



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JESSICA MAYARA SIQUEIRA SILVA

**CONFLITOS DE USO DA TERRA EM APPS E
SUSCETIBILIDADE À EROSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO DO EMA — ROLÂNDIA/PR**

Londrina
2024

JESSICA MAYARA SIQUEIRA SILVA

**CONFLITOS DE USO DA TERRA EM APPS E
SUSCETIBILIDADE À EROSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO DO EMA — ROLÂNDIA/PR**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina – UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Marciel Lohmann

Londrina
2024

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

Siqueira, Jessica Mayara Siqueira.

Conflitos de uso da terra em APPs e suscetibilidade à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema — Rolândia/PR / Jessica Mayara Siqueira Silva Silva. - Londrina, 2024.

122 f.

Orientador: Marciel Lohmann.

Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2024.

Inclui bibliografia.

1. Crise hídrica - Tese. 2. Mapeamento geomorfológico - Tese. 3. Conflito de uso da terra - Tese. 4. Suscetibilidade à erosão - Tese. I. Lohmann, Marciel Lohmann. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 91

JESSICA MAYARA SIQUEIRA SILVA

**CONFLITOS DE USO DA TERRA EM APPS E
SUSCETIBILIDADE À EROSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO DO EMA — ROLÂNDIA/PR**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina – UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof.^a Dr.^a Camila Cunico
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

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

Londrina, 24 de abril de 2024.

AGRADECIMENTOS

Aos caminhos percorridos que me trouxeram até aqui. Efetivamente, ingressar na Pós-Graduação foi uma das práticas (ou escolhas) que mais impulsionaram o meu desenvolvimento individual e coletivo. Pois, nesses últimos 24 meses, não só avancei como pesquisadora e geógrafa, como tive a oportunidade de muitas vivências significativas para a vida toda.

Agradeço a todos os elementos, seja eles, o universo, aos deuses, aos orixás, independente das gêneses, mas, que, de alguma forma, contribuíram para o meu enriquecimento. Muito Obrigada!

Aos professores, familiares, colegas e amigos presentes durante este processo de Pós-Graduação. A presença de vocês foi fundamental para que eu seguisse com leveza e sabedoria.

Aos agradecimentos específicos, pelos quais não poderia deixar de mencionar alguns nomes.

À magnífica mulher que deu gênese a minha família, Aparecida de Siqueira Monteiro (*in memoriam*), popularmente conhecida como Dona Cida. Mãe, te agradeço com respeito, consideração, carinho e muito amor. Obrigada por ter me concedido a vida e, não apenas, por ter me ensinado muito sobre ela. Tudo se iniciou com sua força, fé, carisma e poder.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Marciel Lohmann, que aceitou este desafio e não mediu esforços para me orientar e compartilhar conhecimentos. Obrigada!

Aos meus amigos e amiga, Vinícius, Ramon e Daiane, agradeço imensamente a vocês pelas contribuições feitas por meio de leituras, trocas e demais adições realizadas a minha pesquisa.

Aos meus companheiros e companheiras, Lygia, José Rafael, Luís Carneiro, Rafael Maximiliano, Vinícius (de novo), Natália Villa, Gilson, Dai, This Yuri, Gustavo, Maycon, Elo Torres, Matheus, Raissa e Jaque, obrigada pelas trocas, experiências, acolhimentos, bares, sofás e entre outros momentos importantes.

À Mirian, que me ensina muito sobre lealdade, afinidade, amor e tantas coisas importantes. Vamos sonhando juntas.

À banca examinadora deste trabalho, Prof.^a Dr.^a Camila Cunico e Prof. Dr. Ronaldo Ferreira Maganhotto, obrigada por aceitarem o convite e pelas

importantes contribuições, em especial a Camila Cunico, fundamental para o meu avanço científico.

Agradeço como um todo ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina (PPGeo/UEL) que, em razão deste, oportunizou incontáveis experiências e trocas inesquecíveis.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — CAPES, pela bolsa que fora fundamental para dedicação exclusiva a pesquisa.

À minha família, em especial, as minhas duas sobrinhas, Fernanda e Bruna.

À minha companheira da Geografia, Primavera (Pri), que em oito anos, me acompanha diariamente.

*Se você vencer sozinho, a vitória é do sistema.
Quem sonha junto, sobe junto!*

Emicida, Drik Barbosa, Matuê

RESUMO

SILVA, Jessica Mayara Siqueira. **Conflitos de uso da terra em APPs e suscetibilidade à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema — Rolândia/PR**. 2024. 122 f. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Londrina, 2024.

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema — B.H.R.E é o principal manancial de abastecimento hídrico da área urbana do município de Rolândia/PR, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Pirapó, categorizada como Classe 1. Em razão disto, deve seguir rigorosamente os critérios de uso e gestão exigidos pela Deliberação n.º 01/2017 do Comitê da bacia hidrográfica do Piraponema. Além disso, também deve adotar de novos horizontes de planejamento ambiental a curto, médio e longo prazo (até 2030), que buscam ampliar a vazão e a qualidade de água para consumo humano. Contudo, devido à falta de planejamento ambiental, monitoramento e fiscalização, vem sofrendo impactos ambientais negativos, que comprometem a sua vazão média a cada ano. Segundo registros que serão apresentados neste estudo, a partir de 2016, o município de Rolândia passou a sofrer com crises hídricas, comprometendo a saúde e o bem-estar da população. Em função de tal importância, a presente pesquisa traçou o objetivo de analisar a evolução do uso da terra na B.H.R.E, bem como o levantamento das áreas de conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente —APPs e sua relação com a suscetibilidade à erosão, com base nas legislações Federal n.º 12.651/2012 e Municipal n.º 2.855/2001, entre os anos de 2012 e 2022. Para isso, foram utilizadas as imagens com as classes de uso da terra disponibilizadas pela plataforma do Projeto MapBiomas (8ª coleção) para os anos escolhidos, a partir do qual foram produzidos os mapeamentos da evolução do uso da terra, a identificação das áreas de conflito de uso e a suscetibilidade a erosão da bacia e áreas em conflito. Os resultados mostraram que, em termos de evolução do uso entre 2012 e 2022, a classe soja foi a que teve maior acréscimo, ocupando mais de 60% da área da bacia em 2022. No entanto, também houve um aumento da classe formação florestal e a diminuição das classes pastagem e outros usos, apontando a substituição por reflorestamento e soja. A respeito das áreas de conflito de uso da terra, verificou-se que, se considerada a legislação Federal, 77,8% das APPs estão de acordo com a legislação. Mas se considerada a legislação Municipal, apenas 45,9% das APPs estão regulares, apontando uma discordância entre as duas Leis. Agora, considerando a suscetibilidade à erosão, a B.H.R.E apresenta predominância da classe média de suscetibilidade, o que se explica principalmente em função das características de solos e relevo da área. Tal dinâmica também se apresenta quando considerada a suscetibilidade à erosão apenas para as áreas irregulares associadas as APPs.

Palavras-chave: Crise Hídrica. Mapeamento geomorfológico. Bacias hidrográficas de primeira ordem. Conflito de uso da terra. Suscetibilidade à erosão.

ABSTRACT

SILVA, Jessica Mayara Siqueira. **Land use conflicts in APPs and susceptibility to erosion in the Ribeirão do Ema watershed — Rolândia/PR.** 2024. 122 f. Dissertation (Master's) — Postgraduate Program in Geography, State University of Londrina, 2024.

The Ribeirão do Ema watershed (B.H.R.E) is the main source of water supply for the urban area of Rolândia/PR, belonging to the Pirapó River watershed, categorized as Class 1. Because of this, it must strictly follow the use and management criteria required by Deliberation n. 01/2017 of the Piraponema Watershed Committee. It must also adopt new environmental planning horizons in the short, medium and long term (up to 2030), seeking to increase the flow and quality of water for human consumption. However, due to the lack of environmental planning, monitoring and inspection, it has been suffering a negative environmental impact, which compromises its average flow each year. According to the records presented in this study, from 2016 onwards, the municipality of Rolândia began to suffer from water crises, compromising the health and well-being of the population. Taking this important aspect into account, the aim of this research is to analyze the evolution of land use in the B.H.R.E., as well as to survey areas of land use conflict in Permanent Preservation Areas (APPs) and their relationship with susceptibility to erosion, based on the Federal Law n. 12.651/2012 and Municipal Law n. 2.855/2001, between 2012 and 2022. To do this, the images with the land use classes made available by the Mapbiomas Project (8th collection) for the chosen years (previously mentioned), from which the mapping of the evolution of land use, the identification of areas of conflict of use, and the susceptibility to erosion of the basin and areas in conflict were all produced. The results showed that, in terms of the evolution of use between 2012 and 2022, the soybean class saw the greatest increase, occupying more than 60% of the basin's area in 2022. However, there was also an increase in the forest formation class and a decrease in the pasture class and in the other uses class, indicating that they were being replaced by reforestation and soybeans. With regard to land use conflict areas, it was found that, if federal legislation is taken into account, 77.8% of APPs comply with the law. However, if municipal legislation is taken into account, only 45.9% of the APPs are in compliance, indicating a disagreement between the two laws. Now, considering the susceptibility to erosion, the B.H.R.E shows a predominance of the medium susceptibility class, which is explained mainly by the characteristics of the soils and relief of the area. This dynamic also appears when considering erosion susceptibility only for the irregular areas associated with the APPs.

Keywords: Water crisis. Geomorphological mapping. First-order River basins. Land use conflicts. Erosion Susceptibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema simplificado das funções básicas do SIG.	45
Figura 2 – Demonstração da sistematização metodológica deste estudo	46
Figura 3 – Etapas para a delimitação e correção da rede hidrográfica da B.H.R.E.	49
Figura 4 – Demonstração das três variáveis.	53
Figura 5 – Mapa de localização da B.H.R.E.....	57
Figura 6 – Crescimento populacional do município de Rolândia (PR).	60
Figura 7 – Mapa pedológico da B.H.R.E.	63
Figura 8 – Mapa de hipsometria da B.H.R.E.	65
Figura 9 – Mapa de declividade da B.H.R.E.	66
Figura 10 – Mapa de formas de vertentes da B.H.R.E.	67
Figura 11 – Presença de agricultura mecanizada soja em relevo suave-ondulado.	68
Figura 12 – Evolução do uso da terra na B.H.R.E (2012 e 2022). Fonte: MapBiomias, 2023. Elaborado pela autora, 2023.	72
Figura 13 – Porcentagem de área ocupada por cada classe de usos na B.H.R.E nos anos de 2012 e 2022.....	74
Figura 14 – Conflitos de uso da terra identificados nos anos de 2012 e 2022 na B.H.R.E, conforme a Lei Federal n.º 12.651/2012.	76
Figura 15 – Classes de uso da terra em APPs (Lei Federal n.º 12.651/2012).....	78
Figura 16 – Presença de irregularidades em APPs da B.H.R.E.	79
Figura 17 – Bacias de contenção dentro das APPs da B.H.R.E (Lei n.º 12.651/2012).	80
Figura 18 – Conflitos de uso da terra identificados nos anos de 2012 e 2022 na B.H.R.E, conforme a Lei Municipal 2.855/2001.	83
Figura 19 – Classes de uso da terra em APPs consoante a legislação municipal.	85
Figura 20 – Mapa de suscetibilidade à erosão da B.H.R.E.	89
Figura 21 – Presença de erosão em área de pastagem.....	90
Figura 22 – Concentração do fluxo hídrico em área de cultivo de milho e de declividade moderada.	91
Figura 23 – Ravinas em área de encosta do tanque de contenção de água (VIAPAR).....	91
Figura 24 – Ravina em estágio avançado próximo ao tanque de contenção de água da VIAPAR.	92
Figura 25 – Mapa de suscetibilidade à erosão em área de conflito de uso da terra nas APPs da B.H.R.E (Legislações Municipal e Federal).	94
Figura 26 – Área visitada (pontos de nascentes 8, 9, 10).	96
Figura 27 – Áreas visitadas próximas aos pontos de nascentes 8, 9, 10.	97
Figura 28 – Represa alimentada pela nascente de n.º 9.	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Alterações das larguras das APPs nas legislações de n.º 4.771/1965 e 12.651/2012.....	30
Quadro 2 – Comparação entre as larguras de faixas de APPs propostas pelas Leis Federal n.º 12.651/2012 e Municipal n.º 2.855/2012.....	32
Quadro 3 – Valores para cada variável.....	54
Quadro 4 – Classes de suscetibilidade da declividade.....	54
Quadro 5 – Classes de suscetibilidade dos tipos de solos.....	54
Quadro 6 – Classes de suscetibilidade das formas de vertentes.....	54
Quadro 7 – Área colhida por hectare (cultura temporária) – Rolândia/PR, em 2023.....	71
Quadro 8 – Área colhida por hectare (cultura permanente) – Rolândia/PR, em 2023.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores de saneamento básico para os municípios de Rolândia, Londrina e Cambé (PR).....	59
Tabela 2 – Área ocupada por cada classe de uso da terra na B.H.R.E., nos anos de 2012 e 2022.	73
Tabela 3 – Classes de uso da terra identificadas em APPs de acordo com a legislação Federal (2012).....	77
Tabela 4 – Classes de uso da terra identificadas em APPs de acordo com a legislação Municipal.	84
Tabela 5 – Áreas de conflito por legislação na B.H.R.E, para os anos de 2012 e 2022.	86
Tabela 6 – Classes de suscetibilidade a erosão e respectivas áreas que ocupam na bacia.	88
Tabela 7 – Área (ha) das classes de suscetibilidade a erosão nas áreas de conflito de uso da terra nas APPs.....	95

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivo geral	20
1.2 Objetivos específicos	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 A evolução da legislação ambiental no Brasil: Áreas de Preservação Permanente — APPs	21
2.2 O planejamento ambiental para mitigar à degradação acelerada sob o uso da terra em bacias hidrográficas	32
2.3 Do equilíbrio ecodinâmico à fragilidade ambiental e suscetibilidade à erosão	39
3 MATERIAIS E MÉTODOS	44
3.1 Método	44
3.2 Procedimentos metodológicos	46
3.3 Aquisição de bases cartográficas e delimitação área da B.H.R.E	48
3.4 Mapa de Hipsometria	49
3.5 Mapa de Clinografia	50
3.6 Mapa de Formas de Vertentes.....	50
3.7 Mapa de Pedologia	51
3.8 Mapas de evolução e uso da terra	51
3.9 Mapas de áreas de conflito em APPs	52
3.10 Mapa de suscetibilidade à erosão.....	52
3.11 Suscetibilidade à erosão nas áreas de conflito de uso da terra em APPs ..	55
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	56
4.1 Bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema – B.H.R.E	56
4.2 Aspectos Socioeconômicos do Município de Rolândia/PR	58
4.3 Aspectos Físicos-Naturais da B.H.R.E.....	61
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	70
5.1 Rolândia: A evolução do uso da terra na B.H.R.E	70
5.2 Conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanentes – APPs ..	75
5.3 Suscetibilidade à erosão na B.H.R.E	88
5.4 Suscetibilidade à erosão nas áreas de conflito de uso da terra	93

5.5	Medidas mitigadoras à degradação acelerada sob o uso da terra na B.H.R.E.	99
5.6	Plano de Recuperação de Área Degradada — PRAD.....	101
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
	REFERÊNCIAS.....	106
	ANEXOS.....	116

1 INTRODUÇÃO

A interferência desordenada da humanidade sobre a natureza historicamente vem acarretando uma série de problemas e desequilíbrios sobre a dinâmica ambiental, sendo exemplos o desmatamento, a poluição dos corpos hídricos, a impermeabilização dos solos, entre outros. Tais fatos são consequências de uma sociedade dependente da exploração de recursos naturais à reprodução da lógica do capital, que gera cotidianamente pressão sobre a natureza.

Independentemente de que, na contemporaneidade, existam pesquisas e políticas públicas, regidas por acordos internacionais e legislações ambientais, que alertam e promovem ações mitigadoras para o desenvolvimento sustentável, ainda estamos evoluindo sobre a importância deste debate. E mesmo que a humanidade tenha capacidade de modificar e reorganizar o solo, o clima, o relevo, os minerais, os vegetais e a água, é incapaz de criá-los (Ross; Cunico; Lohmann, 2022).

Nesse sentido, as legislações ambientais surgiram para disciplinar o uso dos recursos naturais (os produtos da natureza) e a partir de medidas protetivas mínimas, buscam mitigar o uso descontrolado dos recursos naturais a fim de garantir e prolongar a qualidade de vida das pessoas (Borges *et al.*, 2009).

Entre os impactos que causam grandes transformações nos ambientes rurais ou urbanos está a retirada indevida da cobertura vegetal natural, sobretudo as próximas aos rios e nascentes, pois trata-se de áreas que são mais suscetíveis à degradação ambiental (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 2012).

Com isso, somadas a ausência de planejamento ambiental, intensificam-se o empobrecimento dos solos, modificando o ciclo das águas, alterando a taxa de infiltração, prejudicando as nascentes, a dinâmica hidrológica e desestabilizando outros ciclos naturais (Santos *et al.*, 2021).

A regularização ambiental, sobretudo das Áreas de Preservação Permanente — APPs, é uma das principais ferramentas mitigadoras da degradação do solo e de recursos hídricos, possibilitando que as ações necessárias sejam adotadas para minimizar os efeitos de desastres ambientais.

Regulam as APPs a Lei Federal n.º 12.651/2012, considerada uma das principais Leis Ambientais do Brasil, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa em território nacional, tratando-se de áreas legalmente protegidas. Pelas quais,

cobertas ou não por vegetação nativa, cumprem com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade. Além disso, a presença de APPs facilita o fluxo gênico de fauna e flora e protegem o solo, assegurando o bem-estar das populações humanas.

Em razão disto, faz-se necessário a fiscalização ambiental por parte de órgãos públicos a fim de assegurar a regularização da Lei n.º 12.651/2012. Sendo este, um dos objetivos específicos deste estudo, por meio do mapeamento das APPs na bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema — B.H.R.E, localizada no Município de Rolândia, Norte do Estado do Paraná. Que vem sofrendo nos últimos anos com a recorrência de falta de água devido às crises hídricas provocadas pelo uso indevido dos mananciais de abastecimentos.

A presente pesquisa procura colaborar para o aumento da qualidade de vida e bem-estar das pessoas que residem no município de Rolândia/PR a partir do mapeamento e análise da evolução do uso da terra, o conflito de uso da terra em APPs, as áreas suscetíveis à erosão na área total e áreas suscetíveis à erosão dentro das APPs pertencentes a B.H.R.E. Buscando assim contribuir com a fiscalização da área, bem como com o planejamento e execução de políticas públicas voltadas à preservação e regularização desses espaços.

A B.H.R.E apresenta vazão média de 1.200 L/s, sendo que até 40% desse total são utilizados para o abastecimento do município de Rolândia (Paula, 2009). Além disso, segundo a Deliberação n.º 01/2017, pertence aos cursos d'água das bacias do Pirapó, Paranapanema 3 e Paranapanema 4, portanto, enquadram-se na Classe 1. Isto significa que, para a Deliberação n.º 01/2017, são bacias de mananciais para o abastecimento público.

Associado a isto, a Lei Estadual n.º 8.935/89 discorre sobre os requisitos mínimos para águas provenientes dessas redes hidrográficas destinadas ao abastecimento público estadual. Portanto é dever do Estado assegurar por meio de órgãos de fiscalização e execução que a qualidade de água seja mantida aos padrões mínimos concebíveis para um desenvolvimento saudável junto ao crescimento populacional (Paraná, 1989).

Em função de tal importância, justifica-se a escolha pela B.H.R.E, visto que, nas duas últimas décadas, houve inúmeros problemas ambientais na área, tal como o aumento da exposição do solo, áreas de matas ciliares em conflito com as legislações ambientais Federal e Municipal, a utilização dos recursos hídricos

indevidamente e a contaminação de nascentes por dejetos de suinocultura (Silva *et al.*, 2022), impactos que interferem diretamente na qualidade da água e da bacia de manancial.

Portanto, tais análises poderão subsidiar e orientar órgãos responsáveis a partir da demonstração dos pontos de fragilidades ambientais na B.H.R.E, contribuindo com materiais que sustentam o planejamento ambiental, projetos e pesquisas que idealizam a criação de uma Área de Proteção Ambiental — APA. Nesse sentido, amplia-se o debate e o conhecimento científico sobre o tema, incentivando práticas socioambientais responsáveis, tais quais a mitigação das áreas degradadas e Plano de Recuperação de Área Degradada — PRAD, promovendo a sensibilização e educação ambiental aos residentes próximos à área de estudo.

Partindo dos problemas ambientais suprarreferenciados, por meio do método utilizado hipotético-dedutivo de Popper (1975), construíram-se hipóteses e, por conseguinte, inquietações que orientaram a busca por resultados que fundamentassem a importância da regularização das APPs na B.H.R.E. Sendo elas, a quantificação de áreas irregulares presentes na área de estudo e, se tais áreas são suscetíveis ou não aos processos erosivos.

Para compreender os impactos ambientais negativos presentes devido à ausência de vegetação na B.H.R.E, houve a participação indireta do projeto científico “Águas do Ema”, pesquisas de gabinetes e análises sobre estudos correlatos ao tema. Em seguida, adotaram-se critérios para o mapeamento, levantamento e processamento dos dados, fundamentados pelas Leis Federal n.º 12.651/2012 e Municipal n.º 2.855/2001, que dispõe de medidas específicas de APPs.

Por conseguinte, utilizaram-se as bases cartográficas disponibilizadas pela plataforma do Projeto MapBiomas (8ª coleção), fundamentadas pelos recortes temporais de 2012 e 2022. Escolhidos para compreender o desenvolvimento das legislações ambientais.

Os resultados apresentados irão fundamentar as classes de uso da terra que mais aparecem na B.H.R.E. De posse desses resultados, serão analisadas as áreas de conflito de uso da terra e, se essas contribuem para o aumento da suscetibilidade à erosão na área estudada.

1.1 OBJETIVO GERAL

A B.H.R.E é o principal manancial de abastecimento hídrico do município de Rolândia, com vazão média de 1.200 L/s. Portanto, estudos que visam mitigar o aumento da pressão sobre esses ecossistemas presentes na B.H.R.E são de suma importância para o fomento de novas práticas, que visam o uso sustentável deste território.

O propósito desta pesquisa é analisar a evolução do uso e cobertura da terra, bem como as áreas de conflito de uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), e sua relação com a suscetibilidade à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema — Rolândia/PR.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar a evolução do direito ambiental no Brasil e os efeitos desse processo para o refinamento de Leis Ambientais, principalmente aquelas associadas à proteção áreas de vegetação e bacias de mananciais;
- b) Realizar o mapeamento da evolução do uso da terra e áreas em conflito de uso da B.H.R.E, fundamentados pelas Leis Federal n.º 12.651/2012 e Municipal n.º 2.855/2001;
- c) Quantificar as áreas irregulares (ou em conflito de uso da terra) na B.H.R.E;
- d) Realizar o mapeamento da suscetibilidade à erosão e, se tais áreas são suscetíveis ou não aos processos erosivos do território estudado;
- e) Comparar o nível de regularização entre as legislações Federal n.º 12.651/2012 e Municipal n.º 2.855/2001, entre os anos de 2012 e 2022;
- f) Apresentar medidas mitigadoras à degradação acelerada sob o uso da terra na B.H.R.E;
- g) Contribuir por meio de material científico para o planejamento ambiental, projetos e pesquisas que idealizam a criação de uma Área de Proteção Ambiental — APA ou melhores condições as bacias de mananciais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL: ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE — APPS

A evolução da política ambiental nacional iniciou-se após a década de 1930 como resposta às transformações no mercado internacional pós-crise mundial, intitulada “Crise de 1929” (Filho *et al.*, 2015). Segundo o autor, a produção de café apresentava o maior percentual sobre o PIB brasileiro, e devido à crise, passou por severas mudanças de valores no mercado. E em meio aos desarranjos econômicos, o governo de Getúlio Vargas, propôs um novo projeto econômico, partindo da implementação das indústrias de bases no país, dando início à Revolução Industrial no Brasil.

Esse período foi marcado pelo surgimento de indústrias metalúrgicas, siderúrgicas e madeireiras, que demandavam a retirada excessiva de recursos naturais, e por medo da escassez, o Governo Federal sancionou o Primeiro Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei Federal n.º 23.793/1934. Sendo esta, uma estratégia governamental, que buscava regulamentar o uso das florestas, tidas como bens de interesse social e comum à população brasileira (Brasil, 1934; Filho *et al.*, 2015; Moura, 2016).

Novos Decretos, Códigos e Leis foram surgindo, assim como o Código de Águas, instituído pelo Decreto n.º 24.643/1934, que assegurava as tomadas de decisões sobre as demandas e múltiplos usos de água, buscando aproveitar o potencial hídrico para a geração de energia das usinas hidrelétricas e entre outros potenciais econômicos (Moura, 2016; Santos, 2007).

Como resultado, a nação começou a progredir rapidamente apresentando altos índices de expansão urbana e industrial, e, em virtude disto, o Estado passou a implementar novas políticas públicas, que buscavam regulamentar o avanço da expansão urbana e industrial, dando gênese as áreas ambientalmente protegidas (Borges *et al.*, 2009; Moura, 2016).

Inspirado em parques internacionais, tal qual o Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos, instituído em 1872, o Governo criou o Parque Nacional de Itatiaia, no estado do Rio de Janeiro, em 1937. E, logo depois, o Parque

Nacional da Serra dos Órgãos, no Rio de Janeiro e o Parque Nacional do Iguaçu, no Paraná (Moreira *et al.*, 2023; Moura, 2016).

Entre 1938 e 1965, devido à necessidade de modernização do Estado e, diante de pressões internacionais, surgiram mais 14 Parques Nacionais, totalizando 1,2 milhão de hectares e uma Reserva Florestal na região da Amazônia, com 200.000 hectares (Borges *et al.*, 2009; Fürstenau-Togashi; Souza-Hacon, 2012).

O Brasil passou por um extenso período de adequações às legislações ambientais, uma vez que fomentada por ideologias internacionais para a retirada incessante dos recursos naturais. Depois, iniciou-se a releitura dos fundamentos conceituais sobre desenvolvimento, que passou a se desvencilhar das ideologias puramente econômicas (Santos, 2007).

Em 1965, a população brasileira vivenciava o regime político da ditadura militar, marcado pelo autoritarismo governamental, perceptível nas legislações instauradas. E sob influência de outros países, o Estado criou o Segundo Código Florestal Brasileiro, instaurado pela Lei Federal n.º 4.771/1965, que concebeu os termos Reserva Legal — RL e Área de Preservação Permanente — APP, segundo a legislação de 1965, descritos como:

Reserva Legal — RL: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas.

Área de Preservação Permanente — APP: área protegida nos termos dos art. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, 1965, artigo 1º, grifo nosso).

As APPs, segundo Tomas e Foletto (2013, p. 738), “passam a existir em qualquer lugar que se situasse em margens de rios, topo de morros, nascentes, encostas com declividade superior a 45º, restingas, entre outros”. E, conforme a Lei Federal n.º 4.771/1965, a faixa mínima para as APPs eram definidas em 5 metros de largura e RL como 50% do território amazônico e 20% nas demais regiões brasileiras.

Dois anos depois, por meio do Decreto n.º 289/1967, o governo constituiu o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal — IBDF, vinculado ao Ministério da Agricultura. Como resultado, segundo Cesar (2010), substituiu o Instituto Nacional do

Mate — INM, fundado em 1938 e o Instituto Nacional do Pinho — INP, fundado em 1941, que deixaram de existir. Portanto, o IBDF passou a ser responsável pelo monitoramento das áreas protegidas apresentadas pela Lei Federal n.º 4.771/1965, de 1965 (Moura, 2016).

Em escala global, em 1968, a concepção mundial acerca dos debates ambientais adquiriu novos horizontes, promovido pelo grupo de estudos intitulado Clube de Roma. Para Santos (2007), a sociedade passou a discutir a preservação ambiental de maneira direta, buscando integrar aspectos sociais, políticos, ambientais e econômicos. Conforme a autora, o Clube de Roma, fomentou a interação de outros países e áreas do conhecimento a debater novas medidas às práticas de uso racional dos recursos naturais e o futuro da humanidade, dando origem ao relatório final nomeado “*The Limits to Growth*”, que desmistificou o conceito de desenvolvimento da época.

Conforme evidencia Moura (2016), a análise apresentada pelo relatório “*The Limits to Growth*” revelou a preocupação com o esgotamento dos recursos naturais. Por conseguinte, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura — UNESCO organizou a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, sediada em Estocolmo, que deu origem a “*Stockholm Declaration*”, em 1972.

A Conferência de Estocolmo tornou-se referência mundial, tratando-se do primeiro encontro internacional que reuniu 113 países para discutir questões ambientais, com ênfase aos debates a respeito da poluição da água e do ar, os agravantes do crescimento populacional indiscriminado e a falta de planejamento sobre os usos dos recursos naturais, desse modo, consolidou o “Direito Internacional do Meio Ambiente” (Batista *et al.*, 2002; Brasil, 1972; Santos, 2007).

Em Estocolmo, o Brasil representou à soberania nacional, segundo Moura (2016), se posicionou contra o sacrifício do crescimento econômico e populacional dos países em desenvolvimento às sombras de degradações ambientais provocadas por países desenvolvidos. Entretanto, o aumento da poluição nas cidades brasileiras, sob efeitos do processo de industrialização daquela época, agravou a pressão internacional sobre o Brasil, que acarretou o comprometimento nacional para novas medidas protetivas ao meio ambiente, dando vida aos novos órgãos de controle e regularização (Moreira *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2016).

Em escala nacional, repercutiu no Decreto n.º 73.030/1973, que instituiu a Secretaria Especial de Meio Ambiente — SEMA, com intuito de monitorar a qualidade ambiental, buscar padrões de qualidade, listar agentes e substâncias poluidoras, promover a educação ambiental para o uso racional dos recursos naturais, assim como, preservar espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção e a manutenção de estoques de materiais genéticos (Brasil, 1973; Silva *et al.*, 2016).

Sucessivamente, em 1981, o Governo Federal sancionou a Lei Federal n.º 6.938/81, que deu origem à Política Nacional do Meio Ambiente — PNMA, com intuito de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida, assim como, assegurar o desenvolvimento socioeconômico naquele período (Brasil, 1981). E, ao mesmo tempo, o PNMA, criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente — Sisnama, enfatizando o pensamento ambiental sustentável, no qual efetivamente o Estado começou a descentralizar o progresso puramente econômico (Borges *et al.*, 2009; Moura, 2016).

Neste cenário, iniciou-se o processo evolutivo do direito ambiental brasileiro, segundo Borges *et al.* (2009), consolidado por exigências ambientais, instituídas pela Lei Federal n.º 6.902/81. Sendo esta, a deliberação que regulamentou as Estações Ecológicas, podendo destinar até 10% de suas áreas para a realização de pesquisas em Ecologia, desde que correspondessem à legislação vigente (Brasil, 1981). Dessa maneira, segundo à Lei, as Estações Ecológicas encontravam-se nas Áreas de Preservação Ambientais — APAs, definidas quando houvesse o interesse público em preservar e assegurar o bem-estar populacional.

Em outubro de 1988, houve a consolidação do direito ambiental no Brasil, por meio de atualizações na Constituição Brasileira, fundamentada a partir de debates internacionais sobre o direito à vida e aspectos sociais para o equilíbrio ambiental (Borges *et al.*, 2009; Varela e Leuzinger, 2008). À vista disso, todas as ações políticas passaram a recorrer a PNMA para as tomadas de decisões.

