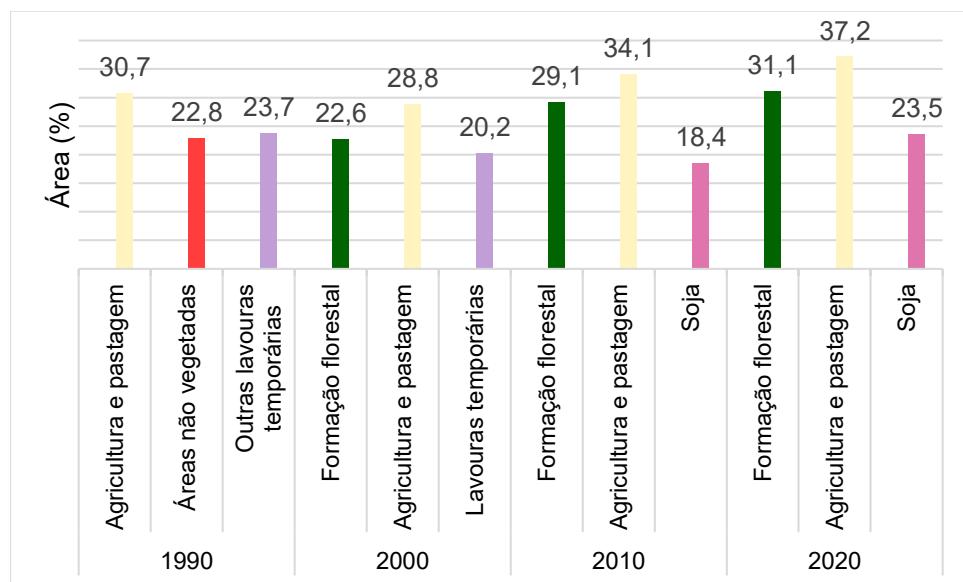
Tabela 11 – Evolução das áreas regulares e irregulares na BHRV.

Anos	Áreas regulares		Áreas irregulares	
	Km ²	%	Km ²	%
1990	18,3	18,4	81,4	81,6
2000	22,8	22,9	76,9	77,1
2010	29,2	29,3	70,5	70,7
2020	31,3	31,4	68,4	68,6

Org.: a própria autora (2023).

Em 1990, as áreas regulares ocupavam 18,4% das APP, estando com situação regular com uso florestal e, portanto, em acordo com a legislação ambiental. Nos anos seguintes, constatou-se que houve um aumento gradativo de tais áreas, passando para 31,4% em 2020.

O gráfico da Figura 25 mostra as três classes de uso de solo com maior área ocupada nas APP. Ressalta-se a ausência da classe formação florestal no ano de 1990 sendo que esta ocupava apenas 18,2% de uma área destinada exclusivamente a florestas, não figurando, portanto, entre as três principais. Em todo o período analisado (1990, 2000, 2010 e 2020), a classe de agricultura e pastagem é a mais expressiva nas APP (30,7%; 28,8%; 34,1% e 37,2%, respectivamente). A classe de soja aparece nos últimos dois períodos analisados (2010 e 2020), ao passo que as outras lavouras temporárias tiveram redução de área, reflexo da expansão das lavouras de soja.

Figura 25 – Classes de uso do solo em APP da BHRV (1990 – 2020).

Org.: a própria autora (2023).

De modo geral, nota-se que as florestas obtiveram acréscimo de área, mostrando que o quadro de degradação, lentamente, vem sendo modificado, possivelmente em função da rigidez em relação a fiscalização do desmatamento ou ainda, pela conscientização da população da importância das APP para a qualidade ambiental da bacia como um todo.

Na Figura 25, observa-se o quadro de acréscimo de vegetação ciliar. Entretanto, mantém-se aquém do ideal, ideal este, leia-se, a área mínima estabelecida em lei, mesmo no último período analisado e, considerando sua evolução, as florestas não são as mais representativas em áreas obrigatoriamente destinadas a elas.

