

**EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E CONFLITOS EM
APPS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO TRÊS BOCAS (PR)
ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2023**

EVOLUTION OF LAND USE AND OCCUPATION AND CONFLICTS IN APPS OF THE RIBEIRÃO
TRÊS BOCAS WATER BASIN (PR) BETWEEN THE YEARS OF 1985 TO 2023

William Henrique Kurunczi Ferreira

Geógrafo e Mestrando no Programa de Pós-graduação
em Geografia da Universidade Estadual de Londrina – PPGEO UEL
william_kferreira@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0777-1815>

Marciel Lohmann

Doutor em Geografia – UFPR
Professor Adjunto no Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Londrina – UEL
marciel@uel.br
<https://orcid.org/0000-0001-9243-5412>

Francisca da Silva Reis

Geógrafa e Doutoranda no Programa de Pós-graduação
em Geografia da Universidade Estadual de Londrina – PPGEO UEL
francisca.silva@uel.br
<https://orcid.org/0000-0002-8627-6045>

Larissa Cristina Figueiredo Ramiro

Geógrafa e Mestranda no Programa de Pós-graduação
em Geografia da Universidade Estadual de Londrina – PPGEO UEL
larissafig97@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-8118-4107>

Resumo

A exploração intensiva dos elementos naturais requer esforços contínuos para mitigar impactos ambientais e a recuperar áreas degradadas. Nesse sentido, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) desempenham funções ambientais essenciais para a proteção dos recursos hídricos, da vegetação e redução dos efeitos dos processos erosivos. Considerando as bacias hidrográficas como unidades espaciais ideais para o planejamento ambiental, foram objetivos da presente pesquisa analisar a evolução do uso e ocupação do solo e mapear as áreas de conflitos de uso nas APPs da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas (BHRTB), localizada na porção Norte Central do Estado do Paraná, utilizando dados do projeto MapBiomias entre 1985 a 2023. Os resultados apontam um aumento expressivo de 471% na área destinada ao cultivo de soja na bacia (43,79% em 2023). Em relação às APPs, em 1985, 65,3% foram identificadas como irregulares, valor que foi reduzido para 44% em 2023. Apesar dos avanços, os desafios para a regularização das APPs persistem, cujo resultados desta pesquisa podem contribuir na elaboração de projetos de recuperação, conscientização e promoção de uma cultura de preservação na BHRTB, beneficiando a população com o ganho de qualidade ambiental da bacia.

Palavras-chave: Áreas de Preservação Permanente; Conflitos de uso e ocupação do solo; Geoprocessamento; MapBiomias; Planejamento Ambiental.

Abstract

The intensive exploitation of natural elements requires continuous efforts to mitigate environmental impacts and restore degraded areas. In this regard, Permanent Preservation Areas (APPs) play essential environmental roles in protecting water resources, vegetation, and reducing the effects of erosive processes. Considering watersheds as ideal spatial units for environmental planning, the objectives of this research were to analyze the evolution of land use and occupation and to map land use conflict areas in the APPs of the Ribeirão Três Bocas Watershed (BHRTB), located in the North-Central region of the State of Paraná, using data from the MapBiomias project from 1985 to 2023. The results indicate a significant 471% increase in the area allocated to soybean cultivation in the watershed (43.79% in 2023). Regarding the APPs, 65.3% were identified as irregular in 1985, a figure reduced to 44% in 2023. Despite the progress, challenges for the regularization of APPs persist. The results of this research may contribute to the development of restoration projects, raising awareness, and promoting a culture of preservation in the BHRTB, benefiting the population with improved environmental quality in the watershed.

Keywords: Permanent Preservation Areas; Land use and occupation conflicts; Geoprocessing; MapBiomias; Environmental planning.

1. Introdução

A interferência antrópica sobre o meio, especialmente no contexto do modo de produção capitalista, sempre esteve fortemente ligada à exploração dos elementos naturais e à transformação de espaços para a produção, frequentemente feita sem considerar adequadamente os impactos na dinâmica ambiental. Parte significativa dessa problemática, de acordo com Moreira (2009), advém da perda de identificação da humanidade como parte integrante da natureza, em uma relação de estranhamento por um processo que pode ser denominado como socialização da natureza. Em decorrência desse processo, os elementos naturais são tratados como mercadorias e submetidos às dinâmicas do mercado, evidenciado pelo fato de frequentemente serem denominados como "recursos" e, dessa forma, tratados como produtos passíveis de utilização (Moreira, 2009).

Nesse contexto, as atividades humanas realizadas sem a devida preocupação com a sustentabilidade ambiental contribuem significativamente para a sua degradação. Conforme Guerra e Guerra (1997), essa degradação se manifesta por meio de alterações adversas e

prejudiciais às características do meio ambiente e dos ecossistemas, ocasionando situações como a erosão do solo, a extinção de espécies vegetais e animais, a poluição de nascentes, rios, lagos e baías, o assoreamento e, conseqüentemente, prejudicando o próprio ser humano. Diante dessa realidade, torna-se essencial a implementação de políticas públicas voltadas para a promoção de um desenvolvimento mais sustentável e para a conservação ambiental.

Buscando amenizar os impactos decorrentes da produção e reprodução ambientalmente desequilibrada do espaço geográfico, um arcabouço jurídico para um desenvolvimento mais sustentável se faz essencial. Neste sentido, o Código Florestal Brasileiro se destaca como a principal lei ambiental do país. A primeira versão do Código foi instituída em 1934, por meio do decreto federal nº 23.793 (Brasil, 1934). Posteriormente, em 1965, foi sancionada a lei federal nº 4.711/65 (Brasil, 1965) que introduziu o importante conceito de Áreas de Preservação Permanente (APPs). A referida lei também passou a exigir a presença das APPs em todos os imóveis rurais, como um dos principais instrumentos balizadores para conciliar o respeito à natureza e o desenvolvimento agroindustrial (Alarcon *et al.*, 2009; Sparovek *et al.*, 2011; Borges; Rezende, 2011).

Desse modo, as Áreas de Preservação Permanente (APPs), conforme definidas pelo Novo Código Florestal Brasileiro instituído em 25 de maio 2012 pela lei federal nº 12.651/12, são entendidas como “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). As APPs desempenham diversas funções ambientais, com contribuição significativa para a manutenção e proteção dos recursos hídricos e da vegetação, como também, possuem um papel fundamental na redução dos efeitos associados aos processos erosivos, como deslizamentos, enxurradas e escorregamentos de massas, tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas, devido à sua influência na minimização da perda de solo (Silva *et al.*, 2011).

Apesar dos avanços proporcionados pelo Código Florestal Brasileiro, ainda persiste uma ampla violação da legislação ambiental, manifestada na derrubada de florestas para expansão de áreas de cultivo e pastagens para a pecuária de corte, cujo ações que desrespeitam a legislação ambiental acarretam em diversos impactos ambientais negativos, comprometendo ecossistemas, a biodiversidade e a degradação dos solos. Esta situação também pode ocorrer com as APPs no descumprimento às normas estabelecidas pela legislação, com ações que comprometem o seu equilíbrio ambiental. Conforme destacado por Gaedke *et al.* (2020), à medida que as áreas que deveriam ser destinadas à proteção e preservação são substituídas por outros usos, na maioria das vezes relacionados a atividades

agrícolas, elas se tornam alvo de pressões antrópicas, gerando conflitos de uso e ocupação do solo e agravando ainda mais a degradação ambiental.

Para entender como as atividades humanas impactam o ambiente, é importante compreender como se distribuem espacialmente e como se desenvolveram ao longo do tempo. Em conjunto, como medidas de mitigação dos impactos ambientais negativos, também se faz essencial um diagnóstico sobre o estado das APPs, identificando e mapeando as áreas de conflito, o que pode contribuir para uma fiscalização mais efetiva por meio de um monitoramento constante do uso e ocupação do solo, favorecendo ações para coibir atividades ilegais e/ou degradadoras ao meio ambiente. No entanto, a gestão adequada das APPs não deve se basear apenas em punições, mas também em incentivos que reconheçam os benefícios proporcionados pela preservação dessas áreas, especialmente para o volume e a qualidade das águas de uma bacia hidrográfica.

Neste sentido, segundo Bittencourt *et al.* (2018), a produção de dados e a obtenção de informações são de grande importância para planejar e executar políticas que visem a sinalização, proteção, conservação e reocupação das APPs degradadas, viabilizando e concretizando suas funções ambientais. Além disso, conforme destacado por Cunha *et al.* (2012), o sensoriamento remoto, aliado à utilização de imagens orbitais e de técnicas de geoprocessamento por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tem se mostrado eficientes para detectar mudanças no uso e cobertura do solo, bem como a identificação das alterações provocadas na paisagem em um determinado local e escala temporal. Em conjunto a estas técnicas, uma conscientização hábil da população, são importantes para a promoção de uma cultura de preservação ambiental e da adoção de práticas sustentáveis.

Diante da necessidade de um manejo mais adequado das APPs, a presente pesquisa teve como recorte espacial a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas (BHRTB) localizada na porção Norte Central do estado do Paraná. Para tanto, foi necessário analisar a dinâmica e a evolução do uso e cobertura do solo de toda a bacia, com base nos dados divulgados pelo projeto MapBiomass. Assim sendo, as análises foram feitas para os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2023, considerando o primeiro e o último conjunto de dados disponíveis na plataforma durante a elaboração da pesquisa, além dos parâmetros atuais do Novo Código Florestal de 2012, contribuindo para o fornecimento de informações que possam auxiliar na fiscalização e subsidiar a atuação de órgãos ambientais nas tomadas de decisão referentes à gestão das APPs da bacia.

2. Localização e caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas (BHRTB), se localiza na porção Norte Central do Estado do Paraná, com a abrangência dos municípios de Londrina, Cambé, Rolândia e Arapongas, cobrindo uma área de aproximadamente 517 km², conforme verificado no tratamento dos dados em ambiente SIG. Percorrendo o sentido oeste-leste, o rio principal tem uma extensão de 85 km, com nascente no município de Arapongas e desaguando no Rio Tibagi. Na área estudo estão inseridas as sub-bacias do Ribeirão Cambé, a qual compreende o Lago Igapó na cidade de Londrina e a sub-bacia do Ribeirão Cafezal, considerado como o segundo principal sistema de captação de água para o abastecimento público dos municípios de Rolândia, Cambé e Londrina (Piacenza *et al.* 2023). Na área de estudo, também se fazem presentes uma faixa de terra ao norte do Parque Estadual Mata dos Godoy e parte considerável de sua zona de amortecimento, que se configura como uma importante Unidade de Conservação Integral localizado no município de Londrina, conforme pode ser melhor visualizado pelo mapa da figura 1.