Durante o governo de José Sarney, houve alterações significativas nas legislações ambientais brasileiras, iniciada pela sanção da Lei Federal n.º 7.803/89, que alterou a Lei Federal n.º 4.771/65, visto que, a faixa mínima de Áreas de Preservação Permanente — APPs, às margens dos cursos hídricos com menos de 10 metros de largura, passaram de 10 metros para 30 metros (Brasil, 1989). Concomitantemente, o Estado instituiu a Lei Federal n.º 7.735, criando o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis — IBAMA, que

aprimorou a Política Nacional do Meio Ambiente na execução do poder de política ambiental (Brasil, 1989).

Por conseguinte, as assembleias legislativas dos estados brasileiros, passaram a progredir sobre temas ambientais conforme as necessidades de cada território. Portanto, no estado do Paraná, foi sancionada a Lei Estadual n.º 8.935/1989, que segundo a legislação, dispõe sobre os requisitos mínimos para a preservação ambiental das bacias de mananciais destinadas ao abastecimento público no Paraná, que assegurou a qualidade de água para o consumo nos padrões aceitáveis, sem vetar o crescimento populacional, conforme a Resolução n.º 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente — CONAMA (Paraná, 1989).

No mesmo ano, o Poder Executivo Federal instaurou o Fundo Nacional do Meio Ambiente, por meio da Lei Federal n.º 7.797/1989, que segundo Moura (2016), surgiu com intuito de contribuir como agente financiador, por meio da participação social, para a implementação da PNMA.

Em 1992, ocorreu novamente a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável — CNUDS, desta vez no Rio de Janeiro, denominada Eco-92 ou Rio-92. Segundo Oliveira (2019), delegações oficiais de 178 países se reuniram divididos em Cúpula Mundial sobre o Meio Ambiente e Cúpula do Fórum Global, e juntas se transformaram em um novo marco sobre os arranjos do desenvolvimento sustentável. Conforme o autor, este momento tornou-se a base de projetos e técnicas sobre o desenvolvimento baseado na “salvação da natureza” em escala mundial.

Nesta conjuntura, aprimorou-se o Direito Internacional do Meio Ambiente, consolidando as responsabilidades globais sobre o desenvolvimento sustentável (Borges *et al.*, 2009). No Brasil, o impacto sobre a Rio-92 foi bastante significativo, e fez com que o Estado assumisse importantes acordos internacionais, sendo eles: a) as Convenções do Clima e da Biodiversidade; b) a Agenda 21; c) a Declaração do Rio para o Meio Ambiente e Desenvolvimento; e d) a Declaração de Princípios para as Florestas (Moura, 2016).

Ainda sob os desdobramentos da Rio-92, por meio da Lei Federal n.º 8.490/92, o governo instituiu o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal — MMRHAL, que por meio do Decreto n.º 2.972/1999 se tornou Ministério do Meio Ambiente — MMA, órgão central do Sisnama, que desempenha o seu papel em dias atuais (Machado, 2004 *apud* Borges *et al.*, 2009). Assim sendo, o

MMA, atua para promover a adoção de estratégias de conhecimentos, buscando a proteção e a recuperação do meio ambiente (MMA, 1999).

Em 1997, a partir da Lei Federal n.º 9.433/97, o Poder Executivo Federal, instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos — SNGH, que buscava assegurar o abastecimento e qualidade hídrica para a população; a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; preservar e defender sistemas de bacias hidrográficas de fortes degradações ambientais naturais ou devido ao uso incorreto dos recursos naturais; entre outros atributos referentes ao melhor manejo dos recursos hídricos (Brasil, 1997).

Subsequentemente, o Governo Federal aprovou a Lei de Crimes Ambientais, instituída pela Lei Federal n.º 9.605/1998, e passou a responsabilizar pessoas jurídicas e físicas, conforme o artigo 54º, que causam “poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou resultem em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora” (Brasil, 1998). Por meio desta, aprimorou-se a legislação ambiental no país, no entanto, a sua aplicabilidade se mostrou falha referente às penalidades, e assim, passou a viabilizar o Princípio da Reparação Integral do Dano Ambiental (Baptista *et al.*, 2002; Borges *et al.*, 2009).

Nos anos 2000, a Lei Federal n.º 9.985/00 foi promulgada, que projetou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza — SNUC. Como ressalta Borges *et al.* (2009, p. 15), “esta Lei veio consolidar os propósitos de se criar áreas de proteção da biodiversidade, citados na Lei Federal n.º 12.651/2012, na PNMA e na Constituição Brasileira de 1988”. Segundo o autor, o SNUC regulamentou o Art. 255, nos incisos I, II, III, VII, da Constituição Federal do Brasil, que responsabilizava o Poder Público a assegurar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para todas as pessoas (Brasil, 1988).

O conceito de Unidades de Conservação — UCs, previsto pela Lei Federal n.º 12.651/2012, encontrava-se impreciso e confuso, devido às instabilidades dos órgãos competentes. Desse modo, o SNUC classificou etapas importantes para a sua compreensão, desde a criação de novas UCs à atualização das existentes, por meio do Decreto n.º 4.340/2002, que para o ato de criação, instituiu os incisos:

I — A denominação, a categoria de manejo, os objetivos, os limites, a área da unidade e o órgão responsável por sua administração;

II — A população tradicional beneficiária, no caso das Reservas Extrativistas e das Reservas de Desenvolvimento Sustentável;

III — A população tradicional residente, quando couber, no caso das Florestas Nacionais, Florestas Estaduais ou Florestas Municipais (Brasil, 2002, Art. 2º, grifo nosso).

Deste modo, o Decreto n.º 4.340/2002 consolidou o SNUC e exigiu que as nomenclaturas para cada uma das UCs deveriam respeitar características naturais significativas, em casos mais complexos, bastava considerar as designações indígenas ancestrais (Brasil, 2002). Portanto, o presente Decreto deu origem ao projeto de reavaliação das UCs não correspondentes às exigências previstas e segundo Borges *et al.* (2009), devem ser reavaliadas e enquadradas em uma nova categoria conforme o Decreto n.º 4.340/2002, do SNUC.

Em 2002, o mundo participou de mais uma Conferência Ambiental, a Rio+10, em Joanesburgo, na África do Sul, que gerou o documento “*Johnnesburg Declaration*”, com intuito de avaliar os acordos da Rio-92. E questões relacionadas ao enfrentamento da pobreza se tornaram os pontos centrais das discussões ambientais e segundo Diniz (2002), pela primeira vez, houve debates sobre os problemas associados à globalização e os impactos gerados pela má distribuição de renda. Portanto, este momento foi marcado pela percepção da falta de humanização ao longo das práticas aplicadas sobre as Conferências Ambientais.

Além disso, dentre os importantes temas trazidos pela Rio+10, o desejo internacional em aumentar a proteção da biodiversidade e o acesso de água potável, ao saneamento básico, ao abrigo, à energia, à saúde e a segurança alimentar das populações (Diniz, 2002). Segundo o autor, a respeito do saneamento básico, consoante o IBGE (2000), o Brasil possuía 3.705.308 domicílios sem banheiro e sanitário, a maioria destes na Região Nordeste do país, um dado que impactou as reuniões, e fez com que o Estado se comprometesse com instalações de algum tipo de saneamento em 1.852.654 domicílios até 2015.

Em 2007, as entidades ambientais fundaram o Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade — ICMBio, vinculado ao MMA, como uma das partes desmembradas do Ibama, que passou a atuar nas ações de licenciamento e fiscalização, por conseguinte, ficou de responsabilidade do ICMBio, o gerenciamento proposto pelo SNUC, e coube ao ICMBio monitorar as UCs federais (Moura, 2016).

Durante o governo Lula, em 2009, os novos debates acerca de mudanças no Código Florestal começaram a aflorar. Devido a isto, criou-se uma Comissão Especial na Câmara dos Deputados, com intuito de analisar e atualizar os projetos de Leis Ambientais que se mostravam defasados (Filho *et al.*, 2015). Em seguida, criaram-se 11 novos projetos de leis, onde, somente em julho de 2010, um desses foi aprovado na Câmara dos Deputados e enviado ao Senado, dando início a discussão e formação do Novo Código Florestal (Lei Federal n.º 12.651/2012).

Em 2012, os países concentravam-se novamente na cidade do Rio de Janeiro, por meio da realização da Conferência Rio+20, que comemorou 20 anos da Rio-92 e visou avaliar o compromisso político sobre o desenvolvimento sustentável. Este momento foi marcado pela análise dos resultados adquiridos após 20 anos da Cúpula da Terra e a Agenda 21. Segundo a CNUDS (2012), a Agenda 21 foi criada com intuito de repensar o crescimento econômico, progredindo na igualdade social e preservação ambiental.

Nesse aspecto, as discussões elencadas pela Rio+20 deram gênese ao documento “*The future we want*”, em português, “O futuro que queremos”, e apresentaram dois temas centrais, tal qual, construir uma “economia verde” para alcançar o desenvolvimento sustentável e reduzir a desigualdade social, incluindo o suporte a países considerados em desenvolvimento, sem reduzir o progresso destes; e refinar a coordenação internacional para o desenvolvimento sustentável (CNUDS, 2012). Porém, em concordância com Moura (2016), a falta de vigor dos Estados Unidos da América, que vivenciava intenso processo de eleições e a ausência de países centrais da Europa, que sofriam com a crise financeira, fez com que esta Conferência tivesse baixo impacto.

De tal modo que a percepção nacional sobre o desenvolvimento sustentável, era o sustento da desigualdade entre os países envolvidos na CNUDS, no tocante as responsabilidades ambientais, sobretudo, os Estados Unidos da América, considerada a maior potência mundial, e não se responsabilizava por nenhum termo sobre redução de poluição ambiental. Em vista disto, o governo brasileiro afirmou o seu descontentamento sobre o documento gerado pela Rio+20, interpretado como um “consenso possível”, um “ponto de partida e não de chegada”, que aumentaria as demandas de recuperação ambiental para gerações futuras (Ângelo, 2012 *apud* Moura, 2016).

Ao mesmo tempo, em meio as disfunções internacionais, durante o mandato do governo Dilma Rousseff, o país vivenciava debates ambientais que visavam o desenvolvimento sustentável de maneira estratégica à economia do país, e o reconhecimento do território nacional como uma das partes mais biodiversas do mundo. Segundo a SBPC (2012), os biomas brasileiros abrigam pelo menos 20% das espécies do mundo, com elevada taxa de endemismo para distintos grupos taxonômicos. Índices que despertaram novos interesses, principalmente econômicos, tal qual, o desenvolvimento de fármacos, alimentos diversificados, turismo ecológico entre outras oportunidades (SBPC, 2012).

Em virtude disto, a demanda por preservação ambiental no país se consolidou, dando continuidade as pautas antecedentes, o direito ambiental nacional vivenciou outro marco significativo, por meio da aprovação da Lei Federal n.º 12.651/2012, que deu início ao Novo Código Florestal Brasileiro, vigente até os dias atuais. E apresentou reajustes aos termos: Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e Áreas Verdes Urbanas.

A nova legislação, em seu Art. 3º, especificou as Áreas de Preservação Permanente — APPs, como:

II — Área de Preservação Permanente — APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012, grifo nosso).

Portanto, identificadas como faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular (Brasil, 2012). As alterações das larguras das APPs, são perceptíveis por meio da análise do Quadro 1:

Quadro 1 – Alterações das larguras das APPs nas legislações de n.º 4.771/1965 e 12.651/2012.

APPs (metros)		Rios (metros)
Lei N.º 4.771/65	Lei n.º 12.651/12	Lei N.º 12.651/12
5 (mínimo)	30 (mínimo)	menos de 10
Igual à metade da largura do rio	50	10 a 30
Igual à metade da largura do rio	100	50 a 200
Igual à distância entre as margens	200	200 a 600
500	500	Acima de 600

Fonte: Leis Ambientais n.º 4.771/65 e N.º 12.651/12. Organizado pela autora.

Os atuais limites foram determinados com base no conhecimento científico composto quando a Lei n.º 4.771/65 foi alterada em 1989 (SBPC, 2012). Assim sendo, conforme a Lei n.º 4.771/65, a largura mínima de APPs era de 5 metros, referente aos rios com menos de 10 metros de largura, e após, segundo a Lei n.º 12.651/12, a largura mínima de APPs passou a ser 30 metros.

Segundo a SBPC (2012), a importância dos rios menores na rede hidrográfica, além de terem uma grande expressão, abrigam uma fauna única, que dependem da qualidade do habitat. Portanto, as larguras estipuladas para a recuperação dos serviços ecossistêmicos precisam estar bem fundamentadas. Devido a isto, existe um consenso entre literaturas que definem 30 metros mínimos de APPs como suficientes para reterem boa parte dos nitratos provenientes dos campos agrícolas (Pinay e Décamps, 1988 *apud* SBPC, 2012).

Em síntese, a harmonia entre as larguras dos cursos hídricos, de modo que, estas apresentem-se mais largas, as faixas de matas ciliares deverão acompanhar, conforme a Lei n.º 12.651/2012. E as áreas de nascentes dos rios, devido a sua importância e eficiência, precisam apresentar no mínimo um raio de 50 metros (Brasil, 2012). Portanto, o não cumprimento da Lei, irá corroborar para a alteração da capacidade de retenção de água ao longo das APPs, com conseqüente redução de vazão em épocas menos chuvosas (Lima e Zakia, 2000; SBPC, 2012).

Assim como, o não cumprimento da legislação ambiental acarretará punições previstas pela Lei de Crimes ambientais, sujeito às penalidades no Art. 8.º, do II Capítulo desta. De modo que, conforme o Art. 3.º, pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente, em casos de infrações severas ocorridas por decisão de seu representante legal (Brasil, 1998).

Em relação ao Código Ambiental do Município de Rolândia, instituído em 2001 por meio da Lei Municipal n.º 2.855/2001, e, que sofreu pequenas alterações em 2015, a partir da Lei Municipal n.º 3.742/2015, sendo essas, diretrizes para a Política do Meio Ambiente no Município.

Para a legislação do município, o Estudo de Impacto Ambiental — EIA é o instrumento de identificação e prevenção de impacto ambiental, portanto, deverá respeitar às normas estabelecidas pelo CONAMA, Conselho Municipal do Meio Ambiente — CEMA e Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente — COMDEMA (Rolândia, 2001).

Segundo Sánchez (2013), o Estudo de Impacto Ambiental — EIA é o documento mais importante de todo o processo de Avaliação de Impacto Ambiental — AIA, uma vez que, a partir deste material, as principais decisões quanto à viabilidade ambiental de um projeto serão tomadas. Portanto, este estudo visa contribuir por meio de material científico, com as fiscalizações de órgãos como o CEMA e o COMDEMA.

Conforme Abrantes *et al.* (2021), a B.H.R.E, trata-se de uma bacia de uso rural (ou bacia rural), devido às atividades encontradas durante o percurso pela área de estudo. Dessa maneira, a identificação das classes de uso da terra na B.H.R.E, irá contribuir para a fiscalização do solo agrícola, visto que, para a Lei Municipal n.º 2.855/2001, é aquele cuja capacidade e destinação seja exclusivamente de utilização agro-silvo-pastoril, desde que a sua capacidade de uso esteja dentro das normas, baseadas nas legislações ambientais vigentes nas esferas Federal, Estadual e Municipal.

Para além das bases legislativas federais e estaduais, este estudo irá transitar em primeiro instante pelos propósitos da legislação ambiental do município, definidos pelo Capítulo III, sobretudo o inciso V, que busca:

V — Assegurar a função social e ambiental dos solos urbano e rural, na conservação da fauna, da flora e da qualidade do ar, águas e solos (Rolândia, art. 3.º, grifo nosso, 2001).

Baseado neste inciso, este material busca, por meio de conhecimento científico, garantir o cumprimento do papel social e ambiental do solo rural pertencente

à B.H.R.E, e, portanto, contribuir para a conservação da fauna, da flora e da qualidade do ar, águas e solos.

Conforme a Lei Municipal n.º 2.855/2001, as APPs devem cumprir uma faixa de 100 metros de largura para cada lado e, ao longo das margens dos córregos, ribeirões, lagos e veios d'água por todo o município, como forma de garantir, além das exigências ambientais vigentes, as novas exigências do Plano Diretor do Município referente às expansões urbanas.

Para fins comparativos, o Quadro 2 aponta a diferença entre as larguras de faixas de APPs segundo as Leis Federal n.º 12.651/2012 e a Municipal n.º 2.855/2001:

Quadro 2 – Comparação entre as larguras de faixas de APPs propostas pelas Leis Federal n.º 12.651/2012 e Municipal n.º 2.855/2012.

APPS (metros)		Rios (metros)
Lei n.º 2.855/2001	Lei n.º 12.651/12	Lei N.º 12.651/12
100	30 (mínimo)	menos de 10
-	50	10 a 30
-	100	50 a 200
-	200	200 a 600
-	500	Acima de 600

Fonte: Leis Ambientais n.º 12.651/12 e n.º 2.855/2001. Organizado pela autora.

Assim sendo, segundo a Lei Federal n.º 12.651/2012, considerando que as larguras dos rios pertencentes ao município de Rolândia possuam menos de 10 metros, as APPs devem apresentar a faixa mínima de 30 metros. Diferente da Lei Municipal n.º 2.855/2001, conforme o exposto recentemente, as APPs devem ter no mínimo 100 metros de largura, não aplicável às edificações regulares já existentes nesta faixa, que antecedem à aprovação desta Lei (Rolândia, 2001).

Em síntese, para o mapeamento dos conflitos de usos da terra em APPs da B.H.R.E, que serão apresentados neste estudo, haverá uma diferença significativa, em média 70 metros de largura de APPs entre as duas legislações.

2.2 O PLANEJAMENTO AMBIENTAL PARA MITIGAR À DEGRADAÇÃO ACELERADA SOB O USO DA TERRA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

O manejo irregular dos recursos naturais interfere na funcionalidade do sistema hidrográfico, acelerando o processo de degradação ambiental. Devido a isto,

compreender as mudanças ecodinâmicas provocadas pela evolução do uso da terra em áreas de bacias hidrográficas, torna-se uma importante ferramenta para o planejamento ambiental (Amaral *et al.*, 2009; IBGE, 2013).

O processo de planejamento, segundo Santos (2007, p. 23), “é um meio sistemático de determinar o estágio em que você está, onde deseja chegar e qual o menor caminho para chegar lá”, cujo cerne está intrínseco às tomadas de decisões. Conforme o autor, estão baseadas em um diagnóstico que, ao menos, diferencie e determine melhor o uso dos recursos do meio planejado.

Assim sendo, para elaborar um planejamento ambiental é preciso percorrer por três grandes estruturas, sendo elas, a pesquisa, a análise e a síntese, onde são organizadas em partes que evoluem sucessivamente e, o resultado de uma é a base para o desenvolvimento de outra (Santos, 2007). Desse modo, este estudo visa contribuir com a investigação por meio da pesquisa das áreas em conflito de uso da terra em APPs para o aumento das áreas suscetíveis à erosão na B.H.R.E, buscando contribuir em tomadas de decisões à cerca da preservação ambiental.

Para Santos (2007) os planejamentos ambientais que empregam as bacias hidrográficas como instrumento de análise, possuem mais diversidades em ações voltadas à água e, nessa perspectiva, são eficientes em planejamentos de manejos de bacias hidrográficas, que visam a conservação do solo, dos remanescentes vegetacionais e faunas, a partir do controle de atividades rurais e urbanas.

A bacia hidrográfica, segundo literaturas apresentadas, se trata de um sistema aberto com entrada e saída de energia, reconhecida como um território que comporta os seguintes elementos: divisores de águas, altitudes mais elevadas, topos de morros, nascentes, rios principais, afluentes e subafluentes, que configuram uma rede hidrológica e, por meio desta, a ocorrência de fluxo hídrico que transporta água, sedimentos e materiais para uma saída comum, nomeada exutório ou foz (Cardoso *et al.*, 2016; Guerra, 1975; Netto, 2013; Torres *et al.*, 2012).

Algumas vezes são identificadas como redes de drenagens e possuem múltiplas dimensões, e em busca de contribuir com a classificação sobre os volumes destas, surgiu a definição de Horton (1945) intitulada hierarquia fluvial, que posteriormente foi aprimorada por Strahler (1952), que consistiu em identificar as ordens dos rios para a classificação das proporções das bacias hidrográficas. Para tanto, os tamanhos variam desde córregos de 1ª ordem, sem tributários, até redes

mais extensas, como a bacia Amazônica, com diversos tributários, de hierarquias fluviais maiores (Torres *et al.*, 2012; Strahler, 1952).

As redes de drenagens detêm uma ampla variedade de organismos vivos, que sofrem interferência direta ao longo dos processos de usos da terra. Segundo a Lei Federal n.º 9.433/97, as bacias hidrográficas são unidades territoriais que exigem planejamentos e análises fundamentadas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, executados pelo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos — SNGH. Dessa forma, partindo da classificação ecodinâmica do meio ambiente, é possível identificar as vulnerabilidades e interações dos componentes ambientais de forma sistêmica, que possam contribuir com estudos ambientais (Almeida, 2018; Nascimento *et al.*, 2008).

Em outras palavras, os sistemas ambientais de bacias hidrográficas, em concordância com Nascimento *et al.* (2008, p. 43), “tendem a apresentar um arranjo espacial decorrente da similaridade de relações entre os componentes naturais”. Segundo os autores, por meio da dinâmica entre os aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, pedológicos e climatológicos, e suas interações, são os formadores dos padrões das paisagens.

Dessa maneira, a partir de hipóteses levantadas sobre possíveis gêneses das degradações ambientais percebidas em trabalhos de campos, esta pesquisa visa compreender os agentes transformadores das paisagens na B.H.R.E. Partindo de definições como as de Sánchez (2013), que explica a degradação ambiental como qualquer alteração divergente aos processos, funções ou componentes ambientais, ou seja, uma ação contribuinte para a redução da qualidade ambiental.

Conforme o autor, a degradação refere-se a qualquer estado de alteração de um ambiente, seja ele natural ou antropizado. Dessa forma, pode ser caracterizada intrinsecamente ao impacto ambiental, independente do seu aspecto, desde que, esta esteja atuando de maneira negativa aos processos naturais (Sánchez, 2013).

Sendo o aspecto ambiental, segundo o autor supracitado, o procedimento realizado pela ação humana que dá origem a qualquer tipo de impacto ambiental, ou seja, a gênese das transformações físico-naturais do meio ambiente. Portanto, identificá-los faz parte de uma densa parte sobre qualquer estudo ou planejamento que objetiva preservar a qualidade ambiental.

Segundo o CONAMA (1986), considera-se impacto ambiental, toda transformação das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente,

provocada por qualquer forma de matéria ou energia sob efeito de atividades humanas, seja elas, diretas ou indiretas. Nesse sentido, acrescentado por Sánchez (2013), que devido à ação antrópica, é evidente que os impactos ambientais, podem ser benéficos ou adversos ao meio ambiente.

Desse modo, os impactos ambientais provocados pelos usos irregulares da terra, são perceptíveis pela mudança da paisagem. Tal como à erosão dos solos, tratando-se de um procedimento natural de suavização da superfície terrestre, no qual, por meio de ações antrópicas, passam pelo processo de aceleração e, desta forma, evoluem rapidamente, dando gênese à erosão acelerada, considerada uma das principais agravantes da degradação ambiental, ao reduzirem a fertilidade dos solos (Guerra *et al.*, 2013).

Assim sendo, a erosão dos solos é um fenômeno natural, um agente modelador da paisagem, presentes em terrenos que possuem algum tipo de declividade (Guerra *et al.*, 2020). E, segundo os autores, embora a seja um processo físico natural de degradação dos solos, a humanidade possui papel significativo em sua degradação. Portanto, o planejamento para o manejo e uso da terra em bacias hidrográficas, que atua por meio da investigação dos agentes causadores da erosão, deveriam anteceder as atividades de exploração do meio ambiente junto aos planejamentos ambientais (Panachuki *et al.*, 2006).

Posto isto, compreende-se que o uso da terra está associado a toda a forma de ocupação social sobre o território, e nesse sentido, segundo Simon (2007, p.13) “o ponto de partida das transformações derivadas do controle antrópico exercido sobre o sistema ambiental decorre da remoção e substituição da cobertura vegetal original”, decorrentes das atividades humanas, em especial aquelas vinculadas a agricultura e pecuária.

Para o autor supracitado, o progresso das atividades rurais e urbano-industriais, praticadas pelos grupos sociais, geram organizações espaciais complexas, e assim variáveis modos de uso da terra. Desta maneira, as mudanças da natureza surgem como consequência das necessidades socioeconômicas, e conforme Simon (2007, p.12), “a alteração dos elementos do sistema ambiental ocorreu inerentemente a esse processo, para a natureza poder suprir as necessidades do sistema socioeconômico”.

As classes de usos da terra, em ambientes rurais como a B.H.R.E, que passou pelo processo de modernização da agricultura, aumentou a pressão sobre o solo,

desse modo, sob influência do capitalismo monopolista mundializado¹ e, conforme Oliveira (2015, p. 240) “a agricultura passou a estruturar-se sobre uma tríade: a produção de *commodities*, as bolsas de mercadorias e de futuro e a formação das empresas monopolistas mundiais”. Nesse sentido, as principais *commodities* do campo, segundo o autor, encontram-se: o trigo, o milho, o café, o açúcar, o suco de laranja, entre outros (Oliveira, 2015), culturas bastante encontradas na área da B.H.R.E.

A falta de planejamento ambiental sobre o uso da terra, fomenta impactos negativos sobre os ecossistemas, reduzindo os recursos naturais, principalmente em sistemas hídricos e pedológicos (ANA, 2018). Por conseguinte, o aumento da demanda por pesquisas específicas, principalmente aquelas que refinam o desenvolvimento sustentável por meio da redução da degradação ambiental, sobretudo, a partir do monitoramento do uso da terra. De modo geral, compõem os planejamentos ambientais.

Posto isto, estudos apontados pelo “Manual Técnico de Uso da Terra” do IBGE (2013), no âmbito do desenvolvimento sustentável, se sobressaem: a classificação dos processos de usos da terra; a gênese dos fatores que trazem as mudanças e a durabilidade da justiça ambiental devido aos diferentes interesses e os direitos civis e subversões sobre as formas de interação social com o meio natural.

Para tanto, o monitoramento das classes de usos da terra ocorre por meio do levantamento realizado a partir de uma abordagem geográfica² com viés em pesquisa ambiental, que aponta no espaço geográfico as classes de usos, que se molda de forma homogênea na cobertura terrestre (Ross, 1995; IBGE, 2013).

Nesse sentido, para o sistema de uma bacia hidrográfica, o monitoramento da terra por meio da identificação das classes de usos, tais quais: florestamento, agricultura, urbanização ou industrialização, contribuem no desenvolvimento de soluções para a gestão de impactos ambientais, exemplificando, a qualidade da água. (Ross, 1995; ANA, 2018).

¹ Oliveira (2015) em sua pesquisa intitulada “A mundialização do capital e a crise do neoliberalismo: o lugar mundial da agricultura brasileira”, afirma que na “agricultura capitalista mundializada, a territorialização dos monopólios ocorre através do controle da propriedade privada da terra, do processo produtivo no campo e do processamento industrial da produção agropecuária e florestal”.

² A abordagem geográfica proposta por Ross (1995) em “Análises e sínteses na abordagem Geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental”. Onde, o autor afirma a importância sobre outras áreas do conhecimento, como a união dos saberes em aspectos físicos (geomorfologia, geologia, climatologia, pedologia...) e os saberes em aspectos sociais (culturais, dinâmica socioeconômica atual, uso da terra).

Assim, as formas de usos irregulares da terra, por meio de atividades agrícolas, pecuárias e silviculturas, segundo a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC (2012, p. 63), promovem a retirada excessiva da cobertura vegetal e a exposição do solo aos efeitos de chuvas torrenciais que ocorrem praticamente em todo o território nacional, impactando na perda excessiva de solo e de água.

No âmbito dos recursos hídricos, a degradação ambiental, conforme Mendes e Cirilo (2013), causa impactos em todos os componentes do ciclo hidrológico, tal qual o aumento do escoamento superficial, a diminuição da recarga dos aquíferos, diminuição da qualidade da água e gradação no transporte de sedimentos. Dessa maneira, o aumento da retirada de mata nativa em territórios de uso agrícola, contribui para a perda de solo e água, sendo o principal fator de degradação das terras em ambientes tropicais e subtropicais úmidos (Hernani *et al.*, 2002).

Em síntese, os impactos gerados pela falta de planejamento ambiental sobre o uso da terra em bacias hidrográficas, em harmonia com Santos *et al.* (2021), despertou o empobrecimento do solo e interferiu no ciclo das águas, modificou as taxas de infiltração de água sob o solo, a dinâmica hidrológica e, reverberou sobre todo o ecossistema. Portanto, as RLs e as APPs fazem parte de uma estratégia mitigadora que aumenta a conservação da natureza (SBPC, 2012).

Nesse sentido, segundo a Lei Federal n.º 12.651/2012, as Áreas de Preservação Permanente — APPs são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, a fim de assegurar e preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, assim como, contribuir para o fluxo gênico de fauna e flora, resguardar o solo e garantir o bem-estar da população.

Por conseguinte, as matas ciliares são faixas de vegetação às margens dos corpos hídricos, que podem alcançar dezenas de metros de largura, presentes em todos os biomas brasileiros, tais quais: Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Amazônia, Pantanal e Pampa (Castro *et al.*; Kuntschik *et al.*, 2011). Portanto, estão inseridas em ambientes de preservações ambientais, e neste estudo, especificamente, em APPs.

As matas ciliares também são chamadas de formações florestais ribeirinhas, matas de galerias, florestas ciliares e matas ripárias (Kuntschik *et al.*, 2011). Segundo Castro *et al.* (2013), as florestas ciliares, são heterogêneas, e dependem da variedade dos aspectos físicos-naturais de uma determinada área, que, a partir das perturbações naturais, formam as características específicas para cada tipo de vegetação, exclusivamente, pela interação entre água e solo.

Para Kuntschik *et al.* (2011), uma das principais funções das matas ripárias está na retenção da água da chuva, e no direcionamento gradativo para lençóis freáticos e leitos dos rios. Em casos como estes, a presença de vegetação é de suma importância para a qualidade da água, dos rios e aquíferos, assim como, a manutenção de habitats, preservando a fauna local.

Nesse sentido, as funções e contribuições das florestas ciliares no ciclo hidrológico, ocorre por meio do abastecimento de reservatórios de águas em bacias hidrográficas, que partem da precipitação (fator-controle), que definirá o volume de águas acumuladas nos fundos de vales receptores, e após, percorrerá pela cobertura vegetal, que interceptará parte da precipitação, por meio de copas, galhos e troncos das árvores, até atingirem o solo (Netto, 2013; Kuntschik *et al.*, 2011).

Por conseguinte, em ambientes florestados, conforme os autores supracitados, existe a presença da serrapilheira, que consiste em matérias orgânicas geradas por quedas de partículas das árvores, tais quais: galhos, folhas e sementes. Portanto, a serrapilheira participa do escoamento superficial, e devido à gravidade, são direcionadas para as áreas mais baixas da bacia hidrográfica, transportando partes da serrapilheira, sedimentos e até mesmo animais menores. Nesse percurso, a vegetação servirá de barreira a estes materiais, reduzindo o volume de matérias a serem depositados no leito do rio, e concomitantemente, ocorrerá a absorção de água ao solo, por meio das raízes das plantas ou infiltração, abastecendo os lençóis freáticos, por fim, o afloramento das nascentes (Kuntschik *et al.*, 2011).