As figuras 26 e 27 correspondem a APP em situação regular e irregular, respectivamente. As cenas, obtidas por meio do *Google Earth*, foram capturadas em janeiro de 2020. A figura 26 ilustra um trecho de APP com 30 metros de largura em curso d'água com largura inferior a 10 metros, como estabelecido no Código Florestal (Lei 12.651/12), representada pelos polígonos com contorno branco.

Figura 26 - Imagem do *Google Earth*, ano de 2020, em APP da BHRV.



Fonte: *Google Earth* (2020).

A figura 27 representa um outro trecho de APP na BHRV, em situação irregular (polígonos com contorno vermelho), ou seja, há outros usos que não correspondem a formações florestais, não atingindo a área mínima estabelecida em lei.

Figura 27 - Imagem do Google Earth, ano de 2020, em outro trecho de APP da BHRV.



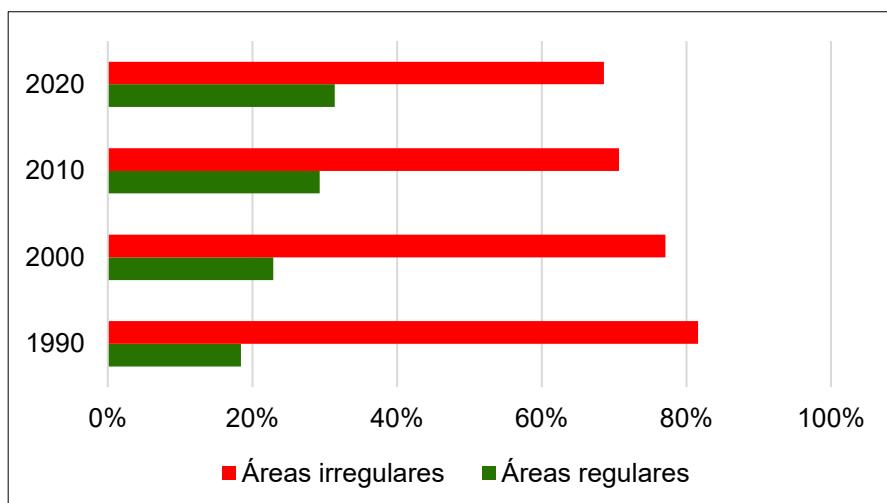
Fonte: Google Earth (2020).

Analisando ainda os dados presentes na Tabela 9 constata-se que houve a diminuição das áreas irregulares (Figura 28), passando de 81,6% em 1990 para 68,6% em 2020. Tais dados expressam a dinâmica de uso do solo já analisada anteriormente e que mostra o aumento das áreas de florestas mesmo com a expansão das áreas de agricultura, ou seja, a classe de pastagem e café foram convertidas tanto para agricultura como para florestas nas Áreas de Preservação Permanente (APP).

Esta constatação evidencia que, mesmo dentro de um modo de produção que explora intensamente a natureza, a regulação dessas atividades via leis específicas e programas de recuperação de áreas degradadas, associados a

campanhas de sensibilização dos sujeitos envolvidos quanto a importância de buscar um equilíbrio entre o uso da natureza como recurso econômico e a conservação desta e de suas funcionalidades, é factível. Por mais contraditória que pareça, esta dinâmica pôde ser constatada na análise dos reflexos das alterações de uso e ocupação do solo em APP na BHRV. O Programa Mata Ciliar, desenvolvido pelo Governo do Estado, é um exemplo desta combinação, pois, como exposto, a década em que houve maior crescimento de áreas ocupadas pela classe de formação florestal, corresponde ao período de implantação do programa, em 2003. Esse aumento foi verificado tanto nas APP, quanto em outras áreas da bacia.

Figura 28 – Evolução das áreas regulares e irregulares em APP na BHRV.



Org.: a própria autora (2023).

A Figura 28 traz a representação dos dados em porcentagem, sendo possível observar a redução das áreas irregulares com o passar dos anos e o aumento progressivo das áreas regulares. O total de áreas irregulares transformadas em regulares foi de 13,1 km², ou seja, um ganho de 71,5%.