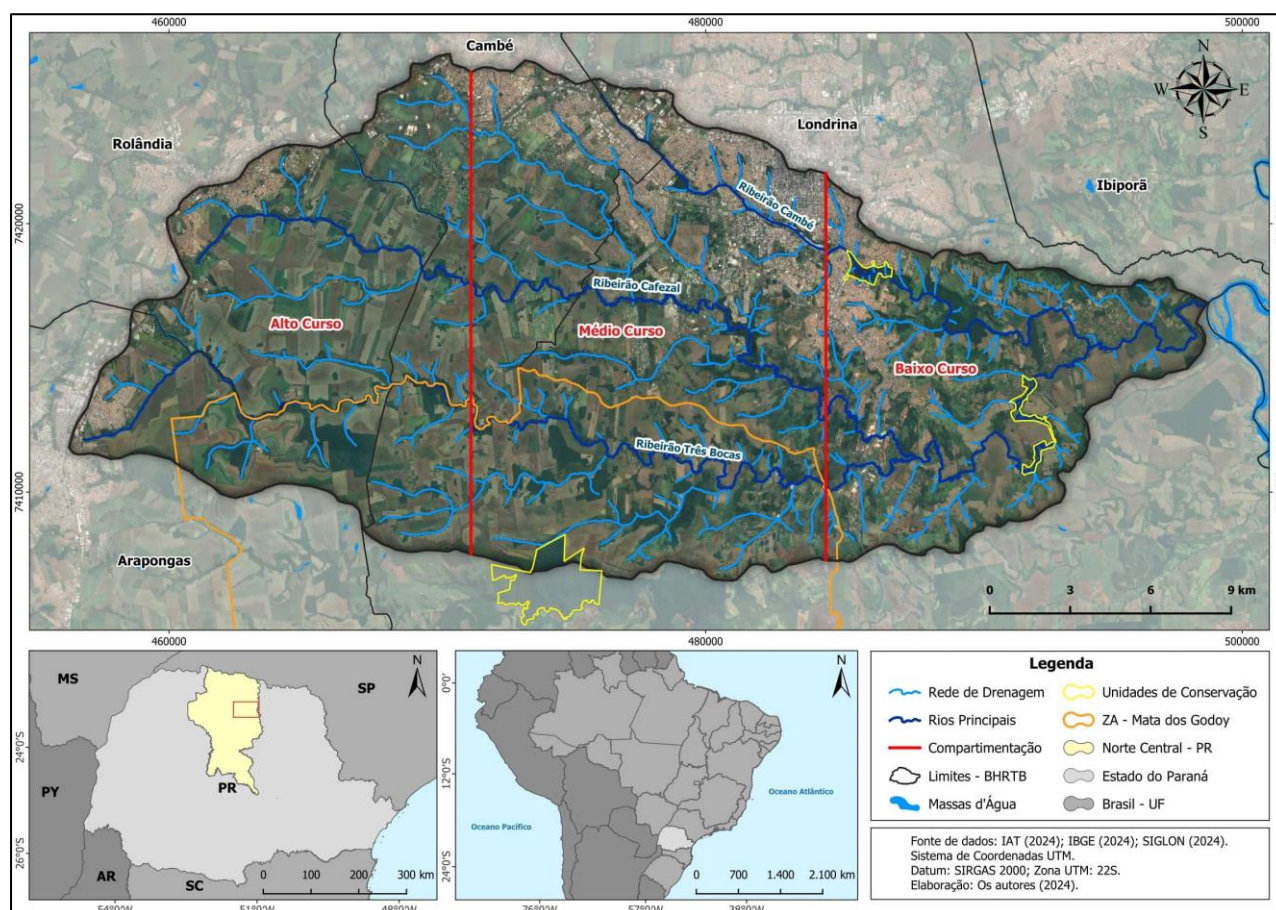


Figura 1. Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas (BHRTB). **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do IAT (2024); IBGE (2024); SIGLON (2024).

Dentro do município de Londrina, ao longo do percurso do Ribeirão Cambé, se encontra o Parque Municipal Arthur Thomas, enquanto no percurso do Ribeirão Três Bocas, o Parque Ecológico Dr. Daisaku Ikeda, ambos inseridos no contexto das APPs dos cursos d'água. Quanto ao contingente populacional na área de estudo, o município de Londrina se destaca como o mais populoso, com um total de 555.965 habitantes, seguido dos municípios de Arapongas com população de 119.138, Cambé com total de 107.208 habitantes e o município de Rolândia, com 71.670 habitantes de acordo com o censo demográfico realizado em 2022 (IBGE, 2024).

Com base no Atlas Climático do Estado do Paraná (Nitsche *et al.*, 2019) e na classificação climática de Köppen, o clima na região onde a bacia está inserida é definido como Cfa, caracterizado como um Clima Subtropical. Dentre as características inerentes a esta classificação, são considerados como climas temperados chuvosos e moderadamente quentes, sendo úmido em todas as estações e com verões quentes, que apresenta temperatura média inferior a 18° C no mês mais frio e de 22° C no mês mais quente. Há uma maior concentração de chuvas durante o verão, sem uma estação seca definida e com ocorrência pouco frequente de geadas (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007). No tocante as demais variáveis físicas da área de estudo, os mapas da Figura 2 retratam as características de hipsometria, declividade, geologia, geomorfologia, pedologia e fitogeográficas da BHRTB.

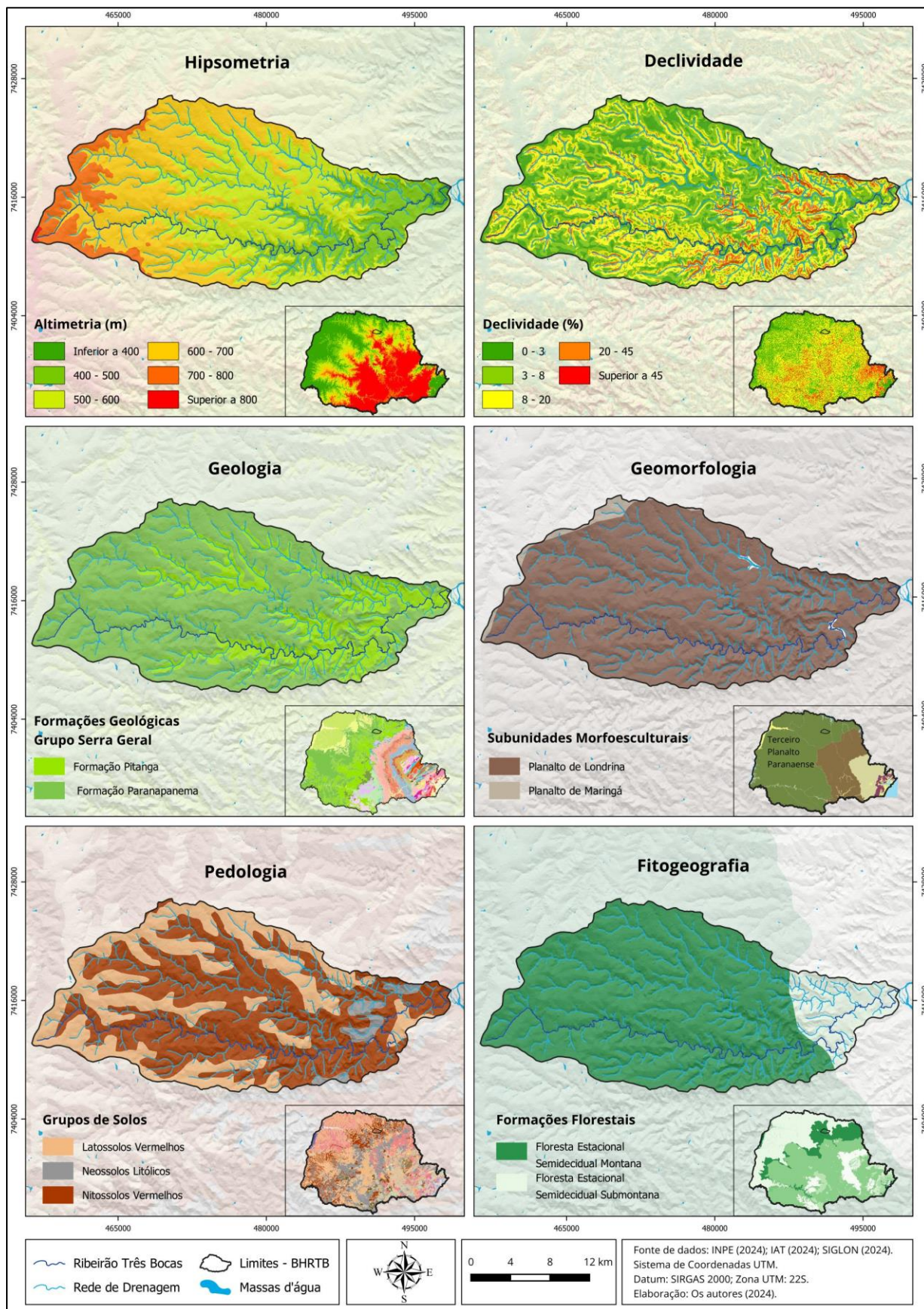


Figura 2. Mapa de Variáveis Físicas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas (BHRTB). **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do IAT (2024); IBGE (2024); SIGLON (2024).

Com base nos dados contidos nos mapas das Figura 2, em relação à hipsometria da bacia, a menor cota identificada é de 372 m a sua jusante, enquanto a maior cota de 815 m, se encontra próxima a nascente do Ribeirão Três Bocas na área urbana de Arapongas, representando uma amplitude de 443 m. Dessa maneira, a cota de maior relevância de área na bacia está entre 500 a 600 m e ocorre principalmente no médio curso, seguido da cota entre 600 a 700 m, com predomínio no alto curso e em alguns pontos no baixo curso da bacia.

Quanto à declividade da bacia, conforme a classificação de relevos sugerida pela EMBRAPA (Santos, *et al.*, 2018), predominam a classe de relevos ondulados, com declividades variáveis de 8 a 20%, acompanhado de uma quantidade considerável de relevos classificados como forte ondulado, cujo as declividades variam entre 20 a 45%. A ocorrência destas duas classes de declividade mais acentuada se dá ao longo do percurso dos cursos hídricos, especialmente no baixo curso da bacia. Os declives menos abruptos de relevos planos (de 0 a 3%) e suavemente ondulados (de 3 a 8%) são mais expressivos no alto curso e médio cursos em porções mais afastadas da rede de drenagem, além de áreas no baixo curso ao longo do percurso do Ribeirão Três Bocas.

Referente aos aspectos geológicos da área de estudo, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas se desenvolve sobre as Formações Pitanga e Paranapanema, que fazem parte do Grupo Serra Geral. Essas formações são caracterizadas principalmente por extensos derramamentos de rochas ígneas, principalmente basaltos e andesitos, além de rochas sedimentares como o arenito, o tufito e o lamito, ambas datadas no período Cretáceo Inferior, variando entre 100 e 145 Ma (Besser; Brumatti; Spisla, 2021).

No tocante aos aspectos geomorfológicos, conforme o levantamento Geomorfológico do Estado do Paraná, a área de estudo está inserida na grande unidade estrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, situada no Terceiro Planalto Paranaense e mais especificamente na subunidade morfoescultural denominada como Planalto de Londrina, cujo as declividades são predominantemente menores que 12%, com um gradiente de 820 metros e altitudes variando entre 360 e 1.180 m, apresentando formas de relevo mais comuns de topos alongados, vertentes convexas e vales em encaixados em “V”. No entanto, pequenas porções no alto curso da bacia pertencem ao Planalto de Maringá, que por sua vez apresenta baixa dissecação, predomínio de formas com topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales encaixados em “V”, com altitudes que variam entre 260 a 800 m (MINEROPAR, 2006).

Em relação à pedologia, de acordo com o levantamento realizado pela Embrapa no ano de 1999 para o Estado do Paraná, em escala 1:600.000, na bacia são encontrados solos dos grupos Latossolos Vermelhos, Nitossolos Vermelhos e Neossolos Litólicos. Dessa maneira, os Nitossolos Vermelhos são grupo de solos de maior expressividade na bacia, apresentando alto grau de intemperização e ocorrendo em áreas de relevo mais acidentado,

correspondendo às áreas onduladas e fortemente onduladas com declividades entre 8 a 20% e de 20 a 45%, respectivamente. Os Latossolos Vermelhos são considerados solos muito evoluídos e profundos, resultantes de avançado estágio de intemperização, com ocorrência em áreas mais planas na bacia. São considerados os solos de maior ocorrência no Brasil, com um potencial para uso agrícola ainda maior do que os Nitossolos (Santos et al., 2018). No tocante aos Neossolos Litólicos, sua ocorrência na bacia acontece em pequenas áreas no baixo curso.

Por fim, no que se refere a fitogeografia da bacia hidrográfica, a mesma está localizada no bioma Mata Atlântica, com a presença das formações de Floresta Estacional Semidecidual Submontana e Floresta Estacional Semidecidual Montana. A Floresta Estacional Semidecidual, típica de clima Subtropical, originalmente cobria mais de 45% do território do Paraná, caracterizada por ocorrer em regiões onde há sazonalidade no regime de chuvas, o que ocasiona perda de 20% a 50% das folhas na estação mais seca. Uma de suas principais espécies é a peroba-rosa ou peroba-comum (*Aspidosperma polyneuron*) (IAP, 2018). Assim, a formação Submontana está presente em áreas mais baixas, com altitude variando de 372 a 500 m, enquanto a formação Montana, tem sua ocorrência em áreas mais elevadas, de altitudes acima de 500 m.

3. Materiais e métodos

Com base nas propostas metodológicas apresentadas por Gaedke *et al.* (2020), Lohmann *et al.* (2021) e Oliveira (2023), para realização dos objetivos definidos para a pesquisa, foram utilizados arquivos vetoriais (*shapefiles*) com dados geoespaciais de referência e diversas informações temáticas para a caracterização da área de estudo disponibilizados pelo Instituto Água e Terra do Paraná (IAT, 2024). Referente aos dados de delimitação da bacia e de sua hidrografia local, os mesmos foram obtidos por meio do Sistema de Informações Geográficas de Londrina (SIGLON, 2024), setor vinculado à Prefeitura do Município de Londrina. Nesse sentido, todos os dados adquiridos foram tratados em ambiente SIG pelo software *QGIS*, versão 3.28.12.