Essas etapas subsidiam todos os serviços ecossistêmicos presentes nesses territórios, principalmente para habitats de faunas representativas, e a regularização das APPs garantem os pré-requisitos mínimos para o funcionamento do ecossistema local. A presença de vegetação às margens dos rios, contribuem desde a climatização ambiental, por meio de sombras e frescor, até alimentos gerados, a partir do transporte de matéria orgânica, como a serrapilheira e frutos de árvores que deslocam ao longo de todo o sistema hídrico.

No que diz respeito às faunas representativas, a ausência de matas ciliares em riachos com menos de 5 metros de largura, tal qual a B.H.R.E, contribui para a extinção de animais essenciais ao equilíbrio ecossistêmico, e conforme o estudo realizado por Toledo *et al.* (2010), aponta que espécies de anfíbios anuros (sapos e rãs) pertencentes ao bioma da Mata Atlântica, em sua maioria se reproduzem nesses riachos.

Assim como, aves, abelhas e morcegos que habitam nas zonas ripárias ou ambientes próximos, e que contribuem com os serviços de polinização e espalham sementes, ao interagirem com plantas de ambos os locais, e assim, sustentando a ampla variedade genética entre as espécies vegetais desses locais (Kuntschik *et al.*, 2011).

Para tanto, esses processos integram os Corredores Ecológicos, definidos pelo Capítulo I, pertencentes ao conjunto de normas previstas pelo SNUC, instituído pela Lei Federal n.º 9.885/88, da seguinte maneira:

XIX — corredores ecológicos: porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (Brasil, 2000, art. 2.º, grifo nosso).

Isto posto, a SBPC (2012) acrescenta que, a mata ripária nativa é importante para a sobrevivência de muitos vertebrados que dependem da capacidade que estes têm de se deslocarem, atendendo às populações geneticamente viáveis, especificamente, por estarem segmentadas às margens dos rios. Em síntese, em ambientes com alto índice de desmatamento, a vegetação nativa é reduzida a pequenas ilhas isoladas em ambientes agrícolas ou pastoris. Portanto, a falta de Corredores Ecológicos prejudica o trânsito desses animais, e conseqüentemente o desequilíbrio ecossistêmico desses espaços.

2.3 DO EQUILÍBRIO ECODINÂMICO À FRAGILIDADE AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

As formas de utilização dos recursos naturais interferem na funcionalidade dos sistemas de bacias hidrográficas, e podem causar processos degenerativos (Amaral *et al.*, 2009). Por isso, é pertinente a compreensão do perfil ecodinâmico dos sistemas de bacias hidrográficas para a construção de um planejamento ambiental.

Para Nascimento *et al.* (2008), os sistemas, os sistemas ambientais das bacias hidrográficas, tendem a apresentar um arranjo espacial que perpassa da similaridade das relações entre os aspectos físicos-naturais de cada sistema. Segundo os autores, surgem da dinâmica entre os aspectos geológicos,

geomorfológicos, hidrológicos, pedológicos e climatológicos, sendo esses agentes formadores dos padrões das paisagens.

Nessa perspectiva, destacam-se os ambientes ribeirinhos, que concentram essas características, devido a presença de matas ciliares ou zonas ripárias, se transformando em definidores da paisagem e das condições ecológicas locais (Rodrigues, 2000). Desse modo, os impactos ambientais são notáveis pela análise das transformações da paisagem, principalmente, quando concomitantes à investigação das formas de usos da terra.

Segundo Mendes e Cirilo (2013, p. 432) as mudanças severas da paisagem, “reflete-se em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos, na qualidade da água e no transporte de sedimentos”. Portanto, o aumento de retiradas de vegetação nativa em territórios de usos agrícolas, segundo Hernani *et al.* (2002), provocam fortes perdas de solo e de água, sendo o principal fator de degradação das terras em ambientes tropicais e subtropicais úmidos.

Para Tricart (1977), a remoção da cobertura vegetal provoca o desequilíbrio ecodinâmico, partindo da: energia da radiação solar que passa a atingir o solo, provocando mudanças climáticas; o contato direto da água com o solo, comprimindo-o, portanto, prejudicando a infiltração, e conseqüentemente acelerando os processos erosivos; o aumento do escoamento superficial, onde a água passa a ser transferida com maior volume e força para o leito dos rios, causando o assoreamento desses, e demais situações prejudiciais ao ecossistema.

O sistema todo passa a sofrer alterações em busca de equilíbrio e, em harmonia com Tricart (1977), a dinâmica ambiental dos sistemas é tão importante para a conservação e o desenvolvimento dos recursos ecológicos quanto a dinâmica das próprias biocenoses. Assim sendo, compreende-se que o desequilíbrio ecodinâmico desses ambientes resultam no desencadeamento de sistemas e assim, sucessivamente. Portanto, conforme mencionado, a preservação ambiental dos sistemas de bacias hidrográficas contribui para a vida da flora e fauna local, e desse modo, possui ligação direta com a manutenção dos ecossistemas.

Segundo Cristofolletti (1999), o ecossistema é uma parcela da interação entre todos os seres vivos inseridos em uma determinada área, tornando-a homogênea, que integram indivíduos dependentes uns dos outros para a sua sobrevivência. Desse modo, a gestão ambiental dos recursos ecológicos deverá diagnosticar e monitorar os

impactos gerados pela humanidade sob os ecossistemas, visando a preservação e conservação desses espaços (Brasil, 2000; Tricart, 1977).

Para Ross (1995) e Tricart (1977), a pesquisa ambiental em Geografia é a ciência que melhor compreende as relações humanas com o meio natural, a partir da integração dos aspectos culturais, sociais, econômicos e evidentemente, os naturais. As pesquisas ambientais em Geografia, contribuem para o planejamento ambiental, apontando as fragilidades presentes nos fragmentos de análises, indicando medidas mitigadoras sob áreas de extração dos recursos naturais, fundamentadas pelo cumprimento mínimo de preservação ambiental, consoante as legislações ambientais vigentes no país, e assim, a ampla contribuição para a redução da degradação do ecossistema.

A teoria da ecodinâmica, proposta por Tricart (1977), ocorre por meio da identificação dos meios: estáveis (atmosfera-litofera); o intergrades (a morfogênese e a pedogênese) e fortemente instáveis (geralmente são agravantes da morfogênese), também conhecidas como unidades ecodinâmicas, onde, os meios subdividem o ecossistema e auxiliam na compreensão sobre o grau de influência sobre os fluxos de energia (matéria) no meio ambiente.

Baseado na teoria da ecodinâmica de Tricart (1977), Ross (1995) fundamentou a “Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados”, e, de maneira integrada, passou a estudar os aspectos físicos-naturais, tais quais: solo, relevo, rocha, água, clima, fauna e flora e demais que consolidam o estudo geográfico. E, acrescentou neste estudo, que a natureza deve apresentar funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos (Ross, 1994).

Nessa perspectiva, a apropriação do território, quanto às formas de usos da terra e as transformações da natureza, subsidiam planos e políticas de recuperação ambiental pela investigação dos limites de dependência dos componentes naturais e dos limites de inserção humana na natureza.

A metodologia proposta por Ross (1995), diz respeito a análise de fragilidade ambiental com base na interação entre a humanidade com o meio físico-natural. Posteriormente aprimorado e segundo Amaral *et al.* (2009), para investigar o grau de fragilidade ambiental de um território é preciso perpassar por dois conceitos essenciais, sendo eles:

As **Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (Estáveis)** são as que estão em equilíbrio dinâmico em seu estado natural, porém, há uma instabilidade potencial contida nelas diante da possibilidade da intervenção antrópica.

As **Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente (Instáveis)** foram definidas como os ambientes naturais que foram modificados intensamente pelo homem com desmatamentos, agriculturas, industrialização e urbanização, portanto, denominados ambientes antropizados (Amaral *et al.*, 2009, p. 60).

Posto isto, compreende-se que as Ecodinâmicas de Instabilidade Emergentes (EIE) apontam as áreas modificadas pela sociedade e as Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (EIP) demonstram as áreas com menor teor de transformação antrópica. E, em busca de demonstrar os níveis de fragilidades presentes em determinados territórios, as unidades são classificadas entre variações: muito baixo e muito alto.

Neste estudo a fragilidade ambiental será adaptada em suscetibilidade à erosão em conflito das APPs na B.H.R.E, por meio da fragmentação e análises dos tipos de solos, as classes de declividades e as formas de vertentes. Desse modo, o recurso em foco será o solo.

Compreende-se que o solo é um recurso de fundamental importância em âmbito global, que atende as necessidades das populações humanas, visto que está presente nos diversificados sistemas de produção agropecuária, de frutíferas, de hortaliças, de culturas de grãos, de criações de aves, suínos e bovinos (Gardi *et al.* 2015). Nesse sentido, o potencial agrícola da América Latina é estimado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, em 576 milhões de hectares, dos quais, 45% encontram-se afetados, apresentando diferentes níveis de degradação, impulsionados pelo uso intensivo e alterações do regime climático (Gardi *et al.*, 2015).

Segundo a FAO (2022), considera-se que até 2050, a erosão do solo pode levar a uma perda de 10% na produção agrícola e remover 75 bilhões de toneladas de solo em escala global. Portanto, a erosão acelerada dos solos se configura atualmente como um grande problema ambiental agrícola, onde a complexa rede de solo, terra e água estão em “ponto de ruptura” (FAO, 2022).

Por essa razão, as formas de uso e manejo do solo são de grande importância, uma vez que alteram as forças de resistência à desagregação, especialmente as operações de preparo do solo que envolvem uma mobilização do

solo maior ou menor, exercendo grande influência sobre a estabilidade dos agregados. Frequentemente, sistemas que mobilizam menos o solo, como o cultivo mínimo e o plantio direto, promovem a elevação do carbono orgânico na superfície do solo, sendo que esta condição, por sua vez, propicia um aumento da estabilidade dos agregados de tamanho maior.

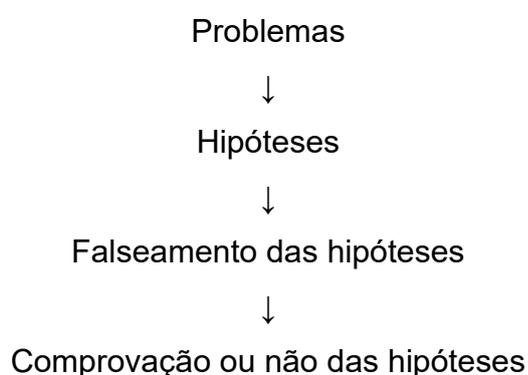
Dessa maneira, as práticas de correção do solo e de adubação também influenciam a maior ou a menor resistência do solo à desagregação. O uso de fertilizantes sintéticos e a adubação orgânica promovem uma produção maior de biomassa, o que por sua vez, favorece a maior estabilidade de agregados. Entretanto, segundo Spera *et al.* (2008), para algumas situações o uso de corretivos ou fertilizantes podem promover a dispersão dos microagregados.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MÉTODO

O método adotado por este estudo é o hipotético-dedutivo, baseado em Popper (1975), que compreendia que o conhecimento científico se iniciava por meio da identificação de um problema (ou dificuldade) a ser investigado, e que, segundo a análise realizada por Marconi e Lakatos (2010), é o agente motivador da pesquisa científica, portanto, toda pesquisa nasce de algum problema teórico/prático.

Popper (1975) considerava que o procedimento metodológico de pesquisa, como citado por Christofolletti (1999), não surge dos fatos às teorias, mas sim o oposto disto, das teorias ou hipóteses rumo aos fatos capazes de verificá-las, ou desmentí-las. Dessa forma, o procedimento corresponde, segundo esquema adaptado por Muller (2021):



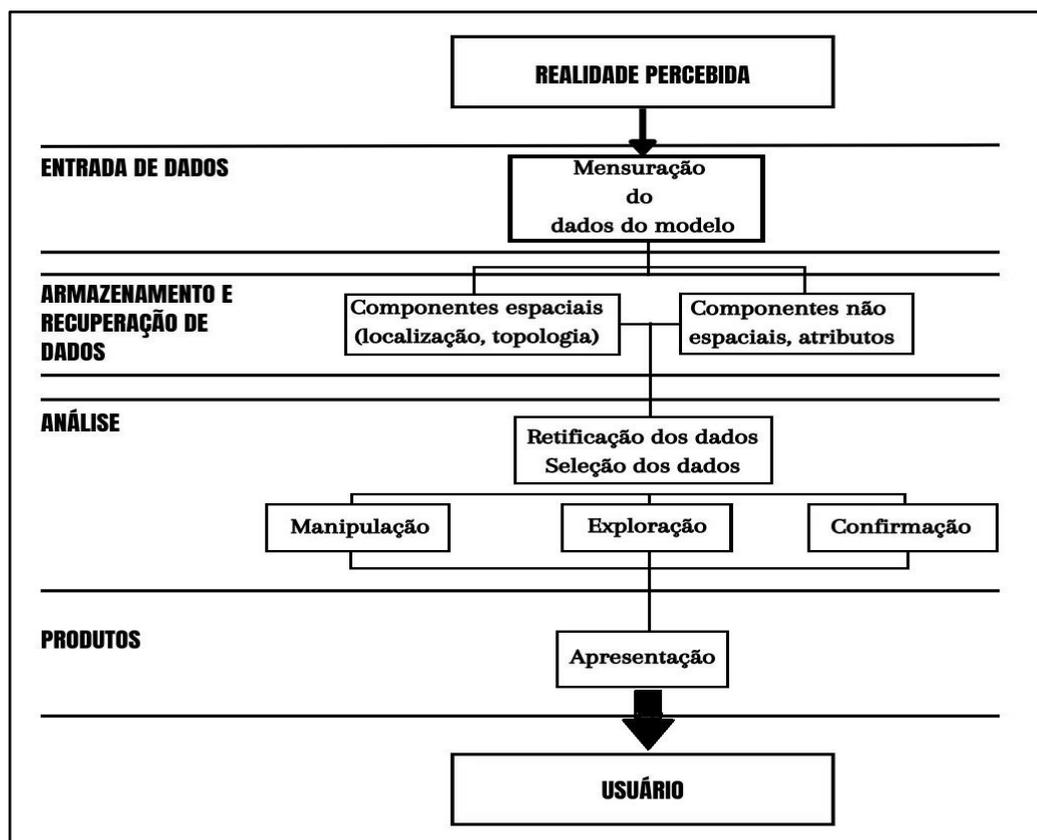
Por conseguinte, o método hipotético-dedutivo, neste estudo, encontra-se com a modelagem de sistemas ambientais proposta por Christofolletti (1999), visto que, inicialmente se fundamenta por um problema ou inquietação e, em seguida, na construção de materiais cartográficos condizentes a realidade, por meio de linguagens geográficas e modelos espaciais (expressões matemáticas criadas em ambientes de Sistemas de Informações Geográficas — SIGs).

A modelagem de sistemas ambientais enquadra-se no contexto da análise espacial realizada nesta pesquisa, de tal forma que a obtenção e análise dos dados georreferenciados, conforme ressalta Cristofolletti (1999), são compatíveis às técnicas geoestatísticas associadas ao uso e interpretação dos dados relacionados ao

sensoriamento remoto e os SIGs.

Nesse sentido, o método aplicado para análise dos dados selecionados e reprodução de materiais cartográficos em ambientes SIGs, ao longo deste estudo, será representado pela Figura 1:

Figura 1 – Esquema simplificado das funções básicas do SIG.



Fonte: Anselin e Getis (1992) *apud* Christofolletti (1999). Adaptado pela autora.

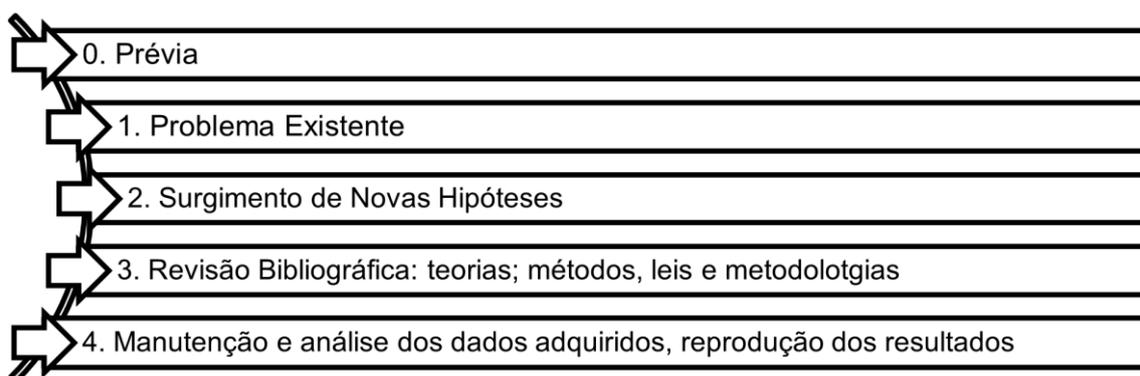
Em síntese, os produtos das análises devem ser passíveis de reproduções, ou seja, mapeáveis (Christofolletti, 1999), dado o fato de que SIGs são ferramentas/produtos visuais e orientados à graficacia. Assim, os resultados da análise espacial devem ser disponibilizados sob forma gráfica e mapeável, de tal forma que o produto não pode ser simplesmente um conjunto de valores estatísticos ou de parâmetros para um modelo, eles precisam estar fundamentados.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Estudos em Geografia Física e Ambiental exigem organização e sistematização de seus processos metodológicos. Dessa forma, estudos de gabinetes, levantamentos bibliográficos prévios e contínuos associados às pesquisas de campo, bem como o uso de ferramentas de geotecnologias, segundo Muller (2021), são indispensáveis para a interpretação e correlação dos aspectos físico-naturais.

Nesse sentido, os procedimentos metodológicos desta pesquisa, baseiam-se na delimitação da área de estudo e na sistematização de suas etapas, sendo elas: a prévia, mediante a participação em pesquisas de campos junto ao projeto “Águas do Ema” em Rolândia/PR; a primeira, por meio de hipóteses levantadas referente às irregularidades em Áreas de Preservação Permanente — APPs (ou conflito em APPs), na B.H.R.E; a segunda, por meio de levantamentos de gabinetes e materiais científicos correlatos ao tema, que fomentaram o surgimento de novas hipóteses (ou problemas), sendo essas centrais e intrínsecas à pesquisa; a terceira, a revisão bibliográfica de métodos e metodologias a serem aplicadas na interpretação e análise dos dados; e a quarta, a manutenção dos dados por meio das ferramentas de geotecnologias, reprodução e criação de produtos cartográficos.

Figura 2 – Demonstração da sistematização metodológica deste estudo



Fonte: Elaborado pela autora.

A prévia, ocorreu pela participação indireta do projeto de pesquisa multidisciplinar Águas do Ema³, onde realizaram-se pesquisas de campo no período

³ Projeto de Pesquisa que envolveu os cursos de Biologia, Geografia e Química da Universidade Estadual de Londrina (UEL), intitulado “Águas do Ema”, que visou compreender, de maneira

entre 8 de abril e 24 de outubro de 2022 e, nesse âmbito, foram pensadas as primeiras inquietações geográficas relacionadas a bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema. Portanto, deu-se assim, a primeira etapa metodológica deste estudo, relacionadas às técnicas de mapeamentos de conflito em Áreas de Preservação Permanente — APPs, seguindo as legislações ambientais Federal n.º 12.651/2012 e Municipal n.º 2.855/2001.

Após, ocorreu a segunda etapa metodológica, por meio do levantamento prévio bibliográfico de pesquisas científicas realizadas em áreas correlatas à bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema (PR), à saber: a pesquisa de Paula (2009), intitulada “Ribeirão Água do Ema em Rolândia: Uma abordagem ambiental”; Oliveira (2022), “Identificação de áreas de conflito de uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vermelho em Rolândia – Paraná”; e Oliveira (2023), “Avaliação da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho (PR) e identificação de conflito de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente”.

Esses estudos, concomitantes à participação do projeto “Águas do Ema”, fomentaram inquietações sobre a gênese dos principais impactos ambientais presentes na B.H.R.E. Segundo Paula (2009), o assoreamento do rio principal, a presença de resíduos sólidos nos corpos hídricos, assim como a contaminação da água e a ausência de mata ciliar, demonstra a falta de planejamento e monitoramento do manancial.

O mapeamento realizado por Oliveira (2023), sobre as áreas de conflito de uso da terra, consoante à Lei Federal n.º 12.651/2012, apontou 24,1% de áreas irregulares em todo o território Municipal, em 2017. Por conseguinte, fomentou a necessidade de compreender com mais detalhes a B.H.R.E, devido a sua importância e problemas ambientais percebidos ao longo das pesquisas de gabinetes.

Essas hipóteses corroboraram com a segunda pesquisa realizada por Oliveira (2023) na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho (B.H.R.V), onde, em sua análise temporal sobre as classes de uso da terra, houve o aumento de 366% significativo na classe soja, na área da B.H.R.V.

integrada às disciplinas participantes, a gênese do aumento excessivo de turbidez e da alcalinidade da água no Ribeirão do Ema, no município de Rolândia/PR.

Portanto, a segunda etapa metodológica, ocorreu mediante a questão norteadora: a) Qual o tamanho das áreas irregulares presentes em APPs pertencentes à B.H.R.E? e a hipótese: b) Tais áreas são mais suscetíveis às erosões?

A terceira etapa contemplou a revisão bibliográfica sobre teorias e procedimentos metodológicos para a interpretação dos resultados, com destaque aos autores: Tricart (1997), com a teoria da ecodinâmica; Ross (1994), com a metodologia de fragilidade ambiental; Christofolletti (1999), a partir da análise sistêmica, o método de modelagem de sistemas ambientais e teorias ecossistêmicas, concomitantes às investigações trazidas em pesquisas de campo ou gabinete, bem como leituras bibliográficas correlatas ao tema.

Ademais, neste percurso, realizou-se uma revisão de literatura sobre a evolução histórica dos debates ambientais no Brasil, visando compreender a origem das legislações ambientais no país. Estabelecendo, dessa forma, as bases das metodologias aplicadas no mapeamento das APPs.

Por fim, a quarta etapa, mediante o uso de ferramentas de geotecnologias, sendo elas: *Google Earth Pro Mobile*, para o planejamento e a execução das pesquisas de campo; *smartphone*, nas funções de GPS e câmera fotográfica; *Google Earth Engine*, para o *download* de bases cartográficas e imagens de uso e cobertura da terra e, o *software* de geoprocessamento, *Arcgis*, para o processamento de bases de dados georreferenciados, assim como a construção de novas e elaboração de produtos cartográficos (Mendes e Cirilo, 2001; Dias *et al.*, 2004; Fitz, 2013).

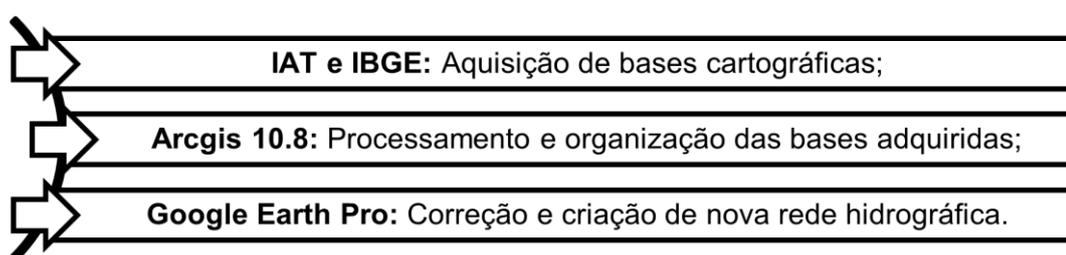
3.3 AQUISIÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS E DELIMITAÇÃO ÁREA DA B.H.R.E

Para a delimitação da área da bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema (B.H.R.E), foram adquiridas e compiladas bases cartográficas fornecidas por instituições governamentais, em vetor, no formato *shapefiles*, sendo elas: a rede hidrográfica e ottobacias, nas escalas 1:50.000, obtidos pelo Instituto Água e Terra (IAT), ano 2019; e os limites municipais e estaduais do Brasil, nas escalas 1:250.000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ano 2021.

De posse das bases cartográficas das ottobacias⁴ decodificadas, em ambiente do *software Arcgis 10.8*, houve a seleção dos códigos pertencentes à bacia estudada, e posteriormente, por meio da ferramenta de “*Clip*” (*Geoprocessing*) criaram-se múltiplas delimitações territoriais baseadas na B.H.R.E.

Mediante as inconsistências encontradas na rede hidrográfica quando comparadas aos demais materiais cartográficos e imagens de satélites, fez-se necessário a realização de correção e ajuste dessa base (Figura 3):

Figura 3 – Etapas para a delimitação e correção da rede hidrográfica da B.H.R.E.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.4 MAPA DE HIPSOMETRIA

Para a elaboração do mapa de hipsometria utilizaram-se as bases cartográficas de pontos cotados, curvas de níveis, adquiridas pelo Instituto Água e Terra — IAT, nas escalas 1:50.000 e a delimitação da área da B.H.R.E. Elas foram utilizadas para geração do Modelo Digital do Terreno — MDT.

Portanto, com o *software Arcgis*, por meio da ferramenta “*Topo to Raster*” (*Spatial Analyst*), adicionou-se as bases para a conversão, sendo elas: curvas de níveis (*contourn*), pontos cotados (*point elevation*) e limite da bacia hidrográfica (*boudery*), em *pixels* de 30 metros.

De posse do MDT, as altitudes foram subdivididas em 7 classes, com intervalos de 30 metros entre cada classes.

⁴ Ottobacias são áreas de contribuição dos trechos da rede hidrográfica codificadas segundo o método de Otto Pfafstetter para classificação de bacias (ANA, 2013).

3.5 MAPA DE CLINOGRAFIA

Este produto cartográfico representa a porcentagem (ou grau) de declividade e inclinação do terreno, onde as classes de declividade podem ser representadas em graus ou em porcentagem. Segundo Muller (2021, p. 35) “alguns fatores como distanciamentos entre os pontos e a diferença de nível estão ligados para que se determine a declividade do terreno”. Desse modo, na bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema, utilizou-se 4 intervalos em porcentagens e, conforme as recomendações da Embrapa (1979), as declividades e as formas de relevos são representadas como: 0-3%, plano; 3-8%, suave-ondulado; 8-20%, ondulado; 20-30%, forte-ondulado.

Por conseguinte, de posse do MDT e com a ferramenta “*Slope*” (*3D Analyst*), transformaram-se os valores de altitude em porcentagens dando origem a uma nova base (*raster*). Na sequência, houve a classificação em quatro formas de relevos, de acordo com a proposta da Embrapa 1979.

Por fim, realizou-se a reclassificação dos valores atribuídos em porcentagens para números inteiros, e conversão para o formato vetorial para ser possível calcular a área de cada classe.

3.6 MAPA DE FORMAS DE VERTENTES

A delimitação das formas de vertentes, segundo Christofolletti (1980), proporciona chegar a informações básicas para a caracterização de uma determinada área em termos de relevo. Nesse sentido, entre múltiplos métodos, este estudo utilizou o plano e perfil de curvatura das vertentes, sendo as mesmas divididas em vertentes retilíneas, convexas e côncavas.

Desse modo, em ambiente SIG, utilizou-se o MDT e a ferramenta “*Curvature*” (*Raster Surface*), para geração das formas de vertentes para a área de estudo.

3.7 MAPA DE PEDOLOGIA

Para o mapa de pedologia da área estudada utilizou-se a base de solos produzida no Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE (2015) do Estado do Paraná, escala 1:250.000. Por meio da ferramenta “*Clip*”, foi possível recortar as classes pedológicas para a área de estudo e fazer a representação cartográfica.

3.8 MAPAS DE EVOLUÇÃO E USO DA TERRA

Estes produtos cartográficos representam as classes de uso da terra e são representações de suma importância para a compreensão do processo evolutivo das atividades rurais existentes no território da B.H.R.E.

Assim sendo, os dados referentes ao uso da terra foram obtidos por meio da plataforma do Projeto MapBiomias (8ª coleção), que estão disponíveis em <<https://plataforma.mapbiomas.org/>>. Tais dados são produzidos a partir das imagens geradas pelos sensores dos satélites da família *Landsat*, possuindo resolução espacial de 30m.

Depois, houve a seleção dos anos de 2012 e 2022, escolhidos com intuito de compreender a dinâmica de evolução do uso da terra associados as legislações ambientais representadas pela Lei Federal n.º 12.651/2012 e a Lei Municipal n.º 2.855/2001. Desse modo, o critério adotado para a escolha do ano de 2012, foi devido à instituição da Lei Federal n.º 12.651/2012 e a distância temporal de onze anos sobre a instituição da Lei Municipal n.º 2.855/2001, pela qual, estimou-se a maior presença de APPs regulares. Agora, para 2022, o critério foi baseado nos dados mais atuais da plataforma do Projeto MapBiomias (8ª coleção), somando ao encaixe no espaço temporal de dez anos entre 2012 e 2022.

Mediante as bases adquiridas, em ambiente SIG, houve o recorte para a área de estudo e a conversão de raster para vetor para ser possível calcular a área de cada classe de uso. Em seguida, adaptou-se as legendas conforme o documento: “Códigos da legenda para os valores de pixel na Coleção 8 do MapBiomias”. Com tais dados, foi possível calcular as estatísticas e construir gráficos e tabelas para os anos escolhidos.

3.9 MAPAS DE ÁREAS DE CONFLITO EM APPS

Os mapas de conflito de uso da terra em APPs, são produtos cartográficos que apontam a evolução de conflito e ilustram as áreas degradadas pela ação antrópica, ou seja, representam as áreas que estão em desacordo com as Leis Federal n.º 12.651/2012 e Municipal n.º 2.855/2001.

Desse modo, para a elaboração destes, verificaram-se as larguras dos rios pertencentes à B.H.R.E, sendo elas, menores que 10 metros, comprovados durante os trabalhos de campos. Depois, em ambiente SIG, houve a delimitação das APPs consoantes às legislações ambientais supracitadas.

Nesse sentido, para representar a Lei Federal n.º 12.651/2012, foram definidos faixas de 30 metros em APPs e áreas de nascentes (circulares) com raios de 50 metros. E, para a Lei Municipal n.º 2855/2001, conforme o Art. 31, para cada lado no percurso dos córregos, ribeirões, lagos e veios d'águas existentes, foi determinado uma faixa de 100 metros de largura em APPs (ROLÂNDIA, 2001).

A partir da delimitação das APPs, houve a sobreposição das classes de usos da terra que embasou o mapeamento das áreas de conflito, tratando-se de áreas que deveriam apresentar apenas a classe florestas. Assim sendo, os parâmetros adotados para o mapeamento das “áreas regulares”, ocorreram a partir da identificação das classes de formação florestal e corpos d'água e as demais classes de usos identificadas corresponderam as “áreas irregulares”.

3.10 MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

Os procedimentos aplicados para a elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão partiram de uma adaptação ao modelo desenvolvido por Ross (1994), que elaborou a metodologia de análise de fragilidade ambiental. Onde, em sua proposta, Ross (1994), sugeriu que cada uma das variáveis do meio físico fosse hierarquizada em cinco classes conforme o seu grau de fragilidade (ou suscetibilidade).