Mas, como foi detectado no último mapeamento, no ano de 2020 houve redução de 1,5% em áreas ocupadas por formações florestais na bacia, o que não refletiu na cobertura florestal das APP, já que mantiveram um crescimento. Entretanto, como observa-se nos mapas de uso do solo, as formações florestais aparecem, geralmente, associadas às APP, assim, são importantes ações de fiscalização e monitoramento destas áreas para garantir sua preservação.

Também é importante reforçar a necessidade de políticas públicas, programas e projetos de conscientização e incentivo à recuperação e preservação da vegetação ripária, em parceria com cooperativas, escolas estaduais e municipais,

universidades, prefeituras e outras instituições públicas e privadas, visando a melhoria desse cenário.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que concerne a avaliação da fragilidade ambiental da BHRV, a metodologia utilizada (Ross, 1994) permitiu identificar que tanto ao considerar os elementos do meio físico-natural da bacia (Fragilidade Potencial), quanto ao associá-los as formas de uso e ocupação, ou seja, sua antropização (Fragilidade Emergente), prevalece o grau médio de fragilidade, porém com maior percentual para a Fragilidade Emergente, 68,8% contra 49,7%. Isso indica um aumento da fragilidade do ambiente em decorrência das formas de uso identificadas.

O mapeamento da evolução das classes de uso do solo na bacia retrata a expansão acentuada da monocultura, que tem a soja como principal representante, um aumento de 366% de área ocupada pela cultura entre 1990 e 2020. Outra lavoura que passou a ocupar maiores áreas é a de cana, mais representativa nos municípios de Porecatu e Jaguapitã.

As formações florestais apresentaram crescimento de 13% em área, especialmente na última década analisada, entre 2010 e 2020 o aumento foi de 16,4%. Observa-se que, paulatinamente, houve aumento de áreas florestais.

O mesmo observa-se nas APP analisadas. Entre os anos de 1990 e 2020, houve um crescimento de área ocupada por florestas ou outras formações vegetais de 71,5% ou 13,1km², não se observaram decréscimos no período, mas um crescimento gradual, ainda que pequeno. Os números ainda estão longes de um cenário confortável: em 2020, 31,4% da área encontravam-se em situação regular, enquanto 68,6% permaneciam irregulares, isto considerando-se como referência as áreas mínimas estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro.

É positivo o aumento gradual das florestas em APP da BHRV, porém é preocupante o quadro ambiental da bacia em relação a vegetação protetiva de rios e nascentes, logo, imperioso aplicar punições estabelecidas em lei associando-as a projetos de recuperação e reflorestamento. Ainda deve-se ponderar que esta análise não contempla as reais condições destas florestas, como estágio sucessional, manutenção das funcionalidades ecológicas, presença de árvores nativas da Floresta Estacional Semidecidual, espécies exóticas, entre outros, para isso são necessários outros levantamentos não contemplados por esta pesquisa.

A pesquisa também é limitada pela escala da base hidrográfica utilizada, assim como pela escala de levantamento do MapBiomas. Para análises

mais detalhadas, indica-se um ajuste, especialmente da base hidrográfica, compatibilizando-a a distribuição atual da rede de drenagem, o que é possível com a ajuda de imagens de satélite dos próprios SIG ou *Google Earth*, com as quais pode-se verificar o posicionamento das nascentes e a perenidade, sobretudo dos rios de primeira ordem, o que resultará em maior precisão na localização das APP.

Esta identificação das áreas em conflito de uso do solo não pode ser utilizada, isoladamente, para determinar se o proprietário da área está ou não dentro da legalidade. Primeiro, pelo destacado no parágrafo anterior, a escala de análise precisa ser considerada e, em segundo, porque a legislação tem especificidades como as áreas de uso consolidado, nas quais há permissão para exercer atividades nas APP, dentre outras particularidades que precisam ser averiguadas individualmente.