De posse destes dados, foi realizado um processo de revisão da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas, a fim de se obter uma maior confiabilidade dos resultados apresentados. Sendo assim, o traçado dos cursos d'água foram ajustados conforme imagens disponibilizadas pelo serviço WMTS, com acesso, durante o período de realização da pesquisa, via pedido ao SIGLON. Assim, foram utilizados como referência a Ortofoto Infraero dos anos de 2019 e 2020, de resolução espacial de 10 cm e abrangência da área de Expansão Urbana do Município de Londrina, além da Ortofoto do Paranacidades

do ano de 2021, de resolução espacial de 15 cm e abrangência do Perímetro Urbano de Londrina (SIGLON, 2024).

No que diz respeito à rede de drenagem que se encontra fora da abrangência das imagens de maior resolução espacial consultados pelo SIGLON, o ajuste foi realizado com base nas imagens de satélite disponibilizadas pelo Google por meio do plugin *QuickMapServices* no software *Qgis*. Esse processo possibilitou a identificação de cursos hídricos com largura entre margens entre 10 a 50 m, encontrados em trechos do Ribeirão Cambé e do Ribeirão Cafezal no médio curso da bacia, além de trechos consideráveis do Ribeirão Três Bocas no baixo curso da bacia até a sua foz.

Para os dados de uso e cobertura do solo, foram utilizadas informações disponibilizadas pelo projeto MapBiomias (9ª coleção), com abrangência para todo o território nacional e em formato matricial (*raster*), cujo os dados são processados a partir de imagens da família de satélites *Landsat* e com resolução espacial de 30 m. Foram selecionando os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2023 para as análises, levando em consideração o primeiro e o último conjunto de dados disponíveis na plataforma durante a elaboração do trabalho. Essas datas foram escolhidas para permitir comparações em intervalos definidos, contribuindo para o entendimento da evolução do uso e cobertura do solo na bacia em estudo.

De posse dos dados, os mesmos foram extraídos para a área da bacia e reprojeto para o Datum SIRGAS 2000, Sistema de Coordenadas Planas UTM Zona 22S, compatibilizando todos os dados no mesmo sistema de referência. Posteriormente, foram demarcadas as áreas de APPs tanto de nascentes quanto das matas ciliares, criando *buffers* (raios) no entorno dos cursos hídricos, pautado no art. 4º da Lei Federal nº 12.651/2012 ou Novo Código Florestal Brasileiro, que podem ser melhor visualizados pela Figura 3. Para que fossem respeitados os critérios de largura entre margens estabelecidos pela respectiva lei, foi elaborada uma camada de massas d'água, com diferenciação entre os trechos de largura superiores a 10 m.

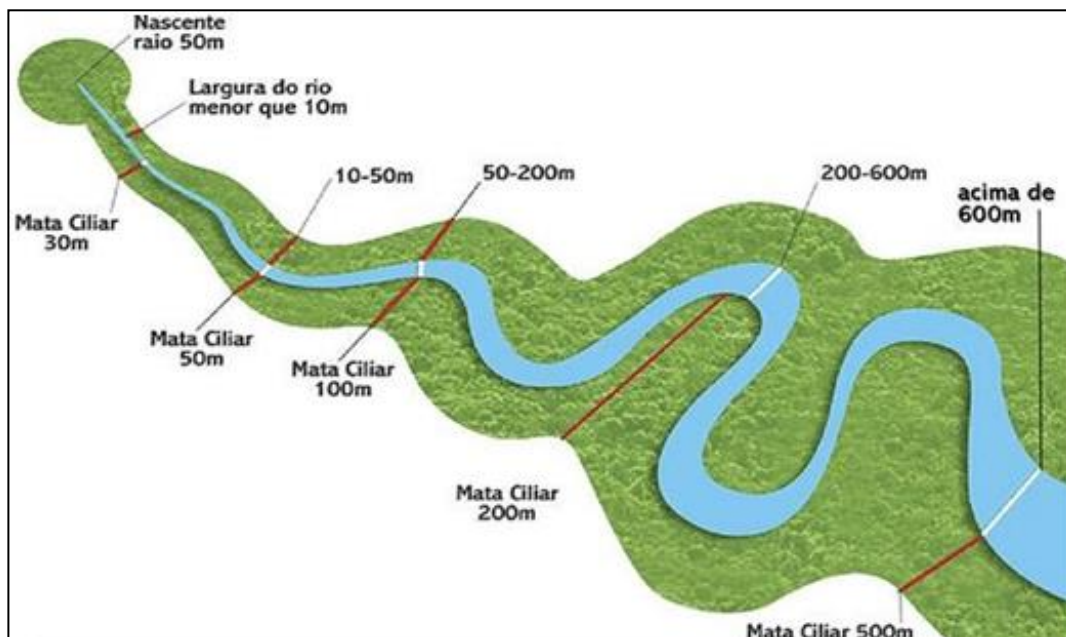


Figura 3. Limites das APPs de Cursos d'Água do Novo Código Florestal de 2012. **Fonte:** IBAM (2015).

Após a delimitação das áreas de APPs, estas foram sobrepostas aos mapas de uso e ocupação do solo, possibilitando a identificação de áreas de conflito, ou seja, áreas que deveriam apresentar sua vegetação conservada, mas que na prática apresentam outros usos. Para a caracterização dessas áreas, adotaram-se os seguintes parâmetros: foram consideradas “áreas regulares” aquelas que apresentaram as classes de Formação Florestal e/ou Rio, Lago e Oceano. Já as demais classes de uso do solo – Silvicultura, Pastagem, Mosaicos de Usos, Soja, Cana-de-açúcar, Outras Lavouras Temporárias, Café, Outras Lavouras Perenes, Área Urbanizada e Outras Áreas não Vegetadas – foram classificadas como “áreas irregulares” dentro das APPs. Com a finalidade de obter os valores de área para cada uma das classes de uso do solo, bem como a proporção de áreas regulares e irregulares nas APPs da bacia, foi realizado o processo de vetorização dos dados, convertendo-os de formato matricial (*raster*) para vetores no formato *shapefile*, permitindo sua quantificação.

Sendo assim, a sequência de procedimentos metodológicos mencionados foi aplicada em todos os intervalos selecionados, com os dados resultantes espacializados em mapas temáticos ainda no software *Qgis*, versão 3.28.12, para ilustrar a evolução do uso e cobertura do solo na bacia e as áreas regulares e irregulares de APPs. Nesse sentido, as cores utilizadas nos mapas de classes de uso e cobertura do solo correspondem às estipuladas pelo projeto MapBiomas, com exceção das classes de café, soja e pastagem, objetivando uma maior diferenciação ao analisar a expansão da área ocupada pelas respectivas classes. Por fim, também foram elaboradas tabelas para apresentação dos valores de área das

classes de uso ao longo do intervalo estudado. De uma maneira geral, a sequência de procedimentos metodológicos pode ser melhor visualizado pelo fluxograma da Figura 4.

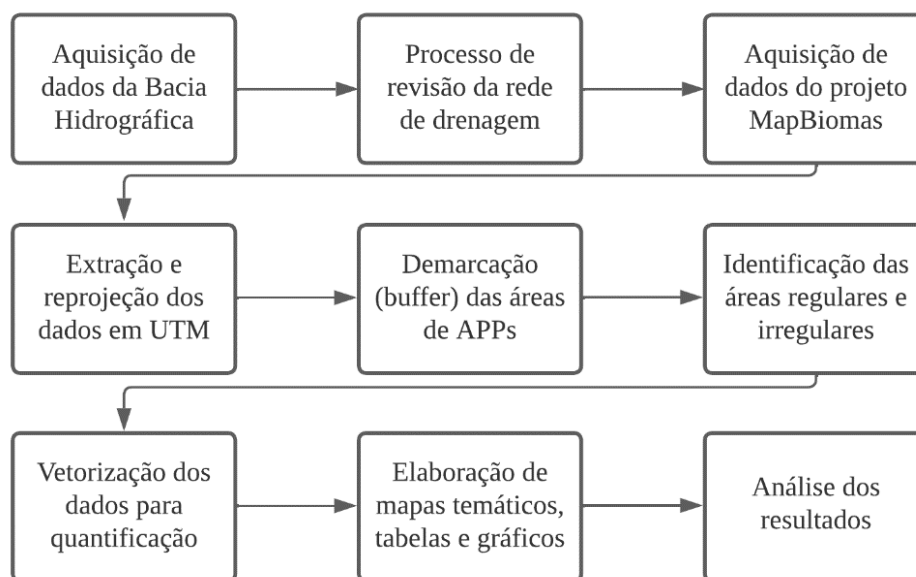


Figura 4. Sequência dos Procedimentos Metodológicos. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024).

4. Resultados e discussões

Considerando todos os procedimentos descritos na metodologia, os resultados foram organizados em duas etapas complementares. Inicialmente, foi realizada uma análise dos dados coletados e processados para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas, com o intuito de melhor apresentar como se deu a evolução do uso do solo no período analisado. Em um segundo momento, teve-se por finalidade a identificação de áreas de conflito de uso do solo nas APPs, a partir da elaboração de mapas temáticos, tabelas e gráficos com comparativos de valores de área e seus respectivos percentuais.

Evolução do Uso e Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas

Dentro da abrangência da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas (BHRTB), foi identificado um total de 12 classes de uso e ocupação do solo em todo o período avaliado, considerando os diferentes níveis de detalhamento de classificação do Projeto MapBiomas, cujo as descrições das classes são melhores apresentadas pelo Quadro 1.

Quadro 1. Descrição das classes de uso e cobertura do solo do projeto MapBiomass. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do MapBiomass (2024).

Classe de Uso	Descrição
Área Urbanizada	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura;
Outras Áreas não Vegetadas	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes;
Rio, Lago e Oceano	Compreende rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água;
Formação Florestal	No bioma Mata Atlântica, compreende Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea;
Silvicultura (monocultura)	Áreas ocupadas por espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. pinus e eucalipto);
Pastagem	Áreas de pastagem predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária;
Mosaico de Usos	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura. Pode incluir áreas de ocupação periurbana, como chácaras, sítios e condomínios;
Lavoura Temporária (Soja, Cana-de-açúcar e Outras Lavouras Temporárias)	Áreas cultivadas com as monoculturas da soja (primeira safra), cana-de-açúcar e outros cultivos agrícolas de curta ou média duração (trigo e milho), geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir;
Lavoura Perene (Café e Outras Lavouras Perenes)	Áreas cultivadas com a monocultura do café ou de outros cultivos agrícolas de ciclo vegetativo longo (mais de um ano), que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio.

Em termos de evolução do uso do solo nos anos escolhidos para o estudo, ou seja, os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2023, foi possível constatar mudanças significativas na bacia, sejam elas de caráter agrícola ou relacionado com expansão da área urbana. Sendo assim, os mapas das figuras 5 a 7 ilustram a espacialização das classes de uso para cada ano analisado, enquanto as tabelas 1 a 3, apresentam os valores de área em km² e percentagem das respectivas classes.