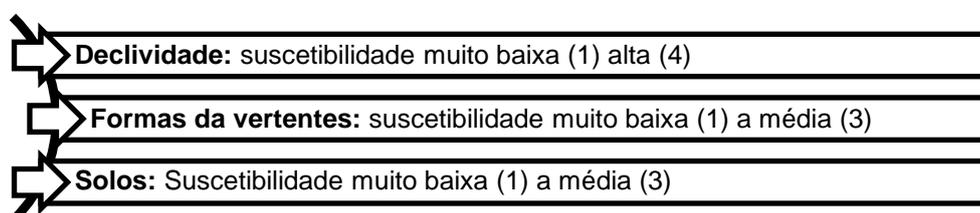
As variáveis mais estáveis apresentariam valores mais próximos de 1,0, as intermediárias próximas de 3,0 e as mais suscetíveis estariam próximas de 5,0. Desse modo, conforme as classificações hierárquicas de bacias hidrográficas proposta por Strahler (1952), a B.H.R.E se trata de um sistema pequeno, de segunda ordem.

As escolhas das variáveis ocorreram a partir da análise prévia da área de estudo, e, portanto, a compreensão das áreas com maior presença de erosão sendo as com maiores percentagens de declividade e formas de vertentes côncavas. Desse modo, devido à hierarquização da B.H.R.E, foram isentos os aspectos físicos-naturais relacionados ao clima e geologia, exceto quando relacionados à eventos extremos.

Sendo assim, as variáveis escolhidas foram as seguintes: a declividade, que segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2010), correspondente a inclinação da superfície do terreno em relação horizontal, por meio da relação entre a diferença de altura entre dois pontos com altitudes distintas; as formas de vertentes, geradas pela ampla variedade dos agentes internos e externos, transformadas em superfícies inclinadas, não horizontais (Christofolletti, 1980); e os tipos de solos, definidos como corpos naturais, constituído por camadas sólidas, líquidas e gasosas, a partir de materiais minerais e orgânicos (EMBRAPA, 2018).

Então, a partir da composição das relações destas três variáveis escolhidas, obteve-se a suscetibilidade da área de estudo (Figura 4).

Figura 4 – Demonstração das três variáveis.



Fonte: Ross, 1995. Adaptação nossa.

Fazendo o uso desses algarismos (exemplificando: 111, 121, 241, 332, 433), foi possível hierarquizar os graus de suscetibilidade. Por conseguinte, o conjunto numérico 111 representa todas as variáveis favoráveis (suscetibilidade muito baixa), e o conjunto numérico 533 apresenta todas as variáveis desfavoráveis (suscetibilidade alta).

Para tanto, desenvolveu-se uma equação que considera um valor ponderado para cada variável em função do nível de influência de cada uma das variáveis no processo erosivo. A expressão utilizada para o cálculo final foi a seguinte:

$$S.E. = (solos * P_{solos}) + (decl * P_{decl}) + (vert * P_{vert})$$

Atribuindo-se a seguinte ponderação para os temas (Quadro 3):

Quadro 3 – Valores para cada variável.

Variáveis	(%)
Psolo (solos)	20
Pdecl (declividade)	55
Pvert (forma da vertente)	25

Fonte: Ross (1995), adaptação nossa.

Os Quadros 3, 4 e 5 ilustram os pesos que foram atribuídos para cada uma das classes de cada variável considerada para elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão.

Quadro 4 – Classes de suscetibilidade da declividade.

Suscetibilidade	Declividade (%)	Valor
Muito baixa	0-3	1
Baixa	3-8	2
Média	8-20	3
Alta	> 20	4

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Quadro 5 – Classes de suscetibilidade dos tipos de solos.

Suscetibilidade	Tipo de Solo	Valor
Baixa	Nitossolos	2
Baixa	Latossolos (textura argilosa e muito argilosa)	2
Média	Latossolos (textura média)	3

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Quadro 6 – Classes de suscetibilidade das formas de vertentes.

Suscetibilidade	Tipo de solo	Valor
Muito baixa	Vertentes Convexas	1
Baixa	Vertentes Retilíneas	2
Média	Vertentes Côncavas	4

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Os processamentos das informações espaciais ocorreram a partir da ferramenta “*Raster Calculator*” (*Spatial Analyst*), em ambiente SIG, para inserção da

equação e geração do raster final. Em seguida, elaborou-se a conversão do *raster* em *vetor* para o cálculo da área de cada classe.

3.11 SUSCETIBILIDADE À EROSÃO NAS ÁREAS DE CONFLITO DE USO DA TERRA em APPS

O mapeamento de suscetibilidade à erosão nas áreas de conflito de uso da terra em APPs, objetivou analisar o grau de suscetibilidade em áreas de conflito. E, para tanto, utilizaram-se as bases criadas, mencionadas anteriormente, e, a partir destas, por meio da ferramenta “*Clip*”, houve o recorte da suscetibilidade dentro das áreas conflitantes, que proporcionou materiais cartográficos, gráficos e tabelas.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO EMA – B.H.R.E

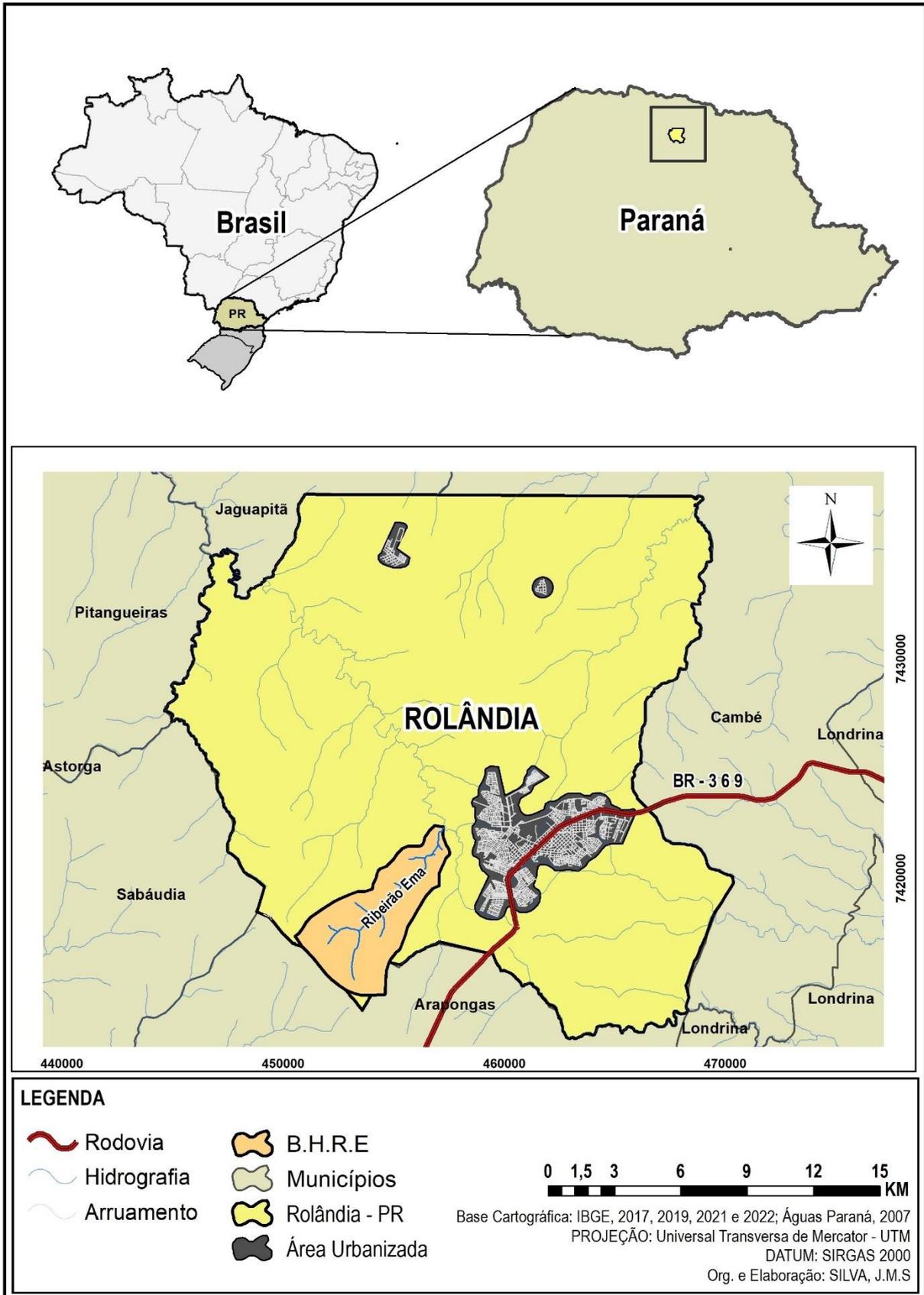
A bacia hidrográfica do Ribeirão do Ema — B.H.R.E (Figura 5), localiza-se ao sul do Brasil, na região norte central paranaense, sudoeste do município de Rolândia, tem sua nascente principal próxima à divisa entre os municípios de Rolândia e Araçongas (23°22'14,94"S; 51°27'26,48"W) e a drenagem corre no sentido Nordeste e deságua no Rio Bandeirantes do Norte.

Nesse sentido, pertence à bacia do Rio Bandeirantes do Norte, que faz confluência com o Rio Pirapó, uma importante bacia de abastecimento hídrico para o município, e que ocupa 50% do território Municipal (PMSB, 2014). Dessa forma, os Ribeirões Ema e Jaú, segundo Oliveira (2020), que são tributários diretos do Rio Bandeirantes do Norte, são os principais mananciais de abastecimento hídrico de Rolândia. E a B.H.R.E, é o principal, ao abrigar uma rede de captação da Companhia de Saneamento do Paraná — Sanepar, próximo a sua foz (Figura 5).

Conforme a Deliberação n.º 01/2019, as bacias do Rio Pirapó, Rio Vermelho e Ribeirão do Ema, estão inseridas na Classe 1, referentes à qualidade de água, isto é, seus cursos d'água são “utilizados para abastecimento público, desde suas nascentes até a seção de captação” (CBH-PIRAPONEMA, 2019).

Nesse sentido, os afluentes mais expressivos pertencentes a B.H.R.E são os córregos Inhanguti, com 1.800 metros de comprimento e Perdizes, com 1.100 metros. No entanto, existem outros córregos sem a toponímia na carta topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019).

Figura 5 – Mapa de localização da B.H.R.E.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Segundo Abrantes *et al.* (2021), é classificada como uma bacia de uso rural (ou bacia rural) por encontrar-se cercada por propriedades rurais, com atividades agropecuárias, sendo elas: o cultivo de soja, milho, trigo e criação de gados e suínos. Por conseguinte, a B.H.R.E, possui área de 2.355,54 ha, ou seja, 23,55 km² e o seu rio principal tem 8,5 km de comprimento. Geomorfologicamente é classificada, com hierarquia fluvial, segundo Strahler (1952), como uma bacia de segunda ordem. Por essa razão, pesquisas correspondentes à preservação e regularização ambiental são relevantes para o equilíbrio ecodinâmico deste sistema, que buscam aprimorar a conservação da fauna, flora e corpos hídricos.

4.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DO MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA/PR

O município de Rolândia possui 71.670 habitantes e densidade demográfica de 156,14 hab./km², onde, 95% encontram-se na área urbana (IBGE, 2022). Possui área territorial de 459,024 km² e, desta extensão, apenas 5% é urbanizada. Nesse sentido, pertence à hierarquia de Centro Sub-regional B (3B) e tem Londrina como influência para o seu arranjo populacional (IBGE, 2019).

Quanto aos índices de cor e raça, segundo o último Censo Demográfico do IBGE (2022), a quantidade de pessoas que se autodeclaram brancas, são 40.322; pardas, 25.948; pretas, 4.540; amarelas, 819 e indígenas, 37. Nessa perspectiva, o município possui 30.488 pessoas pretas e pardas, equivalente a 42,53% da população.

Em termos de qualidade de vida populacional, em 2021, o PIB per capita era de R\$ 52.447,59, equivalente à posição 96 de 399 entre os municípios do estado do Paraná, e 861 de 5.570 entre os municípios brasileiros (IPARDES, 2022). E, com relação ao trabalho e rendimento, em 2021, o salário médio mensal era de 2,3 salários-mínimos.

Desse modo, em 2022, a proporção de pessoas ocupadas, acerca da população total, era de 37,99%, equivalente à posição 75 de 399, respectivamente, entre os municípios do estado e a posição 958 de 5.570, para todo o país (IBGE, 2022).

No que concerne aos aspectos de saúde e bem-estar social, o índice de desenvolvimento humano — IDH do município está em 0,739 (IBGE, 2010) e, segundo a Organização Mundial de Saúde — OMS, classifica-se como médio.

No ano de 2020, no município de Rolândia, foram registrados 12,23 óbitos para 1.000 crianças nascidas com menos de um ano, e internações devido a diarreias são de 0,5 para cada 1.000 habitantes, equivalente às posições 130 de 399 e 282 de 399, respectivamente, para todo o município e as posições de 2.248 de 5.570 e 3.330 de 5.570, para todo o Brasil (IBGE, 2020).

Quanto ao sistema de saneamento básico fornecido pela Sanepar, segundo dados coletados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento — SNIS (2021), o número de pessoas com acesso à água tratada para o município de Rolândia é de quase 100% da população, diferente da realidade sobre os serviços de coleta de esgoto, apresentando 24.242 pessoas sem acesso, equivalente a 35,6% da população, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores de saneamento básico para os municípios de Rolândia, Londrina e Cambé (PR)

Indicador (por habitante)	Rolândia	Londrina	Cambé
	2021	2021	2021
População total	68.165	580.870	108.126
Com acesso à água tratada	68.158	580.811	108.115
Sem acesso à água tratada	7	59	11
Com acesso ao serviço de coleta de esgoto	43.923	580.755	108.115
Sem acesso ao serviço de coleta de esgoto	24.242	115	11
Parcela com acesso ao serviço de coleta de esgoto	64,4%	100,0%	100,00%
Parcela sem acesso ao serviço de coleta de esgoto	35,6%	0,0%	0,00%
Vol. água consumida (mil m ³)	3.557,10	45.841,42	5.951,54
Vol. água consumida per capita (litros diários por pessoa)	142,97	216,22	150,8

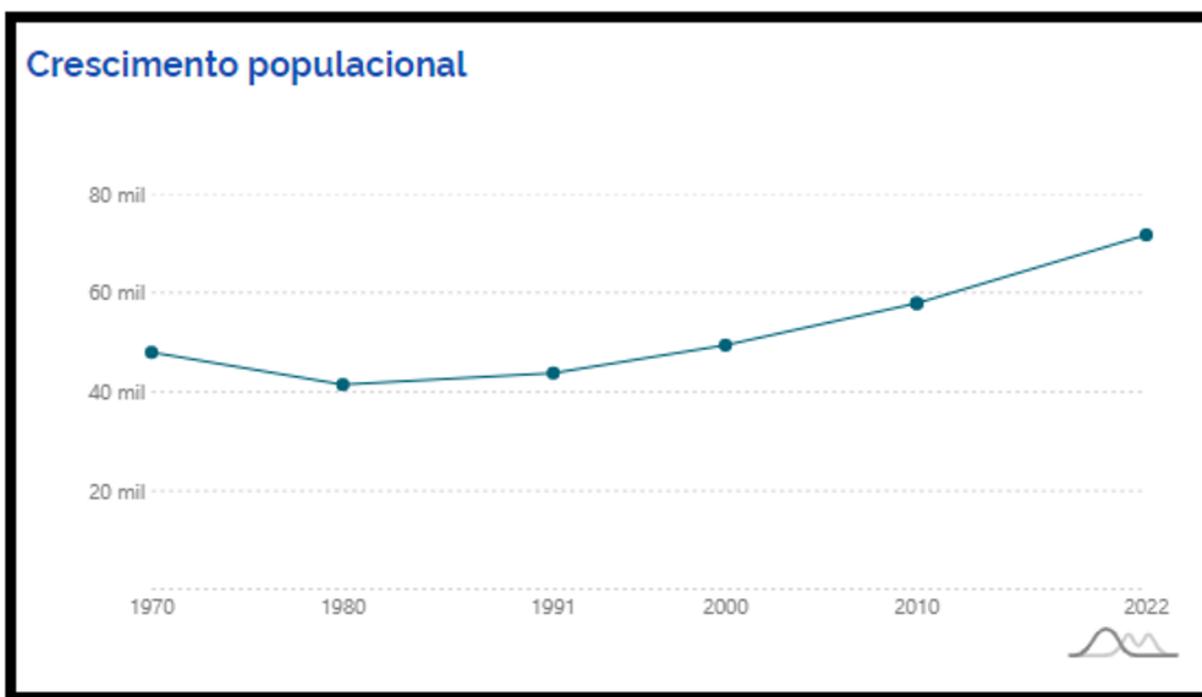
Fonte: SNIS, 2021. Adaptado pela autora.

Segundo os índices apontados pelo SNIS (2021), em comparação aos municípios de Londrina e Cambé, respectivamente, há 115 e 11 pessoas sem acesso aos serviços de coleta de esgoto, este fato indica que Rolândia encontra-se em situação de alerta sobre esses serviços (Tabela 1) e, principalmente, por seu crescimento populacional nos últimos anos.

Nota-se o volume de água consumida por mil metros cúbicos e per capita, condizentes à população total dos municípios citados, apresentando valores próximos uns dos outros. Assim sendo, Londrina apresenta maior índice, com 216,22 litros, em seguida, Cambé, com 150,8 e por último Rolândia, com 142,97, no que concerne a (Tabela 1).

Com relação ao crescimento populacional do município de Rolândia, por meio da (Figura 6), a partir de 1991, passou a ser acelerado, com mais intensidade entre os anos de 2000 até 2022, correspondente à segunda fase da transição demográfica (Tabela 1).

Figura 6 – Crescimento populacional do município de Rolândia/PR.



Fonte: IBGE (Panorama), 2022. Adaptado pela autora, 2023.

Em relação às atividades econômicas, o município possui apenas 5% de seu território urbanizado, nesse sentido, nota-se que grande parte das suas atividades econômicas são voltadas às indústrias próximas à área rural.

Conforme os dados referentes à Relação Anual de Informações Sociais — RAIS (2021), o município possui 22.439.000 empregos com carteira assinada, remuneração em média de R\$ 2.400,82 e o número de estabelecimentos cadastrados foi de 4.096, representando uma variação de 5,65% em relação ao ano anterior.

Portanto, os setores econômicos que mais reuniram trabalhadores, segundo a RAIS (2021), foram: fabricação de produtos alimentícios (7.750); comércio varejista (2.625); preparação de couros, fabricação de artefatos de couro e artigos para viagem e calçados (1.635).

4.3 ASPECTOS FÍSICOS-NATURAIS DA B.H.R.E

Segundo a classificação de Köppen-Geiger (1936), o clima Subtropical (Cfa) está fortemente presente ao norte do estado do Paraná. Desta forma, as suas características apresentam temperaturas superiores a 22 °C no verão, e no mês mais seco, o volume em média de 30 mm em chuvas para todo o estado (Embrapa, 1988).

Para a área da B.H.R.E, conforme o Instituto Nacional de Meteorologia — INMET e o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná — IAPAR, a precipitação média anual está entre 1.551 e 1.600 mm, sendo estas, bem distribuídas ao longo do ano, isto significa que a área possui um bom desempenho com a precipitação.

A respeito dos aspectos geológicos, as rochas que compõem a bacia em estudo pertencem à Era Mesozóica, período Jurássico-Cretáceo Inferior, correspondente a 135 e 65 (ma). E estão inseridas entre dois grupos geológicos: Serra Geral e Bauru.

O Grupo Serra Geral, está presente em grande parte do terceiro planalto paranaense e, 82% da área da B.H.R.E. Nesse sentido, divide-se entre as formações Paranapanema e Pitanga, predominantemente preenchidas pela bacia Sedimentar do Paraná, e rochas e Ígneas, sendo elas: Basalto, Basalto Andesítico, Lamito, Arenito, Vulcanoclástica e Tufio. Segundo Hartmann (2014), é repositório de jazidas de geodos de ametista de classe mundial, e detém tipos de rochas variados, além de apresentar um grande potencial de bens minerais (ouro, elementos do grupo da platina e cobre) a serem descobertos. Portanto formado em clima árido e, recentemente apresentou sílica gossans sobre jazidas de gemas e metais em clima úmido.

De modo geral, o Grupo Serra Geral preenche 917.000 km² da Região Sudeste da América do Sul, frequentemente presente na província vulcânica Paraná, que possui o fragmento de Etendeka (1% da área total da província) na África (Hartmann, 2014). Assim sendo, a espessura máxima do grupo é de 1.755 m, medida em furo de sonda no sudoeste de São Paulo, havendo grandes extensões com 500-

1.000 m no depocentro da Bacia do Paraná (Wildner *et al.*, 2006 *apud* Hartmann, 2014).

Entretanto, o Grupo Bauru, representado na área pela Formação Santo Anastácio, está presente apenas na porção sudoeste da B.H.R.E, ocupando 18% da área. Desse modo, formada por derrames vulcânicos pertencentes ao topo da Bacia Sedimentar do Paraná, o Grupo Bauru, segundo Hartmann (2014), possui rochas sedimentares e um pequeno volume de rochas vulcânicas alcalinas. Onde, a espessura total antes da erosão é estimada em 5.000 m próximo à costa atlântica e 3.000 m no interior do continente. Portanto, as rochas nesta formação são sedimentares arenosas advindas de deposição em dunas eólicas (Besser; Brumatti; Spsila, 2021).

No que se refere aos aspectos pedológicos, os Latossolos Vermelhos ocupam maior parte da área da bacia, com 75%. Esse tipo de solo pertence aos solos tropicais, conhecidos pela cor vermelha, e apresentam os grandes grupos: Eutroférico (alta fertilidade e com altos teores de ferro); Distroférico (solos de baixa fertilidade e altos teores de ferro) e Distrófico (baixa fertilidade). Assim sendo, na porção centro-sul da B.H.R.E, são predominantes as texturas argilosas e muito argilosas, conforme o mapa da Figura 7.

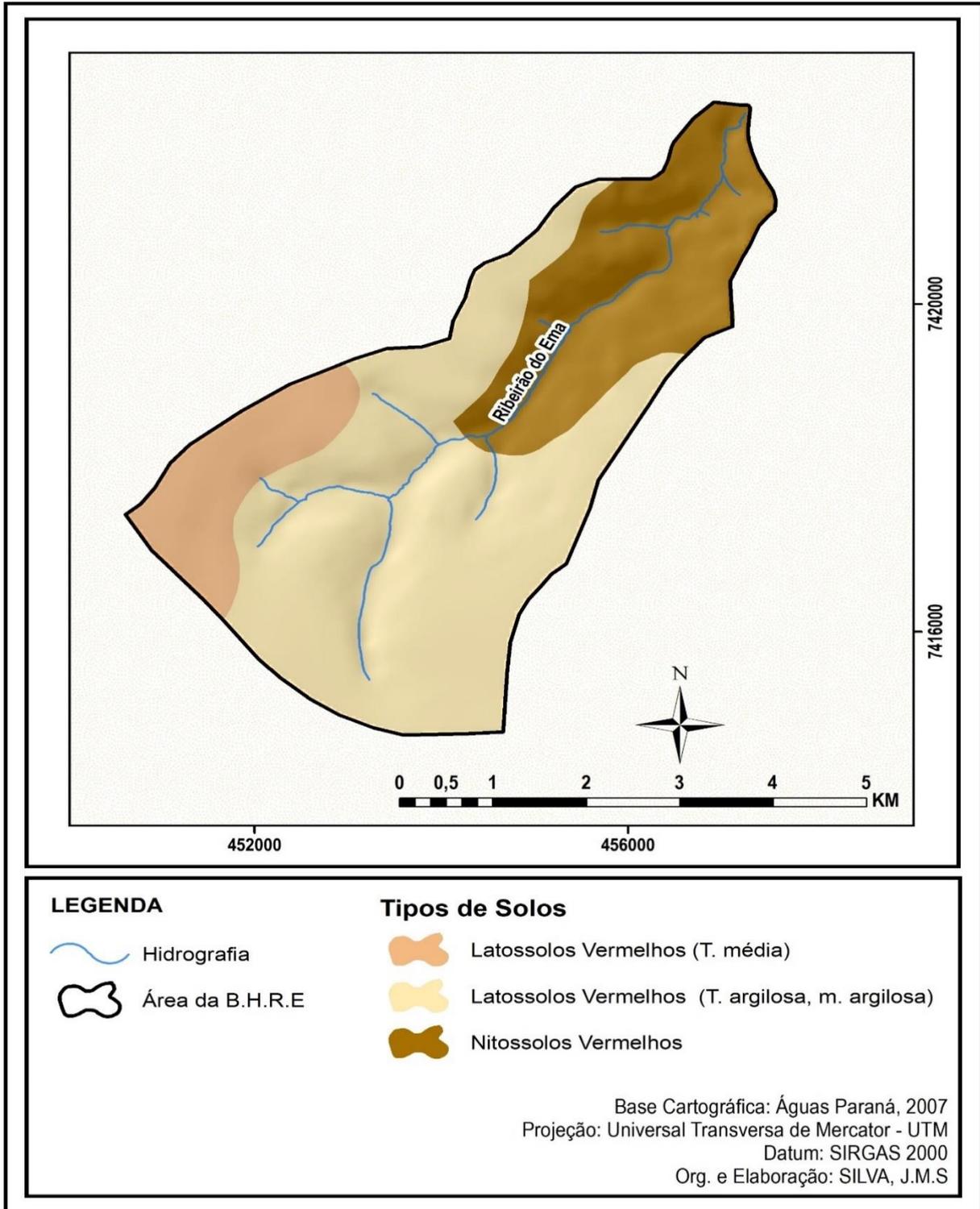
Segundo a Agência Embrapa de Informação Tecnológica — Agetec (2021), os Latossolos Vermelhos ocorrem “devido aos teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário em ambientes bem drenados, e características de cor, textura e estrutura uniformes em profundidade” (Embrapa, 2019). Além disso, encontram-se em grandes extensões nas regiões centro-oeste, sul e sudeste do Brasil. E, ocorrem associados em relevos planos e suaves-ondulados, e devido a isto, corroboram para a alta produção de grãos nesta região do país.

Desse modo, os Latossolos Vermelhos (Figura 7), devido a sua porosidade e profundidade, apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade, principalmente se forem eutróficos (de fertilidade alta), desde que o seu manejo respeite a “barreira química” de alumínio existente neste tipo de solo (Embrapa, 2008; Agetec, 2021).

No entanto, os Nitossolos Vermelhos (Eutroférico) ocupam 27,5% da área da B.H.R.E, caracterizados por serem argilosos e muito argilosos, possuem estrutura em blocos fortemente desenvolvidos, derivados de rochas básicas e ultrabásicas, com

diferenciação de horizontes pouco notável, corresponde ao que se denominava anteriormente, segundo a Embrapa (2008), Terra Roxa Estruturada (Figura 7).

Figura 7 – Mapa pedológico da B.H.R.E.



Fonte: Águas Paraná, 2007. Elaborado pela autora, 2023.

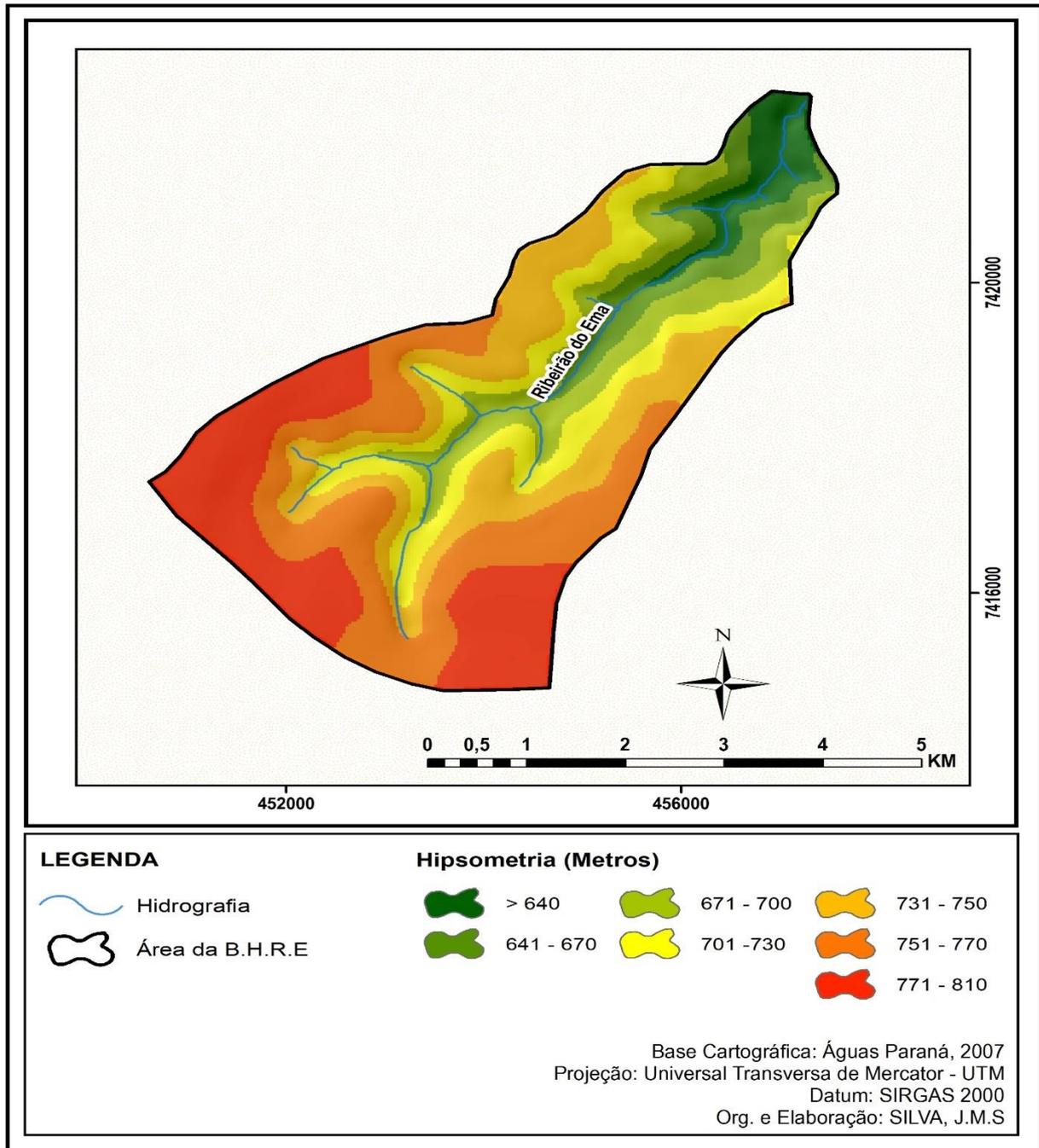
Além disso, os Nitossolos Vermelhos, ocupam extensas áreas encontradas nos planaltos basálticos que se estendem desde São Paulo até Rio Grande do Sul, porém, estão localizados com menor presença nos estados de Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e em pequenas áreas na cidade de Altamira, no Pará (Embrapa, 2008; Embrapa, 2019; Agetec, 2021).

Em síntese, estes são solos conjugados com áreas de baixas declividades e vertentes convexas, portanto, favorecem a agricultura mecanizada, o que é prática comum na bacia, predominando as culturas de soja, trigo e milho (culturas sazonais).

Em relação a geomorfologia, a bacia, insere-se no Terceiro Planalto Paranaense, associa-se a subunidade morfoescultural do Planalto de Londrina, que possui dissecação alta e média, topos alongados, vertentes convexas e vales em forma de V (Mineropar, 2006).