Destaca-se a importância dos movimentos da sociedade civil em torno da questão ambiental, pois os avanços no campo político, com criação de políticas públicas e legislação voltada à preservação dos recursos naturais, monitoramento de ações predatórias e recuperação de áreas degradadas se deu, *pari passu* a sociedade civil cobrou, denunciou e questionou. E assim permanece, não só envolvendo questões ambientais.

O Projeto MapBiomas, do qual se extraiu a base de dados para os mapas de uso e cobertura do solo, é um dos muitos projetos oriundos dessas organizações. Percebe-se um movimento cada vez maior em prol de novas formas de uso da natureza e seus recursos, é urgente repensá-las, porque a natureza já não suporta o ritmo de exploração ao qual vem sendo submetida.

Encontros, como a COP 27 e tantos outros, traçam metas e objetivos grandiosos (e necessários, urgentes!) mas as ações concretas ainda parecem tímidas. Recursos técnicos não faltam, prova disso é este mapeamento realizado com técnicas de geoprocessamento e um Sistema de Informações Geográficas - SIG que viabilizaram um diagnóstico satisfatório da fragilidade ambiental da BHRV e podem subsidiar outras pesquisas e ações de gestão e planejamento.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas irrigação:** uso da água na agricultura irrigada. 2. ed. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/a874e62f27544c6a986da1702a911c6b>>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- ALMEIDA, A. C. S. A colonização do território paranaense e o dinamismo dos municípios da Frente Norte. **GEOMAE.** Campo Mourão, v.7, n.1, jan/jun 2016, p. 9 – 20. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/geomae/article/view/7415/5273>. Acesso em: 06 fev. 2023.
- ALMEIDA, A. S. de; VIEIRA, I. C. G. Conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em um polo de produção de biodiesel no Estado do Pará. **Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science.** Taubaté, v.9, n. 3, jul/set. 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92831698010>>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- BESSER, M. L; BRUMATTI, M.; SPISILA, A. L. **Mapa Geológico e de recursos minerais do estado do Paraná.** 2021. Disponível em:<<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/22492>> Acesso em: 15 dez. 2022.
- BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. dos (Ed.). **Mapa de solos Estado do Paraná:** legenda atualizada. Embrapa Solos: Rio de Janeiro: Embrapa Florestas, Colombo, PR, 2008. 74 p. 1 mapa escala 1: 600.000; formato A0. Disponível em: http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Aparana_solos_20201105#mor.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas irrigação:** uso da água na agricultura irrigada. 2. ed. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/a874e62f27544c6a986da1702a911c6b>>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- BRASIL. **Lei nº 12651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92831698010>>. Acesso em: 10 out. 2020.
- BULHÕES, R. O peso da soja na economia do Estado do Paraná. In: ENCONTRO DE ECONOMIA PARANAENSE, 5., Curitiba, 2007. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. Disponível em: <http://www.ecopar.ufpr.br/artigos/a4_071.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2023.
- CECCATTO, S. E. K.; GUIMARÃES, M. de. F.; SANTOS, E. L. dos; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Infiltração de água no solo pelos métodos do permeâmetro de

Guelph e infiltrômetro de Cornel. **Reunião Paranaense de Ciência do Solo**, 6, 2019, Ponta Grossa.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. In: CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980, p.65 - 102.

CICLO da soja: homem do campo, você conhece ele em dias? **Terra Magna**, 2023. Disponível em: <<https://terramagna.com.br/blog/ciclo-da-soja/>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

CICLO da cana-de-açúcar: saiba mais sobre o processo. **Mosaic**, 2022. Disponível em: <<https://nutricaodesafras.com.br/ciclo-da-cana-de-acucar>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

COELHO NETTO, A.L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: Guerra, A.J. T; Cunha, S.B. (org.) **Geomorfologia**; uma atualização de bases e conceitos. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009, p. 93-148.