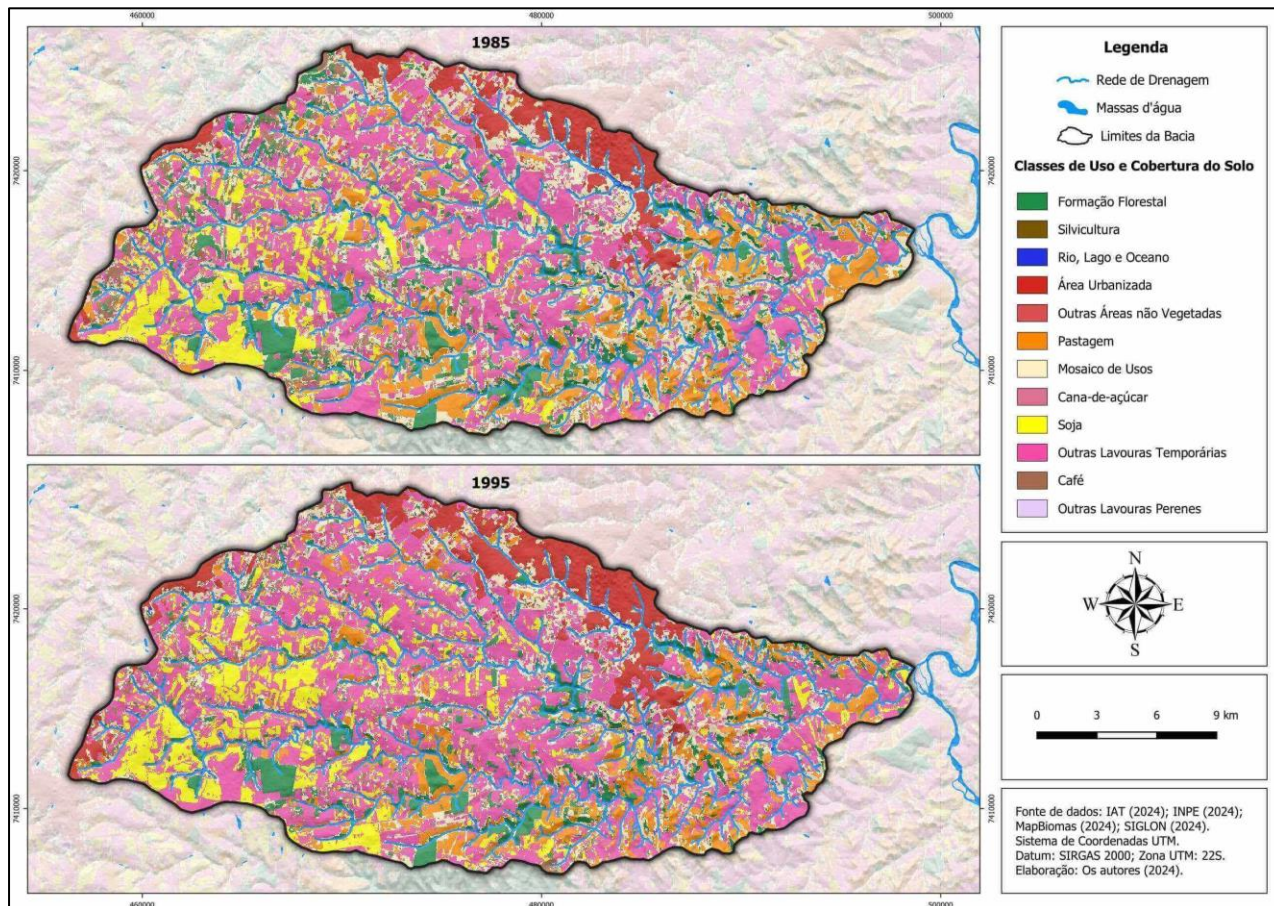


Figura 5. Uso e Cobertura do Solo na BHR TB em 1985 e 1995. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do IAT (2024); INPE (2024); MapBiomias (2024); SIGLON (2024).

Tabela 1. Valores de Área das Classes de Uso e Cobertura do Solo na BHR TB em 1985 e 1995.

Classes	1985		1995	
	Km ²	%	Km ²	%
Formação Florestal	62,15	12,01%	52,97	10,24%
Silvicultura (monocultura)	0,22	0,04%	0,39	0,07%
Pastagem	67,84	13,12%	58,84	11,38%
Cana-de-açúcar	0,03	0,01%	0,01	0,00%
Mosaico de Usos	132,71	25,66%	96,74	18,70%
Área Urbanizada	31,33	6,06%	43,85	8,48%
Outras Áreas não Vegetadas	0,72	0,14%	0,06	0,01%
Rio, Lago e Oceano	2,22	0,43%	2,34	0,45%
Soja	39,61	7,66%	55,77	10,78%
Outras Lavouras Temporárias	165,60	32,01%	198,50	38,37%
Café	13,60	2,63%	7,81	1,51%
Outras Lavouras Perenes	1,27	0,25%	0,005	0,001%
Total	517,28	100%	517,28	100%

Fonte: elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do MapBiomias (2024).

Para o ano de 1985, conforme indicado no mapa da Figura 5 e nos dados da Tabela 1, a classe de Outras Lavouras Temporárias, composta principalmente pelos cultivos de milho

(*Zea mays*) e trigo (*Triticum aestivum*), foi a mais significativa na bacia hidrográfica, ocupando 32,01% da área total, o que equivale a 165,60 km². Além disso, valores consideráveis foram observados nas classes de Mosaicos de Usos, com uma área equivalente a 25,66% (132,71 km²), e Pastagem, com 13,12% (67,84 km²), evidenciando o forte caráter agrícola da região. Neste contexto, de acordo com Fonseca (2019), as monoculturas apresentam uma grande tendência de concentração geográfica na produção agrícola no Paraná, com expressões territoriais denominadas como extensão dos monocultivos, priorizando a produção de *commodities* em detrimento das áreas destinadas à produção de alimentos. As monoculturas podem exercer o controle territorial com base na combinação de fatores econômicos, sociais e ambientais, além da infraestrutura e logística, do setor de serviços, da força de trabalho disponível e da apropriação privada das terras.

Ainda em 1985, a classe referente ao plantio de café (*Coffea arabica*), que segundo Nóbrega e Serra (2010) foi de grande importância econômica no processo histórico de ocupação da região Norte do Estado do Paraná, com forte atuação da colonização empresarial a partir da década de 1930, correspondia à uma área de 2,63% (13,60 km²), valor pouco expressivo em comparação à importância histórica do cultivo. De acordo com Galafassi, Beber e Shikida (2020), tal situação se deve, em grande parte, ao excesso da oferta do café que resultou na queda brusca dos preços em meados da década de 1960, além de uma série de medidas políticas agrícolas de Estado para desestimular a atividade cafeeira e disseminar monoculturas para atender o mercado internacional de *commodities*, porém com certa resistência dos produtores até a década de 1970.

No entanto, conforme Nóbrega e Serra (2010), a resistência dos produtores de café perdurou até a ocorrência das fortes geadas de 1975, que dizimaram diversas plantações de café da época. Esse evento climático, conhecido como "geada negra", comprometeu o parque cafeeiro regional de maneira tão severa que os proprietários rurais optaram por substituir o café por outros cultivos que oferecessem maior segurança em termos de comercialização e na ocorrência de eventuais instabilidades climáticas, possibilitando a expansão territorial de outras lavouras mecanizadas, como a soja (*Glycine max*), que em 1985 já ocupava 7,66% (39,61 km²) da área da bacia.

Nesse sentido, conforme Guimarães (2011), a expansão das lavouras de soja, foi resultado principalmente da articulação entre Estado e setor privado, destacando a criação da EMBRAPA Soja em 1975, no município de Londrina, no contexto das políticas governamentais voltadas ao mercado mundial de *commodities*. Assim sendo, o melhoramento de sementes, com adaptações ao clima brasileiro feitos pela EMBRAPA, possibilitou a disseminação da cultura no país. Por fim, a classe de Formação Florestal correspondia a uma área de 12,01% (62,15km²), enquanto a classe de Área Urbanizada

ocupava 6,06% (31,33 km²). As outras classes de uso e ocupação do solo demonstraram menor representatividade em termos de área na bacia.

Com base nos dados para o ano de 1995, a classe de Outras Lavouras Temporárias se manteve como a mais predominante em questão de área na bacia, apresentando um importante acréscimo em comparação ao período anterior, com 38,37% (198,50 km²). A mesma situação é observada com a classes de Mosaico de Usos, totalizando 18,70% (96,74 km²). A classe de Pastagem, em contrapartida, apresentou uma redução de área de 13,12% para 11,38% (58,84 km²), porém, mantendo-se ainda como uma das três classes mais relevantes em termos de área na bacia neste período.

Em 1995, o aumento de área mais significativo foi observado para a classe de Soja, que passou de 39,61 km² (7,66%) para 55,77 km² (10,78%), como reflexo da tendência de expansão desse cultivo no Estado do Paraná, que se manteve na liderança como o maior produtor de soja do país até o final da década de 1990, antes de ser superado pelo Estado de Mato Grosso do Sul (Guimarães, 2011). Ainda neste período, também é verificado um crescimento notável na classe de Área Urbanizada, que aumentou de 6,06% (31,33 km²) para 8,48% (43,85 km²), com esse crescimento concentrado principalmente na cidade de Londrina, em áreas ao redor do Lago Igapó, e na porção leste da área urbana de Arapongas.

Por outro lado, as maiores reduções de área ocorreram nas classes de cultivo de café, que diminuiu de 2,63% (13,60 km²) para 1,51% (7,81 km²), e na Formação Florestal, que sofreu uma queda significativa de 12,01% (62,15 km²) para 10,24% (52,97 km²), o que pode indicar a derrubada da vegetação nativa para a expansão das atividades agrícolas, sobretudo das classes de Outras Lavouras Temporárias, Soja e Mosaicos de Usos, bem como do próprio crescimento urbano observado na região. Na sequência, a Figura 6 e a Tabela 2 apresentam os dados de uso e ocupação do solo na bacia para os anos de 2005 e 2015.

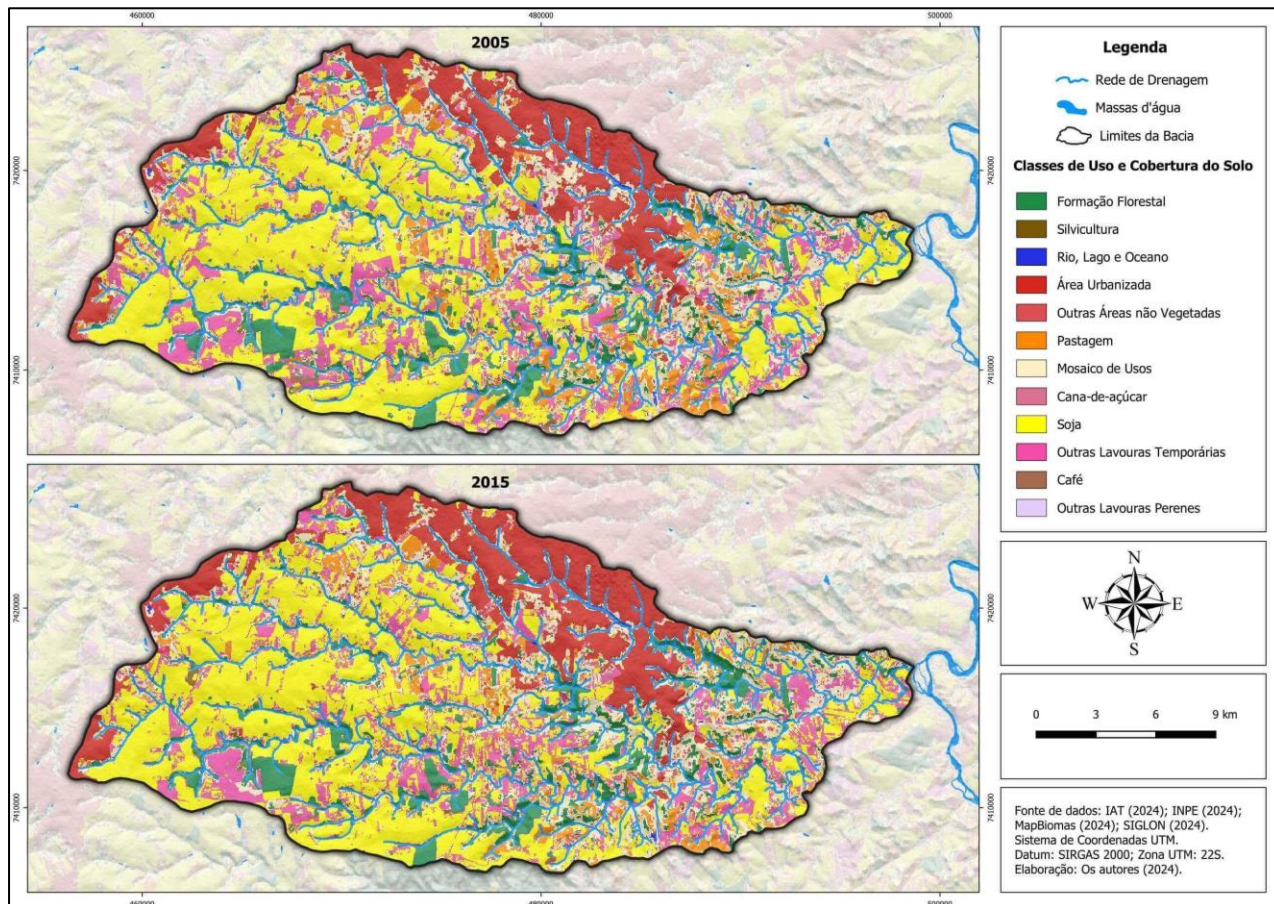


Figura 6. Uso e Cobertura do Solo na BHRTB em 2005 e 2015. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do IAT (2024); INPE (2024); MapBiomias (2024); SIGLON (2024).