Sobre a hipsometria da bacia (Figura 8), constata-se que a maior altitude está em torno de 780m e a menor em torno de 660m. Há uma variação de aproximadamente 180 m entre as áreas com maiores altitudes que se localizam próximo das nascentes principais (limite com Arapongas) e as de menores altitudes, na jusante da bacia.

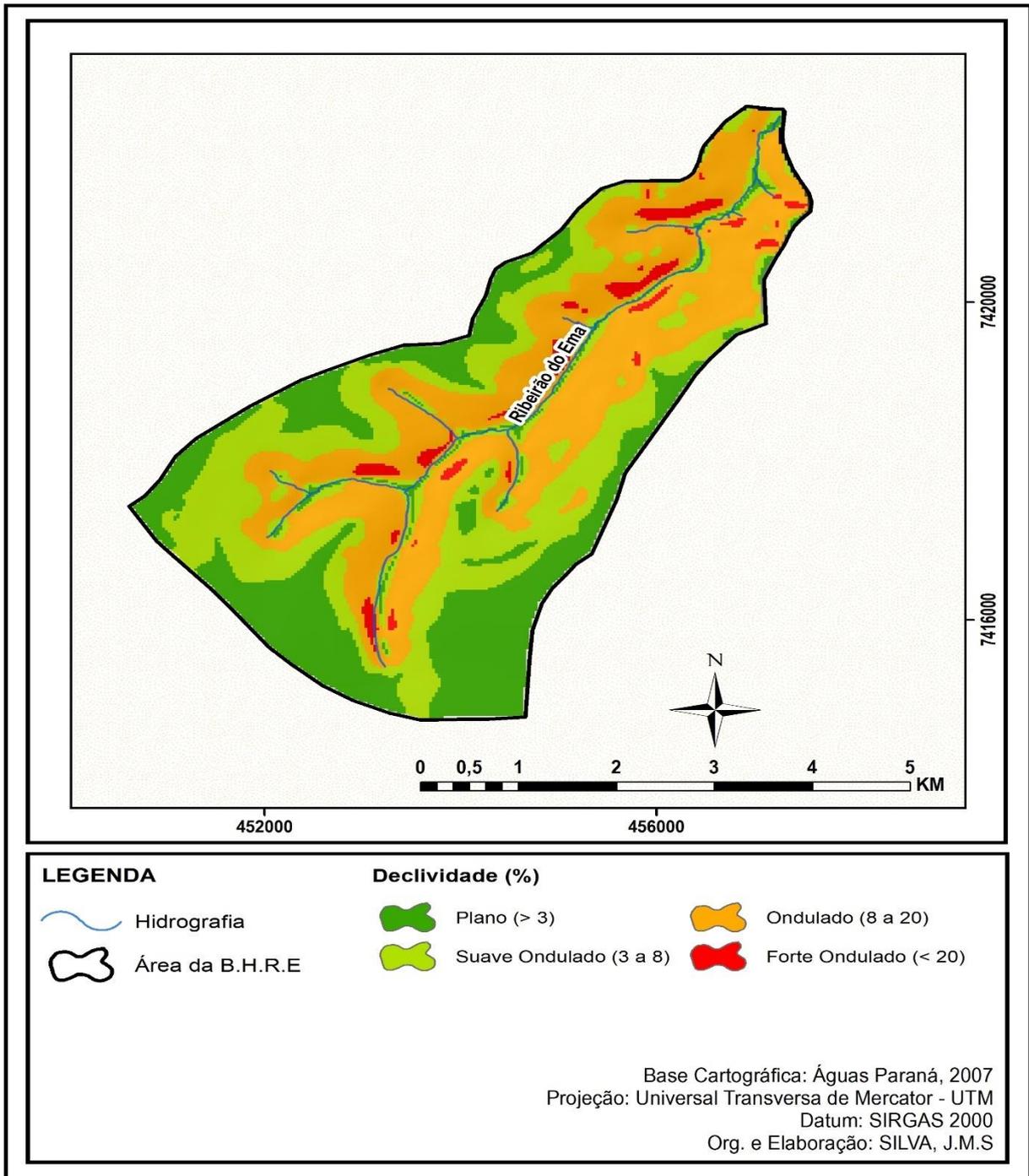
Figura 8 – Mapa de hipsometria da B.H.R.E.



Fonte: Águas Paraná, 2007. Elaborado pela autora, 2023.

Quanto à clinografia, as classes de 0 a 3% e de 3 a 8% (suave-ondulado) predominam na área, (Figura 9). Em direção a rede de drenagem formam-se os vales em forma de UV com áreas de maiores declividades chegando até 20% (ondulado). E em pequenos pontos, próximos ao Ribeirão do Ema, as declividades são mais acentuadas e apresentam o relevo acima de 20% de declividade (forte-ondulado).

Figura 9 – Mapa de declividade da B.H.R.E.

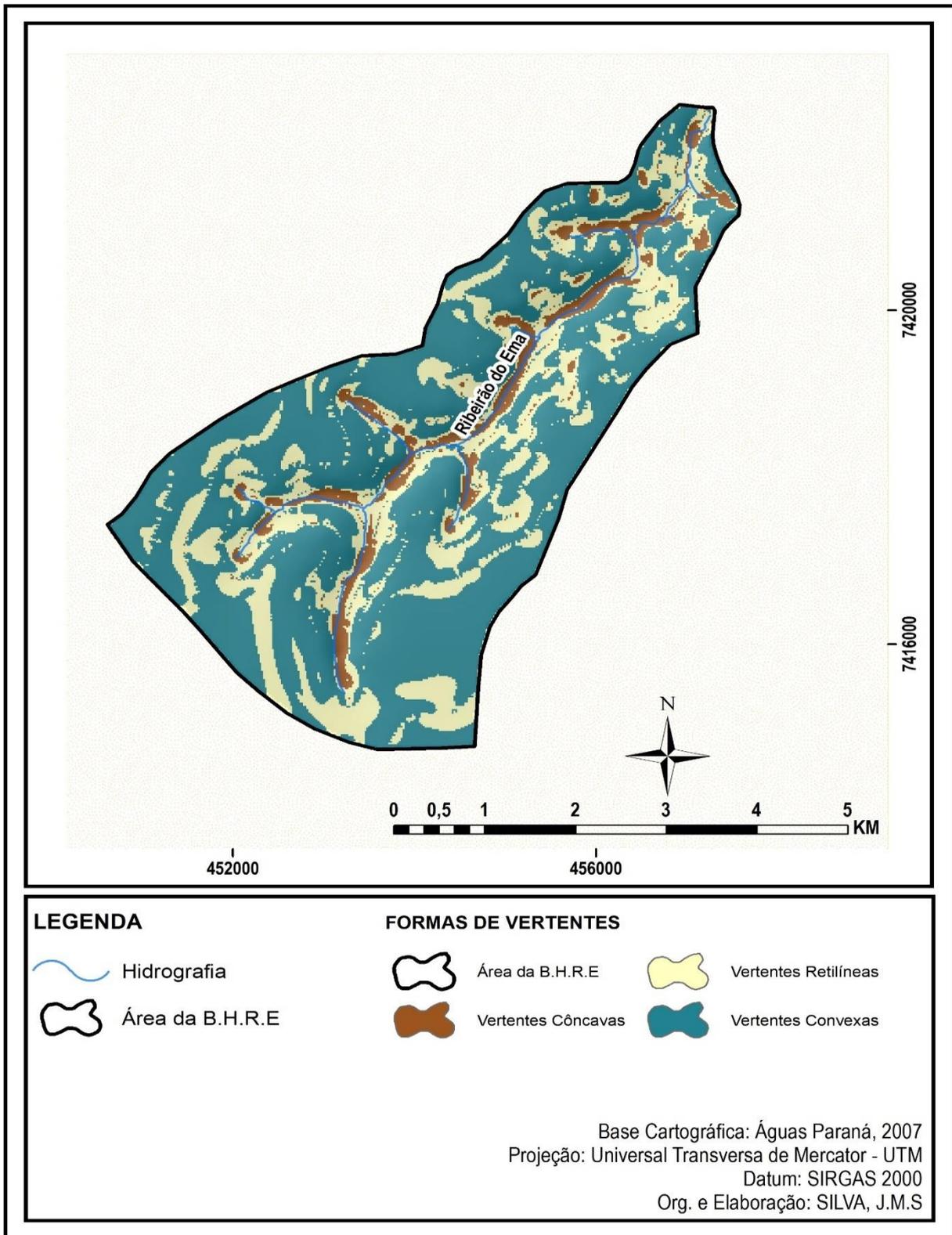


Fonte: Águas Paraná, 2007. Elaborado pela autora, 2023.

Na bacia, há o predomínio das vertentes convexas (Figura 10), nas quais os fluxos divergentes são os principais. Este tipo de fluxo, também conhecido como difuso, faz com que não haja concentração das águas em linha, sendo, portanto, menos suscetíveis a processos erosivos do tipo lineares. Apenas próximo aos rios é

que predominam as vertentes do tipo côncavas e fluxos convergentes, onde, a suscetibilidade à erosão do tipo linear é maior.

Figura 10 – Mapa de formas de vertentes da B.H.R.E.



Fonte: Águas Paraná, 2007. Elaborado pela autora, 2023.

Inserida em ambiente rural, é evidente a presença da agricultura mecanizada na B.H.R.E, e, desse modo, a Figura 11 ilustra uma área com relevo suave ondulado e observa-se a área agrícola de solo exposto, mas em que são cultivados soja, trigo e milho, ou seja, soja como cultura de verão, trigo de inverno e milho sendo plantado entre o verão e inverno, caracterizando o que é popularmente chamado de “milho safrinha”.

Evidencia-se que o predomínio das classes soja, trigo e milho se dão devido aos aspectos físicos-naturais da B.H.R.E, destacando os aspectos: geomorfológicos, pedológicos e climáticos da região.

Figura 11 – Presença de agricultura mecanizada soja em relevo suave-ondulado.



Fonte: Acervo da própria autora (20 out. 2023).

Como já descrito anteriormente, a área de estudo trata-se de uma bacia pequena, mas de grande importância por ser área de manancial. Em função do seu tamanho, o tempo de resposta aos efeitos causados por agentes dominantes durante o processo de deflúvio, possui maior sensibilidade tanto às chuvas torrenciais, quanto

aos impactos gerados pelas classes de uso da terra (Lima e Zakia, 2000; Teodoro *et al.*, 2007).

Portanto, apesar do relevo apresentar baixas declividade, ser caracterizado predominantemente como sendo suave ondulado, e possuir usos ligados as atividades agropecuárias, é de suma importância que as áreas de maiores declividades sejam utilizadas obedecendo as técnicas de manejo (curvas de nível, plantio direto entre outras).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ROLÂNDIA: A EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA NA B.H.R.E

O processo de formação do município de Rolândia iniciou na década de 1930. Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico — MBSB de Rolândia (2014), foi fundado pela corrente migratória formada por paulistas e nordestinos de diversos estados e pela imigração de italianos, japoneses, alemães, portugueses e espanhóis.

Sendo estes, motivados pelo parcelamento de terras agrícolas proposto pela Companhia de Terras Norte do Paraná — CTNP, que as comercializou aos cafeicultores nacionais e internacionais (Maximiniano, 2023). Dessa forma, as lavouras de café foram as principais atividades agrícolas praticadas no percurso de desenvolvimento do Norte do estado do Paraná.

A exportação de café, neste período, predominava a economia brasileira. Contudo, o mundo vivenciava o período pós-crise de 1929, resultando no início da diminuição da demanda por café no mercado internacional. Por esse motivo, o final da década de 1930 ficou marcado pelo grande excedente da produção cafeeira.

Buscando novas estratégias econômicas, o Governo Federal incentivou a modernização da agricultura no País, a chamada Revolução Verde, consolidada a partir da década de 1960, por meio da substituição da cafeicultura para o cultivo de soja e cana-de-açúcar (Rossoni *et al.*, 2018). Entretanto, no Norte do Paraná, segundo Moreira *et al.* (2021), a queda das lavouras cafeeiras ocorreu de fato após a conhecida “Geada Negra”, de 1975, responsável pela desidratação e a consequente queima de cafezais na região.

As consequências da Revolução Verde no Brasil, segundo Oliveira (2015), fizeram com que a produção de alimentos deixasse de ser apenas uma estratégia governamental e fosse simplesmente uma mercadoria de exportação para o mercado internacional. E, devido às vantagens físico-naturais da Região Norte do Paraná, os agricultores começaram as adaptações exigidas para a exportação, iniciando a produção de *commodities*.

Acompanhando o mercado internacional, o estado do Paraná ocupou 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 em franca expansão via

articulação entre Estado e setor privado (Oliveira, 2022).

Segundo o IPARDES (2024), as culturas temporárias de soja, milho e trigo ocupam a maior parte da área plantada em Rolândia, assim como apresentam rendimentos financeiros significativos para o ano de 2023, como é possível verificar no Quadro 7. No que diz respeito às lavouras permanentes, as classes de café e laranja ocuparam a maior área colhida, apresentando o maior rendimento financeiro (Quadro 8). Vale destacar o cultivo permanente de abacate, em terceiro lugar no ranking municipal.

Quadro 7 – Área colhida por hectare (cultura temporária) – Rolândia/PR, em 2023.

Cultura temporária	Área colhida (ha)	Rendimento médio (kg/ha)	Valor (R\$ 1.000,00)
Soja	31.000	102.300	317.580
Milho	12.700	62.465	81.934
Trigo	17.700	3.100	81.934

Fonte: IPARDES, 2024. Organizado pela autora, 2023.

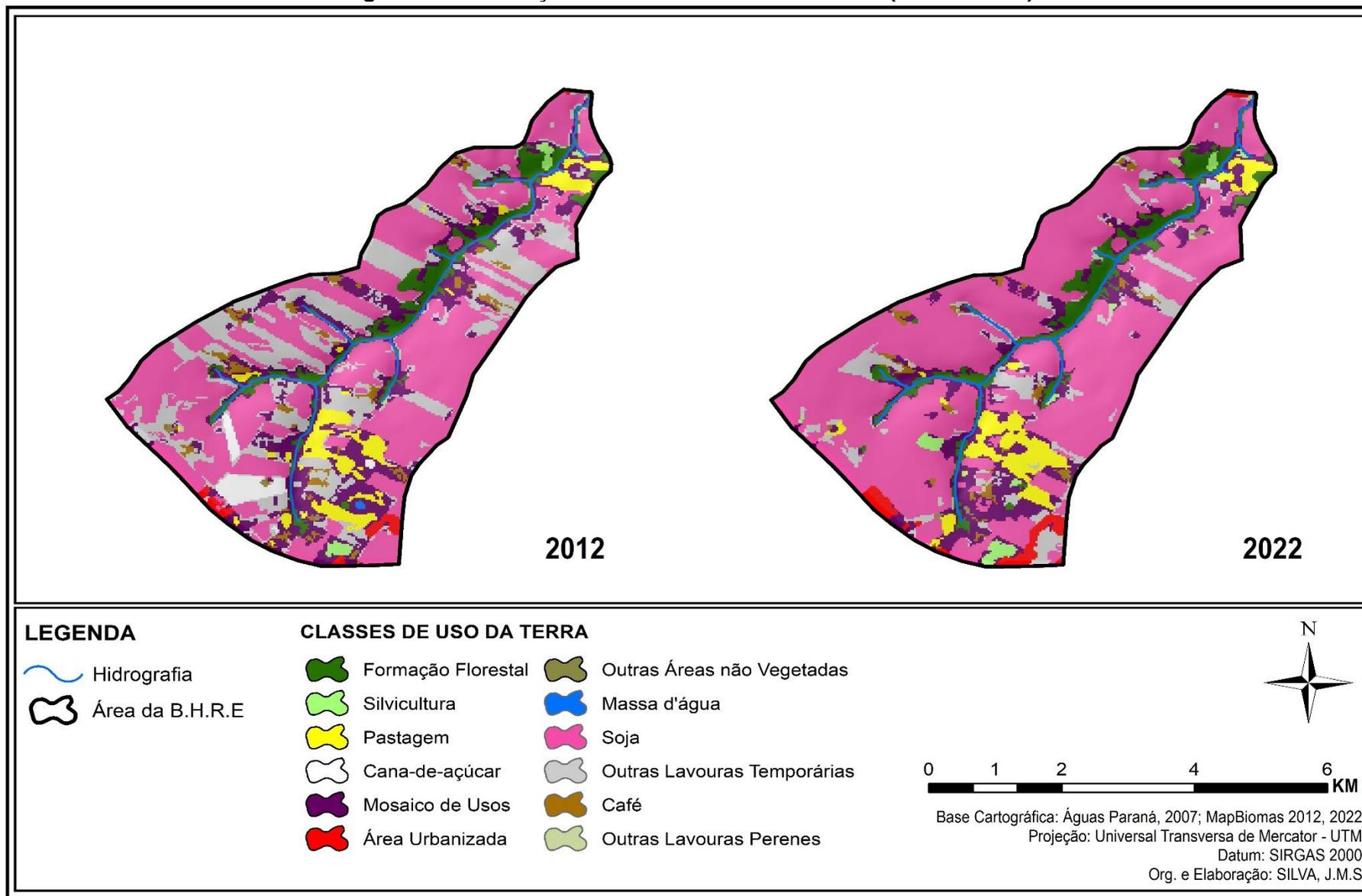
Quadro 8 – Área colhida por hectare (cultura permanente) – Rolândia/PR, em 2023.

Cultura permanente	Área colhida (ha)	Rendimento médio (kg/ha)	Valor (R\$ 1.000,00)
Café	380	1.100	8.081
Laranja	98	27.000	1.985
Abacate	20	20.000	808

Fonte: IPARDES, 2024. Organizado pela autora, 2023.

Buscando compreender a evolução do uso da terra na B.H.R.E nos últimos anos, este estudo analisou, a partir da base de dados do Projeto MapBiomass, os anos de 2012 e 2022 (Figura 12). Assim sendo, o mapa a seguir aponta as principais mudanças entre os anos analisados. E, por conseguinte, nas próximas páginas, este documento apontará as áreas de conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanentes — APPs, fundamentadas nas Leis Municipal n.º 2.855/2001 e Federal n.º 12.651/2012.

Figura 12 – Evolução do uso da terra na B.H.R.E (2012 e 2022).



Fonte: MapBiomias, 2023. Elaborado pela autora, 2023.

A respeito das classes de uso da terra na B.H.R.E, para o ano de 2012, houve o predomínio da classe soja, com 1.072,46 ha, ocupando quase 50% da área total. As demais classes como outras lavouras temporárias (trigo e milho) ocupavam 504,15 ha (21,4%); mosaico de usos (pastagem e agricultura), 354,66 ha (15%), formação florestal, 176,73 ha (8%) e, por último, pastagem com 106,51 ha, ou seja, 5% da área de estudo (Tabela 2 e Figura 13).

Tabela 2 – Área ocupada por cada classe de uso da terra na B.H.R.E., nos anos de 2012 e 2022.

Classes de usos	2012	(%)	2022	(%)
Formação florestal	176,73	7,5	206,94	8,8
Silvicultura	14,13	0,6	29,66	1,3
Pastagem	106,51	4,5	112,49	4,8
Cana-de-açúcar	44,00	1,9	0	0
Mosaico de usos	354,66	15,1	287,54	12,2
Área urbanizada	23,3	1,0	44,8	1,9
Outras áreas não vegetadas	3,11	0,1	3,21	0,1
Massa d'água	1,44	0,1	00	00
Soja	1.072,46	45,5	1.469,68	62,4
Outras lavouras temporárias	504,15	21,4	168,91	7,2
Café	55,05	2,3	32,31	1,4

Fonte: Projeto MapBiomias (2012, 2022). Organizado pela autora, 2023.

Para 2022, notou-se um aumento significativo da classe soja, que passou de 1.072,46 ha para 1.469,68 ha, representando 62,4% da área da B.H.R.E. Em contrapartida, houve uma diminuição da classe mosaico de usos, que passou de 354,66 ha para 287,54 ha, representando 12,2% e a classe outras lavouras temporárias que passou de 21,4% em 2012 para apenas 7,2%.

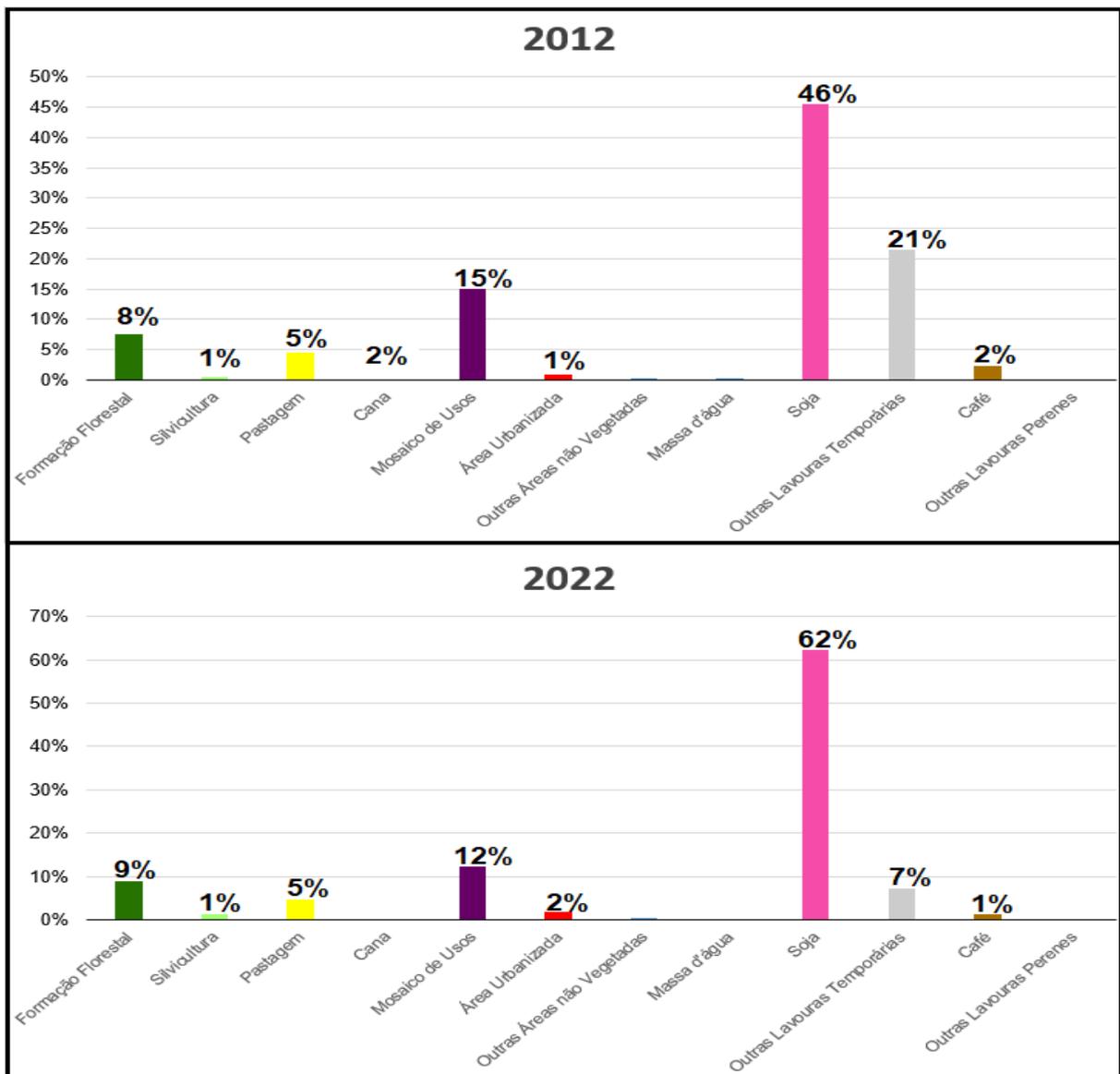
Infere-se sobre essa alteração das áreas ocupadas com mosaico de usos e outras lavouras temporárias, em 2012, passaram paulatinamente a serem ocupadas com o cultivo de soja em 2022. As demais classes não tiveram alterações significativas no período analisado. É o caso da classe pastagem, formação florestal e as demais (Tabela 2 e Figura 13).

É importante ressaltar que, a partir da análise dos dados da Tabela 2, a classe cana-de-açúcar desaparece em 2022, onde, ocupava 44 ha em 2012 e, depois fora substituída por outro cultivo e a classe café que apresentou decréscimo de 22,74 ha.

Em contrapartida, a classe área urbanizada, inserida na porção Sudeste da bacia, próximo a nascente principal, teve um acréscimo de área de 21,5 ha. Seguida da classe formação florestal, que ocupava 176,73 ha, em 2012, passou a ocupar 206,94 ha em 2022, ou seja, um acréscimo de 30,21 ha.

De modo geral, pode-se afirmar que, mesmo com o aumento significativo das áreas cultivadas com soja, não houve pressão sobre as áreas florestadas, pois elas apresentaram crescimento em termos de área. Infere-se, portanto, que a partir da implementação da Lei Federal n.º 12.651/2012 se consolida um cenário de maior preocupação com a preservação e respeito a legislação ambiental vigente.

Figura 13 – Porcentagem de área ocupada por cada classe de usos na B.H.R.E nos anos de 2012 e 2022.



Fonte: Projeto MapBiomias, 2023. Organizado pela autora, 2023.

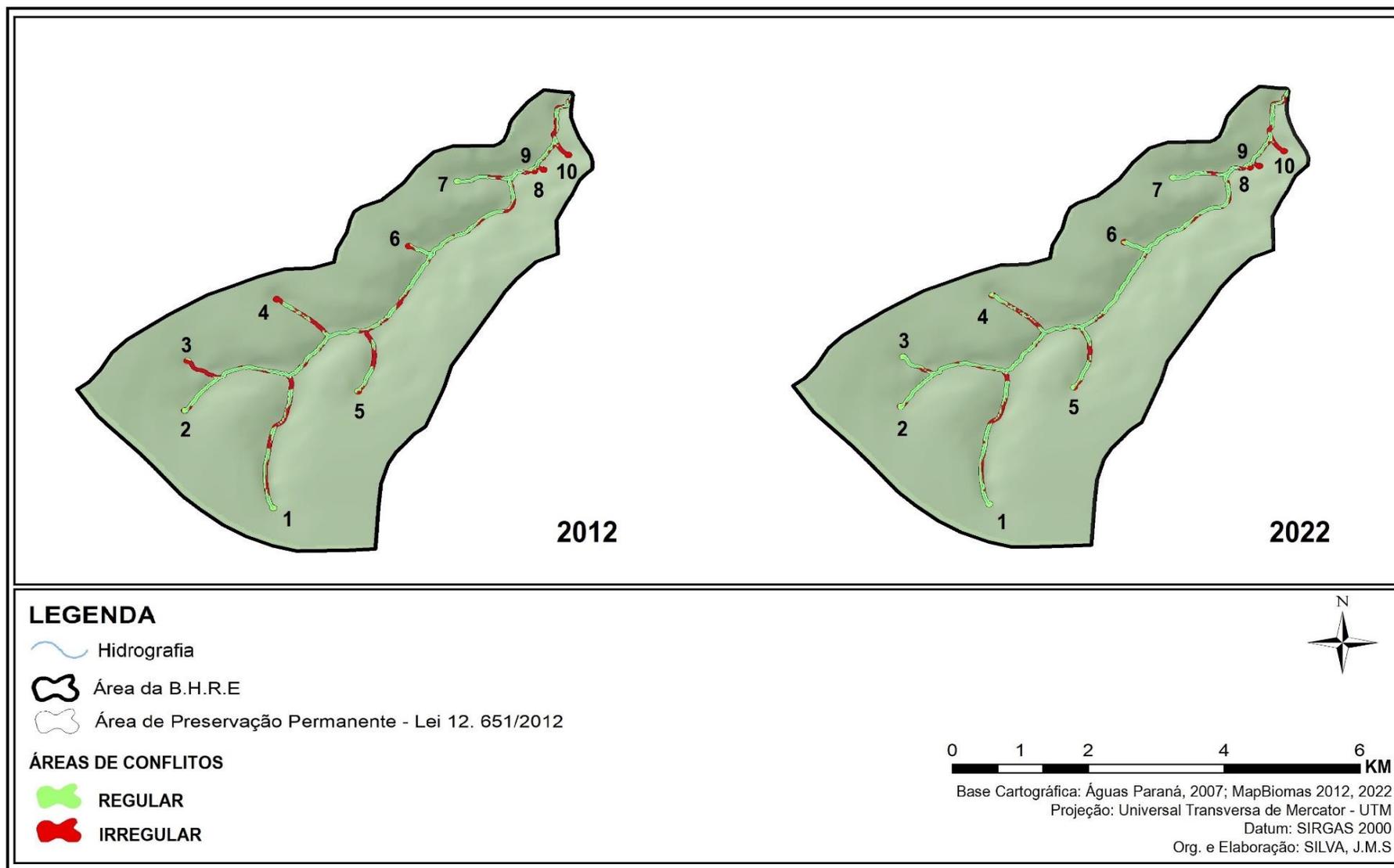
Em síntese, considerando a temática discutida anteriormente, os dados de uso da terra também serviram de base para identificar as áreas de conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente — APPs na B.H.R.E.

5.2 CONFLITO DE USO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES – APPs

A análise da evolução do uso da terra evidencia que a área de estudo acompanhou a lógica do mercado internacional via produção de *commodities*. Por isso, para compreender o processo de evolução das áreas de conflito na bacia em análise, realizou-se o mapeamento de tais áreas, seguindo o exposto na metodologia, usando como base os anos analisados anteriormente (2012 e 2022) e, fundamentados pela Lei Federal n.º 12.651/2012 e Lei Municipal n.º 2.855/2001.

Para a Lei Federal n.º 12.651/2012, a B.H.R.E deve apresentar 94,29 ha em APPs. Nesse sentido, considerando o ano de vigência da legislação (2012), a classe formação florestal ocupou 62,45 ha, onde apenas 66,2% apresentaram-se regular e, conseqüentemente 33,8% irregular (ou em conflito). Conforme a Tabela 3, as áreas em conflito foram fracionadas em: 27% mosaico de usos; 3% outras lavouras temporárias e 3% dividido em soja, pastagem e silvicultura, representados pela Figura 14 e Tabela 3.

Figura 14 – Conflitos de uso da terra identificados nos anos de 2012 e 2022 na B.H.R.E, conforme a Lei Federal n.º 12.651/2012.



Fonte: MapBiomias, 2022. Elaborado pela autora, 2023.

Em 2022, houve o aumento da classe formação florestal (ou APPs) de 62,45 ha para 73,38 ha, porém 22,2% ainda apresentam conflito (Figura 13). Isso demonstra o progresso lento da classe formação florestal, conforme a Tabela 3, o aumento de 11,6% em 10 anos. Desse modo, cabe à Prefeitura do Município de Rolândia, o acompanhamento e fiscalização do reflorestamento, por meio de visitação e monitoramentos via imagens de satélites ou base de dados de instituições oficiais.

Tabela 3 – Classes de uso da terra identificadas em APPs de acordo com a legislação Federal (2012).