CRUZ, M.G.; GUERREIRO, E.; RAIHER, A.P. A evolução da produção de etanol no Brasil no período de 1975 a 2009. **Revista Econômica do Nordeste - Documentos técnico-científicos**, v. 43, n. 4, 141-159, 2012. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/248/226>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

ECAM. **O que é a Agenda 2030 e quais os seus objetivos**. Disponível em: <<http://ecam.org.br/blog/o-que-e-a-agenda-2030-e-quais-os-seus-objetivos/>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

ENTENDA como o Brasil se tornou o maior produtor e exportador de soja do mundo. **Mais Soja**, 2022. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/entenda-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-exportador-de-soja-do-mundo/>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

EPE. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2020**. Empresa de Pesquisa Energética: Rio de Janeiro, 2021. Disponível em <https://www.epe.gov.br/sitespt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-615/NTEPE-DPG-SDB202103_Analise_de_Conjuntura_dos_Biocombustiveis_ano_2020.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2023.

ETANOL – Carros flex batem recordes de venda no Brasil. **ÚNICA – União as Indústria de Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <<http://old.unica.com.br/noticia/16900035920337715081/carros-flex-batem-recorde-de-vendas-no-brasil/>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

FERNANDES, B. M. **A territorialização do MST** - Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra - Brasil. Ano 1, n. 1 p. 2 – 44, 1998. Disponível em: <<http://www.mstemddados.org/sites/default/files/1495-4357-1-PB.PDF>>. Acesso em: 24 jul. 2021.

FERNANDES, J. P. **As antigas civilizações da Mesopotâmia.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. [s.d.]. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/41727635/Apostila_-_Mesopotamia.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2021.

FERREIRA, M. B. M; SALLES, A. O. T. Política ambiental brasileira: análise histórico-institucionalista das principais abordagens estratégicas. **Revista de Economia** - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, v. 42, n. 2, 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/54001/33016>>. Acesso em: 15 maio 2022.

FERREIRA, V. J.; MOURA, J. D. P. A percepção do espaço vivido por alunos da educação de jovens e adultos. In: **PARANÁ.** Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Curitiba: SEED / PR, V. 1. 2014. p. 1-19. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unioeste_g>. Acesso em: 10 jun. 2021.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicações.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRANCISCO, W. C. **Região Hidrográfica do Paraná.** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/brasil/regiao-hidrografica-parana.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2021.

GAEDKE, P. da S.; LOHMANN, M.; MAGANHOTTO, R. F.; GALVÃO, R. P.; FERREIRA, W. H. K. Análise da Fragilidade Ambiental da Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Mata dos Godoy – Londrina-PR. In: LADWIG, N.I.; CAMPOS, J.B. (Org.) **Planejamento e Gestão Territorial:** áreas protegidas. Criciúma: UNESC, 2021, p. 147 – 166. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/9025/3/An%C3%A1lise%20da%20fragilidade%20ambiental%20da%20zona%20de%20amortecimento%20do%20Parque%20Estadual%20Mata%20dos%20Godoy%20%20E2%80%93%20Londrina-PR.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

GALVÃO, P. Influência do uso do solo na taxa de infiltração da água na bacia hidrográfica dos igarapés 54 e 7, Paragominas/PA. **Holos Environment**, v. 20, n. 2, p. 303-319, 2020.

GARCIA DA SILVEIRA, J. A Rio-92, os movimentos ecologistas e a Política Nacional do Meio Ambiente: uma reflexão sobre a construção das políticas ambientais brasileiras na década de 1990. **Revista Hydra:** Revista Discente de História da UNIFESP, [S. I.], v. 5, n. 9, p. 7–36, 2021. DOI: 10.34024/hydra.2021.v5.11427. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/hydra/article/view/11427>>. Acesso em: 20 nov. 2022.