Tabela 2. Valores de Área das Classes de Uso e Cobertura do Solo na BHRTB em 1985 e 1995.

Classes	2005		2015	
	Km ²	%	Km ²	%
Formação Florestal	55,16	10,66%	60,81	11,76%
Silvicultura (monocultura)	0,50	0,10%	1,42	0,28%
Pastagem	34,86	6,74%	21,33	4,12%
Cana-de-açúcar	0,13	0,03%	0,03	0,01%
Mosaico de Usos	111,41	21,54%	100,77	19,48%
Área Urbanizada	63,13	12,20%	74,37	14,38%
Outras Áreas não Vegetadas	0,35	0,07%	0,88	0,17%
Rio, Lago e Oceano	2,42	0,47%	2,06	0,40%
Soja	167,79	32,44%	175,23	33,88%
Outras Lavouras Temporárias	76,19	14,73%	78,23	15,12%
Café	5,33	1,03%	2,15	0,42%
Outras Lavouras Perenes	-	-	-	-
Total	517,28	100%	517,28	100%

Fonte: elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do MapBiomias (2024).

No ano de 2005, assim como nos períodos anteriores, observa-se o aumento expressivo de mais de 200% das áreas de cultivo de soja, que passaram de 55,77 km²

(10,78%) para 167,79 km² (32,44%), consolidando-se como a classe de maior predominância na bacia. Nesse contexto, a classe de Mosaico de Usos também apresentou um forte crescimento, ocupando 111,41 km² (21,54%), em áreas que anteriormente eram destinadas exclusivamente para pastagens, que foram reduzidas de 58,84 km² (11,38%) para 34,86 km² (6,74%) e, principalmente, de Outras Lavouras Temporárias, que diminuíram de 198,50 km² (38,37%) para 76,19 km² (14,73%).

Neste período, também se observaram aumentos nas áreas da classe de Área Urbanizada para 63,13 km² (12,20%), consolidando-se cada vez mais no entorno do Lago Igapó e ao longo dos tributários do Ribeirão Cambé e Ribeirão Cafezal em Londrina, além de um ligeiro aumento da classe de Formação Florestal, especialmente após a forte queda observada no período anterior, totalizando 55,16 km (10,66%). Esse aumento pode estar associado ao Programa Mata Ciliar, lançado em 2003 e duração até o ano de 2006, pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná. De acordo com Hauer (2010), essa política de recomposição de matas ciliares visava reverter o quadro de devastação causado pela expansão agrícola no Estado e contenção de erosões nas lavouras, decorrentes da ausência de práticas conservacionistas do solo, com o plantio de mudas de espécies nativas em rios e bacias hidrográficas com mananciais de captação água, além de incentivar os produtores para a recuperação de áreas degradadas de APPs.

Em relação aos dados para o ano de 2015, seguindo a mesma tendência dos períodos anteriores, destaca-se um novo aumento de área da classe de Soja, totalizando 175,23 km² (33,88%) e mantendo-se assim, como a classe de uso e ocupação do solo mais expressiva na bacia. Também é observado um ligeiro aumento da classe de Outras Lavouras Temporárias, totalizando área de 78,23 km² (15,12%). Por sua vez, a expansão das lavouras de soja resultou na redução das áreas destinadas para as classes de Pastagem e Mosaico de Usos, que passaram a ocupar 21,33 km² (4,12%) e 100,77 km² (19,48%), respectivamente. No que diz respeito às demais classes, houve um aumento de cerca de 17% nas Áreas Urbanizadas, totalizando 74,37 km² (14,38%), e um crescimento de aproximadamente 10% na classe de Formação Florestal, que passou a abranger 60,81 km² (11,76%). Por fim, a Figura 7 e a Tabela 3 apresentam os dados referentes ao ano de 2023.

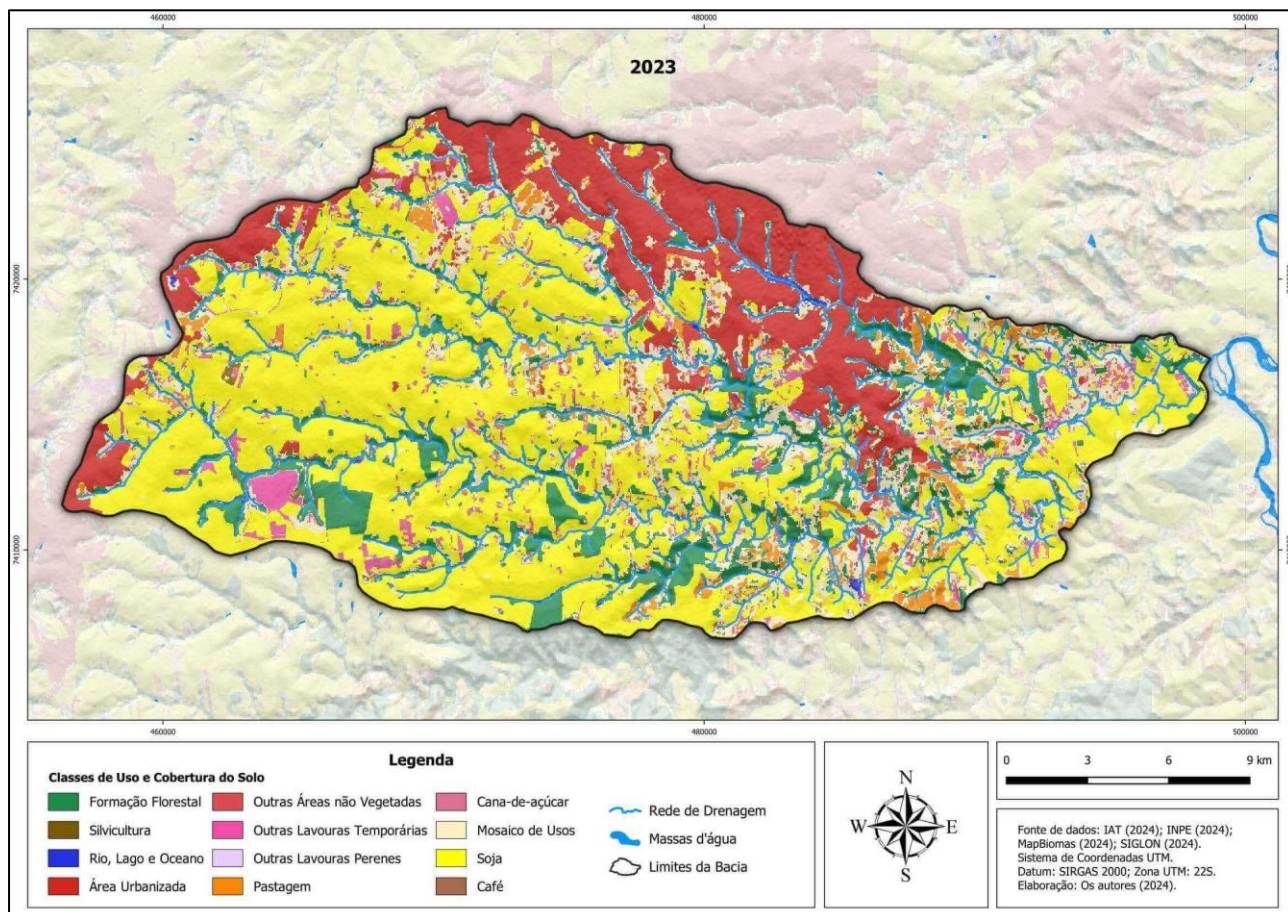


Figura 7. Uso e Cobertura do Solo na BHRTB em 2023. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do IAT (2024); INPE (2024); MapBiomas (2024); SIGLON (2024).

Tabela 3. Valores de Área das Classes de Uso e Cobertura do Solo na BHRTB em 2021. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do MapBiomas (2024).

Classes	2023	
	Km ²	%
Formação Florestal	73,22	14,16%
Silvicultura (monocultura)	1,62	0,31%
Pastagem	18,32	3,54%
Cana-de-açúcar	0,03	0,00%
Mosaico de Usos	88,21	17,05%
Área Urbanizada	80,96	15,65%
Outras Áreas não Vegetadas	1,04	0,20%
Rio, Lago e Oceano	2,01	0,39%
Soja	226,53	43,79%
Outras Lavouras Temporárias	23,71	4,58%
Café	1,62	0,31%
Outras Lavouras Perenes	0,01	0,001%
Total	517,28	100%

Os dados referentes ao ano de 2023, evidenciam a continuidade da expansão das áreas destinadas à cultura da soja, com crescimento ainda mais significativo em relação a

2015, na ordem de 29%, passando a ocupar 226,53 km², o que representa 43,79% de toda a bacia. Por outro lado, foram observados decréscimos nas áreas das classes de Pastagem, Mosaico de Usos e, principalmente, de Outras Lavouras Temporárias, com reduções equivalentes a 14%, 12% e 69%, respectivamente, resultando em áreas de 18,32 km² (3,54%), 88,21 km² (17,05%) e 23,71 km² (4,58%). A mesma dinâmica ocorreu para a classe de Café, que passou a ocupar área de apenas 1,62 km² (0,31%), um valor pouco significativo frente à importância histórica do cultivo na ocupação inicial dos municípios dentro da abrangência da BHRTB.

Em 2023, com o crescimento observado na classe de Área Urbanizada, que passou a ocupar área de 80,96 km² (15,65%), a mesma se consolidou com a terceira mais expressiva na bacia. Por fim, nesse período, a classe de Formação Florestal registrou o crescimento mais significativo, de cerca de 20%, totalizando área de 73,2 km² (14,16%). Esse aumento pode estar relacionado às medidas do governo do Estado do Paraná de ampliação de cobertura florestal e das matas ciliares feitas desde 2019, com plantio de 3,9 milhões de mudas em APPs e na recuperação de mais de 6,9 mil nascentes de rios, conforme levantamentos do Instituto Água e Terra – IAT (AEN, 2024). Com o intuito de avaliar de forma integrada a evolução do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas, a Tabela 4 apresenta os valores de área em km² das classes e suas respectivas variações no intervalo total, ou seja, de 1985 a 2023.

Tabela 4. Evolução de Área Ocupada das Classes de Uso e Ocupação do Solo na BHRTB de 1985 a 2023.

Classes	Área (km ² por ano)					Variação (%) 1985-2023
	1985	1995	2005	2015	2023	
Formação Florestal	62,15	52,97	55,16	60,81	73,22	17,82%
Silvicultura (monocultura)	0,22	0,39	0,50	1,42	1,62	645,34%
Pastagem	67,84	58,84	34,86	21,33	18,32	-72,99%
Cana	0,03	0,01	0,13	0,03	0,03	-6,02%
Mosaico de Usos	132,71	96,74	111,41	100,77	88,21	-33,53%
Área Urbanizada	31,33	43,85	63,13	74,37	80,96	158,43%
Outras Áreas não Vegetadas	0,72	0,06	0,35	0,88	1,04	45,39%
Rio, Lago e Oceano	2,22	2,34	2,42	2,06	2,01	-9,45%
Soja	39,61	55,77	167,79	175,23	226,53	471,92%
Outras Lavouras Temporárias	165,60	198,50	76,19	78,23	23,71	-85,68%
Café	13,60	7,81	5,33	2,15	1,62	-88,07%
Outras Lavouras Perenes	1,27	0,001	-	-	0,01	-99,50%

Fonte: elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do MapBiomas (2024).

A partir da análise integrada dos dados, é possível identificar que as transformações mais significativas no uso e ocupação do solo na bacia concentram-se principalmente no aumento da área de cultivo de soja, com crescimento expressivo de 471,92%. Em termos de área, a soja passou de 39,61 km² em 1985 para 226,53 km² em 2023, ocupando 43,79% da área total da bacia. Nesse contexto, conforme dados do Departamento de Economia Rural (Deral), vinculado à Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (Seab), 35 municípios do Estado do Paraná apresentaram Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP), superior a R\$ 1 bilhão em 2023, incluindo Londrina, especialmente devido às produções recordes de soja. O VBP é um índice frequência anual que considera área, produção e preço de venda dos produtos agropecuários (SEAB, 2024).