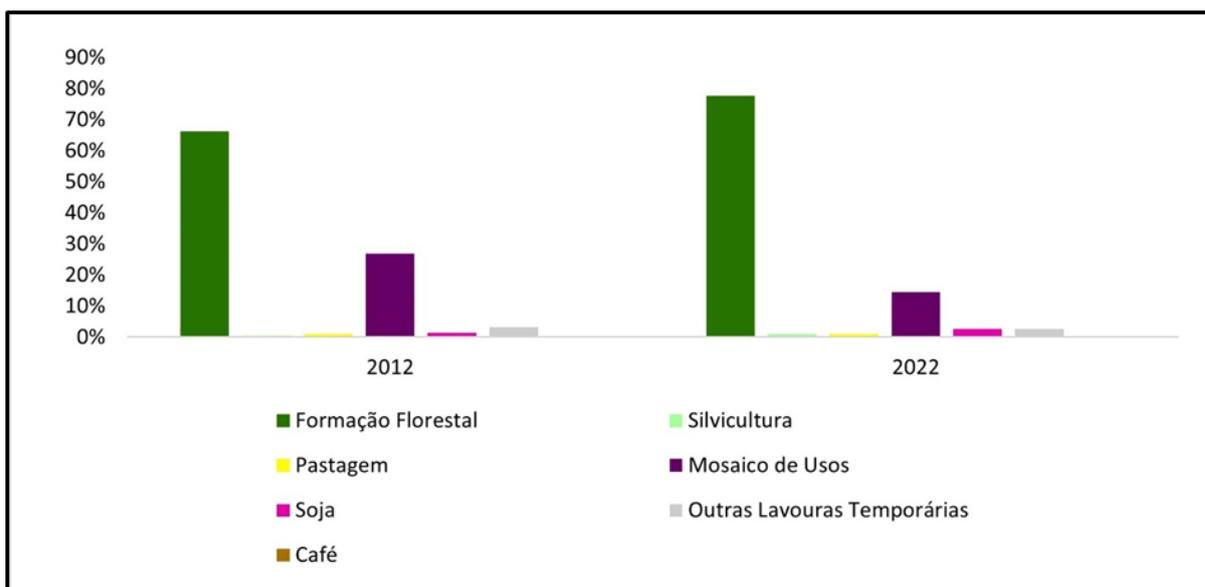
Classes de usos	2012	(%)	2022	(%)
Formação florestal	62,45	66,2	73,38	77,8
Silvicultura	0,5	0,5	1,01	1,1
Mosaico de usos	25,79	27,4	1,05	1,1
Pastagem	1,12	1,2	13,74	14,6
Soja	1,34	1,4	2,6	2,8
Outras lavouras temporárias	3,09	3,3	2,51	2,7

Fonte: Projeto MapBiomass, 2012 e 2023. Organizado pela autora, 2023.

Entre os anos de 2012 e 2022, a classe mosaico de usos regrediu intensamente mudando de 25,79 ha para 13,74 ha. Isso significa que o progresso de 11,6% em formação florestal ocorreu majoritariamente devido a esta permuta, ou seja, uma porção das atividades agropecuárias se transformaram em formação florestal ao longo dos dez anos na área da B.H.R.E (Tabela 3).

No entanto, nota-se o aumento das classes soja em 2% em APPs e silvicultura com menos de 1% (Tabela 3), demonstrando o aumento de conflito de uso da terra, podendo gerar impactos ambientais negativos, acima de tudo relacionados ao carreamento de solo para a área da nascente e conseqüentemente assoreamento. A Figura 16 ilustra tal situação, o que também foi verificado durante o trabalho de campo realizado em abril de 2022, no lote da Fazenda Irmão do Raio de Sol (23°20'10,98"S; 51°26'21,41"W), em frente a foz do afluente que possui nascente de n.º 6 (Figura 14).

Figura 15 – Classes de uso da terra em APPs (Lei Federal n.º 12.651/2012).



Fonte: MapBiomias, 2023. Organizado pela autora, 2023.

Em direção ao rio principal da B.H.R.E (Figura 16), houve a identificação de estrutura para a retirada de água do Ribeirão do Ema, fato que revela a possibilidade de pontos múltiplos de nascentes, uma característica encontrada durante a visita em áreas adjacentes a nascente principal. Em seguida, a Figura 16b indica a presença de canos (ou tubos) de transporte de água próximas ao leito do rio principal, que servem de apoio a irrigação das classes soja e silvicultura encontradas nas APPs.

Analisando as Figura 16c e Figura 16d, percebe-se o baixo volume de água no Ribeirão do Ema que, segundo observações, justifica-se pela ausência chuvas entre segunda-feira (04) e quarta-feira (06) do mês de abril em 2022, e identificou-se a ocorrência de vegetação em estado regenerativo (Figura 16d), ou seja, as espécies encontravam-se ainda jovens. Entretanto, as imagens comprovam o cumprimento da Lei Federal n.º 12.651/2012, tendo em conta que a área visitada apresentou a presença de mata ciliar (Figura 16).

Figura 16 – Presença de irregularidades em APPs da B.H.R.E.



a) Construção para a retirada de água; b) Tubos e canos dentro das APPs; c) Leito do Ribeirão do Ema; d) Vegetação em estado regenerativo; e) pegadas de animais domésticos, inspecionados em campo; f) bacias de contenção e declividade do terreno. **Fonte:** Projeto Águas do Ema, 2022. Acervo da própria autora, 2022.

Conforme a Figura 16e, comprova a frequência de animais domésticos no local, por meio de vestígios encontrados durante a pesquisa de campo. Sendo esta, uma prática irregular, ao se tratar de uma bacia de manancial, devido a presença de dejetos próximos aos afluentes, contaminando a água. Por fim, a Figura 16f evidencia a presença de duas bacias de contenção de água da chuva em área com declividade, pela qual deveria estar coberta por formação florestal, representada pela seta dentro das APPs da B.H.R.E na Figura 17.

Figura 17 – Bacias de contenção dentro das APPs da B.H.R.E (Lei n.º 12.651/2012).



Fonte: Google Earth Pro, 2023. Organizado pela autora, 2023.

Com relação a retirada de água da B.H.R.E, a prática sem tratamento é permitida conforme a Resolução do CONAMA n.º 20 (1986), quando utilizada para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película. Contudo, o cultivo encontrado em abril de 2022 ($23^{\circ}20'10,98''S$; $51^{\circ}26'21,41''O$), às margens do Ribeirão do Ema (Figura 17), está entre soja e silvicultura, ou seja, atividade irregular, sendo necessário maior fiscalização por parte do IAT ou Prefeitura Municipal.

Para 2022, é perceptível a recuperação em pontos específicos da B.H.R.E, tal qual à área do ponto de nascente 3, que, em 2012, apresentou grande concentração de conflito e, em 2022 é evidente a recuperação (Figura 14). Semelhante ao ponto de nascente 3, existem os pontos de nascentes 4, 5 e 6 e os seus afluentes, que também reduziram as áreas conflitantes.

Em contrapartida, os resultados apresentados nos pontos 8, 9 e 10 são preocupantes. Pois, as APPs estão totalmente ocupadas por áreas irregulares

indicando conflito de uso da terra (Figura 14). Segundo Rodrigues (2000), a não presença de zonas ripárias prejudica à conservação da paisagem e das condições ecológicas locais.

A partir da análise sobre as transformações da paisagem, verificadas por meio de imagens de satélites concomitantes à investigação sobre as áreas de conflito de uso da terra, indicam situações de fragilidades ambientais em pontos de nascentes e afluentes com maior presença de conflito, ou seja, áreas suscetíveis à degradação ambiental, com ênfase aos pontos de nascentes: 3, 8, 9 e 10 (Figura 14) bem como em alguns trechos do rio principal.

Com relação à Lei Municipal n.º 2.855/2001, que antecedeu a Lei Federal n.º 12.651/2012, instituída para ordenar a interação prudente e racional das funções e atividades sociais do município, por meio de medidas diretas e indiretas relacionadas à preservação ambiental (Rolândia, 2001).

A partir do ano de vigência desta legislação, em áreas rurais e novos lotes, tornou-se obrigatório o cumprimento de no mínimo 100 metros de largura de matas ciliares às margens de todos os cursos hídricos pertencentes ao município. Desse modo, para esta análise, adotou-se como critério para o mapeamento das APPs o raio de 100 metros.

Considerando que a legislação não se aplica aos lotes e edificações regulares já existentes antes da vigência da Lei Municipal n.º 2.855/2001, este estudo mapeou 100 metros de APPs com base nas classes de uso da terra a partir de 2012. Assim sendo, os resultados apresentados para a legislação Municipal indicam irregularidades de maneira prévia. Portanto, para resultados mais consolidados, a metodologia requer um estudo aprofundado sobre a regularização dos loteamentos ribeirinhos.

A área analisada se trata do principal manancial de abastecimento de água do município de Rolândia que, ao longo dos anos, vem sofrendo diretamente aos impactos ambientais negativos. Como resultado, o município vivencia constantes crises hídricas documentadas em diferentes veículos de comunicação (Anexo I). Nesse sentido, a compreensão e preservação ambiental da B.H.R.E é indispensável.

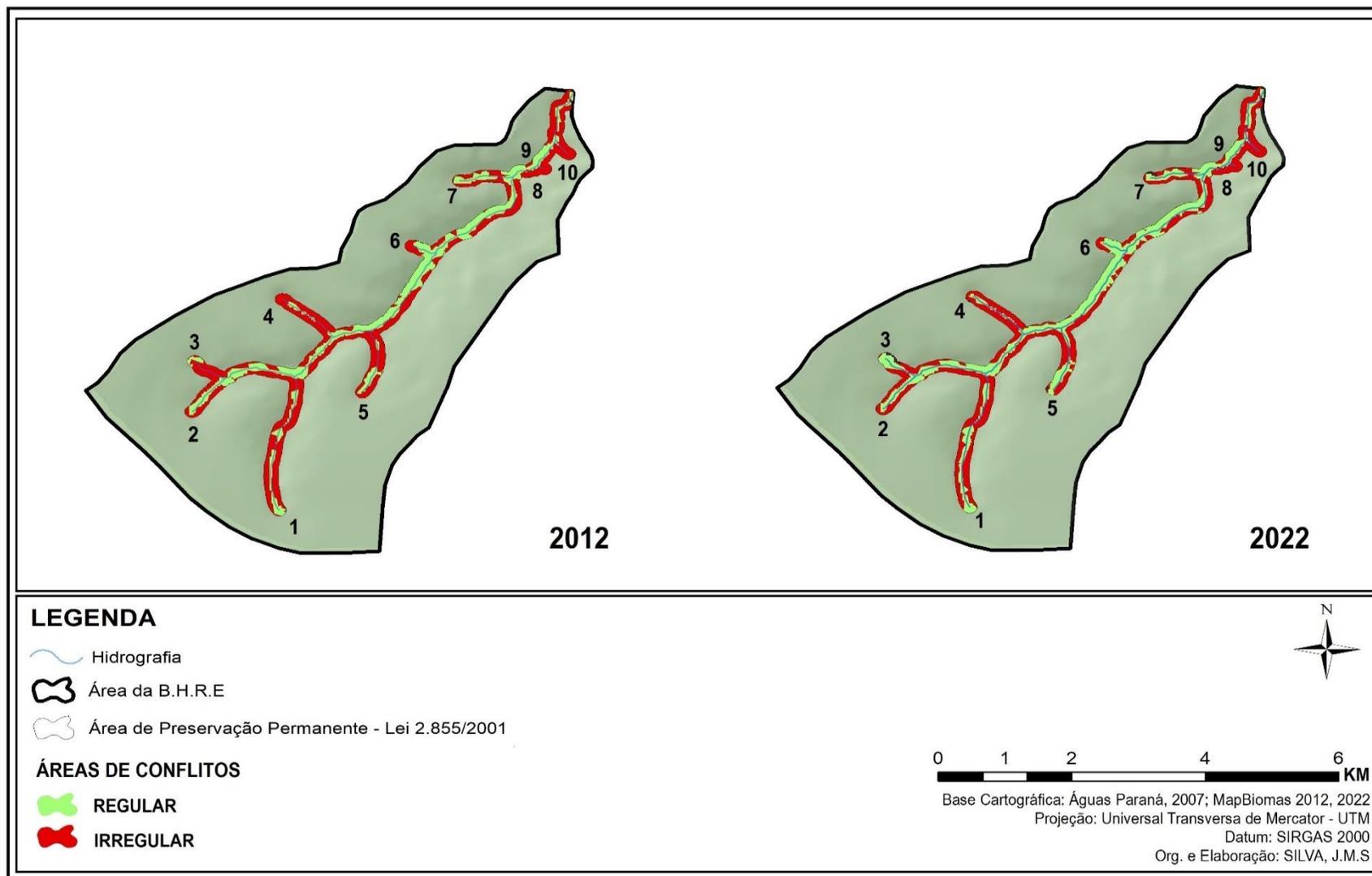
Os impactos ambientais negativos à B.H.R.E ocorrem majoritariamente devido ao descumprimento da Lei Estadual n.º 8.935/89, que dispõe sobre requisitos mínimos para águas provenientes de bacias mananciais destinadas ao abastecimento público do Estado do Paraná, sendo dever do poder estadual assegurar por meio de

órgãos de fiscalização e execução, o mantimento da qualidade de água nos padrões mínimos aceitáveis para o futuro, observando o crescimento populacional (Paraná, 1989).

Para a Lei Municipal n.º 2.855/2001, a B.H.R.E. deve apresentar 299,70 ha em APPs. No entanto, não é esta a realidade apresentada pelo mapa da Figura 18. De tal forma que, para 2012, nota-se o predomínio de áreas conflitantes junto aos afluentes pertencentes aos pontos de nascentes 3, 4, 8, 9 e 10, somando que ao longo do curso principal da B.H.R.E, há maior concentração de áreas regulares (pela Figura 18).

Em 2022, observa-se que o quadro ambiental apresenta relativa melhora. Entretanto, consoante a Lei Municipal n.º 2.855/2001, as APPs pertencentes à B.H.R.E, ainda apresentam alto índice de áreas de conflito de uso da terra, indicando a ausência de fiscalização e cumprimento da legislação Municipal e Federal.

Figura 18 – Conflitos de uso da terra identificados nos anos de 2012 e 2022 na B.H.R.E, conforme a Lei Municipal 2.855/2001.



Fonte: MapBiomias, 2022. Elaborado pela autora, 2023

Para 2012, a classe formação florestal ocupava 116,62 ha, equivalente a 39% (área regular) e, conseqüentemente 61% das APPs estavam em conflito (ou irregulares). Nas áreas irregulares, as classes de uso da terra identificadas foram: 28%, com mosaico de usos; 18% com soja; 10% outras lavouras temporárias; 4% pastagem e 1% silvicultura (Tabela 4):

Tabela 4 – Classes de uso da terra identificadas em APPs de acordo com a legislação Municipal.

CLASSES DE USOS	2012	(%)	2022	(%)
Formação florestal	116,62	38,9	137,43	45,9
Silvicultura	2,21	0,7	4,044	1,3
Pastagem	10,96	3,7	8,044	2,7
Mosaico de usos	84,73	28,3	61,02	20,4
Outras áreas não vegetadas	0	0	0,09	0
Soja	53,53	17,9	76,27	25,4
Área urbanizada	0	0	0,09	0
Outras lavouras temporárias	29,63	9,9	11,81	3,9
Café	0,8	0,3	0,9	1
Cana-de-açúcar	1,22	0,4	0	0,3

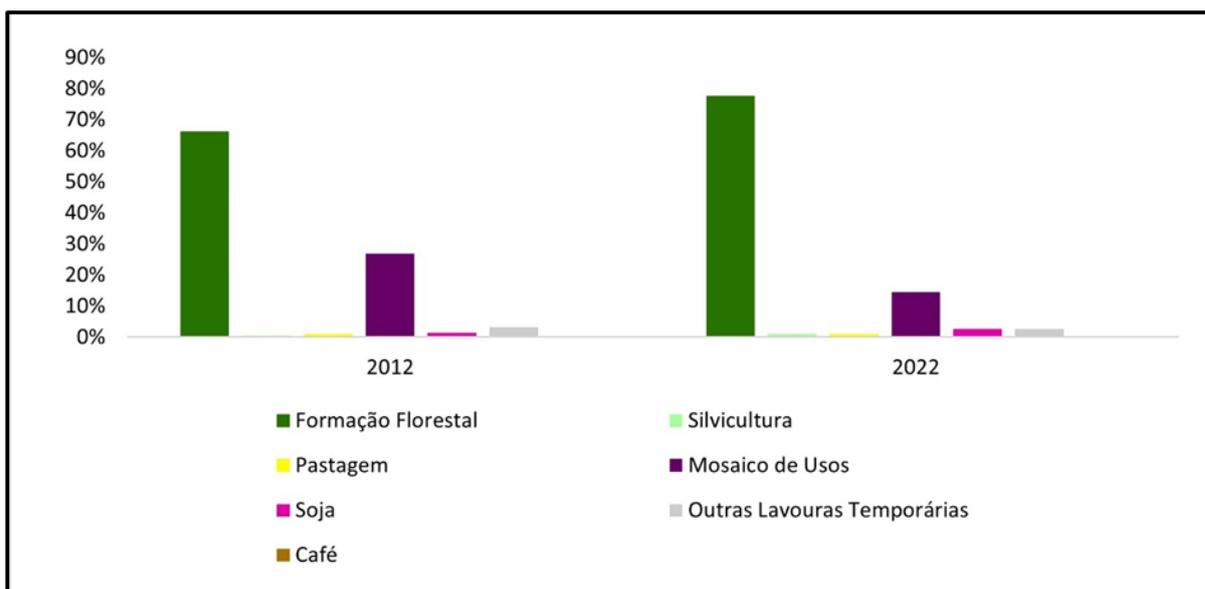
Fonte: Projeto MapBiomass, 2012 e 2023. Organizado pela autora, 2023.

Os resultados para 2012 apontam que as APPs pertencentes à B.H.R.E encontram-se predominantemente irregulares, mostrando diversas áreas com degradação ambiental.

Para 2022, houve o aumento de apenas 7% de áreas regulares nas APPs, passando de 116,62 ha para 137,43 ha. Infere-se que tal acréscimo é importante, mas ainda pouco significativa sobre a área total das APPs que deveria estar florestada por completo (Tabela 4).

Evidencia-se a redução de 8% da classe mosaico de usos, que passou de 84,73 ha para 61,02 ha em 2022 e, a diminuição de 6% da classe outras lavouras temporárias, passando de 29,63 ha para 11,81 ha. Todavia, houve o aumento de 7% da classe soja, que passou de 53,53 ha para 76,27 ha (Figura 19).

Figura 19 – Classes de uso da terra em APPs consoante a legislação Municipal.



Fonte: MapBiomias, 2023. Organizado pela autora, 2023.

Analisando o gráfico da Figura 19, nota-se a substituição da classe mosaico de usos em classes de formação florestal e soja, indicando o crescimento concomitantes dessas. Isso significa que o manejo e o uso da terra nas APPs da B.H.R.E apresentam irregularidades e, devido a sua importância ambiental, torna-se necessário a regularização da área.

Em 2012, nota-se o predomínio de áreas conflitantes junto aos afluentes pertencentes aos pontos de nascentes 3, 4, 8, 9 e 10 e, ao longo do curso principal da B.H.R.E há maior concentração de áreas regulares (Figura 18). Em 2022, observa-se que o quadro ambiental apresenta relativa melhora, conforme a Figura 18. Entretanto, consoante o Lei Municipal n.º 2.855/2001, as APPs pertencentes à B.H.R.E ainda apresentam alto índice de conflito de uso da terra, indicando a ausência de fiscalização e cumprimento da legislação Municipal e Federal.

De modo geral, nota-se que as florestas obtiveram acréscimos de área, mostrando que o quadro de degradação, muito lentamente, vem sendo modificado, possivelmente em função da rigidez em relação à fiscalização do desmatamento ou ainda, pela conscientização da população da importância das APPs para a qualidade ambiental da bacia, já que se trata do principal manancial do município.

É importante salientar que as APPs possuem os pré-requisitos mínimos para o funcionamento do ecossistema local, principalmente para habitats de faunas representativas. Tal como corroboram para a manutenção e proteção dos recursos

hídricos, segundo a SBPC (2012), as APPs reduzem os efeitos ligados aos processos erosivos, aos deslizamentos, às enxurradas e os escorregamentos de massas tanto em áreas rurais, quanto urbanas, em razão da sua influência na diminuição de perda de solo.

Comparando os dados produzidos utilizando a Lei Federal n.º 12.651/2012 e a Lei Municipal n.º 2.855/2001, o aumento de áreas regulares quase duplica entre os anos de 2012 e 2022. Tornando-se perceptível o descumprimento da lógica do direito ambiental nacional, por meio da análise entre as duas legislações.

Desse modo, para a Lei Municipal n.º 2.855/2001, as APPs da B.H.R.E, ocupavam 183,08 ha, em 2012, ou seja, irregulares e, passou para 137,43 ha em 2022, ou seja, de acordo com a Tabela 5, mais da metade das APPs da B.H.R.E encontram-se ainda irregulares.

Contudo, para à Lei Federal n.º 12.651/2012, as áreas de conflito passaram de 31,84 ha, em 2012, para 20,91 ha, em 2022, conforme a Tabela 5, diminuiu consideravelmente. Este fato consolida que a Lei Municipal n.º 2.855/2001, possui inconsistência em suas exigências e requer maior refinamento para fins de fiscalização.

Tabela 5 – Áreas de conflito por legislação na B.H.R.E, para os anos de 2012 e 2022.

Legislação	Áreas de conflito				Áreas regulares previstas por legislação
	2012	(%)	2022	(%)	
Federal 12.651/2012	31,84	33,8	20,91	22,2	94,299 (ha)
Municipal 2.855/2001	183,08	61,0	137,4	54,1	299,70 (ha)

Fonte: Projeto MapBiomass, 2012 e 2023. Elaborado pela autora, 2023.

Por conseguinte, independente dos avanços do direito ambiental nacional, as discussões apontam que a gestão e o manejo de bacias hidrográficas ainda possuem omissões que dificultam a implementação das leis, mesmo em casos como este, de mananciais de abastecimentos hídricos, visto que são inúmeros os conflitos territoriais, fundiários e principalmente de uso da terra que podem ser visualizados no interior da bacia hidrográfica, originando pressões e impactos negativos na mesma.

Segundo as referências bibliográficas apresentadas neste estudo, um dos principais potenciais de impactos ambientais negativos no Brasil ocorrem devido à ausência de matas ciliares e, conseqüentemente, à erosão dos solos. Assim como,

em debates ambientais internacionais e temas correlatos à degradação ambiental, está presente a discussão sobre a erosão acelerada, ao configurar atualmente como um grande problema ambiental e agrícola em escala global. Dessa maneira, conforme o exposto até aqui, observa-se que a presença das classes de soja e silvicultura são as que mais aumentam a pressão sobre os recursos naturais na B.H.R.E.

Para Nardini (*et al.* 2014) e Ferrari (*et al.* 2015), as APPs impedem a perda de solo, especificamente em áreas agrícolas, como a B.H.R.E, que previnem contra a infertilidade do solo. Pois, a partir da presença de vegetação haverá maior quantidade de matéria orgânica, evidenciando o papel importante na infiltração das águas, impedindo o surgimento de feições erosivas durante o escoamento pluvial.

Nesse sentido, é notório a relevância de estudos e monitoramentos de sistemas hidrográficos, assim como a análise sobre uso da terra com relação aos agentes de interesses, sejam eles de uso privado ou público, no sentido de que estes possam de alguma forma colaborar para o planejamento ambiental desses territórios.

Compreende-se que o manejo e o uso do solo nas APPs da B.H.R.E ainda apresentam irregularidades, e devido a sua importância ambiental é necessário a regularização. Portanto, é imprescindível que o poder público, com base nas perspectivas socioambientais, produza dados e informações com o intuito de planejar e executar políticas que visem a sinalização, proteção, conservação e reocupação das APPs degradadas (Bittencourt *et al.* 2018).

Em síntese, os resultados apresentam contradições nos efeitos da legislação Municipal, uma vez que, instituída com o mesmo efeito de uma legislação Federal, todavia, apresentando as particularidades municipais, como o caso da Lei Municipal n.º 2.855/2001, esta passa a ser prioridade para a regularização.

5.3 SUSCETIBILIDADE À EROSÃO NA B.H.R.E

A análise da evolução do uso da terra e a identificação das áreas de conflito em APPs na B.H.R.E contribuiu para a investigação das classes que mais se repetiam nas áreas irregulares. Desse modo, com base no ano de 2022, este estudo mapeou as áreas suscetíveis à erosão na B.H.R.E, a partir de Decretos, Códigos, Leis adjacentes à teoria da ecodinâmica que, segundo Almeida *et al.* (2018) viabilizou a identificação das suscetibilidades pela análise dos componentes ambientais de maneira sistêmica.

Devido à alteração das forças de resistência à desagregação, as atividades de agricultura mecanizada e pastagem requerem maiores preparos do solo, e, portanto, são atividades predominantes na área da B.H.R.E. Assim sendo, a partir do modelo utilizado e descrito na metodologia, a Figura 20 ilustra o mapa de suscetibilidade à erosão da bacia.

Os resultados apontam que a classe média possui maior representatividade na área da B.H.R.E, com 1.021,30 ha, equivalente a 43,40% (Tabela 6), associada as áreas de transição entre os limites da bacia e os fundos de vale onde o relevo é ondulado com declividades entre 8% e 20% e vertentes do tipo retilíneas.

Tabela 6 – Classes de suscetibilidade a erosão e respectivas áreas que ocupam na bacia.

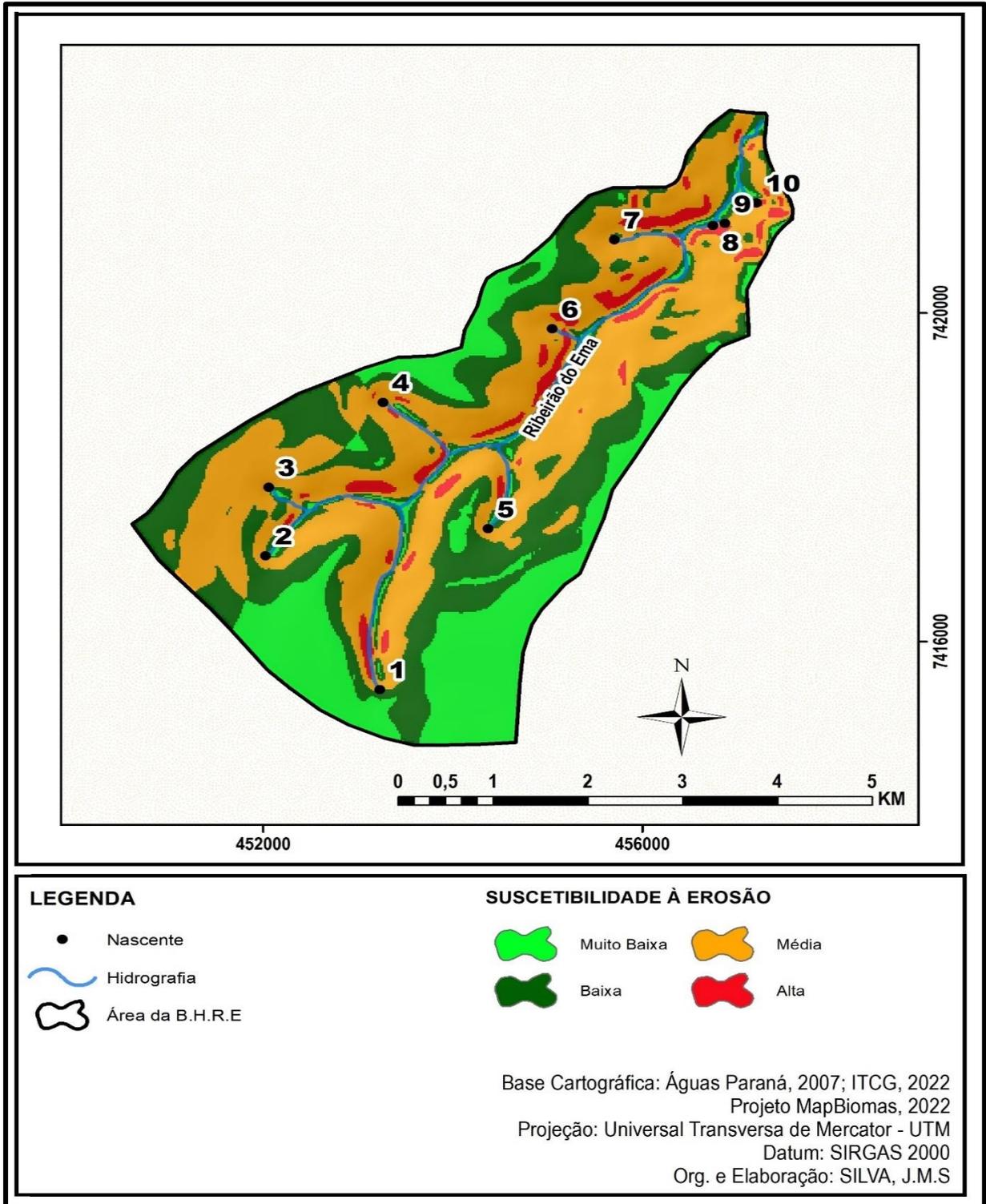
Classe	Área (ha)	%
Muito Baixa	529,76	22,49
Baixa	705,95	29,97
Média	1021,3	43,4
Alta	97,04	4,12

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A soma das classes muito baixa e baixa representam 1.235,71 ha (52,47%), que se concentram próximas aos limites da bacia e áreas adjacentes e, em termos de relevo, a principal característica é que são planos ou suave-ondulados, associados as vertentes convexas e solos que possuem alto teor de argila, resultando em uma baixa suscetibilidade à erosão (Figura 18). Entretanto, a ausência de vegetação, pode provocar erosão do tipo laminar (lavagem da camada superficial do solo) em períodos

de chuvas mais intensas ou ainda em função do solo encontrar-se sem proteção, seja por palhada ou outro tipo de uso.

Figura 20 – Mapa de suscetibilidade à erosão da B.H.R.E.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A classe de suscetibilidade alta está presente em apenas 4,12% da B.H.R.E, e se concentram em áreas com declividades superiores a 20% e estão próximas à rede de drenagem principal e distribuída de forma heterogênea na bacia (Figura 20). Tais áreas devem ser priorizadas em abordagens que busquem mitigar os efeitos da erosão e dos sedimentos que podem alcançar o rio principal.

Muitos autores discutem os ciclos da erosão e suas ligações com as atividades de pastagem, tal como Dias e Thomaz (2009), que evidenciam que o ciclo da erosão acelerada normalmente se inicia a partir da retirada de vegetação nativa para implantação do pasto. Como resultado, há a compactação dos horizontes superficiais gerada pelo pisoteio do gado.

Desse modo, o planejamento e manejo em áreas de pastagens diminui a erosão acelerada. Porém, durante o campo realizado em abril de 2022, não foram identificados nenhum tipo de manejo em áreas de pastagem, ao contrário disto, foram encontradas diversas erosões em função da ausência de terraceamento e em função do pisoteio do gado (Figura 21).

Figura 21 – Presença de erosão em área de pastagem.



Fonte: Acervo Projeto Águas do Ema, 2022.

A Figura 22 indica à presença de erosão acelerada, por meio da concentração de fluxo hídrico em área de declividade moderada sob as classes de agricultura mecanizada. Segundo Panachuki *et al.* (2006) e Machado e Wadt (2021), a erosão hídrica é o processo de degradação ambiental que mais induz o empobrecimento dos solos e, está entre os primordiais processos determinantes da degradação ambiental sobre os usos da terra no Brasil, tornando-se a adoção de práticas adequadas para a

sua mitigação um desafio para o desenvolvimento sustentável da produção de grãos no país.