GASPARINI, K. A. C.; LYRA, G. B.; FRANCELINO, M. R.; DELGADO, R. C.; OLIVEIRA JR, J. F. de; FACCO, A. G. Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicadas na Identificação de Conflitos de Uso da Terra em

53 Seropédica-RJ. **FLORAM**. Seropédica, v. 20, n. 3, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2013.030>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

GONÇALVES, G. G. G.; DANIEL, O.; COMUNELLO, E.; VITORINO, A. C. T.; ARAI, F. K. Determinação da Fragilidade Ambiental de bacias hidrográficas. Curitiba: **FLORESTA**, v. 41, n. 4, p. 797 - 808, out./dez. 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/25344>>. Acesso em: 05 jan. 2023.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

GUIMARÃES, T. A. A dinâmica da cultura da soja no estado do Paraná: o papel da EMBRAPA entre 1989 e 2002. **Vitrine da Conjuntura**: Curitiba, v. 4, n. 6, agosto de 2011. Disponível em: <<https://img.fae.edu/galeria/getImage/1/2496584274915073.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

HAUER, M. As florestas no Paraná: um processo de involução. In: SONDA, C.; TRAUCZYNSKI, S. C. (Orgs.). **Reforma agrária e meio ambiente**: teoria e prática no estado do Paraná. Curitiba: ITCG, 2010. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/parte_1_2_margit_hauer.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2023.

INPE. Divisão de Geração de Imagens. **LANDSAT**. 2023. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em:<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>> Acesso em: 03 jun. 2022.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Cadernos municipais**. 2022. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Cadernos-municipais>>. Acesso em: 19 nov. 2022.

KACHAROUSKI, M; CURCIO, G. R.; BONNET, A. **Área de Preservação Ambiental – Nascentes**. 2021. Disponível em: <<https://www.agricultura.pr.gov.br/PronasolosPR/Pagina/AREA-DE-PRESERVACAO-AMBIENTAL-NASCENTES>>. Acesso em: 19 nov. 2022.

KARMANN, I. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, C.; FAIRCHILD, T.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 113-138.

KRUPEK, R. A.; FELSKI, G. Avaliação da cobertura ripária de rios e riachos da Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras, Região Centro-Sul do Estado do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.8, 2006, p.179-188.

MARTINS, F.P.; SANTOS, E.L. Taxa de infiltração da água e a resistência do solo a penetração sob sistemas de uso e manejo. **Acta Iguazu**, v.6, n.4, p.28-40, 2017.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos:** Princípios, Integração e Aplicação. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2013.

MINEROPAR. **Geomorfologia.** 2006. Disponível em <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Geomorfologia>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

MINEROPAR. **Atlas Geológico do Estado do Paraná.** 2001. Disponível em: <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Geologico-do-Estado-do-Parana>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

MINEROPAR. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná.** 2006. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/aguaterra/arquivos_restritos/files/documento/200-04/atlas_geomorforlogico_parana_2006.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2022.

MOREIRA, R. A Geografia e a Educação Ambiental: o modo de ver e pensar a relação ambiental na Geografia. **Espaço em Revista:** Goiás, v. 11, n. 1, jan./jun. 2009, p. 11 -19. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/espaco/article/view/13668> Acesso em: 15 jun. 2021.

NASCIMENTO, L. Previsão de safra de grãos é de 310,6 milhões de toneladas, diz Conab. **Agência Brasil**, 2023. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-02/previsao-de-safra-de-graos-e-3106-milhoes-de-toneladas-diz-conab>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

NASCIMENTO, M. C. do; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal.** Santa Maria, v. 15, n. 2, 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53415210>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

NITSCHE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná.** 2019. Disponível em: <<https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlasclimatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

OC - Observatório do Clima. **Nossa história.** Disponível em: <<https://www.oc.eco.br/quem-somos/nossa-historia/>> Acesso em: 20 jan. 2023.

OLIVEIRA, A. U. **A Mundialização da Agricultura Brasileira.** In: XII Colóquio Internacional de Geocrítica, 2012. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/colloquio2012/actas/14-A-Oliveira.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2019.

OLIVEIRA, D. P. **Identificação de áreas de conflito de uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vermelho em Rolândia, Paraná.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

ONU BR – NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Transformando Nossa Mundo:** A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <

<https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf> >. Acesso em: 21 jan. 2023.

PARANÁ. Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. **Conhecendo o Bioma Mata Atlântica no Paraná**. 2018. Disponível em:<https://www.conexaoambiental.pr.gov.br/sites/conexaoambiental/arquivos_restritos/files/documento/2018-11/revistaatlantica_vol1.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2022. MAPBIOMAS. Coleções MapBiomass: Coleção 6 – Mata Atlântica. Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR>. Acesso em: 05 jul. 2021.

PARTICIPAÇÃO de carros flex na frota brasileira cresce de 16% para 24% em um ano. **InfoMoney**, 2009. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/consumo/participacao-de-carros-flex-na-frota-brasileira-cresce-de-16-para-24-em-um-ano/>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

PRIORI, A., POMARI, L. R.; AMÂNCIO, S. M; IPÓLITO, V. K. A cafeicultura no Paraná. p. 91-104. In: PRIORI, A., POMARI, L. R.; AMÂNCIO, S. M; IPÓLITO, V. K. **História do Paraná: séculos XIX e XX**. Maringá: Eduem, 2012. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/k4vrh/pdf/priori-9788576285878.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2023.

PRODUÇÃO de soja terá alta de 64% em 2023. **G1 Paraná**, 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pr/parana/caminhos-do-campo/noticia/2023/01/08/producao-de-soja-ter-alta-de-64percent-em-2023.ghhtml>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 6 - Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR>. Acesso em: 05 jul. 2021.

RENNER, R. M.; BITTENCOURT, S. M. de; OLIVEIRA, E. B. de; RADOMSKI, M. I. Programa Mata Ciliar no estado do Paraná: comportamento de espécies florestais plantadas. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2010. 36p. il. (**Embrapa Florestas. Documentos, 196**). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes-/publicacao/878572/programa-mata-ciliar-no-estado-do-parana-comportamento-de-especies-florestais-plantadas>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

RODRIGUES JUNIOR, J. C.; STINGELIN, F. de. S.; BARROS, G. V. P. Infiltração de água em diferentes condições de uso do solo em um campus da Universidade Federal de Sergipe. **Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe**, 12, 2019, Aracaju

ROSS, J. L. S. A sociedade industrial e o ambiente. In: ROSS, J. L.S. (Org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014, p. 209 - 237.

ROSS, J.L.S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados**. Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. 1994. p.63 – 74. Disponível em: <<https://doi.org/10.7154/rdg.1994.0008.0006>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

SANTOS FILHO, A. O. RAMOS, J. M.; OLIVEIRA, K. de; NASCIMENTO, T. A evolução do Código Florestal Brasileiro. **Caderno De Graduação - Ciências Humanas E Sociais - UNIT - SERGIPE**, v. 2, n. 3, 271–290, 2015. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/2019/1220>. Acesso em 15 maio 2022.

SANTOS, C. da S.; MIRANDA, L. C.; BORDALO, C. A. L. Conflitos de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente na bacia hidrográfica do Rio Igarapé-Açu – PA. **Equador** – UFPI: Piauí, v. 8, n. 2, p. 30-46. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/viewFile/9138/5393>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SANTOS, H. G. dos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasilia: EMBRAPA, 2018. 356 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs>>. Acesso em: 30 out. 2022.

SANTOS, L. A. C. Utilização dos dados do Cadastro Ambiental Rural na análise de conflitos de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente. **Tecnia**, Goiânia, v. 3, n. 1, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327714622_Utilizacao_dos_dados_do_Cadastro_Ambiental_Rural_na_analise_de_conflitos_de_uso_do_solo_em_Areas_de_Preservacao_Permanente. Acesso em: 10 jun. 2022

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T. da; SILVA, J. M. F. da; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. I.], v. 7, n. 2, 2006. DOI:10.20502/rbg.v7i2.74. Disponível em <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/74>>. Acesso em: 2 jun. 2022.

SANTOS, M. **A natureza do Espaço**: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2020. 383 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Pesquisas comprovam a importância da vegetação na produção de água**. 2015. Disponível em: <<https://www.infraestruturaeambiente.sp.gov.br/2015/08/pesquisascomprovam-a-importancia-da-vegetacao-na-producao-de-agua-com-qualidade/>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

SILVA, J. P. G e. **COP 27 e a participação brasileira**. Politize. 2023. Disponível em: <<https://www.politize.com.br/cop-27/>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

SILVEIRA, C. T. da; OKA-FIORI, C. Análise empírica da Fragilidade Potencial e Emergente da bacia do Rio Cubatãozinho, Estado do Paraná. Uberlândia: **Caminhos da Geografia**, v. 8, n. 22, set/2007, p. 1 – 17. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15521>>. Acesso em: 05 jan. 2023.

SILVEIRA, E. M. de O.; CARVALHO, L. M. T. de; SILVA, A. M. da. Uso conflitivo do solo nas áreas de preservação permanente no município de Bocaina de Minas/MG.

In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais [...]** Goiânia: INPE, 2005. p. 1673-1680.

SOUZA, F. A. C. de. A relação natureza-sociedade no modo de produção capitalista. **EM PAUTA:** Revista da Faculdade de Serviço Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, v. 13, n. 35, p. 153-168, 2015. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistaempauta/article/view/18626>>. Acesso em: 20 nov. 2022.

SPETH, G.; PERES, L. E. da S.; WOLLMANN, L.; DOMINGUES, Q. R.; GIACCOM-RIBEIRO, B. M. Conflitos do uso de solo em Áreas de Preservação Permanente em Candelária (RS). **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 42, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/339733354_Conflitos_do_uso_de_solo_em_areas_de_preservacao_permanente_em_Candelaria_RS>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SISTEMA Nacional de Meteorologia emite alerta de emergência hídrica para o Paraná até setembro. **G1 Paraná – RPC.** 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2021/05/28/sistema-nacional-de-meteorologia-emite-alerta-de-emergencia-hidrica-para-o-parana-ate-setembro.ghtml>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SOUZA, F. A. C. de. A relação natureza-sociedade no modo de produção capitalista. **Em Pauta:** Rio de Janeiro, v. 13, n. 35, jan./jun. 2015, p. 153-168. Disponível em: <<https://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/revistaempauta/article/view/18626/13596>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

STORTO, C.; COCATO, G. P. Análise de Fragilidade Ambiental a partir de Técnicas de Geoprocessamento: Área de Influência da Hidrelétrica de Mauá-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 11, 2018, p. 1694-1708.

SUERTEGARAY, D. M. A.; PAULA, C. Q. de. Geografia e questão ambiental, da teoria à práxis. **Ambientes**: Francisco Beltrão, v. 1, n. 1, 2019, p. 79 – 102. Disponível em: <<http://erevista.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/22686>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

TEIXEIRA, T. M. D. A.; OLIVEIRA, V. P. V. D.; TEIXEIRA, A. C. D. O. Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio São João de Tiba, Extremo Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, 14, n. 04, 2021. 1941-1956. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/249413/39020>>. Acesso em: 18 set. 2021.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M. de; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. Oficina de textos: São Paulo. 2001.

VALLE JR., R. F. do; GALBIATTI, J. A.; PISARRA, T. C. T.; MARTINS FILHO, M. V. Diagnóstico do conflito de uso e ocupação do solo na bacia do Rio Uberaba. **Global Science and Technology**. Rio Verde, v.6, n. 1. Jan/abril 2013. Disponível em: <<http://rioverde.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/index>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

VESTENA, L. R.; THOMAZ, E. L. Avaliação entre Áreas de Preservação Permanentes Associadas aos cursos fluviais e uso da terra na bacia do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. **Ambiência**. Guarapuava, v. 2, n. 1. jan/jun. 2006. Disponível em: <<http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/avaliacao-de-conflitos-entre-areasde-preservacao-permanente-associadas-aos-cursos-fluviais-e-uso-da-terra-na-baciado-rio-das-pedras-guarapuava-pr.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento Conceito e Definições. **Revista de Geografia – PPGEO** – UFJF. Juiz de Fora, v. 7, n. 2, 2017, p. 195-201. Disponível em: <<https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18073/9359>>. Acesso em: 15 maio 2022.