Outro crescimento significativo na bacia ocorreu para a área urbanizada, com um aumento total de 158,43%, passando de 31,33 km² para 80,96 km² em 2023. Esse crescimento está associado principalmente à expansão urbana na região sul da cidade de Londrina, com a ocupação de áreas no entorno do Lago Igapó e o surgimento de novos bairros periféricos, como Cafezal, Saltinho e União da Vitória.

Por outro lado, as classes de Outras Lavouras Temporárias, Café, Pastagem e Mosaico de Usos, apresentaram forte decréscimos de área, com reduções totais de 85,68%, 88,07%, 72,99% e 33,53%, respectivamente. Tais decréscimos estão associados à transformação dessas áreas para o cultivo de soja e para expansão de área urbanizada na cidade de Londrina. Por fim, a classe de Formação Florestal, apesar do decréscimo de área que ocorreu no intervalo entre 1985 a 1995, até o final do período, apresentou um aumento de 17,82%, totalizando área de 73,22 km² (14,16%).

No geral, a partir dos resultados, é possível verificar que houve êxito na recuperação de áreas previamente desmatadas até 1995, enquanto áreas anteriormente destinadas à pastagem e a outros usos agrícolas foram convertidas em áreas de cultivo de soja, mas sem que ocorressem novos desmatamentos. Portanto, o não desmatamento de novas áreas, juntamente com o aumento das áreas de Formação Florestal, pode ser associado a conscientização sobre a importância da preservação dessas áreas, além da obrigatoriedade da elaboração do CAR (Cadastro Ambiental Rural) e do maior respeito ao que é preconizado pelo Código Florestal.

Conflitos de Usos e Ocupação do Solos em APPs na BHRTB

Com base nos dados sobre a evolução do uso e ocupação do solo, foi possível identificar as áreas de conflito em relação às Áreas de Preservação Permanente (APPs) associadas aos cursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas. Nesse

contexto, as APPs classificadas como "regulares" correspondem às classes de Formação Florestal e Rios, Lagos e Oceanos. Por outro lado, as demais classes de uso e ocupação do solo – Silvicultura, Pastagem, Mosaicos de Usos, Soja, Cana-de-açúcar, Outras Lavouras Temporárias, Café, Outras Lavouras Perenes, Área Urbanizada e Outras Áreas não Vegetadas – foram consideradas como “áreas irregulares” dentro dos limites das APPs. Portanto, as Figuras 8 a 10 demonstram os conflitos de uso e ocupação do solo na área de estudo, enquanto a Tabela 5, apresenta os valores de área para cada ano analisado, levando em consideração apenas as APPs.

Com base nos mapas e valores de áreas apresentados na Figura 8 e Tabela 5, é possível identificar diversos conflitos de uso do solo em 1985, que resultaram em um total de 65,3% (20,81 km²) das APPs classificadas como irregulares, em comparação com os 34,7% (11,08 km²) de áreas regulares. Essa constatação é particularmente preocupante, uma vez que a maioria das APPs de nascentes e de trechos no alto curso da bacia se encontravam nessa condição. Tal situação pode acarretar graves consequências para a qualidade da água na bacia, visto que na ausência da vegetação que atue como barreira, diversos resíduos e poluentes podem ser transportados dessas áreas para o restante da bacia por meio do escoamento superficial, sobretudo ao se considerar o contexto agrícola que prevalece no uso e ocupação do solo na bacia.

Tabela 5. Evolução Áreas Regulares e Irregulares de APPs na BHRTB entre 1985 a 2023. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do MapBiomias (2024).

Ano	Áreas Regulares		Áreas Irregulares	
	Km ²	%	Km ²	%
1985	11,08	34,7%	20,81	65,3%
1995	11,29	35,4%	20,61	64,6%
2005	12,50	39,2%	19,40	60,8%
2015	13,77	43,2%	18,12	56,8%
2023	17,85	56%	14,04	44%

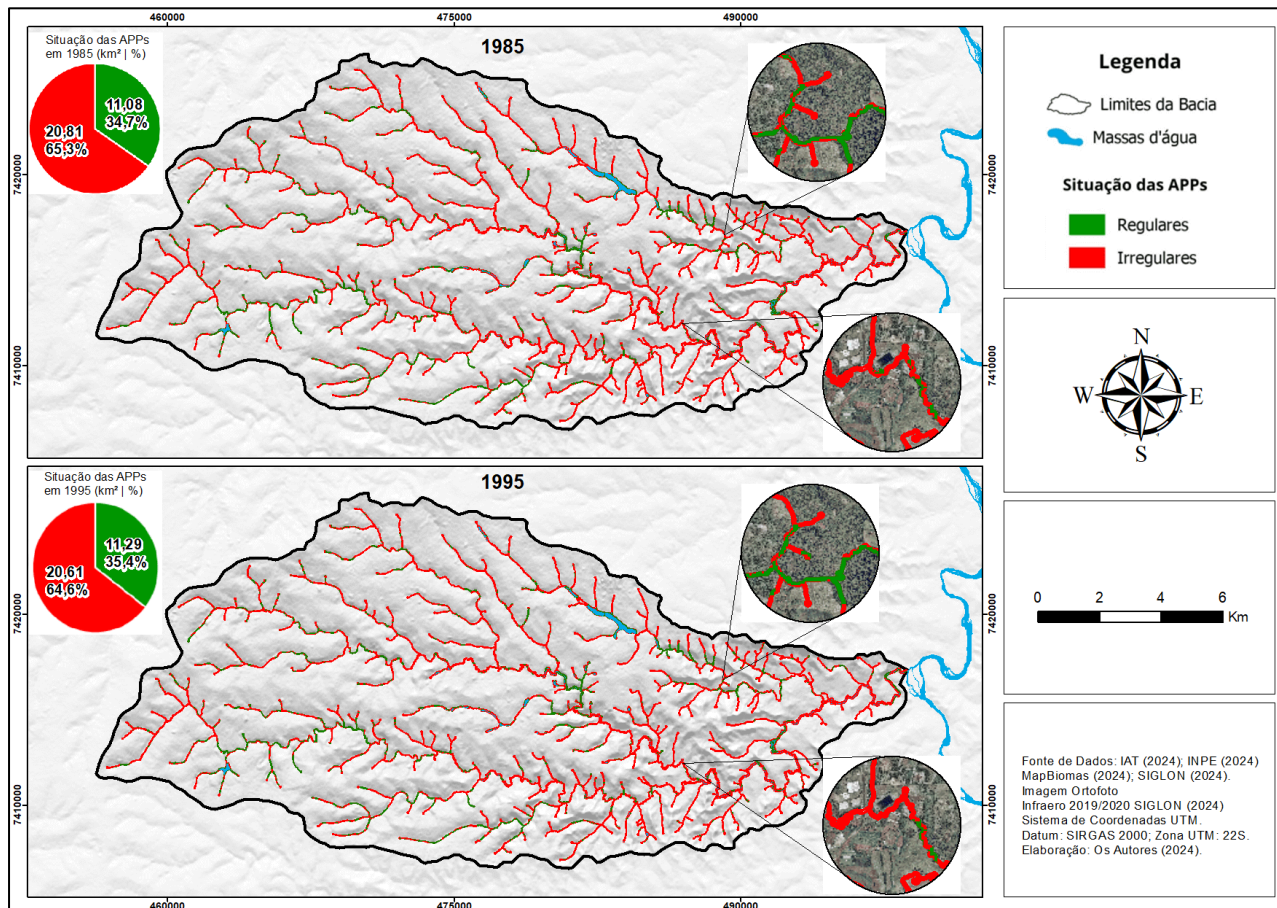


Figura 8. Conflitos de Uso do Solo em APPs na BHRTB em 1985 e 1995. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do IAT (2024); INPE (2024); MapBiomas (2024); SIGLON (2024).

Em 1995, apesar da significativa redução da área que ocorreu para a classe de Formação Florestal, houve um ligeiro aumento nas áreas regulares de APPs, que passaram a ocupar 35,4% (11,29 km²) da área total. No entanto, as áreas irregulares de APPs continuaram a ser expressivas, representando 64,6% (20,61 km²), que se manteve preocupante, como no período anterior, devido à problemática do predomínio de APPs irregulares nas nascentes e em trechos no alto curso, o que poderia afetar diretamente a qualidade e o volume das águas em toda a bacia. Essa mesma condição foi observada em vários trechos ao longo do Ribeirão Cafezal e do Ribeirão Três Bocas nos médios e baixos cursos da bacia, onde as margens dos rios apresentam largura superior a 10 m, resultando em APPs de maior extensão. Na sequência, a Figura 10 apresenta os dados referentes às APPs em 2005 e 2015.

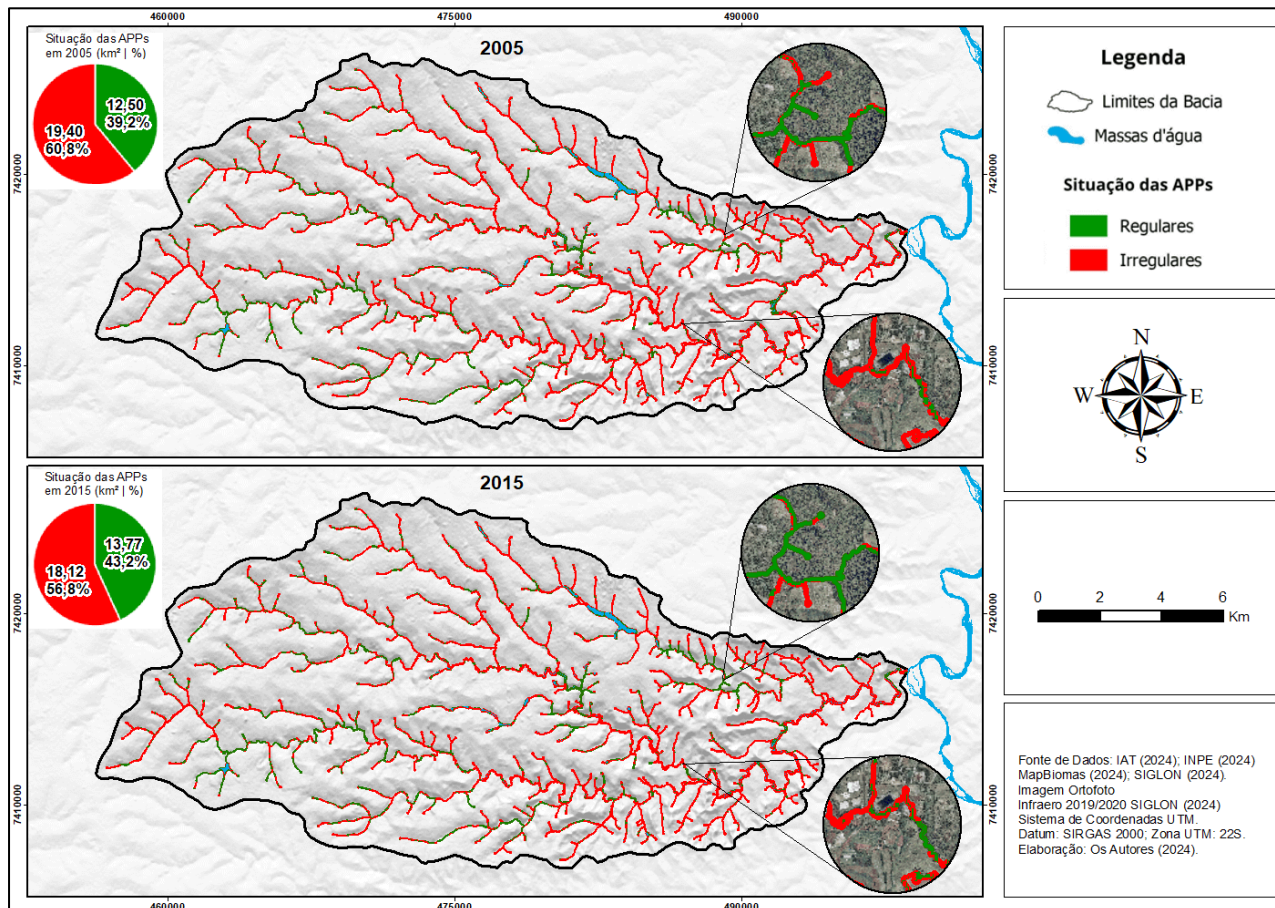


Figura 9. Conflitos de Uso do Solo em APPs na BHRTB em 2005 e 2015. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do IAT (2024); INPE (2024); MapBiomas (2024); SIGLON (2024).

Em relação aos dados para o ano de 2005, as áreas regulares de APPs apresentaram um crescimento mais expressivo do que observado no período anterior, vinculado ao aumento observado da classe de Formação Florestal no mesmo período. Nesse sentido, esse crescimento pode ser associado aos programas e projetos implementados pelo Governo do Estado do Paraná na época, especialmente com a distribuição de 90 milhões de mudas de espécies nativas que foram promovidas pelo Programa Estadual Mata Ciliar, iniciado no ano de 2003 (Peres; Ralisch; Ripol, 2009). Em 2005, as áreas regulares totalizavam 39,2% (12,50 km²) em contraste com os 60,8% (19,40 km²) de áreas irregulares. Esse avanço pode ser observado principalmente em trechos no alto curso da bacia e ao longo do Ribeirão Cambé, conforme destacado no mapa da Figura 9, que mostra a área do Parque Municipal Arthur Thomas, localizado na zona leste da cidade de Londrina.

No tocante aos dados para o ano de 2015, observou-se a mesma tendência de crescimento das áreas regulares de APPs, como indicativo das tentativas de reversão dos quadros de degradação ambiental. Deste modo, as áreas regulares de APPs passaram a ocupar 43,2% (13,77 km²), embora ainda insuficientes frente aos 56,8% (18,12 km²) das

áreas irregulares, que continuaram expressivas, especialmente nas APPs mais extensas dos médio e baixo cursos da bacia, tanto ao longo do percurso Ribeirão Três Bocas quanto próximo a confluência como o Ribeirão Cafezal, como destaque no mapa da Figura 9. Esses trechos, com margens superiores a 10 metros, são áreas que necessitam de maior intervenção para mitigar a situação de conflitos envolvendo a APPs.

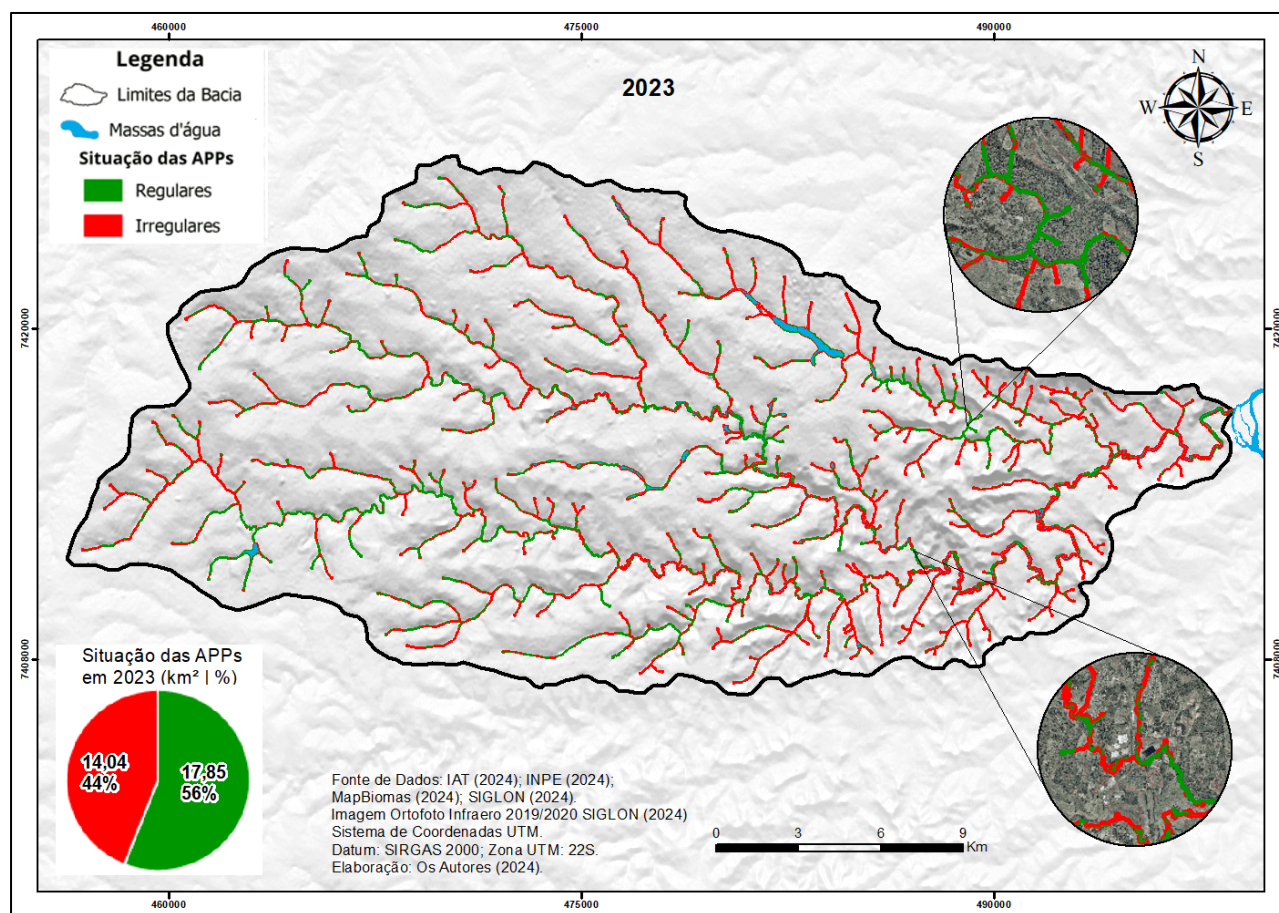


Figura 10. Conflitos de Uso do Solo em APPs na BHRTB em 2023. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do IAT (2024); INPE (2024); MapBiomias (2024); SIGLON (2024).

Por fim, em 2023, conforme os dados da Figura 10, observou-se o acréscimo mais significativo nas áreas regulares de APPs, que superaram as áreas de APPs irregulares. Assim sendo, as APPs regulares passaram a ocupar 56% (17,85 km²), enquanto as áreas irregulares, regrediram para 44% (14,04 km²). Essa evolução das áreas regulares, diretamente associada ao aumento da classe de Formação Florestal no mesmo período, foi mais perceptível no médio curso da bacia, principalmente ao longo do percurso do Ribeirão Cafezal e alguns trechos próximos à foz do Ribeirão Três Bocas, que dispõem de APPs de maior extensão. Apesar do avanço positivo nas áreas regulares, é fundamental manter e fortalecer iniciativas para assegurar a continuidade deste processo de reocupação e recuperação das APPs, promovendo uma fiscalização mais efetiva e ações de

conscientização da população sobre a importância das APPs, visando o cumprimento de suas diversas funções para a qualidade ambiental de toda a bacia.

Com o objetivo de avaliar a distribuição das classes de uso e ocupação do solo, o gráfico da Figura 11 destaca as três classes com maior área ocupada nas APPs ao longo do intervalo de análise. Como reflexo dos valores expressivos das áreas irregulares de APPs, a classe de Mosaico de Usos, que segundo o projeto MapBiomias (2024), representa áreas de uso agropecuário em que não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura, foi a mais predominante nas APPs até o ano de 2015, com percentuais de 49,7%, 46,9%, 50,2% e 45,4%. No entanto, em 2023, essa classe passou a ocupar a segunda posição com 32,4%, devido ao aumento de área mais significativo da classe de Formação Florestal e da ampliação das áreas regulares de APPs.

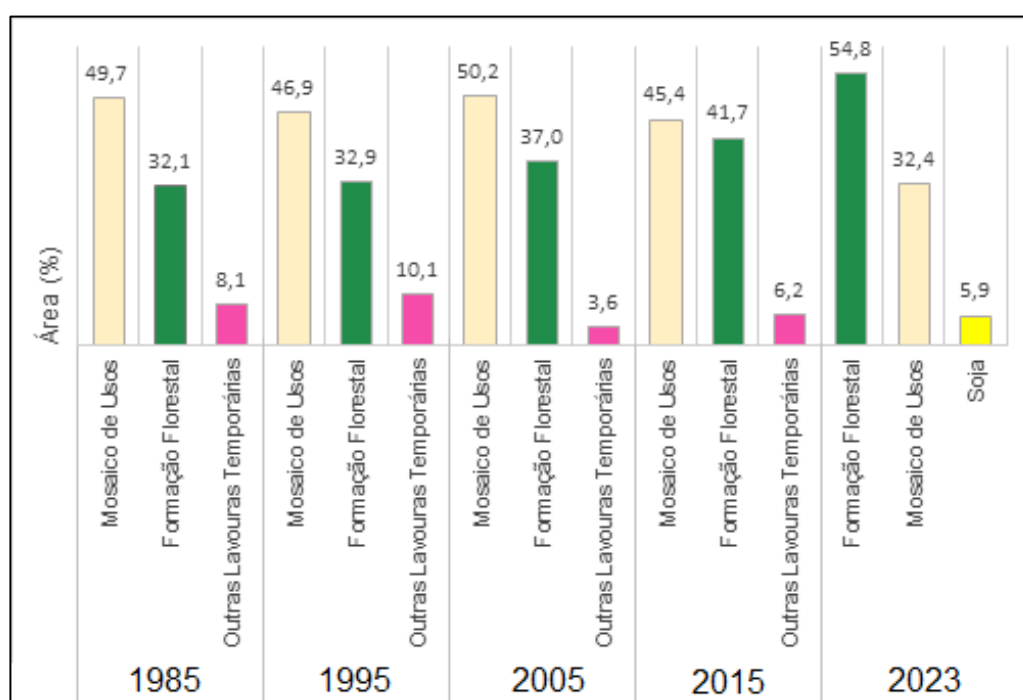


Figura 11. Classes de Uso do Solo nas APPs da BHRTB entre 1985 a 2023. **Fonte:** elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do MapBiomias (2024).

Nesse contexto, até o ano de 2015, a segunda classe mais expressiva foi a Formação Florestal, correspondendo à maior parcela das áreas regulares de APPs, com uma evolução contínua de 32,1%, 32,9%, 37%, 41,7% até atingir 54,8% em 2023, quando passou a ocupar a primeira posição entre as classes de uso e ocupação do solo nas APPs. Por outro lado, a terceira classe mais expressiva nas APPs foi a de Outras Lavouras Temporárias, também associada às áreas irregulares, apresentando percentuais de 8,1%, 10,1%, 3,6% e 6,2% entre 1985 a 2015, respectivamente. Por fim, como reflexo da expansão das lavouras de soja, essa classe aparece com mais destaque no último período analisado (2023), totalizando área

de 5,9% das APPs. Em síntese, o gráfico da Figura 12 ilustra a evolução das áreas de conflito em todo o período de análise em termos percentuais.

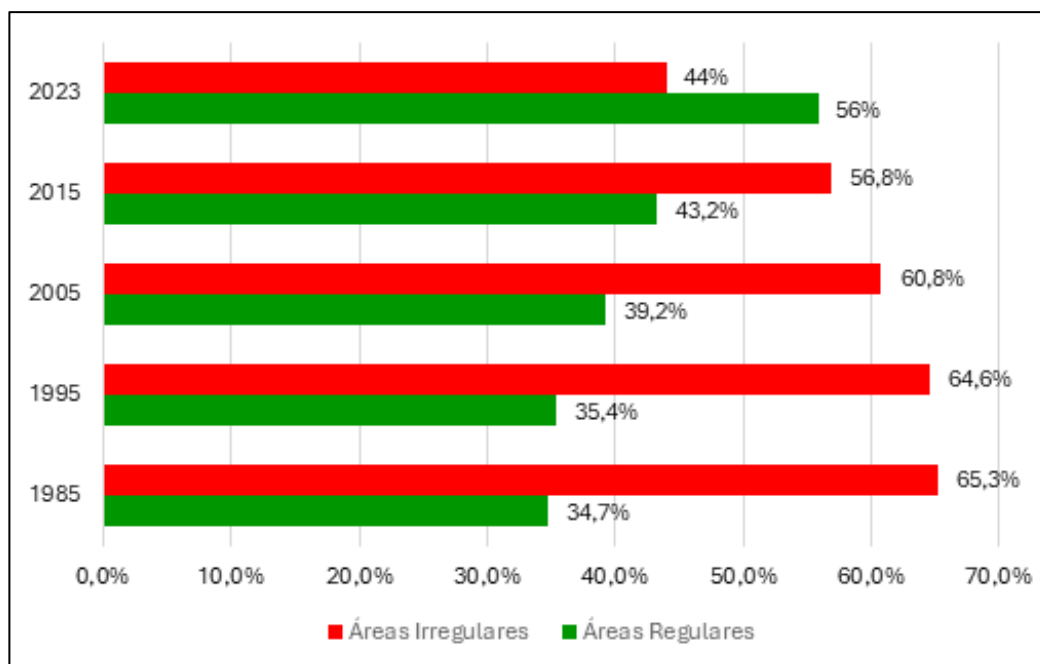


Figura 12. Evolução das Áreas de Conflito de Uso do Solo nas APPs da BHRTB entre 1985 a 2023.
Fonte: elaborado pelos autores (2024), com base nos dados do MapBiomias (2024).

De acordo com os dados da Figura 12, entre 1985 a 2023, observou-se uma redução das áreas irregulares e o aumento progressivo das áreas regulares das APPs ao longo dos anos, sobretudo em 2023. Nesse sentido, o total de áreas irregulares convertidas em regulares foi de 6,77 km², representando um ganho de 61,1%. Embora os resultados sejam positivos, ainda persistem conflitos de uso em 44% das APPs, especialmente em nascentes no alto curso e em vários outros trechos distribuídos pela bacia, que necessitam de maior atenção e intervenção para reverter quadros de degradação e promover melhorias na qualidade ambiental da BHRTB como um todo.

5. Considerações finais

Com base no desenvolvimento do presente trabalho, foi possível verificar diversas questões relacionadas as dinâmicas de evolução de uso e ocupação do solo na área de estudo, com ênfase na identificação das áreas regulares e irregulares de APPs da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas (BHRTB), apoiado nas informações disponibilizados pelo projeto MapBiomias. Neste sentido, a aplicação de técnicas de geoprocessamento e o uso do sensoriamento remoto, conforme a metodologia adotada, se mostraram muito pertinentes para a aquisição de dados e para fundamentar as discussões dos resultados.

As maiores transformações no uso e ocupação do solo na bacia estão concentradas na expansão do cultivo de soja, que apresentou um aumento superior a 471% entre 1985 e 2023, tornando-se a classe de maior predominância, com 43,79% (226,53 km²) da área total, seguida da classe de Mosaico de Usos com 17,05% (88,21 km²). Também foi registrado um aumento considerável na classe de Área Urbanizada, de 158% em todo o período analisado, ocupando o equivalente a 15,65% (80,96 km²) da área da bacia. Em contrapartida, as classes de Outras Lavouras Temporárias e Pastagem apresentaram os decréscimos mais significativos, com reduções de aproximadamente de 85% e 73%, respectivamente.

Até o ano de 2023, verificou-se um aumento de cerca de 17% na classe de Formação Florestal na bacia, que passou a ocupar 14,16% da área total (73,22 km²), consolidando-se como a quarta classe de maior predominância. Esse acréscimo teve um impacto positivo nas áreas regulares de APPs ao longo dos cursos hídricos, com um ganho de 6,77 km² (61,1%), totalizando 56% das APPs (17,85 km²). Embora essa recuperação seja significativa, ainda há uma quantidade expressiva de APPs irregulares, que correspondem a 44% da área total (14,04 km²). Nesse contexto, em 2023, os principais conflitos de uso do solo nas APPs da bacia estão relacionados à classe de Mosaico de Usos, seguida pelas áreas de cultivo de soja, que gradativamente substituíram a classe de Outras Lavouras Temporárias.

Com efeito, a identificação e o mapeamento das áreas de conflitos de uso nas APPs representam um importante ponto de partida na recuperação dessas áreas, fornecendo subsídios para atuação dos órgãos ambientais em sua proteção. Tais informações podem contribuir para a tomada de decisões de forma mais direcionada, possibilitando a elaboração de projetos de recuperação e reflorestamento mais adequados às especificidades de cada região, as quais não precisam estar necessariamente atreladas a punições, mas que podem ser implementadas por meio de incentivos, especialmente em um contexto de conciliação de conflitos gerados entre interesses particulares com a necessidade de preservação da natureza.

Dessa maneira, as contribuições da presente pesquisa podem ir além do diagnóstico realizado, repercutindo em ações de fiscalização e de monitoramento constante do uso do solo das APPs, fundamentais para coibir atividades ilegais e/ou degradadoras ao meio ambiente, garantindo que as mesmas cumpram suas funções ambientais, contribuindo para a manutenção do volume de água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas e para a preservação da biodiversidade local.

Sendo assim, a partir de estudos de uma abordagem de caráter quantitativo, porém que acarretam em uma gama de discussões qualitativas, é possível melhor conhecer e assimilar as dinâmicas que envolvem o espaço geográfico, sobretudo no contexto do modo de produção capitalista e suas contradições nessa lógica exploratória da natureza. Em vista

disso, estudos na mesma temática do presente trabalho, são de grande importância no direcionamento dos locais que necessitam de maior intervenção, no entendimento dos diversos benefícios proporcionados na implementação de programas de recuperação da vegetação ciliar, na promoção de medidas de conscientização e no incentivo de uso mais sustentável dos elementos naturais.

Referências

AEN. Agência Estadual de Notícias. **Mata ciliar aumenta 12% no Paraná com proteção de nascentes e plantio de mudas.** Curitiba: 2024. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Mata-ciliar-aumenta-12-no-Parana-com-protacao-de-nascentes-e-plantio-de-mudas>.

ALARCON, G. G.; BELTRAME, Â. V.; KARAM, K. F. CONFLITOS DE INTERESSE ENTRE PEQUENOS PRODUTORES RURAIS E A CONSERVAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA MATA ATLÂNTICA. **Floresta**, [S. l.], v. 40, n. 2, 2010. DOI: 10.5380/ufpr.v40i2.17825. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/17825>.

BESSER, M. L.; BRUMATTI, M.; SPISILA, A. L. **Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Paraná.** Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Curitiba: SBG-CPRM, 2021. Escala 1:600.000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22492>.

BITTENCOURT, G. F. M.; CASTIGLIONE, L. H. G.; STRAUCH, J. C. M. Conflito do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente na cidade de Niterói, RJ. **Geo UERJ**, [S. l.], n. 33, p. e30695, 2018. DOI: 10.12957/geouerj.2018.30695. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/30695>.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P. Áreas protegidas no interior de propriedades rurais – a questão das APP e RL. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, p. 210-222, 2011. DOI: 10.4322/floram.2011.040. Disponível em: <https://www.floram.org/doi/10.4322/floram.2011.040>.

BRASIL. **DECRETO Nº 23.793, DE 23 DE JANEIRO DE 1934.** Aprova o código florestal que com este baixa. Brasília: Presidência da República, 1934. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793impressao.htm.

BRASIL. **LEI Nº 4.471, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965.** Institui o novo Código Florestal. Brasília: Presidência da República, 1965. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771impressao.htm.

BRASIL. **LEI Nº 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: Presidência da República, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm#art83.

CUNHA, J. E. de B. L.; RUFINO, I. A. A.; SILVA, B. B.; CHAVES, I. de B. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 539-548, 2012. DOI: 10.1590/S1415-43662012000500010. Disponível em: <https://www.scielo.br/rbeaa/a/8SKG3CMB7fgBmbzmKCBCZLg/>.

SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO 2023:** Análise dos Resultados Preliminares 19 de junho de 2024. Curitiba: 2024. Disponível em:

https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2024-06/vbp_2023_analise_preliminar.pdf.

GAEDKE, P. S.; LOHMANN, M.; GALVÃO, R. P.; FERREIRA, W. H. K. SISTEMA DE MONITORAMENTO APLICADO AO USO DO SOLO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) NA BACIA DO RIO PIRAPÓ-PR., [S.l.], n. 17, dez. 2020. ISSN 2317-8825. Disponível em: <http://www.revistacontinentes.com.br/index.php/continentes/article/view/298>.

GALAFASSI, L. B.; BEBBER, R. A.; SHIKIDA, P. F. A. Uma análise da distribuição espacial da produção de cana-de-açúcar no Paraná (1975-2018). *Revista Teoria e Evidência Econômica*, [S. l.], v. 26, n. 55, p. 272-296, 2021. DOI: 10.5335/rtee.v26i55.12137. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rtee/article/view/12137>.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

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

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

FONSECA, S. R. Repercussões territoriais do monocultivo da cana de açúcar no estado do Paraná. **Geofronter**, v. 4, n. 5, 2019. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/3978>.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Conhecendo o Bioma Mata Atlântica no Paraná**. Curitiba: 2018. Disponível em: <https://www.conexaoambiental.pr.gov.br/Pagina/Revista-Atlantica-Conhecendo-o-Bioma-Mata-Atlantica-no-Parana>.

IAT. Instituto Água e Terra. **Dados e Informações Geoespaciais Temáticos**. Curitiba, 2024. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dados-e-Informacoes-Geoespaciais-Tematicos>.

IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Caderno de estudo: bioma Amazônia e o desmatamento**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <https://www.fundoamazonia.gov.br/pt/gallerys/documentos/acervo-projetos-cartilhas-outros/IBAM-Bioma-Amazonia-Desmatamento-caderno-estudo.pdf>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal**. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TOPODATA**. São José dos Campos, 2024. Disponível em: <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1Yle0c2VU4waXo-Kzn0RBONZG9NgSYas&ll=-16.947190217121886%2C-48.361348271369934&z=4>.

LOHMANN, M.; GALVÃO, R. P.; GAEDKE, P. S.; FERREIRA, W. H. K.; MAGANHOTTO, R. F. Análise e mapeamento das áreas de conflito de uso do solo da zona de amortecimento do Parque Estadual Mata dos Godoy, norte do estado do Paraná. In: LADWIG, N.I.; CAMPOS, J.B. (Org.) **Planejamento e Gestão Territorial: áreas protegidas**. Criciúma: UNESC, 2021, p. 147 – 166. DOI: 10.18616/planar03. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/9021>.

MAPBIOMAS. **COLEÇÕES MAPBIOMAS**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

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

MOREIRA, R. A GEOGRAFIA E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: o modo de ver e pensar a relação ambiental na Geografia. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 11, n. 1, 2011. DOI: 10.5216/er.v11i1.13668. Disponível em: <https://periodicos.ufcat.edu.br/index.php/espaco/article/view/13668>.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, Instituto Agrônomo do Paraná, 2019. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf>.

NÓBREGA, M. T. de; SERRA, E. Noroeste do Paraná: a dinâmica da paisagem rural nas zonas de contato arenito-basalto. **Terr@ Plural**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 197–214, 2010. DOI: 10.5212/TerraPlural.v.3i2.197214. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/1202>.

OLIVEIRA, D. P. de. **Avaliação da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica Ribeirão Vermelho (PR) e identificação de conflito de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente**. 2023. 88 fl. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023. Disponível em: <https://repositorio.uel.br/items/967067a8-feb2-4e94-8e80-0d47321009a2>.

PERES, M. C. A. P.; RALISCH, R.; RIPOL, C. V. Avaliação do programa estadual “Mata Ciliar” no município de Pitangueiras, Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 30, n. 3, p. 563–574, 2009. DOI: 10.5433/1679-0359.2009v30n3p563. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/3553>.

PIACENZA, L. B.; SANTOS, M. M.; MOREIRA, F. H. Z.; PRATES, K. V. M. OLIVEIRA, E. F.; SILVA, T. H. PRECIPITAÇÃO E EFEITOS SOBRE AS ESTRUTURAS LIMNOLÓGICA E MICROBIOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CAFEZAL-PR. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 25., 2023. **Anais** [...]. Sergipe: ABRHidro, 2023. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=15909>.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, ed. 5, 2018. ISBN: 978-85-7035-817-2. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>.

SIGLON. Sistema de Informação Geográfica de Londrina. **Downloads**. Londrina, 2024. Disponível em: <https://www.londrina.pr.gov.br/downloads-siglon>.

SILVA, J. A. A.; NOBRE, A. D.; MANZATTO, C. V.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R.; SKORUPA, L. A.; NOBRE, C. A.; AHRENS, S.; MAY, P. H.; SÁ, T. D. A.; CUNHA, M. C.; RECH FILHO, E. L. **O Código Florestal e a Ciência**: contribuições para o diálogo. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC, 2011. ISBN: 978-85-86957-16-1. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-547.pdf>.

SPAROVEK, G.; BARRETO, A.; KLUG I.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do código florestal brasileiro. **Novos Estudos – CEBRAP**, n. 89, p. 111-135, 2011. DOI: 10.1590/S0101-33002011000100007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/nec/a/QSskmQH9b4cfSYkJrwCWKbb/?lang=pt>.