Figura 22 – Concentração do fluxo hídrico em área de cultivo de milho e de declividade moderada.



Fonte: Acervo Projeto Águas do Ema, 2022.

Em abril de 2022, o caso mais grave encontrado sobre os processos erosivos e, em estágio avançado, são os processos de ravinamento presentes nas vertentes dos grandes açudes de contenção de água feitos pela VIAPAR (Figura 23), obra que traz parte da água pluvial da PR 369 para dentro da área da B.H.R.E. Esta água é contida nos açudes até que o processo de evaporação atue. No entanto, em casos extremos, os açudes podem extravasar e, a água atingir o Ribeirão do Ema.

Figura 23 – Ravinas em área de encosta do tanque de contenção de água (VIAPAR)



Fonte: Acervo Projeto Águas do Ema, 2022.

Na Figura 24 nota-se inúmeras ravinas que se instalaram nas paredes dos açudes, ocasionalmente devido à ausência de vegetação que pudesse fazer o papel de contenção da água do solo de impactos da chuva ou escoamento superficial da água. Na divisa do terreno onde estão os açudes (Figura 24), existe uma ravina em estágio avançado que concentra grande parte do fluxo proveniente de todo o terreno onde foi construída a obra de contenção.

Figura 24 – Ravina em estágio avançado próximo ao tanque de contenção de água da VIAPAR.



Fonte: Acervo Projeto Águas do Ema, 2022.

À desagregação de sedimentos aumentam em dias chuvosos devido à maior pressão sob o solo pela adição de água, gerando movimentação na bacia de contenção e, portanto, o transporte desses materiais é crescente devido à velocidade e quantidade de chuva. Por esse motivo, os sedimentos são transportados até a parte baixa do terreno, em direção ao rio principal, assoreando-o, na medida em que chegam até o rio e provocam impactos sobre a qualidade e quantidade de água.

Ao tratar-se de quantidade, refere-se à redução do volume de água do rio, como também, as águas se tornam turvas e impedem a passagem de luz, impossibilitando a renovação do oxigênio que os peixes e outros organismos precisam para sobreviver. Desse modo, os rios com menores capacidades de armazenamento, aumentam as ocorrências de inundações, impactando as áreas adjacentes do rio.

Por outro lado, os sedimentos trazem consigo também restos de defensivos agrícolas e de adubações realizadas nas áreas. Isso influencia diretamente na qualidade da água que necessitará de maior tempo e custo para ser tratada e adequar-se para o consumo humano.

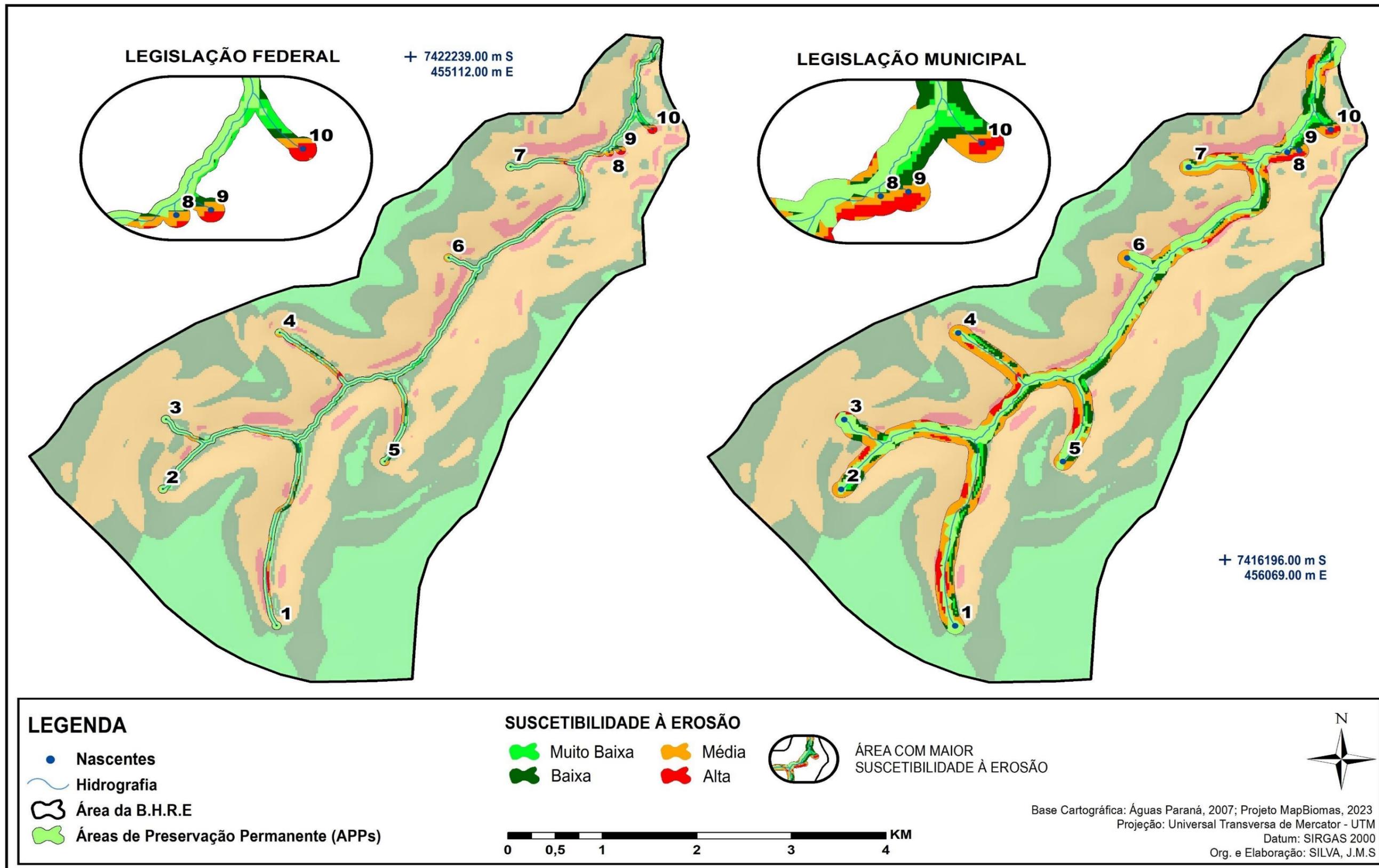
Portanto, se as áreas fontes de sedimentos (áreas com processos erosivos ativos) não forem manejadas de forma correta, a tendência é que seja cada ano maior a taxa de retirada de sedimentos e assoreamento do rio, e assim, conseqüentemente o aumento de episódios de crises hídricas no município de Rolândia.

5.4 SUSCETIBILIDADE À EROSÃO NAS ÁREAS DE CONFLITO DE USO DA TERRA

A suscetibilidade à erosão nas áreas de conflito de uso da terra na B.H.R.E (Figura 25) é a última análise realizada neste estudo, portanto, constituiu-se com base nos tópicos anteriores e no mapeamento realizado das áreas irregulares (ou conflitos).

Assim sendo, este estudo utilizou o produto cartográfico elaborado no mapeamento das áreas de conflito junto a base de suscetibilidade à erosão e, por meio da intercessão desses dados, foi gerado o produto cartográfico de suscetibilidade à erosão associado as áreas de conflito de uso da terra na B.H.R.E (Figura 25). Tal dinâmica foi utilizada levando em conta tanto o que foi produzido considerando a legislação Federal e Municipal.

Figura 25 – Mapa de suscetibilidade à erosão em área de conflito de uso da terra nas APPs da B.H.R.E (Legislações Municipal e Federal).



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A partir da análise do mapa da Figura 25 é possível observar o predomínio da classe de suscetibilidade média nas áreas conflitantes, distribuídas de forma heterogênea na bacia. Considerando as áreas irregulares associadas as nascentes, nota-se que, em geral, as suscetibilidades médias e baixas são predominantes, com exceção das nascentes 8, 9 e 10, pelas quais, a classe e suscetibilidade alta está presente.

A Tabela 7 ilustra as áreas de cada classe de suscetibilidade a erosão que estão associadas as áreas irregulares (ou conflito de uso da terra) dentro das APPs. Considerando as APPs delimitadas de acordo com a legislação Federal, nota-se o predomínio da classe de suscetibilidade média e baixa, com 9,81ha (47,2%) e 5,11 ha (24,6%) respectivamente. A classe alta, ocorre em apenas 2,24 ha, ou seja, em apenas 10% da bacia. Isso pode ser explicado basicamente em função das características geomorfológicas da bacia, que possui relevos suave ondulados e declividade predominando de 8 a 20%. Associado a solos do tipo latossolos e nitossolos, com alto teor de argila, não são áreas com grande suscetibilidade a erosão.

Tabela 7 – Área (ha) das classes de suscetibilidade a erosão nas áreas de conflito de uso da terra nas APPs.

Segundo a legislação Federal			Segundo a legislação Municipal		
<i>Suscetibilidade à Erosão</i>			<i>Suscetibilidade à Erosão</i>		
Grau	Área (ha)	(%)	Grau	Área (ha)	(%)
Muito Baixa	3,75	18,1	Muito Baixa	11,76	7,4
Baixa	5,11	24,6	Baixa	42,3	26,6
Média	9,81	47,2	Média	87,42	54,1
Alta	2,24	10,1	Alta	20,35	12,0
	20,91	100		161,83	100

Fonte: A própria autora, 2023.

Elaborando a mesma análise, mas considerando a Lei Municipal e comparando-a com os valores encontrados para a Lei Federal, nota-se que a variação em termos de porcentagem de cada classe de suscetibilidade à erosão, associada às áreas irregulares, não variou muito. A classe de suscetibilidade média é a predominante, presente nas áreas irregulares, em mais de 50%, seguida pela classe baixa, com 26,6% ou 42,3 ha, e a classe alta ocorre em 12% apenas. Por outro lado, atentando-se à somatória das classes média e baixa, verifica-se que estão presentes em mais de 70% das áreas irregulares dentro das APPs, para ambas as legislações.

No entanto, é importante destacar que na bacia, existem alguns locais como por exemplo as áreas próximas as nascentes 8, 9 e 10, em que se verifica a ocorrência da classe alta de suscetibilidade em área de conflito de uso da terra. Nesses casos, é importante a atuação do poder público no sentido da fiscalização, mas principalmente no sentido de orientar os proprietários das terras a recuperarem as áreas de nascentes ou de pelo menos não utilizarem as mesmas, deixando-as se recuperarem de forma natural.

Quando considerado as demais nascentes, é possível verificar que estão associadas as suscetibilidades média e baixa, demonstrando que a preocupação deve estar mesmo centrada nas nascentes 8, 9 e 10. Em razão disto, em novembro de 2023, foram visitados os pontos mencionados, e assim, coletadas as coordenadas geográficas, sendo elas, os pontos de nascentes: 8 ($23^{\circ}19'9.48''S$, $51^{\circ}25'23.04''W$); 9 ($23^{\circ}19'8.77''S$, $51^{\circ}25'18.60''W$) e 10 ($23^{\circ}19'0.71''S$ $51^{\circ}25'6.78''W$), representadas na Figura 26.

Figura 26 – Área visitada (pontos de nascentes 8, 9, 10).

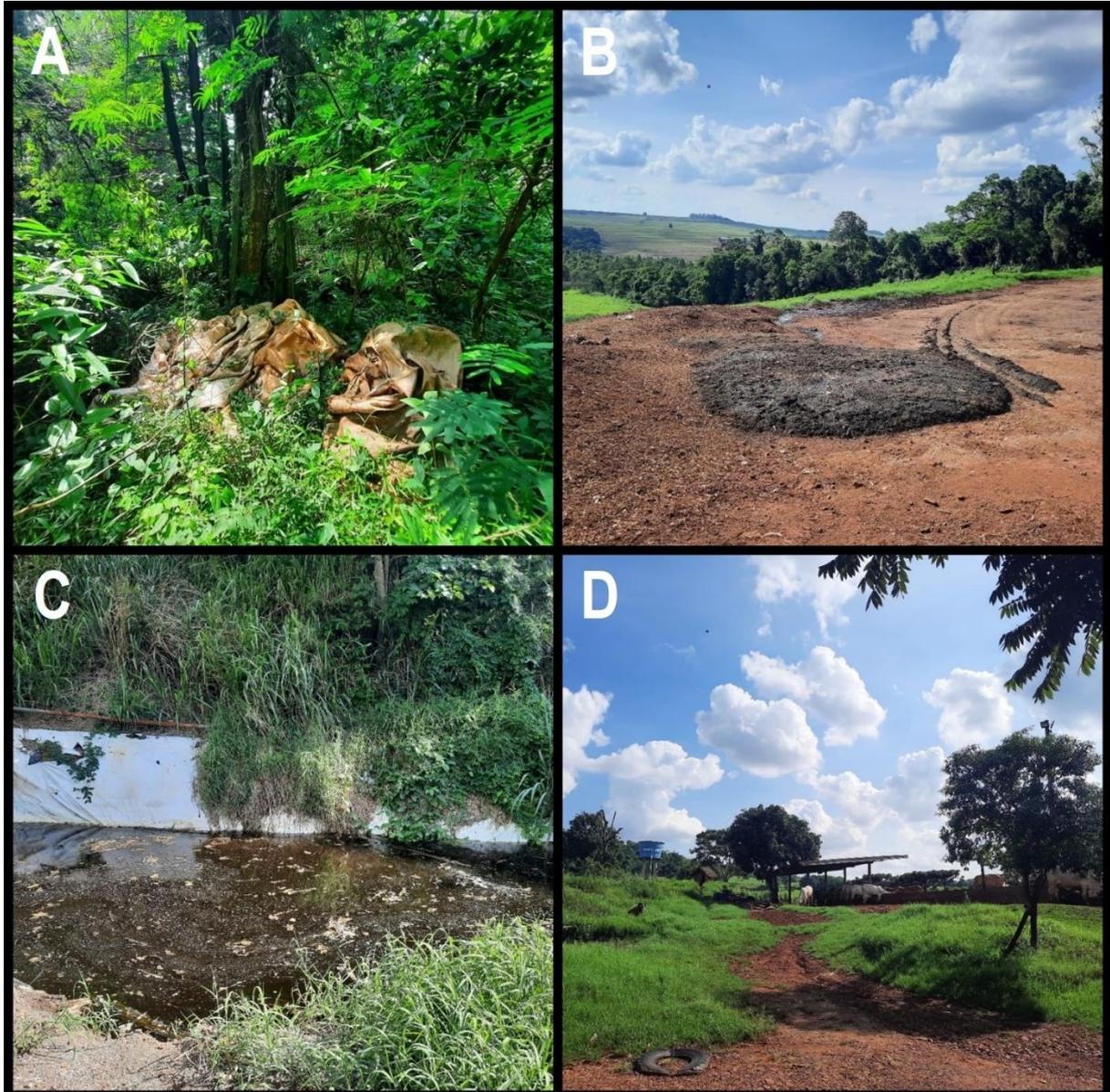


Fonte: Google Earth Pro, 2023. Organizado pela autora, 2023.

A Figura 26 apresenta os raios de nascentes indicando a ausência de APPs nas nascentes em questão conforme à Lei Federal n.º 12.651/2012, assim como, as fotografias que serão apresentadas nas próximas figuras (Figura 27 e Figura 28). É

importante compreender que os raios das nascentes foram criados fundamentados na Lei Federal, devido à sua abrangência sobre a regularização, em escala nacional.

Figura 27 – Áreas visitadas próximas aos pontos de nascentes 8, 9, 10.



a) Ponto de nascente antes da correção da base cartográfica b) Presença de excrementos de aves; c) Bacia de contenção de água da chuva; d) Criação de gado. **Fonte:** Acervo autora, 2023.

A Figura 27a, apresenta o antigo ponto de nascente 10, segundo a base cartográfica do IAT (2019), porém, durante a visita “*in loco*” não foi identificada nenhuma nascente (perene ou intermitente) e, devido às informações do proprietário do lote (não identificado neste estudo), nunca existiu nascente naquela área, portanto,

conforme as visitas “*in loco*” junto a esta afirmativa, houve o mapeamento da nova área de nascente localizada.

A Figura 27b, aponta o armazenamento de excrementos de aves para a comercialização, localizados próximos da nascente de n.º 10 (630 m de altitude), inseridos em um terreno com maior elevação (680 m de altitude), relevo forte-ondulado e, distância de 275 m da nascente. Ou seja, uma área que requer maiores cuidados, pois, devido à ausência de vegetação, a possibilidade desses materiais serem transportados até a área da nascente de n.º 10 é alta e, conseqüentemente, a contaminação dela.

As Figura 27c e Figura 27d em seqüência, apresentam uma bacia de contenção da água da chuva e uma área de criação de gado. Segundo informações do proprietário deste lote, a escolha pela atividade de pastagem ocorreu devido as condições físicos-naturais do território. Ao possuir bastante umidade (típica de entorno de nascentes), o clima e o solo desta porção da B.H.R.E são desfavoráveis para o plantio da classe soja, atividade predominante na área total da bacia.

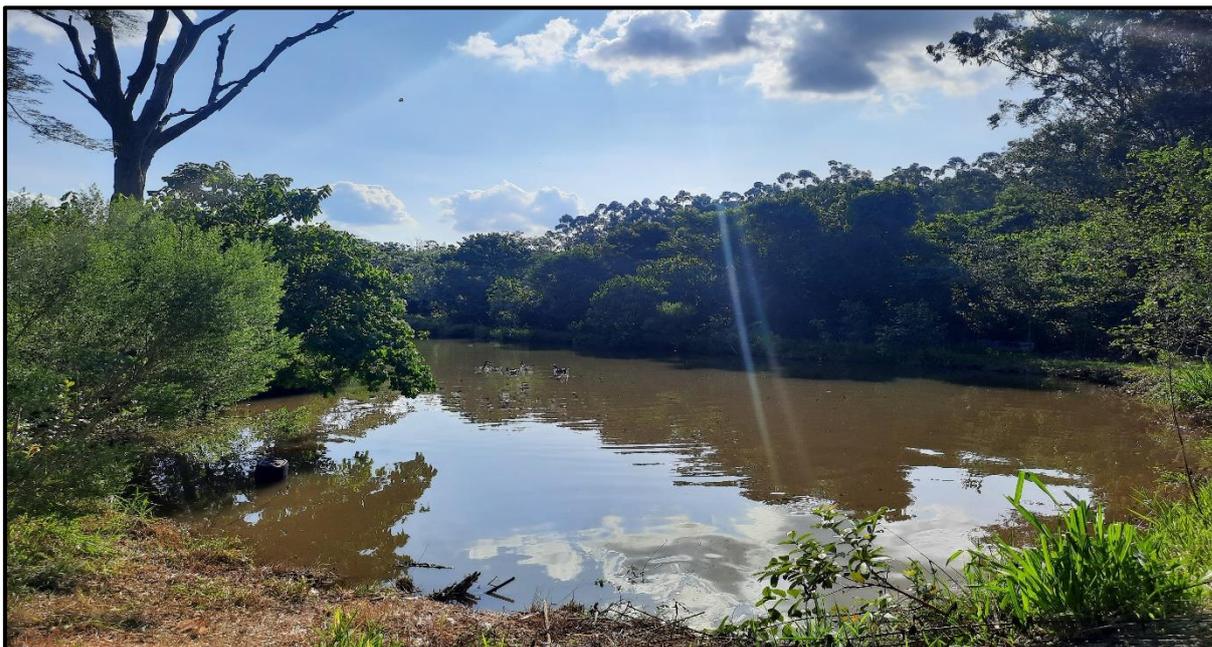
Durante o diálogo com o proprietário, cujo pertencimento deste terreno acompanha gerações de sua família, houve o interesse pela sensibilização ambiental do terreno, por meio de perguntas sobre preservação e legislações ambientais, afirmando o planejamento do lote, contribuindo com esta pesquisa genuinamente.

Em seqüência a Figura 28 representa uma represa abastecida pela nascente de n.º 9, não visitada, devido as dificuldades de acesso, pois, a área estava cercada e com vegetação em estado regenerativo.

Em síntese, é importante salientar a relevância das práticas de educação e sensibilização ambientais por parte dos órgãos competentes, principalmente aos proprietários rurais (pequenos), pois, devidas as ações aumentam o conhecimento sobre práticas favoráveis à mitigação ambiental da B.H.R.E.

Portanto, ao intervir, o município não deve deixar de considerar que, essas famílias dependem das atuais atividades econômicas para o seu sustento, e, segundo a Lei Municipal n.º 2.855/2001, o lote em questão, enquadra-se no propósito que assegura a permanência destes adjuntos de suas atividades econômicas no local, desde que sejam antecedentes a data de vigência da legislação Municipal.

Figura 28 – Represa alimentada pela nascente de n.º 9.



Fonte: Acervo autora, 2023.

Isto significa que, as devidas práticas precisam ocorrer bilateralmente aos interesses entre proprietários pequenos e órgãos competentes, visando não só contribuir para a redução de danos ambientais à B.H.R.E, mas também, para o aumento da qualidade de vida das pessoas inerentes a este processo.

5.5 MEDIDAS MITIGADORAS À DEGRADAÇÃO ACELERADA SOB O USO DA TERRA NA B.H.R.E.

A mitigação é uma ação específica que procura minimizar ou reduzir os impactos ambientais negativos resultantes da pressão humana sobre os ecossistemas e recursos naturais. Estabelecida por medidas que buscam prevenir, controlar ou atenuar os danos ambientais, evitando consequências irreversíveis ou de grande magnitude (Sánchez, 2013).

Nesse sentido, a seguir serão apresentadas sugestões de medidas mitigadoras à degradação acelerada sob o uso da terra na B.H.R.E, a fim de contribuir com os atuantes que buscam a preservação ambiental deste território.

Partindo dos resultados apresentados, a primeira recomendação consiste no monitoramento e fiscalização das áreas reflorestadas em APPs da B.H.R.E. Sendo estas, ações fundamentadas em legislações ambientais vigentes, trabalhos de campo e suporte técnico por meio de geotecnologias.

O conhecimento avançado sobre os aspectos físicos-naturais, sendo eles: clima, relevo, geomorfologia, vegetação e hidrografia, sustentam o monitoramento ambiental e, contribuem com informações aos relatórios, laudos e demais estudos ambientais.

Sendo estes, atributos essenciais para a fiscalização das áreas florestadas, assim como a compreensão sobre as legislações ambientais vigentes, tais quais as Leis 12.651/2012, n.º 2.855/2001, que apresentam as faixas mínimas de APPs permitidas nos níveis Federal e Municipal.

Somando-se ao conhecimento sobre a Resolução do CONAMA n.º 20 (1986), que aponta a classificação e formas de usos das águas doces, salobras e salinas em território nacional, primordial para o domínio e fiscalização dos tipos de usos existentes na bacia de manancial.

E o uso de geotecnologias, se tratando práticas cada vez mais difundidas, ao serem eficientes, precisas e abrangentes para o monitoramento e controle de impactos ambientais negativos. Compõem as geotecnologias que auxiliam na identificação, análise e gestão de problemas ambientais: sensoriamento remoto, SIGs, drones e modelagem geoespacial.

A segunda recomendação corresponde aos processos erosivos avançados (ravinação) encontrados em vertentes dos grandes açudes de contenção de água feitos pela VIAPAR. Então, é aconselhável a mitigação por meio do revestimento vegetal com gramíneas e/ou espécies forrageiras. Pois se trata de um mecanismo bastante eficiente no controle da erosão e proteção à superfície da terra, por evitar a presença direta da água da chuva na desagregação de partículas (Verdum *et al.*, 2016).

O revestimento vegetal por gramíneas reduz o escoamento das águas superficiais, melhorando a permeabilidade da água no solo. Sendo assim, recomenda-se a busca por espécies que se adéquem às condições de solo e clima locais, sejam de fácil substituição e não apresentem comportamento invasor (Verdum *et al.*, 2016). Para esta mitigação é imprescindível o acompanhamento sobre o manejo e a manutenção do uso da terra.

A última mitigação refere-se à prevenção de surgimentos de erosões próximas às nascentes 8 (23°19'9.48"S, 51°25'23.04"W), 9 (23°19'8.77"S, 51°25'18.60"W) e 10 (23°19'0.71"S, 51°25'6.78"W), por meio de terraceamento. Dado que é um dos métodos de conservação do solo mais antigos utilizados para reduzir a velocidade da

água das chuvas que escorrem sobre o terreno, causando erosões e assoreamento de rios e lagos.

Para Capeche *et al.* (2008), se trata de um método mecânico, com objetivo de formar barreiras e parcelamentos físicos de terrenos com maior declividade, assim como a redução da velocidade e subdividindo o volume do deflúvio superficial, possibilitando sua infiltração no solo. E, também, orientar o escoamento superficial até um leito estável de drenagem natural ou artificial.

Segundo o autor, o terraceamento é indicado para terrenos que apresentam classes de declividade entre 6 e 12%, predominante na área da B.H.R.E., entretanto, bem elaborada, esta prática pode ser usada com sucesso em declividades maiores.

Para a realização desta prática, é preciso laudos com estudos sobre as condições locais de clima, solo, sistema de cultivo, culturas a serem implantadas, declividade do terreno e equipamentos disponíveis, para que se tenha segurança e eficiência no controle da erosão (Capeche *et al.*, 2008).

Em síntese, compreende-se que os custos para a realização de um sistema de terraceamento são relativamente altos. Portanto, cabe ao poder público assistir famílias de baixa renda, que utilizam a terra como o seu único sustento.

5.6 PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA — PRAD

O Plano de Recuperação de Área Degradada — PRAD é um instrumento técnico com base em leis ambientais que descreve ações para a recuperação (ou restauração) de uma área que sofreu impactos ambientais negativos.

Em dezembro de 2014, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade — ICMBio, por meio da Instrução Normativa ICMBio n.º 11/2014, estabeleceu procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução do PRAD, sendo este respaldado pela Lei n.º 9.985/2000 e a Lei n.º 12.651/2012.

Desse modo, com intuito de apoiar legitimamente agentes de interesses na recuperação das áreas em conflito (ou perturbadas) presentes na B.H.R.E., este tópico apresentará pontos importantes para a elaboração do PRAD, fundamentados na Instrução Normativa ICMBio n.º 11/2014.

Segundo a Instrução Normativa, é preciso seguir o Termo de Referência — TR estabelecido, que embasa tanto o PRAD, quanto o PRAD Simplificado. Sendo este documento elaborado pelo responsável pela recuperação (ou restauração) da área degradada.

Com base neste estudo e na Instrução Normativa ICMBio n.º 11/2014, as áreas degradadas apresentadas pertencem majoritariamente a propriedades rurais pequenas. Portanto, enquadra-se no Projeto Simplificado de Recuperação de Área Degradada de Pequena Propriedade Rural ou Posse Rural Familiar, sendo este o PRAD Simplificado, TR para elaboração apresentado no Anexo III.

O PRAD Simplificado deverá propor métodos e técnicas a serem empregados consoante as peculiaridades de cada área e do dano observado, incluindo medidas que assegurem a proteção das áreas degradadas ou perturbadas de quaisquer fatores que possam dificultar ou impedir o processo (ICMBio, 2014).

Segundo o instituto, o documento deverá priorizar a proteção e conservação do solo e dos recursos hídricos e, caso se façam necessárias, técnicas de controle da erosão deverão ser executadas. Portanto, o PRAD Simplificado deverá ser embasado com literaturas correlatas e que contemplem as variáveis ambientais e seu funcionamento similar ao dos ecossistemas da região.

A metodologia aplicada para a recuperação da vegetação no documento PRAD Simplificado deverá ser definida com base nas características bióticas e abióticas da área e conhecimentos secundários sobre o tipo de impacto causado, a resiliência da vegetação e a sucessão secundária.

Conforme mencionado no tópico anterior, enquadra-se também no PRAD Simplificado as técnicas de recuperação: a) plantio de espécies nativas por mudas ou semeadura direta; b) transposição de solo orgânico ou serrapilheira com propágulos; c) propagação vegetativa de espécies nativas; d) condução da regeneração natural.

Como último ponto, segundo a Instrução Normativa da ICMBio n.º 11/2014, o TR do PRAD Simplificado precisará ser protocolado em unidades da ICMBio e, durante a execução, o interessado deverá apresentar Relatórios Anuais de Monitoramento, conforme modelo apresentado na Instrução Normativa supracitada.

Entretanto, para a execução do PRAD Simplificado no Estado do Paraná, houve a instituição da Portaria n.º 170, de 01 de junho de 2020, com base no Decreto n.º 8.235, de maio de 2014, como instrumento de apoio na regularização dos imóveis rurais, no fortalecimento da formação de corredores ecológicos estaduais, visando

conservar a biodiversidade, incentivar o adensamento de áreas naturais, o reflorestamento com espécies florestais nativas para exploração comercial sustentável e demais atributos (IAT, 2020).

Portanto, para a elaboração do PRAD Simplificado nos municípios paranaenses é necessário também dominar a Portaria n.º 170, de 01 de junho de 2020 que apresenta um TR específico, fundamentado no TR exposto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução do uso da terra no município de Rolândia/PR atendeu as demandas econômicas do mercado brasileiro e internacional. Desse modo, a partir da década de 1930, o município se tornou uma das referências do Norte paranaense na cultura cafeeira, sendo esta, uma de suas principais atividades econômicas até a década de 1970.

Após 1970, o Norte do Estado passou a priorizar as demandas do mercado internacional com a produção de *commodities*, ocupando o ranking dos maiores produtores de soja no país até o final da década de 1990, principal atividade mapeada na B.H.R.E.

Percebeu-se a produção de *commodities*, sobretudo o cultivo de soja, o *modus operandi* que impulsionava a economia brasileira. E, mesmo se tratando do principal manancial de abastecimento hídrico do município de Rolândia/PR, notou-se que tal dinâmica também se proliferou pela B.H.R.E.

A partir dos resultados apurados sobre as classes de uso da terra na B.H.R.E, verificou-se que entre o ano de 2012 e 2022, houve um acréscimo da classe soja, passando de 1.072 ha em 2012 para 1.469,6 ha em 2022. Observou-se que, concomitantemente, houve o aumento da classe formação florestal, mostrando que as novas áreas ocupadas com a classe soja não foram áreas florestadas, mas sim áreas já ocupadas com pastagem e outros usos.

A respeito das áreas de conflito de uso da terra, foi possível mostrar que, considerando à Lei Federal n.º 12.651/2012, em 2022, a B.H.R.E foi ocupada por menos de 30% das APPs ocupada com outros usos, que não as matas ciliares, mostrando um quadro positivo quando comparado a 2012. Isso demonstra, inclusive, que a partir da instituição dessa legislação Federal e da fiscalização, a situação em relação ao desmatamento e ocupação das APPs tem avançado positivamente.

Agora, considerando a Lei Municipal n.º 2.855/2001, percebe-se uma realidade diferente em função de se considerar para as APPs uma faixa de 100 metros. Quando analisada sob tal perspectiva, verificou-se que menos de 50% das APPs encontram-se sob situação regular, ou seja, com uso de florestas. De toda forma, é importante salientar que há áreas irregulares, ou seja, com conflito de uso da terra, considerando ambas as legislações, precisando serem regularizadas em função da grande importância da bacia para o abastecimento municipal.

Como último ponto analisado, sobre a suscetibilidade à erosão, verificou-se que em função das características dos solos (argilosos) e do relevo (suave-ondulado), a B.H.R.E possui predominância da suscetibilidade média. Isso não significa que a mesma pode ser utilizada com qualquer uso, pelo contrário, que apesar do indicativo de suscetibilidade média, é necessário que medidas corretas de manejo (curvas de nível, plantio direto, entre outras) sejam efetivadas para que os processos erosivos não se tornem um problema mais grave na bacia.

Conforme exposto nos resultados obtidos neste estudo, para a bacia analisada constatou-se a presença de diversas áreas com processos erosivos, de diferentes categorias, tais quais, laminares, ravinamentos e, até mesmo, voçorocamento, como mostrado por Silva *et al.* (2023), no artigo intitulado “Análise da dinâmica evolutiva de duas voçorocas na bacia do Ribeirão do Ema — Rolândia/PR”. Tal dinâmica também se apresenta quando considerada a suscetibilidade à erosão apenas para as áreas irregulares associadas às APPs.

Salienta-se que, a partir dos apontamentos, apesar dos diversos avanços nos âmbitos normativo e legislativo, as discussões expressam que o planejamento e a gestão da B.H.R.E necessitam ainda avançar, principalmente se considerado a legislação Municipal, pois inúmeros são os conflitos territoriais, fundiários e principalmente de uso da terra que podem ser visualizados na bacia.

Assim, é importante uma abordagem na perspectiva da compreensão dos atores e disputas com interesses diversos, no sentido de que eles possam colaborar para a construção de um ordenamento territorial que busque conciliar tanto os aspectos econômicos quanto os ambientais. Ainda mais para esta bacia que é o principal manancial de abastecimento da cidade.

Como última colocação, na tentativa de atender a demanda da sociedade e de gestores públicos, é de extrema importância a implantação de um sistema de monitoramento das APPs, viabilizando e proporcionando a manutenção da qualidade ambiental da área. Já que as APPs desempenham importante papel ecológico protegendo e mantendo os recursos hídricos, conservando a diversidade de espécies de plantas e animais, controlando a erosão do solo e, conseqüentemente, o assoreamento e a poluição dos cursos d'água.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, Angelica Scheffer da Motta; PIROLI, Luís Piroli; PERUSI, Maria Cristina. Conflitos no uso e cobertura da terra nas Áreas de Preservação Permanente da bacia do Rio Anhumas, Ribeirão Claro/PR. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 23, p. 352–369, 1 out. 2021. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/791>. Acesso em: 21/06/2023. Acesso em: 12 dez. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021: relatório pleno**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: ANA, 2022. 147p. E-book. Acesso em: 10 jun. 2023.

ALMEIDA, Nadjacleia Vilar; MEDEIROS, Iara dos Santos; FREIRES, Jerferson de Lima; DANTAS, Mayara de Sousa. Ecodinâmica e vulnerabilidade ambiental de uma sub-bacia inserida em uma Área de Proteção Ambiental. **Journal f Environmental Analysis and Progress**, p. 296–309, 31 jul. 2018.

AMARAL, Rosângela; ROSS, Jurandyr Luciano. As unidades Ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 13, n. 2, p. 59–78, 30 dez. 2009.

BAPTISTA, Adriana Mathias; OLIVEIRA, Jaime César de Moura Oliveira. O Brasil em fóruns internacionais sobre meio ambiente e os reflexos da Rio 92 na legislação brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento - RPD**, n. 102, p. 5–27, 2002. Disponível em: <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/209>. Acesso em: 16 jul. 2023.

BITTENCOURT, Guilherme Fernandes de Moraes; CASTIGLIONE, Luiz Henrique Guimarães; STRAUCH, Julia Celia Mercedes. Conflito do Uso e Cobertura da Terra em Áreas de Preservação Permanente na Cidade de Niterói, RJ. **GEO UERJ**. n. 33, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12957/geouerj.2018.30695>, 2018. Acesso em: 10 de jun. 2023.

BORGES, Luis Antonio Coimbra; REZENDE, José Luiz Pereira de; PEREIRA, José Aldo Alves. Evolução da legislação ambiental no Brasil. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 447-466, set./dez. 2009. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/1146/852>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BRASIL. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1o da Lei no 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei no 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: Congresso Nacional, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 20 março. 2023.

_____. **Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 20 maio. 2022.

_____. **Lei n.º 12.651, 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. Brasília: Congresso Nacional, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 20 maio. 2022.

_____. **Decreto n.º 8.235, de maio de 2014.** Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2014/decreto/d8235.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%208.235%2C%20DE%205,Brasil%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 20 maio. 2024.

_____. **Instrução Normativa ICMBio n.º 11 de 11 de dezembro de 2014.** Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2014/in_icmbio_11_2014_estabelece_procedimentos_prad.pdf. Acesso em: 20 maio. 2024.

BESSER, Marcell Leonard; BRUMATTI, Mariane; SPISILA, André Luis. **Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Paraná.** Curitiba: CPRM, 2021.

CAMPOS, Mariana de; CAMPOS, Sérgio; CAMPOS, Marcelo. Geotecnologias aplicada nos conflitos de uso do solo em áreas de preservação permanente no município de Barra Bonita/SP. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v. 14, n. 2, p. 140–151, 30 jun. 2020.

CAPECHE, Cláudio Lucas; MACEDO, José Ronaldo de; MELO, Adoildo da Silva. Estratégias para recuperação de áreas degradadas. In: **Curso de Recuperação de Áreas Degradadas A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de Monitoramento e Estratégias de Recuperação.** TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena *et al.* (Org.). Embrapa Solos: Rio de Janeiro, 2008, 239 p.

CARDOSO, Fernando Angelo Couto; PAULA, Deborah Luiza Poletto; MONTE, Roberto Cezar de Almeida; MAIA, James Lacerda; VIEIRA, Eliane Maria. Modelo digital de elevação hidrologicamente consistente para a bacia do rio Doce: Elaboração e análise. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, n. 9, p. 1978-1989,

06 dez. 2016. Anual. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233912>. Acesso em: 07 fev. 2023.

CASTRO, Dilson de; MELLO, Ricardo Silva Pereira; POESTER, Gabriel Collares. (Org.). **Práticas para restauração da mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse – Coletivo de Comunicação, 60 p., 2012.

CESAR, Christopher Pereira. **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal: um estudo evolutivo e das competências da instituição**. 2010. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto de Florestas – Curso de Engenharia Florestal, Rio de Janeiro, 2010.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2.^a Edição, 177 p., 1980.

_____. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1.^a Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher. 1999, 236 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/images/conteudo/LivroConama.pdf>. Acesso em: 20 de jan. 2023.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERH/PR). Deliberação n.º 01, de 6 de dezembro de 2019. Aprova os critérios de enquadramento, a proposta de atualização do enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica do Pirapó, Paranapanema 3 e 4, bem como o Plano de Efetivação do Enquadramento. **Aprovado pelo Comitê: Deliberação do CBH Piraponema nº 01/2019**. Parte 1: Poder Legislativo, Paraná, 2019.

CONTI, José Bueno. O meio ambiente tropical. **Revista Geografia**. v. 14 n. 28. p. 69-79, 1989. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/15246/11704> Acesso em: 20 jan. 2024.

DINIZ, Eliezer Martins. Os resultados da Rio +10. Revista Departamento de Geografia. p. 31-35, 2002. Universidade de São Paulo: **Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA)**. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47294/51030>. Acesso em: 12 dez. 2023.

DINIZ, Eliezer, Martins. Os resultados da Rio+10. Ribeirão Preto (SP): **Revista do Departamento de Geografia**, vol. 15, p. 31-35, 2002.

FILHO, Altair Oliveira Santos; RAMOS, José Marçal; OLIVEIRA, Krysia; NASCIMENTO, Tany Nascimento. A evolução do código florestal brasileiro. **Caderno de Graduação - Ciências Humanas e Sociais - UNIT - SERGIPE**, v. 2, n. 3, p. 271–290, 25 mar. 2015. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/2019>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013, 158 p.

LONDRINA, Folha de. **Prefeitura de Rolândia pede uso racional de água**. 2020. Laís Taine (Grupo Folha). Disponível em: <https://www.folhadelondrina.com.br/cidades/prefeitura-de-rolandia-pede-uso-racional-de-agua-3027545e.html?d=1>. Acesso em: 11 jan. 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Solos saudáveis para as pessoas e para o planeta: FAO pede reversão da degradação do solo**, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/fr/c/1472352/#:~:text=A%20eros%C3%A3o%20do%20solo%20%C3%A9,e%20o%20ar%20que%20respiramos>. Acesso em: 01 mar. 2024.

GARDI, C; ANGELINI, M; BARCELÓ, S; COMERMA, J; CRUZ CAISTARDO, C; ENCINA ROJAS, A; JONES, A; KRASILNIKOV, P. MENDONÇA SANTOS BREFIN, M. L; MONTANARELLA, L; MUNIZ URGARTE, O; SCHAD, P; VARA RODRÍGUEZ, M.I; VARGAS, R. **Atlas de suelos de América Latina y el Caribe, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea**, L-2995 Luxembourg, 176 p.

GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Biblioteca de Geografia (IBGE). 439 p. 1975.

GUERRA, Antonio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira; RANGEL, Luana de Almeida; BEZERRA, José Fernando Rodrigues; LOUREIRO, Hugo Alves Soares; GARRITANO, Fabrício do Nascimento. Erosão dos solos, diferentes abordagens e técnicas aplicadas em voçorocas e erosão em trilhas. **Revista de Geomorfologia**: William Morris Davis, Sobral – CE, p. 77-117, 24 jun. 2020. Anual.

G1, Portal. **Sanepar interrompe abastecimento de água em Rolândia e Jandaia do Sul: estações de tratamento das duas cidades foram inundadas nesta segunda, não há previsão de quando os serviços serão normalizados, diz Sanepar**. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/norteenoroeste/noticia/2016/01/sanepar-interrompe-abastecimento-de-agua-em-rolandia-e-jandaia-do-sul.html>. Acesso em: 11 jan. 2024.

HARTMANN, Léo Afraneo. A história natural do Grupo Serra Geral desde o Cretáceo até o Recente. **Revista Ciência e Natura**. v. 36 (Ed. Especial), 2014, p. 173–182.

HERNANI, Luís Carlos; FREITAS, Paulo Luis; PRUSKI, Fernando Falco; DE. MARIA, Isabella Clerici; CASTRO FILHO, Celso de; LANDERS, John Nicolas. A erosão e seu impacto. In: MANZATTO, Celso Vainer; DE FREITAS JUNIOR, Elias; PERES, José Roberto Rodrigues (Org.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 47-60.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

_____. **Censo Demográfico Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

_____. **Cidades**. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/rolandia/panorama>>. Acesso em: 12 set. 2023.

_____. **Cidades**. 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/rolandia/panorama>>. Acesso em: 12 set. 2023.

_____. **Manual técnico de uso da terra**. 3ª edição ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf> . Acesso em: 15 jan. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Variáveis Ambientais para Modelagem de Distribuição de Espécies (AMBDATA): Declividade ou Gradiente**. 2010. Disponível em: https://www.dpi.inpe.br/Ambdata/declividade_gradiente.php. Acesso em: 27 jan. 2023.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE (1:250.000)**. Estado do Paraná: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo (SEDEST), 2015. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Zoneamento-Ecologico-Economico-ZEE>. Acesso em: 12/02/2024.

KUNTSCHIK, Daniela Petenon; EDUARTE, Marina; UEHARA, Thiago Hector Kanashiro. **Matas Ciliares**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente – SEMA, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. 1. Ed. 84 p., 2011.

MACHADO, Pedro Luiz de Almeida; WADT, Paulo Guilherme Salvador. Terraceamento. In: **Agência de informação tecnológica (Agetec)**. Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistema-de-cultivo/arroz-de-terras-altas/terraceamento#:~:text=O%20terraceamento%20da%20lavoura%20%C3%A9,e scoamento%20das%20%C3%A1guas%20das%20chuvas>. Acesso em: 20 jan. 2024.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. 5. Ed. 4. São Paulo: Atlas, 2010.

MAXIMINIANO, Rafael de Souza. Vivendo com aquilo que está em seu alcance! Segregação socioespacial e racial em conjuntos habitacionais na cidade de Rolândia/PR. 2023. 112 f. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, 2023.

MENDES, Carlos André Bulhões; CIRILO, Jose Almir. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, Integração e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2013.

MINEROPAR. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná (1: 500.000)**. 2006. Disponível em: < https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/atlas_geomorforlogico_parana_2006.pdf> Acesso em: 10 março. 2023.

MOREIRA, Flávia Alves; GOMES, Carolina Ribeiro; SALVIO, Geraldo Majela Moraes Salvio. O que motivou a criação dos parques nacionais no Brasil? Niterói (RJ): **Revista GEOgraphia**, vol. 25, n. 55, p. 01-15, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/54235>. Acesso em: 12 dez. 2023.

MOREIRA, Juliane Roberta Santos; CARVALHO, Alessandra Izabel de. Modulações do discurso, Interpretações e Memórias sobre a Geada Negra de 1975 e a Cafeicultura Paranaense. **HALAC: História Ambiental Latinoamericana y Caribeña**. v.11, n.3. p. 288-317, 2021. Disponível em: <https://www.halacsolcha.org/index.php/halac/article/view/506/518> Acesso em: 20 dez. 2023.

MOURA, Adriana Maria Magalhães. Trajetória da política ambiental no Brasil. In: MOURA, Adriana Maria Magalhães (org.). **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas**. 1. ed. Brasília: Ipea, 2016. v. 1, cap. 1, p. 13-45.

MOURA, Matheus Magalhães Silva; NETO, José Ribeiro de Araújo; PALÁCIO, Helba Araújo de Quiroz; BATISTA, Francisco Johnoson Albuquerque; SOUSA, Marcos Makeison Moreira de. Vulnerabilidade à erosão quanto aos aspectos solo e vegetação em uma bacia hidrográfica no semiárido. **Entorno Geográfico**, n. 13, p. 14–14, 2017. Disponível em: <https://entornogeografico.univalle.edu.co/index.php/entornogeografico/article/view/6033>. Acesso em 12 jun. 2023.

MULLER, Tais. **Diagnóstico socioambiental dos fundos de vale do ribeirão Pinguim até sua confluência com o córrego dos Moscados-municípios de Maringá e Sarandi/PR**. 2021. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2021.

NARDINI, R C Rafael Calore; CAMPOS, Sérgio, GOMES, Luciano Nardini; CAMPOS, Mariana de; GARCIA, Yara Manfrin; SILVEIRA, Gabriel Rondina Pupo da; FELIPE, Andrea Cardador. Determinação do conflito de uso da terra nas APPs da rede hidrográfica da microbacia do Ribeirão Água-Fria, Bofete (SP). **Revista Agrarian**. v.7, n.24, 2014. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1864>. Acesso: 24 de jun. 2023.

NASCIMENTO, Flávio; CUNHA, Sandra Batista da; SOUZA, Marco José de; CRUZ, Maria Lucia Brito da. **Diagnóstico Geoambiental da bacia hidrográfica Semi-árida**

do Rio Acaraú: Subsídios aos estudos sobre desertificação. Boletim Goiano de Geografia, v. 28, n. 1, p. 41–62, 9 out. 2008.

NASCIMENTO, Melchior Carlos do; SOARES, Vicente Paulo; RIBEIRO, Carlos Antônio Álvares Soares; SILVA, Elias. 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**, v. 15, n. 2, p. 207–220, 30 jun. 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1838>. Acesso em: 14 mar. 2023.

NETTO, Ana Luiza Coelho. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, Antonio José Teixeira et al (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. Cap. 3. p. 93-144.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino. A mundialização do capital e a crise do neoliberalismo: o lugar mundial da agricultura brasileira. **GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 2, p. 229-245, ago. 2015. ISSN 2179-0892. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/102776/105612>. Acesso em: 20 jun. 2023.

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 – APP**. Dissertação (Mestrado) —Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2023. Disponível em: <https://pos.uel.br/geografia/defesas-qualificacoes/avaliacao-da-fragilidade-ambiental-da-bacia-hidrografica-ribeirao-vermelho-pr-e-identificacao-de-conflito-de-uso-do-solo-em-areas-de-preservacao-permanente-app-2/>. Acesso: 10 dez. 2023.

_____. **Identificação de áreas de conflito de uso do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho em Rolândia, Paraná**. Monografia—Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2020. Disponível em: http://www.uel.br/cce/geo/portal/pages/arquivos/tcc_2016_2020/041_identificacao_ar_ea_conflito_uso_solo_ribeirao_vermelho.pdf. Acesso: 10 fev. 2023.

PANACHUKI, Elói; SOBRINHO, Teodorico Alves; VITORINO, Antônio C. T; CARVALHO, Daniel F. de; URCHEI, Mário A. Parâmetros físicos do solo e erosão hídrica sob chuva simulada, em área de integração agricultura-pecuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande: UFCG. v.10, n.2, 2006, p.261–268. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/LCDZVsgycGzbb3BSrdsqx7B/?lang=pt>. Acesso em: 06 out. 2023.

PARANÁ. **Lei n.º 8935 de 07 de março de 1989**. Dispõe sobre requisitos mínimos para as águas provenientes de bacias mananciais destinadas a abastecimento público e adota outras providências. Palácio do Governo do Estado do Paraná. 1989. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-8935-1989-parana-dispoe-sobre-requisitos-minimos-para-as-aguas-provenientes-de-bacias-mananciais-destinadas-a-abastecimento-publico-e-adota-outras-providencias>. Acesso em: 10 fev. 2023.

_____. **Portaria n.º 170, de 01 de junho de 2020.** Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas - PRAD. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-09/portaria_170-2020_com_anexos_0.pdf. Acesso em: 10 mai. 2024.

PAULA, Maria Olívia Moreno Alves de. Ribeirão Água do Ema em Rolândia: Uma abordagem ambiental. 2009. 134 f. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

POPPER, Karl Raymund. **Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária.** São Paulo: Itatiaia: EDUSP, 1975

Projeto MapBiomias – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em 12 dez. 2023 através do link: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>.

REGIONAL, Um Jornal. **Rolândia: a falta de água na pauta.** 2023. Disponível em: <https://umjornalregional.com.br/cotidiano/rolandia-a-falta-de-agua-na-pauta/2023/03/06/>. Acesso em: 11 jan. 2024.

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; LEITÃO FILHO, Hermógenes de Freitas (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

ROLÂNDIA. **Lei n.º 2855, de 12 de novembro de 2001.** Fica pela presente Lei, criado o Código Ambiental do Município de Rolândia, que tem por objetivo preservação, a conservação e a recuperação da qualidade do meio ambiente no município. Prefeitura do Município de Rolândia/PR. 2001. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/r/rolandia/lei-ordinaria/2001/286/2855/lei-ordinaria-n-2855-2001-cria-o-codigo-ambiental-do-municipio-de-rolandia>. Acesso em: 10 abril. 2022.

_____. **Lei n.º 3742, de 17 de dezembro de 2015.** Altera dispositivos da Lei Ordinária Municipal n.º. 2.855, de 12 de novembro de 2001, que cria o Código Ambiental do Município de Rolândia. Prefeitura do Município de Rolândia/PR. 2001. Disponível em: <https://www.cmrolandia.pr.gov.br/proposicoes/Leis-ordinarias/2015/1/0/29289>. Acesso em: 10 abril. 2022.

_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Rolândia-PR.** Prefeitura do Município de Rolândia, 2014.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 8, p. 63–74, 1994.

_____. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 9, p. 65 ã 75, 1995. Disponível em:

<<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/download/53692/57655>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches; CUNICO, Camila; LOHMANN, Marciel. Geomorphology applied to spatial planning projects/ Geomorfologia aplicada aos projetos de ordenamento territorial. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 3, n. 2, p. 1–20, 26 dez. 2022.

SÁNCHEZ, Luiz Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Temas**. 2ª. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 477 p.

SANTOS, H. G. dos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília: EMBRAPA, 2018. 355 p.

SANTOS, R. Dos; PIROLI, E. L.; GOUVEIA, I. C. M. C. Conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente no município de Presidente Epitácio, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 39, p. 178-e60559, 25 nov. 2021. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/60559>. Acesso em: 23 março. 2023.

SANTOS, Rosely Ferreira. **Planejamento ambiental: Teoria e prática**. 1ª Ed. São Paulo: Oficina de textos, 2007, 184 p.

SILVA, Ana Paula Moreira; SAMBUICHI, Regina Helena Rosa. Estrutura institucional brasileira para a governança dos recursos florestais. In: MOURA, Adriana Maria Magalhães (org.). **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas**. 1. ed. Brasília: Ipea, 2016. v. 1, cap. 1, p. 13-45.

SILVA, Jessica Mayara Siqueira; LOHMANN, Marciel; CAMPANINI, Elizabete Ieda; Silva, José Rafael Vilela da; MAGANHOTTO, Ronaldo Ferreira. Análise da dinâmica evolutiva de duas voçorocas na bacia do Ribeirão do Ema – Rolândia/PR. **14º Simpósio Nacional de Geomorfologia (Anais)**. Corumbá (MS). Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2023/trabalhos/10/471-280.html>. Acesso em: 04 fev. 2024.

SILVA, Weliton José da. *et al.* (Org). Diagnóstico ambiental da bacia do Ribeirão do Ema – Rolândia. Londrina: **Universidade Estadual de Londrina (UEL)**. (Relatório 2). 110 p. 2022.

SIMON, Adriano Luís Heck. A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS). 2007. 185 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/95602/simon_alh_me_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 29 jun. 2023.

SISTEMANACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Indicadores de saneamento básico para os municípios de Rolândia, Londrina e Cambé (PR)**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/ab>. Acesso em: 17 maio 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC). **O Código Florestal e a Ciência: Contribuições para o Diálogo**. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Academia Brasileira de Ciências. (coordenação). José Antonio Aleixo da Silva. (organização). Grupo de Trabalho do Código Florestal. 2. ed. rev. São Paulo: SBPC, 2012. 294 p. E-book. Acesso em: 10 maio. 2023.

SPERA, Silvio Tulio; DENARDIN, José Eloir; ESCOSTEGUY, Pedro Alexandre Varella; SANTOS, Henrique Pereira dos; Enrique Alberto, FIGUEROA. Dispersão de argila em microagregados de solo incubado com calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2613-2620, 2008.

TEODORO, Valter Luiz Lost; TEIXEIRA, Denilson; COSTA, Daniel Jadyr Leite; FULLER, Beatriz Buda. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n.20, 2007. p. 137-157.

THOMAS, Bruna Letícia; FOLETO, Eliane Maria. A evolução da Legislação Ambiental no âmbito das áreas protegidas brasileiras. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**. Abril/2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8401>. Acesso em: 01 jul. 2023.

TOLEDO, Luís Felipe; CARVALHO-E-SILVA, Sergio Potsch de; SÁNCHEZ, Celso; ALMEIDA, Marina Amado de; HADDAD, Célio Fernando Baptista. A revisão do Código Florestal Brasileiro: impactos negativos para a conservação dos anfíbios. **Revista Biota Neotrop.**, vol. 10, no. 4, p. 35-38, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/P5vTxgyYn5ZFj8T9YpnMRbh/?format=pdf&lang=pt>

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; NETO, Roberto Marques; MENEZES, Sebastião de Oliveira Menezes. **Introdução à Geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning. 1ª Ed. 2012. 336 p.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1997, 97 p.

VERDUM, Roberto; VIEIRA, Carmem Lucas; CANAPPELE, Jean Carlo Gessi. (Org.). **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016, 50 p.

ANEXOS

ANEXO I

Quadro de notícias sobre o abastecimento hídrico em Rolândia/PR

QUADRO DE NOTÍCIAS (B.H.R.E)

11/01/2016 16h49 - Atualizado em 11/01/2016 16h49

Sanepar interrompe abastecimento de água em Rolândia e Jandaia do Sul

Estações de tratamento das duas cidades foram inundadas nesta segunda. Não há previsão de quando os serviços serão normalizados, diz Sanepar.

Em **Rolândia**, os ribeirões Ema e Jaú abastecem o município. Mas, devido a grande concentração de sujeira na água coletada dos dois locais e da inundação na estação de tratamento, o abastecimento foi suspenso. Em Jandaia do Sul, o ribeirão Marumbizinho

A Sanepar pede aos moradores das duas cidades que economizem água nesse período e evitem desperdícios, priorizando a alimentação e higiene pessoal.

Prefeitura de Rolândia pede uso racional de água

PUBLICAÇÃO
terça-feira, 24
de novembro
de 2020

Com estiagem, mananciais responsáveis pelo abastecimento estão bem abaixo da capacidade; secretário fala de pior seca das últimas três décadas

LAS
TANE -
GRUPO
FOLHA



Rolândia - A Prefeitura de Rolândia (Região Metropolitana de Londrina) emitiu comunicado recomendando uso racional de água na cidade para os próximos três meses. Isso porque os mananciais responsáveis por abastecer o município (ribeirões Ema e Jaú) estão em situação crítica e muito abaixo do esperado em decorrência da estiagem dos últimos meses.

Rolândia: a falta de água na pauta

DATA: março/2023

[Home](#) / [Notícias](#) / [Cotidiano](#) /

Prefeito e secretários se reúnem com diretor da Sanepar; obras na cidade devem atenuar o problema a partir de junho e diminuí-lo no final de 2024

A constante falta de água em vários bairros de Rolândia, principalmente na região do Santiago/Novo Horizonte, foi pauta da reunião na Sanepar, em Curitiba, na terça-feira (28), intermediada por Ademar Ramos, chefe de gabinete do deputado estadual Cobra Repórter. Estavam no encontro o prefeito Ailton Maistro, a primeira-dama

Gameiro lembrou que a nova Estação Elevatória vai atenuar esse problema nessas regiões mais altas. "A obra abrange melhorias nas unidades de captação dos ribeirões Jaú e Ema, a perfuração de um poço, a construção de um reservatório com capacidade de 200 mil litros e a implantação de 9.300 metros de tubulações, entre adutora e rede de distribuição. O investimento total é de R\$ 5,2 milhões", afirmou. "A previsão de entrega é em abril e em maio/junho deve entrar em operação. Isso significa uma melhoria efetiva no abastecimento dos bairros da região do Santiago", pontuou o gerente.

Fonte: Autora.

ANEXO II

DIÁLOGO COM PROPRIETÁRIO RURAL



Fonte: Acervo da própria autora, 2023.

ANEXO III

TR para elaboração do PRAD Simplificado (part. 1)

ANEXO II

Termo de Referência para elaboração de Projeto Simplificado de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada de Pequena Propriedade ou Posse Rural Familiar - TR - PRAD Simplificado Identificação do Projeto Simplificado de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD Simplificado:

Nome do interessado:

Número do processo no ICMBio:

Auto de infração nº:

I - Caracterização do imóvel rural

Nome do imóvel rural:

Endereço completo:

Município/UF:

Documentação fundiária (Registro de imóveis, escritura, justa posse declaração de posse, CCIR, ITR).

II - Identificação do interessado

Nome:

CPF:

RG/Emissor:

Endereço completo:

Município/UF/CEP:

Endereço eletrônico:

Telefone/ Fax:

III - Origem da degradação ou alteração

- Identificação da área degradada ou perturbada: Informar se Área de Reserva Legal, Área de Preservação Permanente, outras.

- Causa da degradação ou alteração: Ação que originou a degradação ou alteração ambiental: pecuária, agricultura, mineração, obras civis, queimada, etc.

- Descrição da atividade causadora do impacto: Informar que tipo de degradação ou alteração ambiental foi causado (Ex.: desmatamento, extração mineral de argila, alteração de curso d'água).

- Efeitos causados ao ambiente: Efeitos dos danos causados ao ambiente (Ex.: perda de biodiversidade, alteração dos corpos hídricos, processos erosivos; assoreamento, etc.).

IV - Caracterização da área a ser recuperada - Situação atual (Após a degradação ou alteração)

- Solo: Informar as condições do solo (presença de processos erosivos, indicadores de fertilidade, estrutura, etc.).

- Cobertura vegetal: Informações gerais da cobertura vegetal adjacente à área degradada ou perturbada. Informar a existência e distância de remanescentes na área degradada ou perturbada e no entorno, bem como, a presença de regeneração natural naquela.

- Hidrografia: Informar sobre a hidrografia da área a ser recuperada e as alterações que por ventura tenham ocorrido.

* Poderão ser incluídos novos itens, bem como, fotografias que contribuam para a caracterização da área degradada ou perturbada.

** As informações apresentadas nesta seção devem ser limitadas a apenas aquelas estritamente necessárias para justificar a escolha de método de restauração/recuperação.

V - Objetivo geral

- Informar o resultado final esperado e o prazo para o alcance.

VI - Da implantação

- O projeto deverá objetivar a recuperação da área degradada ou perturbada como um todo, devendo ser descritas as medidas de contenção de erosão, de preparo e recuperação do solo da área inteira e não apenas na cova de plantio, de revegetação da área degradada ou perturbada incluindo espécies rasteiras, arbustivas e arbóreas e medidas de manutenção e monitoramento. Deverá ser informado o prazo para implantação do projeto;

- Informar os métodos e técnicas de recuperação da área degradada ou perturbada que serão utilizados para o alcance do Objetivo Geral. Exemplos: Condução da regeneração natural, plantio de espécies nativas, etc.

TR para elaboração do PRAD Simplificado (part. 2)

- As atividades deverão ser mensuradas e mapeadas, para que também possam ser monitoradas posteriormente. Exemplos: Prevenção e contenção de processos erosivos, coveamento, quantidade de mudas utilizadas, local de plantio, quantidades de insumos químicos e orgânicos, utilização de cobertura morta, irrigação, etc.

- As espécies vegetais utilizadas deverão ser listadas e identificadas por nome vulgar e, se possível, por nome científico.

VII - Da Manutenção (Tratos culturais e demais intervenções)

- Deverão ser apresentadas as medidas de manutenção da área objeto da recuperação, detalhando-se todos os tratos culturais e as intervenções necessárias durante o processo de recuperação.

Exemplos: Controle de formigas cortadeiras, coroamento das mudas (manual, químico), Replantios, adubações de cobertura; manutenção de aceiros; etc.

- Caso haja necessidade de se efetuar o controle de vegetação competitiva, de gramíneas invasoras e agressivas, de pragas e de doenças, deverão ser utilizados métodos e produtos que causem o menor impacto ambiental possível, observando-se critérios técnicos e normas em vigor.

VIII - Cronograma físico e cronograma financeiro

1. Cronograma físico (cronograma executivo de atividades a serem executadas ao longo do projeto).

- Detalhar as operações ao longo: do ano, do semestre e do trimestre.

Ano/Trimestre	1º Ano				2º Ano				3º Ano				Demais anos			
	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
Atividades																

Observações complementares:

Obs.: Aprovado o PRAD pelo ICMBio, o interessado terá até 90 (noventa) dias de prazo para dar início às atividades previstas no cronograma de execução constante dos termos de referência do PRAD, observadas as condições sazonais da região.

2. Cronograma financeiro (orçamento e despesas).

A - Relação de material e de mudas: quantidade e rendimento.

B - Relação de serviços: tempo de duração e rendimento.

- Detalhar as operações ao longo: do ano, do semestre e do trimestre.

Item	Atividade	Un. de medida	Custo (R\$/Un.)	1º trimestre		2º trimestre		3º trimestre		4º trimestre		Total	
				Quantidade	Custo	Quantidade	Custo	Quantidade	Custo	Quantidade	Custo	Quantidade	Custo
Total													

3. Memória de cálculo: deverá ser indicada a formação detalhada do custo do projeto.

- Observação importante: As atividades constantes do cronograma físico deverão, obrigatoriamente, corresponder àquelas lançadas no cronograma financeiro.

IX - Interessado ou seu representante legal

Nome:

Local e data:

Assinatura: