



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

Recredenciada pela Portaria – MEC n.º 747, de 10/09/2020 – D.O.U. 11/09/2020

Mantenedora: UNIPAR – SOCIEDADE EMPRESARIAL LTDA.

Coordenação de Pós-Graduação *Stricto Sensu* e Pesquisa

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura

Douglas Martos

**A influência das ações antrópicas na preservação ambiental: recorte temporal da bacia
do rio Xambê**

**Umuarama
2025**

Douglas Martos

**A influência das ações antrópicas na preservação ambiental: recorte temporal da bacia
do rio Xambrê**

Dissertação apresentada como parte das exigências para a obtenção do grau de mestre em Biotecnologia Aplicada à Agricultura pela Universidade Paranaense - UNIPAR.

Orientador(a): Dra. Zilda Cristiani Gazim

Umuarama
2025

Ficha Catalográfica

M387i Martos, Douglas.

A influência das ações antrópicas na preservação ambiental:
recorte temporal da bacia do rio Xambê / Douglas Martos. –
Umuarama : Universidade Paranaense - UNIPAR, 2025.

66 f.

Orientadora: Dr^a. Zilda Cristiani Gazim.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Paranaense - UNIPAR.

1. Recursos hídricos. 2. Preservação. 3. Biodiversidade. 4.
Bacia hidrografia. I. Universidade Paranaense - UNIPAR. II.
Título.

(21 ed.) CDD: 577.64

Bibliotecária Responsável Regiane Luiza Campaneli CRB 9/2194

**A influência das ações antrópicas na preservação ambiental: recorte temporal da bacia
do rio Xambrê**

Dissertação aprovada como requisito obrigatório para obtenção do Grau de Mestre no
Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura da Universidade
Paranaense – UNIPAR, pela seguinte banca examinadora:

Dr João Paulo Francisco
Universidade Estadual de Maringá UEM

Dra. Maria Graciela Iecher Faria Nunes
Universidade Paranaense- UNIPAR

Dr Gilberto Alves Ferreira
Colégio Agrícola Estadual de Umuarama

Dr Thiago Alberto Ortiz
Universidade Paranaense- UNIPAR

PROF. Dra. Zilda Cristiani Gazim

Universidade Paranaense – UNIPAR
Umuarama, 14 de fevereiro de 2025

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação.

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por me proporcionar saúde e discernimento para continuar nessa caminhada e a minha orientadora, Dra. Zilda Cristiani Gazim, pela paciência, orientação incansável, e por compartilhar seu vasto conhecimento comigo ao longo deste caminho. Sua dedicação e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família e à minha namorada, pelo suporte emocional e prático, pela paciência, pela crença em minha capacidade e o apoio. Vocês foram meu alicerce em momentos difíceis e minha inspiração para continuar.

Aos meus colegas e amigos do programa de mestrado, que tornaram esta jornada mais leve com suas trocas de experiências, ideias, e palavras de incentivo, meu muito obrigado. Cada momento compartilhado com vocês foi enriquecedor.

Aos professores do programa, que contribuíram com suas aulas e orientações, ampliando meu entendimento sobre o tema e despertando em mim a curiosidade para ir além do esperado.

A todos os amigos que, direta ou indiretamente, estiveram ao meu lado, meu mais sincero agradecimento por cada palavra de incentivo e por compreenderem minha ausência em tantos momentos importantes.

Por fim, agradeço à Unipar por oferecer as condições necessárias para a realização deste trabalho, bem como a todas as entidades e pessoas que colaboraram com informações, recursos, ou apoio técnico.

Este trabalho é fruto de um esforço coletivo e dedicado a todos que acreditaram em mim. Muito Obrigado!

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	8
INTRODUÇÃO	9
METODOLOGIA	10
DESENVOLVIMENTO	11
1 Diversidade da vegetação arbustiva-arbórea e florística	11
2 Vegetação Ciliar	12
3 Relevância ecológica e socioeconômica	13
4 Preservação das nascentes	14
5 Área de proteção ambiental (APA)	14
6 Área de Proteção Permanente (APP)	15
7 Relação entre desmatamentos e diminuição da vazão das nascentes	17
8 Escassez hídrica e ambiental	18
9 Efluentes domésticos e agrícolas na qualidade da água	18
10 Influência do uso de agroquímicos na qualidade da água nos rios	21
11 Benefícios da recuperação das matas ciliares	22
12 Métodos de conservação e recuperação - técnicas de reflorestamento	23
13 Programa Produtor de Águas	24
14 Regulamentação Ambiental de 2012	26
CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	31
CAPÍTULO II	41
INTRODUÇÃO	42
METODOLOGIA	43
RESULTADOS	44
1 Georreferenciamento da bacia hidrográfica do rio Xambrê	44
2 Localização das nascente, córregos e rios	45
3 Composição da área da bacia do rio Xambrê	46
DISCUSSÃO	61
CONCLUSÕES	64
AGRADECIMENTOS	65
REFERÊNCIAS	66
ANEXOS	68

Douglas Martos

A influência das ações antrópicas na preservação ambiental: recorte temporal da bacia do rio
Xambrê

RESUMO: Esta dissertação está organizada em dois capítulos. No Capítulo I, apresenta-se uma revisão detalhada da literatura dos últimos 25 anos e também dos últimos 60 anos analisando a legislação brasileira, tendo em vista a sua relevância para o assunto e como foco as questões ambientais que afetam o ecossistema de forma abrangente. Primeiramente, discute a relevância das matas ciliares, ressaltando seu papel crucial na preservação dos corpos d'água, especialmente nas nascentes. As matas ciliares, também conhecidas como vegetação nativa, atuam na proteção contra erosão, estabilização de margens e filtragem de sedimentos, contribuindo para a manutenção da quantidade, qualidade da água e a estabilidade do solo. Além disso, o capítulo explora os impactos negativos decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais, destacando como essas práticas afetam a biodiversidade e a saúde dos ecossistemas. São analisadas as consequências da degradação ambiental para a sociedade, apontando como a falta de políticas de conservação eficazes e a carência de conscientização ambiental intensificam os problemas ecológicos. Assim, a revisão buscou contextualizar a importância da conservação das matas ciliares como medida essencial para a proteção ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais, desta forma foi possível compreender os impactos causados pela degradação dessas áreas, a importância da preservação e o cuidado destacando estratégias eficazes para sua recuperação e preservação. No Capítulo II, analisou-se a ocupação e cobertura do solo e a formação florestal da bacia do Rio Xambrê, localizada nos municípios de Umuarama, Xambrê, Perobal, Cafezal do Sul, Pérola, Iporã, Altônia e Francisco Alves, localizados no Estado do Paraná, com um total de 131.553,21 ha, no período que correspondeu de 1985, 1994, 2004, 2014 e 2023 com uma imagem anual. Realizou-se uma avaliação da área de estudo por meio de análises georreferenciadas e de dados obtidos através das imagens obtidas através da plataforma de mapas e dados Mapbiomas. A pesquisa utilizou dados quantitativos para avaliar a composição da mata ciliar, a dinâmica econômica e as mudanças na ocupação e cobertura do solo, com ênfase no impacto dessas atividades sobre a vegetação da região e recursos hídricos. Os resultados revelam que a ocupação e cobertura vegetal do solo ao longo do período de 1985, 1994, 2004, 2023 variou, tendo mudanças como as áreas destinadas a ocupações e coberturas agrícolas em 19.838,84 ha (1985); 24.159,01 ha (1994); 33.123,94 ha (2004); 48.747,91 ha (2014) e 57.949,94 ha (2023). A formação florestal também variou no período analisado 6.076,7 ha (1985); 5.547,54 ha (1994); 6.129,9 ha (2004); 8.226,51 ha (2014) e 9.135,76 ha (2023). Também pode ser observado uma diminuição das áreas que compõem os rios e lagos sendo 88,24 ha (1985); 72,66 ha (1994); 17,06 ha (2004); 19,68 ha (2014) e 48,06 ha (2023). A relação entre as atividades antrópicas e a degradação ambiental é alarmante, uma vez que as áreas de mata ciliar desempenham um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas e na conservação da biodiversidade. O estudo reforça a necessidade urgente de práticas sustentáveis de uso da terra e de um esforço coletivo para garantir a preservação dos recursos naturais, principalmente hídricos e a sustentabilidade ecológica da bacia do Rio Xambrê.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Preservação, Biodiversidade, Bacia hidrografia.

Douglas Martos

The influence of human actions on environmental preservation: a time frame of the Xambrê river basin

ABSTRACT: This dissertation is organized into two chapters. Chapter I presents a detailed review of the literature from the last 25 years and also from the last 60 years, analyzing Brazilian legislation, considering its relevance to the subject and focusing on environmental issues that affect the ecosystem in a comprehensive manner. First, it discusses the relevance of riparian forests, highlighting their crucial role in the preservation of water bodies, especially in springs. Riparian forests, also known as native vegetation, act as protection against erosion, stabilization of banks and filtration of sediments, contributing to the maintenance of water quantity, quality and soil stability. In addition, the chapter explores the negative impacts resulting from the inappropriate use of natural resources, highlighting how these practices affect biodiversity and the health of ecosystems. The consequences of environmental degradation for society are analyzed, pointing out how the lack of effective conservation policies and the lack of environmental awareness intensify ecological problems. Thus, the review sought to contextualize the importance of the conservation of riparian forests as an essential measure for environmental protection and the sustainable use of natural resources, thus making it possible to understand the impacts caused by the degradation of these areas, the importance of preservation and care, highlighting effective strategies for their recovery and preservation. In Chapter II, the occupation and land cover and forest formation of the Xambrê River basin were analyzed, located in the municipalities of Umuarama, Xambrê, Perobal, Cafezal do Sul, Pérola, Iporã, Altônia and Francisco Alves, located in the State of Paraná, with a total of 131,553.21 ha in the period corresponding to 1985, 1994, 2004, 2014 and 2023 with an annual image. An evaluation of the study area was carried out through georeferenced analyses and data obtained through images obtained through the Mapbiomas map and data platform. The research used quantitative data to evaluate the composition of riparian forests, economic dynamics, and changes in land occupation and cover, with an emphasis on the impact of these activities on the region's vegetation and water resources. The results reveal that land occupation and plant cover varied over the period 1985, 1994, 2004, and 2023, with changes such as areas designated for agricultural occupation and cover in 19,838.84 ha (1985); 24,159.01 ha (1994); 33,123.94 ha (2004); 48,747.91 ha (2014), and 57,949.94 ha (2023). Forest formation also varied in the period analyzed: 6,076.7 ha (1985); 5,547.54 ha (1994); 6,129.9 ha (2004); 8,226.51 ha (2014); and 9,135.76 ha (2023). A decrease in the areas that make up rivers and lakes can also be observed, being 88.24 ha (1985); 72.66 ha (1994); 17.06 ha (2004); 19.68 ha (2014); and 48.06 ha (2023). The relationship between human activities and environmental degradation is alarming, since riparian forest areas play a fundamental role in maintaining ecosystems and conserving biodiversity. The study reinforces the urgent need for sustainable land use practices and a collective effort to ensure the preservation of natural resources, especially water, and the ecological sustainability of the Xambrê River basin.

Keywords: Water Resources, Preservation, Biodiversity, River basin.

CAPÍTULO I

Importância da conservação das matas ciliares na preservação das nascentes

RESUMO: As matas ciliares compreendem a vegetação que se localiza em áreas situadas nas proximidades de cursos d'água, e funcionam como uma barreira protetora evitando a contaminação natural e/ou antrópica pelo uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas e outros produtos usados tanto para a pecuária quanto a agricultura e também ajuda no processo de proteção do solo e corpos d'água de erosões e assoreamentos. O lançamento de efluentes domésticos e agrícolas associados ao uso inadequado do solo em torno das matas ciliares podem causar alterações químicas e ecológicas no sistema aquático e terrestre, conduzindo ao desequilíbrio da fauna e flora dos ecossistemas que compõem essa determinada região, resultando em prejuízos econômicos e sociais à região, que vão desde a diminuição ou a inviabilização da água como para a pesca, para uso de irrigação, até o aumento do custo de aquisição e tratamento da água para consumo ou a impossibilidade do uso para os mesmos. Neste sentido o objetivo desta pesquisa consistiu em realizar um levantamento bibliográfico sobre a conservação das matas ciliares e sua importância na preservação das nascentes. A metodologia adotada consistiu em realizar um levantamento bibliográfico sobre a conservação, regeneração das matas ciliares e a importância da preservação das nascentes. Para tal, foi utilizado o site e banco de dados do *Google Acadêmico OnLine*, que serviu como plataforma inicial para a identificação e direcionamento de trabalhos relevantes em bases nacionais e internacionais, bem como em editoras de referência. A seleção foi conduzida utilizando unitermos estratégicos, como “mata ciliar”, “legislação ambiental”, “preservação de nascentes”, “área de preservação ambiental”, além de termos em inglês, como “environment”, “fauna and flora” e “water scarcity”, permitindo um escopo mais amplo e multidimensional da pesquisa. Foram selecionados os trabalhos dos últimos 25 anos, analisando a sua relevância e importância para o contexto e relacionados com a temática envolvida e a legislação brasileira dos últimos 60 anos. As informações descritas neste manuscrito constam dos tópicos pesquisados indicando a importância das áreas de preservação ambiental, área de proteção permanente, preservação das nascentes, vegetação ciliar, diversidade da vegetação arbustiva, arbórea e florística. Também foi abordado sobre a influência dos efluentes domésticos e agrícolas na qualidade da água. Através do levantamento pode se determinar a importância e a legalidade da conservação e a proteção da mata ciliar e as áreas que a circundam tendo em vista os inúmeros fatores que são influenciados por um uso incorreto e/ou inadequado.

Palavras-chave: Áreas de proteção ambiental; Preservação permanente; Efluentes; Reflorestamento.

INTRODUÇÃO

A preservação das matas ciliares e nascentes nas bacias hidrográficas desempenha um papel essencial para o equilíbrio ambiental e a sustentabilidade dos recursos hídricos (De Souza; Gonzalez, 2023). As matas ciliares, áreas de preservação permanente, atuam na proteção do solo contra processos erosivos, evitando o assoreamento dos corpos d'água e mantendo a qualidade da água por meio da filtração de poluentes e sedimentos. Essa função de contenção é crucial para o ciclo hídrico e para a conservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres ao redor das bacias (Parente; Maia, 2011).

Dado esse contexto, o Estado implementa políticas públicas voltadas à criação e preservação dessas áreas, visando garantir a sustentabilidade dos recursos para inúmeras espécies e populações humanas que dependem desses recursos para atividades como a agricultura, abastecimento de água, e outros usos econômicos (Da-Silva, 2020).

As matas ciliares também desempenham um papel importante no microclima local, regulando a temperatura e contribuindo para a manutenção da umidade do ar e do solo (Silva; Jardim, 2017). Essa regulação é particularmente relevante em regiões vulneráveis às microclimáticas, onde as alterações nos padrões de precipitação e aumento das temperaturas podem intensificar a degradação ambiental e a escassez hídrica (Cassettari; Queiroz, 2021). Estudos apontam que áreas com cobertura florestal preservada têm maior resiliência frente a extremos climáticos, promovendo maior estabilidade hídrica nas bacias hidrográficas (Cassettari; Queiroz, 2021; Silva; Jardim, 2017; Nobre *et al.*, 2016).

Outro aspecto relevante é a biodiversidade associada às matas ciliares. Essas áreas servem como corredores ecológicos, conectando fragmentos de habitats e permitindo o fluxo gênico entre populações de espécies terrestres e aquáticas (De Souza; Gonzalez, 2023). A conservação dessas faixas de vegetação é, portanto, fundamental não apenas para a proteção da fauna e flora locais, mas também para a manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais. (Zequi; Orsi; Shibatta, 2021)

As políticas públicas para a recuperação e proteção das matas ciliares incluem a implementação de programas de reflorestamento e incentivos econômicos para proprietários rurais que adotam práticas sustentáveis (Vidal *et al.*, 2020). Em algumas regiões do Brasil, iniciativas como o Programa Produtor de Água têm obtido sucesso ao aliar incentivos

financeiros à recuperação de áreas degradadas, promovendo um ciclo de preservação ambiental e benefícios sociais e econômicos (Agência Nacional De Águas e Saneamento Básico - ANA, 2021).

Além disso, é necessário reforçar a integração entre a pesquisa científica e as políticas públicas, garantindo que as decisões sejam fundamentadas em dados atualizados e baseadas em evidências. Tecnologias emergentes, como a inteligência artificial e o sensoriamento remoto, têm sido empregadas para monitorar a cobertura vegetal e a qualidade da água, permitindo intervenções mais rápidas e precisas (Wunder *et al.*, 2024).

Portanto, a preservação das matas ciliares transcende o âmbito local, assumindo um papel estratégico no enfrentamento dos desafios ambientais globais, pois a degradação dessas áreas compromete não apenas os serviços ecossistêmicos fundamentais, mas também a segurança hídrica, energética e alimentar de futuras gerações (Melo; Johnsson, 2017).

Com base nessas considerações, esta pesquisa teve como objetivo realizar levantamento bibliográfico da literatura científica sobre a conservação das matas ciliares, analisando sua importância na preservação das nascentes, sua eficiência na retenção de sedimentos e na melhoria das propriedades químicas dos solos. Além disso, buscou-se discutir o papel fundamental dessa vegetação na manutenção dos recursos hídricos e na proteção do solo como um agente vital para o equilíbrio ambiental e socioeconômico.

METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa de revisão bibliográfica, de caráter descritivo e abordagem qualitativa, com o objetivo de analisar e compreender a produção científica já existente sobre o tema. Para isso, adotou-se uma leitura atenta, interpretativa e sistemática das publicações previamente desenvolvidas, garantindo uma abordagem aprofundada e contextualizada.

A construção do *corpus* de análise baseou-se em buscas realizadas no site e banco de dados do *Google Acadêmico OnLine*, que serviu como plataforma inicial para a identificação e direcionamento de trabalhos relevantes em bases nacionais e internacionais, bem como em editoras de referência. A seleção foi conduzida utilizando unitermos estratégicos, como “mata ciliar”, “legislação ambiental”, “preservação de nascentes”, “área de preservação ambiental”, além de termos em inglês, como “environment”, “fauna and flora” e “water scarcity”, permitindo um escopo mais amplo e multidimensional da pesquisa.

Para garantir a qualidade e relevância das informações analisadas, foi realizado um filtro criterioso, priorizando artigos científicos e livros que apresentassem um embasamento sólido e significativo para a temática em questão. Além disso, foi adotado um recorte temporal, considerando produções acadêmicas dos últimos 25 anos, de modo a abarcar pesquisas atuais e alinhadas com as discussões contemporâneas. No que se refere à legislação, foram analisadas normativas e marcos regulatórios dos últimos 60 anos, permitindo uma visão histórica e evolutiva das políticas ambientais no Brasil.

Dessa forma, a pesquisa buscou estabelecer um panorama abrangente e fundamentado sobre a importância da conservação das matas ciliares, correlacionando as publicações científicas com as diretrizes legais, e evidenciando as principais contribuições, desafios e avanços no campo da preservação ambiental.

DESENVOLVIMENTO

1 Diversidade da vegetação arbustiva-arbórea e florística

Analisando a biodiversidade do Brasil, mais da metade das espécies de plantas com sementes são endêmicas, ou seja, só existem em solo Brasileiro ou são de origem brasileira e desempenham papel fundamental (Peixoto; Luz; Brito, 2016). A biodiversidade brasileira é extremamente rica e abundante devido a extensão territorial de 8.510.417,771 km² (IBGE, 2022) e seu clima favorável para desenvolvimento de diversas espécies (Piratelli, 2013). A Mata Atlântica como referência de bioma da área de estudo tem um grande papel na biodiversidade ocupando cerca de 13% do território brasileiro (IBGE, 2024) tendo uma biota neotropical e uma riqueza natural significativa e importante para o país (Morrone, 2014) e apresenta relevância de caráter macrorregional devido a sua grande biodiversidade (Olson *et al.*, 2001; Dinerstein *et al.*, 2017).

Apesar da mata atlântica ter passado por um processo de desmatamento e destruição que já retirou cerca de 71,6% de sua cobertura vegetal original e vegetação nativa (Senado Federal, 2024), é o bioma brasileiro mais rico em angiospermas, abrigando cerca de 15.001 espécies (BFG, 2015). A Mata Atlântica Também apresenta aproximadamente 20 mil espécies

de plantas, cerca de 2,7% do total de espécies no mundo, com 8 mil delas sendo endêmicas; 530 espécies de mamíferos; 1.800 espécies de aves; 680 espécies de répteis; 800 espécies de anfíbios; e 3 mil espécies de peixes que corresponde a 2,1% do total mundial. Há também uma riqueza ainda não mensurada de invertebrados (Myers *et al.*, 2000; Drummond, 2008; Campanili; Schaffer, 2010; Cardoso, 2016) e também abriga cerca de 2,7% das espécies de plantas do mundo (Myers *et al.*, 2000).

2 Vegetação Ciliar

A vegetação ciliar é definida como aquela vegetação característica das margens ou das áreas adjacentes aos corpos d'água, tais como rios, lagos, represas, córregos e várzeas (de LIMA *et al.*, 2016).

As matas ciliares têm como funções principais: (1) proteção das terras que margeiam os corpos d'água ou ribeirinhas contra a erosão, dando a devida resistência oferecendo um emaranhado de raízes com suporte de solo; (2) proteção de mananciais, considerando a transpiração devido ao calor e perda de água; (3) anteparo aos detritos e demais objetos carregados pelas enxurradas, enchentes, deslizamentos entre outras ações naturais ou antrópicas, fazendo com que diminua os impactos sobre a vida aquática e os ecossistemas que a circundam, preservando também as atividades de navegação, de geração de energia, de irrigação e mantendo a qualidade da água para consumo humano e consumo animal; (4) abastecimento do lençol freático e de aquíferos, pela suavização e certa contenção do impacto da água da chuva e (5) auxílio à conservação da vida aquática, evitando alteração na tipografia submersa, propiciando algum controle da temperatura da água e fornecendo alimentos na forma de flores, frutos e insetos preservando o ecossistema. Finalmente, as matas ciliares exercem um importante papel também como corredores de fluxo gênico, vegetal e animal, tendo em vista a grande biodiversidade (Lacerda *et al.*, 2005).

A vegetação de mata ciliar no Paraná vem sofrendo imensamente pela ação antrópica, transformando-se em um mosaico de fragmentos florestais e em alguns lugares sobrando somente resquícios do que um dia foi uma floresta (Borghetti *et al.*, 2004), e isto leva a grandes preocupações ambientais, visto que essa tipologia e biodiversidade da mata ciliar desempenha importantes funções ecológicas como a proteção e manutenção dos recursos hídricos; auxílio na regulação do ciclo hidrológico; manutenção da qualidade da água e a filtragem (Tundisi;

Tundisi, 2010) e o fornecimento de abrigo, alimento e rotas de deslocamento para a fauna e habitat adequado para as espécies nativas (Mello *et al.*, 2014).

3 Relevância ecológica e socioeconômica

A interação entre a ecologia e as atividades socioeconômicas é fundamental para se discutir nos dias atuais, devido às necessidades de se manter um equilíbrio e uma sustentabilidade entre o meio natural e as atividades econômicas, tendo em vista os avanços da sociedade. Os ecossistemas com maior diversidade de espécies são os mais produtivos e fornecem serviços ecossistêmicos mais estáveis ao longo do tempo devido a grande variedade de espécies e ecossistemas (Souza, 2019) . Por outro lado, a perda de biodiversidade aumenta a vulnerabilidade e coloca em risco os ecossistemas, com impactos negativos significativos na agricultura e na saúde humana (Ayala, 2022).

Os serviços ecossistêmicos desempenham um papel essencial na economia global como aponta Oliveira; Horszcaruk, 2024 “Esses serviços incluem a produção de alimentos, a regulação do clima, a purificação da água, a proteção contra desastres naturais e o fornecimento de espaços naturais para recreação e lazer”. Por tanto a degradação desses serviços resulta em custos elevados para a sociedade, incluindo perdas na produção agrícola, aumento dos custos de saúde e danos à infraestrutura urbana (Ayala, 2022).

A transição para práticas de desenvolvimento sustentável é fundamental para equilibrar as demandas econômicas e ambientais. As inovações em tecnologias verdes, como energia renovável e agricultura sustentável, não apenas mitigam as mudanças climáticas, mas também impulsionam o crescimento econômico e criam empregos (Mendonça, 2019).

Por fim, a relação entre a sociedade e o meio ambiental é crucial para entender a relevância socioeconômica do meio natural, tendo em vista que as comunidades vulneráveis são as mais afetadas pela degradação ambiental, devido à menor capacidade de adaptação e resiliência sendo afetadas diretamente e por múltiplos fatores, principalmente aos relacionados à subsistência e à manutenção da vida (Calvimontes; Left, 2021). Portanto, políticas que promovam equidade social, como acesso a recursos naturais e inclusão na tomada de decisões consciente e que tenham em vista o equilíbrio entre meio ambiente e economia são indispensáveis para garantir a sustentabilidade de longo prazo e a manutenção da vida.

4 Preservação das nascentes

As nascentes são entendidas por afloramento do lençol freático que dão origem a uma fonte de água de acúmulo, ou cursos d'água que podem ser ribeirões, rios, riachos, etc. (Calheiros *et al.*, 2009). As nascentes desempenham papel fundamental na composição e na formação dos corpos d'água, pois é o ponto inicial (Santos e Santos, 2021).

Acompanhando o ciclo hidrológico a água percorre um longo caminho, a qual evaporando dos mares, oceanos, rios, lagos, solo e superfícies, animais, evapotranspiração e sublimação passa pelo continente e precipita na forma de chuva, neve, orvalho ou granizo onde parte é absorvida pela vegetação, parte escoada superficialmente, então parte evapora novamente para a atmosfera e outra parte infiltra-se para o subsolo chegando até os lençóis freáticos e/ou aquíferos, e por vez quando estes mesmos estando localizados em lugares que possuem pressões elevadas ou em menor pressão como falhas geológicas, a água emerge a superfície e dá origem às nascentes ou olhos d'água (Hornink, 2016).

A preservação destas áreas onde se localiza uma nascente é de extrema importância e vital, sendo intimamente relacionado à manutenção dos ecossistemas e as nascentes e o curso d'água desempenhando um papel fundamental de base, suporte de todo o ecossistema e indispensável para a manutenção da vida (Castro, 2001).

Entre os meios mais eficazes, destaca-se a criação de Áreas de Proteção Permanente (APPs) ao redor das nascentes definidas pelo Código Florestal Brasileiro, que devem ser preservadas, sem intervenções humanas destrutivas, como a agricultura e a pecuária, garantindo a preservação (Brasil, 2012).

Além disso, a revegetação com espécies nativas nas áreas de entorno das nascentes é essencial, pois a vegetação natural atua na filtragem da água, prevenindo o assoreamento e a erosão do solo, que comprometem a qualidade da água das nascentes (Guimarães; Mendonça, 2019). Outra estratégia fundamental para a preservação das nascentes é o manejo sustentável das águas e solos (Brasil, 2012).

5 Área de proteção ambiental (APA)

As APA's passaram por várias etapas no Brasil onde tem-se o marco histórico a Lei N° 4.771 de 15 de setembro de 1965 que foi instituído o código florestal brasileiro, assim pode-se citar o seguinte artigo da Lei: Art. 1° As florestas existentes no território nacional e as demais

formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, [...] (Brasil, 1965). Instituiu e reconheceu que as florestas são uma riqueza natural e devem ser protegidas e amparadas por lei e respeitadas por todos os habitantes.

Com a necessidade de criar um órgão com o caráter consultivo e deliberativo, em 2 de setembro de 1981 foi fundado o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Passados oito anos, em 22 de fevereiro de 1989 foi criado o Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) tendo como objetivo a garantia da qualidade ambiental e a sustentabilidade no uso dos recursos naturais.

Com a evolução dos sistemas industriais e o crescimento das preocupações ambientais, as áreas de preservação permanente frequentemente são desrespeitadas e negligenciadas. Para mitigar esse problema, resoluções são constantemente revisadas e adaptadas com base em novos estudos. Um exemplo é a Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006 (Brasil, 2006), que regulamenta a intervenção ou supressão de vegetação nessas áreas, buscando fortalecer a legislação, reduzir brechas e incentivar a preservação ambiental.

6 Área de Proteção Permanente (APP)

As Áreas de Preservação Permanente (APP) desempenham um papel fundamental e vital para a preservação e sustentabilidade dos recursos naturais tendo em vista a sua constituição margeando os corpos d'água e protegendo os ecossistemas que as circundam, contribuindo para a conservação de recursos hídricos, proteção da biodiversidade, além do controle de desastres naturais. As áreas de preservação permanente tiveram seu amparo legal com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), onde “Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; [...]” assim podemos citar o seguinte artigo da lei:

Art. 1º-A. Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

Parágrafo único. Tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável, esta Lei atenderá aos seguintes princípios:

I - afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos

recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem estar das gerações presentes e futuras;

II - reafirmação da importância da função estratégica da atividade agropecuária e do papel das florestas e demais formas de vegetação nativa na sustentabilidade, no crescimento econômico, na melhoria da qualidade de vida da população brasileira e na presença do País nos mercados nacional e internacional de alimentos e bioenergia;

Analisando o presente artigo pode-se observar a importância das áreas de preservação permanente, sua necessidade de existência e preservação afirmando o compromisso com o futuro das gerações e sustentabilidade com a manutenção dos recursos naturais. Analisando a mesma podemos encontrar no capítulo II Seção I as delimitações das áreas de preservação permanente:

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

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

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

Pode-se analisar no Art. 7º da mesma Lei: “A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.” Refere - se à obrigação legal do proprietário e responsável por aquela determinada área cuidar, preservar e recompor a mesma se porventura foi degradada ou destruída. E analisando o Art. 12 estipula 20% da área sendo destinada à área de preservação ambiental e o estado Paraná para complementar a Lei nº 12.651/2012 instituiu a Lei ordinária nº 18295/2014 (Brasil, 2014).

7 Relação entre desmatamentos e diminuição da vazão das nascentes

A relação entre desmatamentos e a diminuição da vazão das nascentes é um tema crítico na ecologia e na gestão de recursos hídricos. O desmatamento afeta diretamente a dinâmica hídrica dos ecossistemas, levando a consequências significativas para a disponibilidade de água, alterando o ciclo hidrológico, comprometendo a infiltração da água no solo e a recarga dos aquíferos (Marengo, 2018).

Segundo estudos de De Miranda, Mercês e Veloso (2024) as florestas desempenham um papel crucial na manutenção da umidade do solo e na regulação da vazão dos rios, portanto a remoção da vegetação reduz a capacidade do solo de infiltrar a água, resultando em escoamento superficial aumentando e diminuindo a vazão das nascentes.

A degradação da cobertura florestal aumenta a erosão do solo, o que pode levar ao assoreamento das nascentes e dos corpos d'água (Castro, 2001). Áreas sem cobertura florestal fazem com o solo fique desprotegido promovendo erosão e acúmulo de sedimentos que causam assoreamento do curso d'água e reduzem a capacidade de armazenamento de água nas nascentes. Essa sedimentação prejudica a qualidade da água e diminui a vazão (Santos e Santos, 2021).

A substituição da vegetação nativa por culturas agrícolas temporárias ou de safra ou pastagens degradadas diminui a diversidade de espécies que contribuem para a manutenção da umidade do solo (Rabelo, 2021). Rabelo (2021) mostra que monoculturas agrícola temporárias (feijão, soja, milho, etc) têm uma capacidade reduzida de retenção de água em comparação com florestas nativas. Essa mudança na cobertura do solo compromete a recarga das nascentes e resulta em uma diminuição da vazão.

O desmatamento também contribui para a alteração do microclima local, resultando em temperaturas mais elevadas e menores níveis de umidade. Segundo o estudo de Miranda, Mercês e Veloso (2024), a ausência de vegetação reduz a transpiração e, conseqüentemente, a formação de nuvens e precipitações. Essas mudanças microrregionais podem levar à diminuição da vazão das nascentes, afetando a disponibilidade de água em áreas adjacentes.

A diminuição da vazão das nascentes devido ao desmatamento tem implicações socioeconômicas significativas tendo impactos em todas os setores como a agricultura, a pecuária e o abastecimento urbano, levando a conflitos por recursos hídricos e comprometendo a segurança alimentar (Chomsky; Pollin; Polychroniou, 2020).

8 Escassez hídrica e ambiental

A crise hídrica e ambiental representa um dos maiores desafios globais, afetando tanto os recursos naturais quanto as populações humanas. Essa crise resulta de fatores como mudanças climáticas, urbanização acelerada e práticas inadequadas de gestão dos recursos hídricos. Cientificamente, ela é caracterizada pela escassez de água potável e pela degradação dos ecossistemas associados aos corpos d'água (Fischer *et al.*, 2016).

As mudanças climáticas alteram os padrões de precipitação, aumentando a frequência de secas e inundações, o que reduz a disponibilidade de água em várias regiões (Silva; Samora, 2019). A gestão inadequada dos recursos hídricos, como a contaminação e o uso excessivo, agrava o problema, prejudicando a população que depende desse recurso (Santos e Santos, 2021)

A crise hídrica também possui implicações éticas e sociais, afetando populações vulneráveis que dependem diretamente da água para sobrevivência. Nesse contexto, a ética ambiental surge como um mecanismo importante para fomentar uma gestão mais sustentável e responsável dos recursos hídricos (Souza; Stohrer, 2017).

Um exemplo é a escassez hídrica de 2014 no estado de São Paulo, considerada uma das mais graves dos últimos 80 anos, segundo Marengo e Alves (2016). Os autores apontam que a estiagem e a redução de cerca de 60% da precipitação foram fatores determinantes para essa crise. Além disso, Matsushita e Granado (2017) destacam outros aspectos, como a falta de investimentos em prevenção, manutenção dos recursos hídricos, conscientização e práticas sustentáveis.

Portanto, enfrentar essa escassez exige uma abordagem integrada que combine políticas públicas mais rígidas e efetivas, tecnologias inovadoras para apontar soluções, educação ambiental para garantir a sustentabilidade hídrica e ambiental no longo prazo e sustentabilidade econômica, tendo em vista as mudanças em micro e macro regiões.

9 Efluentes domésticos e agrícolas na qualidade da água

Os efluentes são o resultado do uso de atividade antrópica, com as mais variadas atividades produzindo resíduos que alteram as características físicas, químicas e biológicas da água, que necessitarão de tratamento pois seu uso pode ser inviabilizado (Putti *et al.*, 2015).

O lançamento de efluentes podem ser domésticos e/ou agrícolas que causam alterações químicas e biológicas no sistema aquático, conduzindo ao desequilíbrio da fauna e flora dos corpos de água, e por consequência do lençol freático e aquíferos, resultando em prejuízos

econômicos à região, que vão desde a diminuição de captura na pesca até o aumento do custo de aquisição e tratamento da água para consumo e demais finalidades que necessitam de uma água de qualidade para o uso (Frinhani; Carvalho, 2010).

A degradação dos corpos hídricos, seja nas regiões urbanas ou rurais, tornem-se mais acentuados, afetando todos os ecossistemas (Wengrat; Bicudo, 2011; Buzelli; Cunha-Santino, 2013) e com o crescimento da população urbana que aumentou de 6,5% de 2010 para 2022, a tendência de aumento para os anos seguintes (IBGE, 2023) faz com que a degradação fique mais acentuada.

A qualidade das águas superficiais, seja de mananciais, rios ou córregos acaba sendo afetada por estar intimamente relacionada com as atividades desenvolvidas nas proximidades, principalmente nas proximidades de grandes centros urbanos onde não há os devidos processos de tratamento do efluente não atendendo a resolução da CONAMA n° 357/2005, fazendo com que as emissão de efluentes residuais de origem doméstica sejam liberados ou despejados nos rios levando à eutrofização das águas (Tundisi *et al.*, 2008; Galli; Abe, 2010). Os estudos que analisaram os efluentes provenientes de esgoto doméstico são responsáveis significativamente pela eutrofização de corpos hídricos devido à alta presença de fosfato na água (Barreto *et al.*, 2013). Bacias hidrográficas urbanas são as que mais são afetadas pela falta de tratamento desses efluentes, como apresentado nos trabalhos de Cornelli *et al* (2016) na sub-bacia do Rio Piaí localizada no município de Caxias do Sul correspondendo a uma área predominante urbana, mas tendo a o seu entorno um presença da atividade agropecuária, sendo possível encontrar coliformes termotolerantes que variaram nos ponto 3 $5,08E+04$ ($7,80E+02$ - $5,40E+05$) e ponto 4 $1,98E+04$ ($3,30E+03$ - $1,10E+05$), DBO5 ponto 3 5,77 (2,11-46,00) e ponto 4 8,96 (1,31-18,0), sólidos totais ponto 3 122,75 (71,00-218,00) e ponto 4 159,08 (86,00-300,00), fenol ponto 3 8,94 (1,00-46,00) e ponto 4 10,93 (1,00-37,36), zinco ponto 3 0,08 (0,03-0,155) e ponto 4 0,06 (0,03-0,10), e nitrato ponto 3 10,88 (2,77-40,85) e ponto 4 13,25 (5,02-24,72), onde de 7 amostras 4 são inviáveis para o consumo.

No trabalho de Menezes *et al* (2016), realizado na bacia hidrográfica do Rio Ribeirão Vermelho, Lavras, Minas Gerais apresentando uma combinação de usos do solo, incluindo áreas urbanas, agricultura e pastagens, onde foram encontrados coliformes termotolerantes variando de $4,2E-03$ a 0,87 no verão e $2,3E-03$ a 0,95 no inverno, DBO5 variando de $1,8E-05$ a 0,89 no verão e $1,9E-05$ a 0,28 no inverno, sólidos totais variando de $6,1E-04$ a 0,60 no verão e $5,1E-06$ a 0,17 no inverno, condutividade elétrica variando de $1,9E-05$ a 0,61 e 0,01 a 0,74 no inverno e cloretos variando de $2,7E-06$ a 0,84 no verão e $6,8E-06$ a 0,13, onde das amostras

apresentados pelo autor teve alterações em relação lugar de coleta (rural e urbano) e a estação do ano (inverno-verão) devido a incidência de precipitação.

Tabela 1: Valores máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, que define os padrões de qualidade da água.

Parâmetro	Classe 1¹	Classe 2²	Classe 3³	Classe 4⁴
Fenol	0,001 mg/L	0,003 mg/L	0,005 mg/L	0,005 mg/L
Zinco	0,02 mg/L	0,03 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L
Nitrato	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L
Coliformes termotolerantes	Não detectáveis	1.000 NMP/100 mL	2.000 NMP/100 mL	5.000 NMP/100 mL
DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	3 mg/L	5 mg/L	6 mg/L	8 mg/L
Sólidos Totais	500 mg/L	1.000 mg/L	1.500 mg/L	2.000 mg/L
Condutividade Elétrica	150 µS/cm	300 µS/cm	500 µS/cm	1.000 µS/cm
Cloretos	250 mg/L	250 mg/L	400 mg/L	1.000 mg/L

¹Corpos d'água destinados ao abastecimento de água para consumo humano após tratamento, preservação de ecossistemas aquáticos. ²Corpos d'água destinados ao abastecimento de água para consumo humano após tratamento, recreação e pesca. ³Corpos d'água para uso industrial e irrigação. ⁴Corpos d'água destinados à navegação e à piscicultura.

A gestão da qualidade dos recursos hídricos no Brasil é regulamentada por normativas que estabelecem critérios para a classificação dos corpos d'água e para o lançamento de efluentes. A Resolução CONAMA n° 357/2005 define a classificação das águas superficiais em doces, salobras e salgadas, subdividindo-as em classes de acordo com seus usos preponderantes. Além disso, estabelece padrões de qualidade para diferentes parâmetros físico-químicos e biológicos, visando a preservação dos ecossistemas aquáticos e a manutenção dos

usos múltiplos da água. A resolução também determina diretrizes para o lançamento de efluentes, impondo limites para cargas poluidoras de modo a garantir que os corpos hídricos mantenham sua classificação original (Brasil, 2005).

Complementando essa regulamentação, a Resolução CONAMA nº 430/2011 especifica critérios mais rigorosos para o lançamento de efluentes líquidos, exigindo tratamento prévio e monitoramento contínuo dos despejos em corpos d'água. Essa norma define limites para diversos poluentes, incluindo Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), metais pesados, óleos e graxas, além de proibir a descarga de substâncias tóxicas que possam comprometer a biota aquática e a saúde humana (Brasil, 2011). Ademais, a resolução atribui responsabilidade aos poluidores pelo controle da qualidade dos efluentes e estabelece requisitos específicos para efluentes de origem sanitária e industrial.

Dessa forma, as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011 desempenham um papel fundamental na proteção dos recursos hídricos, promovendo o uso sustentável da água e minimizando os impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas. A implementação dessas normativas é essencial para garantir a qualidade da água e preservar os ecossistemas aquáticos, contribuindo para o equilíbrio ambiental e a segurança hídrica.

10 Influência do uso de agroquímicos na qualidade da água nos rios

A água é um composto complexo tendo em vista a sua composição de H₂O de ligação covalente, sendo considerada o “solvente universal” e muito dinâmica analisando seu ciclo hidrológico, sua mudança de estado, suas reações químicas e sua interação com o ambiente e outro fator determinante é a sua qualidade que por sua vez está intimamente ligada ao seu uso, o tipo de vegetação e a presença ou ausência de cobertura vegetal do solo onde a bacia hidrográfica se estende (Santos e Santos, 2021).

Sabendo disso, uma análise da água pode indicar como está a qualidade ambiental da bacia hidrográfica e o que está sendo desenvolvido ao redor dela (Sperling, 2005; Barroso, 2017). O Brasil sendo um país de dimensões continentais e sua economia de grande expressão representada pela agricultura e pecuária representa cerca de 24,0% do Produto Interno Bruto - PIB (CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2024), isso significa que grandes extensões fazem uso de produtos químicos e fertilizantes para manutenção e viabilização de suas atividades econômicas.

O uso e manejo do solo, que fazem parte de uma bacia hidrográfica, estão completamente ligadas por sistemas de escoamento fluvial e influenciam a composição da água, sendo responsáveis por suas alterações. Entre os principais fatores de impacto, destaca-se o uso de defensivos e fertilizantes na agricultura intensiva, que depende de grandes quantidades de insumos químicos para aumentar a produtividade (Souza, 2020).

Estudos como de Silva *et al* (2017), Figur e Reis (2017), De-Carli *et al* (2018), Santos *et.al* (2018), Oliveira *et al* (2018), Oliveira *et al* (2018) indicam que o uso e a ocupação do solo influenciam significativamente a qualidade da água e a biodiversidade devido ao desmatamento, erosão e sedimentação, poluição por nutrientes, contaminação microbiana, alteração do ciclo hídrico microrregional e a fragmentação de habitats. A ausência de saneamento básico na região agrava essa situação, pois os efluentes não tratados podem trazer resíduos sólidos e outros contaminantes, aumentando o risco de contaminação e alterando o meio ambiente onde são depositados.

11 Benefícios da recuperação das matas ciliares

A recuperação das matas ciliares é uma prática essencial para a conservação ambiental e a sustentabilidade dos ecossistemas (Souza; Gonzalez, 2023). As matas ciliares, que são faixas de vegetação ao longo de corpos d'água, desempenham funções cruciais, incluindo a proteção dos recursos hídricos, a manutenção da biodiversidade (Lacerda *et al.*, 2005).

Essas áreas atuam como filtros naturais, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade da água (Chomsky; Pollin; Polychroniou, 2020). De acordo com De Souza e Gonzalez (2023), a vegetação ciliar retém sedimentos, nutrientes e poluentes antes que eles atinjam os corpos d'água, o que é especialmente importante em áreas agrícolas. Nessas regiões, o uso excessivo de fertilizantes pode causar a eutrofização de rios e lagos (Parente; Maia, 2011). A recuperação das matas ciliares ajuda a restaurar essa capacidade de filtragem, promovendo a saúde dos ecossistemas aquáticos (De Souza; Gonzalez, 2023).

Além disso, a vegetação das matas ciliares desempenha um papel crucial na estabilização das margens de rios e córregos, reduzindo a erosão (De Souza; Gonzalez, 2023). Conforme demonstrado por Brasil (2022), raízes profundas e sistemas radiculares de plantas fixam o solo, prevenindo a degradação das margens e protegendo a infraestrutura e as propriedades próximas a corpos d'água.

Áreas ripárias bem conservadas abrigam uma maior diversidade de espécies, incluindo aves, mamíferos e insetos (Almeida, 2016) , tendo em vista a qualidade dessas áreas, pois as preservadas e protegida restabelecem habitats críticos e promove a conectividade entre ecossistemas diferentes, facilitando o movimento e a migração das espécies (Corbane *et al.*, 2015).

As matas ciliares também atuam como sumidouros de carbono sequestrando os absorvendo dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera durante o processo de fotossíntese (Cardim, 2022). Ainda segundo Cardim (2022), a recuperação e a preservação dessas áreas ajudam a reduzir as emissões de gases nocivos ao meio ambiente, enquanto oferecem benefícios ecológicos adicionais como a manutenção da saúde do solo e proteção natural.

Por fim, a recuperação das matas ciliares traz vantagens socioeconômicas significativas. A melhoria na qualidade da água pode reduzir os custos de tratamento para consumo humano, além de aumentar a disponibilidade de água limpa para irrigação e recreação (Putti, 2015). Investimentos em recuperação de matas ciliares podem gerar retornos econômicos, melhorando a qualidade de vida das comunidades locais e proporcionando serviços ecossistêmicos valiosos, além disso, a diversidade genética de plantas e animais mantida nos ecossistemas se torna crucial para garantir a resiliência das cadeias alimentares diante as mudanças ambientais (Barbieri, 2020).

12 Métodos de conservação e recuperação - técnicas de reflorestamento

O reflorestamento é uma estratégia fundamental para a conservação ambiental e a recuperação de ecossistemas degradados (Almeida, 2016). Ele desempenha um papel essencial na restauração da biodiversidade, melhoria da qualidade do solo e da infiltração da água, e tendo impacto na bacia hidrográfica (Rocha *et al.*, 2015)

A escolha de espécies nativas é crucial para o sucesso do reflorestamento. Florestas compostas por essas espécies apresentam maior resiliência a pragas e doenças, além de oferecerem habitats adequados para a fauna local (Guimarães; Mendonça, 2019). Ainda segundo Guimarães e Mendonça (2019), a diversidade genética contribui para a adaptação das espécies às mudanças ambientais, reforçando a resiliência dos ecossistemas.

Entre as técnicas de reflorestamento, destaca-se o plantio em contorno, que consiste na disposição de árvores seguindo o relevo do terreno (Instituto Brasileiro de Floresta, 2020). Essa técnica é eficaz na redução da erosão e na melhoria da infiltração do solo, especialmente em

áreas montanhosas. Estudos de Ebabu *et al* (2019) mostram que ela também promove microclimas favoráveis ao crescimento das plantas.

Os sistemas agroflorestais são outra abordagem sustentável, integrando árvores ao cultivo agrícola ou pecuário (Martins; Ranieri, 2014). De acordo com Martins e Ranieri (2014), esses sistemas aumentam a fertilidade do solo, a biodiversidade e proporcionam benefícios econômicos. O uso de espécies como as do gênero *Leucaena*, que fixam nitrogênio, é particularmente eficiente para enriquecer o solo e aumentar a produtividade (López; Garcia, 2015).

A hidrossemeadura, por sua vez, é uma técnica que aplica uma mistura de sementes, água e nutrientes em áreas degradadas (Silveira, Carneiro, 2020). Conforme Silveira *et al* (2015), essa prática é especialmente eficaz para solos áridos, pois melhora a germinação das sementes e a cobertura vegetal, sendo uma solução viável para áreas de difícil acesso.

Para garantir o sucesso do reflorestamento, é indispensável o monitoramento contínuo e a manutenção das áreas plantadas. Estudos de Crouzeilles *et al* (2017) destacam a necessidade de acompanhar a biodiversidade e a saúde das plantas, implementando práticas como manejo de pragas e podas.

Por fim, a educação ambiental e o envolvimento comunitário são fundamentais, pois a participação das comunidades locais no planejamento e execução dos projetos aumenta a aceitação e eficácia das iniciativas. Programas de conscientização e capacitação fortalecem o compromisso comunitário com práticas sustentáveis, criando uma relação mais profunda com o meio ambiente.

13 Programa Produtor de Águas

O Programa Produtor de Águas é uma iniciativa crucial para garantir a preservação dos recursos hídricos e promover a sustentabilidade ambiental no Brasil, especialmente em regiões estratégicas para o abastecimento de água (ANA, 2021). Conforme mencionado por Ana (2021) o programa foi criado em parceria entre diversos órgãos públicos, como o Ministério do Meio Ambiente e governos estaduais, o programa tem como principal objetivo a conservação das nascentes e das bacias hidrográficas, áreas fundamentais para a manutenção do ciclo hidrológico. Esse programa visa proteger e recuperar as áreas de recarga hídrica, assegurando que as fontes de água, como rios e nascentes, permaneçam limpas e disponíveis para o abastecimento de milhões de brasileiros (Benincá; Clemente, 2021).

A proposta do Programa Produtor de Águas está fundamentada no conceito de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), onde os proprietários rurais que adotam práticas de manejo sustentável e realizam a conservação ambiental recebem uma compensação financeira ou incentivos fiscais (Pissara, 2022). Essas compensações são uma forma de reconhecer o valor dos serviços ambientais prestados, como a proteção de áreas de vegetação nativa, a recuperação de matas ciliares e a preservação de nascentes (Valera *et al.*, 2017). Os pagamentos podem ser feitos em dinheiro ou por meio de benefícios como a isenção fiscal, acesso a crédito ou até mesmo apoio técnico para a implementação de boas práticas agrícolas (ANA, 2024). Isso cria um ciclo positivo, onde a conservação do meio ambiente também resulta em benefícios econômicos para os produtores rurais.

Segundo Pissara (2022) O programa tem como base a ideia de que a preservação da água e do meio ambiente é essencial para o bem-estar humano e o desenvolvimento econômico. Ao proteger as áreas de preservação permanente, como as margens dos rios e as matas ciliares, o programa contribui diretamente para a qualidade da água, evitando o assoreamento dos rios e a poluição das fontes hídricas. Além disso, a recuperação dessas áreas contribui para a biodiversidade, ajudando a restaurar ecossistemas vitais para a fauna e flora locais (Benincá; Clemente, 2021).

Com a implementação de boas práticas, o programa não só melhora a qualidade e a quantidade de água disponível para consumo, mas também oferece benefícios sociais e econômicos (ANA, 2021). As comunidades locais, que muitas vezes dependem dos recursos hídricos para suas atividades econômicas, como agricultura e pecuária, podem ver um aumento na disponibilidade de água, além da melhoria na qualidade de vida (Pissara, 2022). Isso é especialmente importante em regiões onde a água potável é escassa e onde os impactos das mudanças climáticas agravam a situação de seca e escassez (Barros, 2019).

O sucesso do programa, no entanto, depende de uma série de fatores. Primeiramente, é necessário garantir a sustentabilidade financeira, já que os pagamentos realizados aos produtores precisam ser contínuos para que as práticas de conservação sejam mantidas ao longo do tempo (Barros, 2019). A fiscalização e o monitoramento eficazes também são essenciais para assegurar que os compromissos assumidos pelos produtores sejam cumpridos e que os resultados sejam alcançados de forma concreta (MANFREDINI, 2014). A implementação do programa em grande escala exige ainda a inclusão dos pequenos produtores rurais, que muitas vezes enfrentam barreiras para acessar os benefícios, como falta de informação ou recursos (Barros, 2019).

Apesar dos desafios, os resultados do programa têm sido positivos em diversas bacias hidrográficas no Brasil, como no Sistema Cantareira, em São Paulo, onde a proteção das nascentes tem sido fundamental para garantir a disponibilidade de água para a região metropolitana (Fontão; Ferreira, 2022). Em outras bacias, como a do Rio Paraíba do Sul, a proteção das áreas de recarga hídrica tem mostrado resultados expressivos na melhoria da qualidade da água, beneficiando diretamente as populações locais (Cintra *et al.*, 2020).

Portanto, o Programa Produtor de Águas representa uma abordagem inovadora e necessária para a preservação dos recursos hídricos e a sustentabilidade rural (Benincá; Clemente, 2021). Ao oferecer incentivos financeiros e promover a adoção de práticas sustentáveis de manejo, o programa busca alinhar a proteção ambiental à atividade econômica (ANA, 2024). Com base na abordagem de Benincá e Clemente (2021) com o fortalecimento das políticas públicas e a expansão das iniciativas de PSA, o programa tem o potencial de contribuir significativamente para a segurança hídrica e a sustentabilidade do Brasil, equilibrando as necessidades de produção agrícola com a proteção dos recursos naturais essenciais para a vida humana e a biodiversidade.

14 Regulamentação Ambiental de 2012

A Lei nº 12.651/2012, sancionada em 25 de maio de 2012, representa um marco importante na legislação ambiental brasileira, especialmente no que se refere à proteção da vegetação nativa e à recuperação das áreas degradadas (Leuzinger; Souza; Cirne, 2022). De acordo com Leuzinger, Souza e Cirne (2022) conhecida como o Novo Código Florestal, essa lei veio para substituir a anterior (Lei nº 4.771/1965), trazendo uma série de inovações que visam garantir um equilíbrio entre a preservação ambiental e as necessidades do setor agropecuário, permitindo que as atividades rurais se desenvolvam de forma sustentável, sem comprometer os recursos naturais e os ecossistemas essenciais.

A principal finalidade da Lei nº 12.651/2012 é assegurar a preservação da vegetação nativa e a recuperação de áreas degradadas, sendo essencial para garantir a sustentabilidade ecológica e a conservação da biodiversidade (Brasil, 2012). Ela foi concebida com o objetivo de promover a recuperação de áreas de preservação permanente (APPs) e de reservas legais nas propriedades rurais, ao mesmo tempo que oferece mecanismos para que os proprietários rurais possam regularizar suas propriedades e adaptar-se às exigências ambientais (Rajão *et al.*, 2021).

Uma das inovações significativas introduzidas por essa lei foi a definição e regulamentação das áreas de preservação, dentre elas a reserva legal que é uma área da propriedade rural destinada à manutenção da vegetação nativa, obrigatória para todos os imóveis rurais (Brasil, 2012). A Lei nº 12.651/2012 manteve a exigência de que as propriedades com vegetação nativa em suas áreas devem preservar uma porcentagem de suas terras com vegetação natural. Em áreas da Amazônia Legal, por exemplo, essa área deve corresponder a 80% da propriedade, enquanto nas demais regiões do Brasil esse percentual é de 20% ou 35%, dependendo das características da propriedade (Brasil, 2012).

A lei também trouxe a possibilidade de compensação da reserva legal, permitindo que os proprietários que não possuam a área necessária de reserva legal em suas propriedades possam compensar a falta adquirindo créditos de reserva legal de propriedades vizinhas ou conservando áreas de vegetação nativa em outras partes de sua propriedade (Brasil, 2012).

Além disso, a Lei nº 12.651/2012 aborda a questão das áreas degradadas, estabelecendo regras para sua recuperação e proporcionando incentivos para que os proprietários rurais adotem práticas de recuperação ambiental (Brasil, 2012).

Um dos principais mecanismos estabelecidos pela Lei nº 12.651/2012 para a implementação dessas diretrizes é o Cadastro Ambiental Rural (CAR) (Brasil, 2012). Este registro eletrônico obrigatório para todas as propriedades rurais visa mapear as áreas de preservação permanente, as reservas legais e as áreas de uso restrito dentro das propriedades, o que facilita a fiscalização e o monitoramento da conformidade com as normas ambientais (Brasil, 2012). O CAR também permite que os proprietários rurais se regularizem, com a possibilidade de anistia para aqueles que estavam em desacordo com a legislação anterior, desde que se comprometam com a recuperação das áreas degradadas (Brasil, 2012).

A lei estabelece uma série de mecanismos de monitoramento e penalização para garantir que as regras sejam cumpridas, incluindo multas e exigências para recuperação das áreas desmatadas ilegalmente (Brasil, 2012). Por outro lado, ela também prevê a concessão de incentivos fiscais, créditos rurais e benefícios aos proprietários rurais que se comprometerem com a preservação e recuperação ambiental (Brasil, 2012).

Apesar de seus avanços, a implementação da Lei nº 12.651/2012 ainda enfrenta desafios, como a fiscalização efetiva, a recuperação de áreas degradadas e a adaptação dos produtores rurais às novas exigências são obstáculos que precisam ser superados (Chiavari, Lopes, 2016). Chiavari e Lopes (2016) ainda complementam que além disso, a falta de recursos e a

infraestrutura inadequada em algumas regiões do Brasil dificultam a plena aplicação das medidas previstas pela lei.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As matas ciliares e as nascentes desempenham papéis fundamentais na preservação dos recursos hídricos e na manutenção da biodiversidade. As matas ciliares, localizadas ao longo das margens de rios, lagos e córregos, funcionam como uma barreira natural contra a erosão, ajudando a estabilizar o solo e a regular a temperatura das águas. Além disso, são essenciais para a filtragem da água, controle do escoamento superficial e proteção da fauna e flora aquática. Já as nascentes, por sua vez, são os pontos de origem dos corpos d'água, responsáveis por alimentar rios e cursos d'água. Sua preservação é imprescindível para garantir a qualidade da água e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos.

Entretanto, as matas ciliares e as nascentes estão constantemente ameaçadas por atividades humanas, como o desmatamento, a agricultura intensiva e a construção em áreas de risco. A degradação dessas áreas compromete diretamente a qualidade da água, acelera o assoreamento dos corpos d'água e diminui a biodiversidade local, além de impactar negativamente as comunidades que dependem desses recursos hídricos. Diante desse cenário, é necessário adotar mecanismos de preservação eficientes, capazes de conciliar o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental.

Um dos principais instrumentos legais para a proteção das matas ciliares e nascentes no Brasil é a criação de Áreas de Proteção Permanente (APPs), previstas no Código Florestal Brasileiro. Essas áreas precisam ser preservadas para garantir que o processo de infiltração da água no solo não seja prejudicado, mantendo a função das matas ciliares e a qualidade da água. Para isso, é fundamental a fiscalização rigorosa dessas áreas, utilizando tecnologias modernas, como o monitoramento por satélite, e promovendo uma maior conscientização ambiental nas comunidades locais sobre a importância de preservar as nascentes e os corpos d'água.

Além da preservação legal, é necessária a recuperação das áreas degradadas. Quando as matas ciliares são destruídas, o replantio de espécies nativas é uma solução eficaz para restaurar o equilíbrio ecológico. Técnicas de agrofloresta, que conciliam a agricultura com a recuperação ambiental, são uma alternativa viável para aqueles que dependem da terra para sua subsistência. O controle da erosão e o plantio de vegetação adequada ajudam a estabilizar o solo e a evitar o assoreamento dos rios, garantindo a manutenção da qualidade da água.

O manejo sustentável das terras é outro ponto crucial para a preservação das nascentes e matas ciliares. A adoção de práticas agrícolas e pecuárias mais sustentáveis, como o uso reduzido de agrotóxicos e fertilizantes e a implementação de sistemas agroecológicos, pode reduzir significativamente o impacto sobre esses ecossistemas. Além disso, o planejamento territorial integrado, que envolve tanto as autoridades públicas quanto as comunidades locais, pode assegurar que as atividades humanas não comprometam a integridade das áreas de proteção.

A educação ambiental também desempenha um papel decisivo na preservação das matas ciliares e das nascentes. Programas educativos nas escolas e nas comunidades locais podem sensibilizar as pessoas sobre a importância desses ecossistemas e sobre como suas ações impactam diretamente os recursos hídricos. A conscientização deve ser estendida às práticas cotidianas, incentivando a redução do consumo de água e a adoção de atitudes mais responsáveis no trato com os corpos d'água.

Além da educação, o poder público deve promover a implementação de programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), uma estratégia que oferece incentivos financeiros para os proprietários de terras que adotem práticas de conservação e preservação das matas ciliares e nascentes. Esses programas estimulam a participação ativa da sociedade na preservação ambiental, ao mesmo tempo em que garantem a recuperação de áreas degradadas sem que haja a necessidade de grandes investimentos públicos.

Contudo, apesar da legislação brasileira prever a proteção das matas ciliares e das nascentes, a sua aplicação prática ainda enfrenta desafios significativos. A fiscalização das normas é insuficiente, principalmente em áreas rurais e de difícil acesso. A falta de recursos adequados e a corrupção em algumas esferas de poder dificultam a implementação eficaz das políticas ambientais. Além disso, muitas vezes as regras são vistas como rígidas demais para pequenos produtores rurais, que acabam resistindo às mudanças. Portanto, a adaptação das leis e a implementação de incentivos para práticas sustentáveis são fundamentais para garantir que todos os atores envolvidos possam contribuir para a preservação ambiental de forma justa e eficiente.

Em resumo, a preservação das matas ciliares e das nascentes é essencial para a manutenção dos recursos hídricos e a saúde dos ecossistemas. A integração de políticas públicas, ações comunitárias, educação ambiental e tecnologias de monitoramento é fundamental para garantir que essas áreas sejam protegidas e recuperadas de maneira eficaz. A cooperação entre governo, sociedade civil e setor privado é indispensável para que as matas

ciliares e as nascentes continuem a desempenhar seu papel vital no ciclo hidrológico e na sustentabilidade do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Programa Produtor de Água**. Disponível em: <http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Folder%20-%20Programa%20Produtor%20de%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2024.

ALMEIDA, Danilo Sette de. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. Editus, 2016.

AYALA, Patrick de Araujo. **O direito das mudanças climáticas: normatividade e princípios para a justiça ecológica no direito**. Curitiba, Paraná. Editora CRV: 1º edição, 2022.

BARBIERI, José Carlos. **Desenvolvimento sustentável: das origens à Agenda 2030**. Editora Vozes, 2020.

BARRETO, Luciano. *et al.* eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia Biosfera**, [S. l.], v. 9, n. 16, 2013. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3521>. Acesso em: 12 dez. 2024.

BARROSO, Daniel Fernandes Rodrigues *et al.* **Impactos de diferentes usos da terra sobre os recursos hídricos em microbacias no Nordeste Paraense na Amazônia Oriental**. 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1088229>. Acesso em: 06 Set. 2024.

BARROS, Weberth Hortencio de *et al.* Programa produtor de águas em Tangará da Serra-MT: um estudo com os produtores que aderiram / Tangará water producer program from Serra-MT: a study with adhering producers. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 11, p. 23957–23970, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n11-090. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/4436>. Acesso em: 31 mar. 2025.

BENINCÁ, Mainara da Costa; CLEMENTE, Evandro César. O programa "Produtor de Água" como proposta de fortalecimento socioeconômico e de recuperação dos recursos naturais. **Geosul**, Florianópolis, v. 36, n. 78, p. 356-380, jan./abr. 2021.

BFG-BRAZIL FLORA GROUP. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia** v. 66. n. 4. p.1085-1113. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>. Acesso em: 26 Jul. 2024.

BRASIL. **Agência Nacional de Águas (ANA)**. *Resolução ANA nº 180, de 28 de fevereiro de 2024*. Dispõe sobre a implementação do Programa Produtor de Água e dá outras providências. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-ANA/2024/Resolucao-ANA-180.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2025.

BRASIL. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região norte. (2022). (n.p.): **Ministério do Meio Ambiente**.

BRASIL, Lei N° 4.771, de 15 de setembro de 1965, **Código Florestal Brasileiro**. Brasília, DF. 1965.

BRASIL. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e estabelece normas gerais para a sua proteção e uso sustentável. **Código Florestal Brasileiro**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 16 Maio 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Resolução n°369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social de baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção de supressão de vegetação em área de preservação permanente - APP. Brasília, DF: **Ministério do Meio Ambiente**, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos de água receptores e complementa a Resolução CONAMA n° 357/2005. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 16 maio 2011.

BORGHI, Wagner Antonio *et al.* Caracterização e avaliação da mata ciliar à montante da Hidrelétrica de Rosana, na Estação Ecológica do Caiuá, Diamante do Norte, PR. **Cadernos da Biodiversidade** v. 4. n. 2. p. 9-18. 2004.

BUZELLI, Giovanna Moreti; CUNHA-SANTINO, Marcela Bianchessi. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n.1, p. 186-205. 2013.

CALHEIROS, Rinaldo de Oliveira *et al.* Preservação e recuperação das nascentes, de água e vida. **Cadernos da Mata Ciliar**. São Paulo, n. 1, p. 35, 2009. Disponível em: https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Cadernos_Mata_Ciliar_1_Preservacao_Nascentes.pdf. Acesso em: 15 Jul. 2024.

CAMPANILI, Maura; SCHAFFER, Wigold Bertolo. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental**. Brasília: MMA/SBF, 2010, 96 p. (Série Biodiversidade, 35) Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/745>. Acesso em: 12 Jun. 2024.

CARDOSO, Josiane Teresinha. A Mata Atlântica e sua conservação. **Revista Encontros Teológicos**, v. 31, n. 3, 2016. em: <https://facasc.emnuvens.com.br/ret/article/view/509>. Acesso em: 26 Fev. 2024.

CARVALHO, Aurean de Paula *et al.* Avaliação da poluição em rios utilizando índices de qualidade da água: um estudo de caso no Ribeirão São João em Porto Nacional-TO. **Geociências**, v. 35, n. 3, p. 472-484, 2016.

CASSETTARI, Gabriel Américo; QUEIROZ, Tadeu Miranda de. balanço hídrico e classificação climática na bacia do rio jauquara, região de transição entre o cerrado e amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 26, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v26i0.59513. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14200>. Acesso em: 15 dez. 2024.

CASTRO, Paulo Sergio; LOPES, José Dimas Silva. Recuperação e conservação de nascentes. Viçosa: Centro de Produções Técnicas. 2001. **Série Saneamento e Meio Ambiente**, n. 296. p.84.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio** cai 2,99% em 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 18 jun. 2024.

CHOMSKY, Noam; POLLIN, Robert; POLYCHRONIOU, C. J. **Crise climática e o Green New Deal global: a economia política para salvar o planeta**. Rio de Janeiro. Editora Roça Nova: 1ª edição, 2020.

CHIAVARI, Joana; LOPES, Cristina Leme. Os caminhos para a regularização ambiental: decifrando o novo código florestal. **Researchgate**. cap. I. p. 21-44, 2016.

CINTRA, Luana Santana *et al.* Monitoramento de parâmetros de qualidade da água do rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes–RJ. **Holos**, v. 5, p. 1-16, 2020.

COPAM-CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicação no **Diário do Executivo** – Minas Gerais, 2008; Retificação, **Diário do Executivo**, Minas Gerais. 2008.

CORBANE, Christina *et al.* Remote sensing for mapping natural habitats and their conservation status – New opportunities and challenges. *International Journal Of Applied Earth Observation And Geoinformation*, **Elsevier BV** [S.L.], v. 37, p. 7-16, maio 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2014.11.005>. Acesso em: 15 dez 2024

CORNELLI, Renata. *et al.* Análise da Influência do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade da Água de Duas Sub-Bacias Hidrográficas do Município de Caxias do Sul. **Scientia Cum Industria**. v. 4, n. 1, p.1-14. 2016.

CROUZEILLES, Renato *et al.* Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. **Science Advances**, [S.L.], v. 3, n. 11, p. 1-26, 3 nov. 2017. Semanal. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1701345>.

DA-SILVA, Alex Dias. A A construção de políticas públicas para a sustentabilidade urbana. **Revista Geográfica de América Central**, [S.L.], v. 2, n. 65, p. 33-61, 18 jun. 2020. Universidad Nacional de Costa Rica. <http://dx.doi.org/10.15359/rgac.65-2.2>.

DE-CARLI, Bruno Paes *et al.* Relationship between land use and water quality in a subtropical river basin. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**. v. 7, n. 3, p.245-261. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2018v7i3.p245-261>. Acesso em: 15 Maio. 2024.

DE LIMA, Alexandre Anderson *et al.* LEVANTAMENTO ARBUSTIVO-ARBÓREO DAS MARGENS DE UM FRAGMENTO DO RIO SAPUCAÍ, ITAJUBÁ-MG. **Revista Científica Universitas**, v. 3, n. 2, 2014.

DE MIRANDA, Thiago Sousa; MERCÊS, Adonair Viana; VELOSO, Gabriel Alves. **Análise da dinâmica pluviométrica na sub-bacia no Jaurucu-PA, mediante ao desflorestamento**. Editora Realize. 2024.

DE SOUZA, Wesllen Antônio; GONZALEZ, Alfredo Zenen Dominguez , A. Situação das Nascentes e Matas Ciliares da Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Caramujo-MT, Brasil. **Revista Geoaraguaia**, [S. l.], v. 13, n. Especial, p. 151–169, 2023. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/15279>. Acesso em: 15 dez. 2024.

DINERSTEIN, Eric *et al.* An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm. **BioScience**. v. 67. n. 6 p.534–545. abr 2017.

DRUMMOND, Gláucia Moreira. Introdução, In: **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. vol. 1. Brasília, DF, Fundação Biodiversitas, 2008, p. 40.

EBABU, Kindiye *et al.* Effects of land use and sustainable land management practices on runoff and soil loss in the Upper Blue Nile basin, Ethiopia. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 648, p. 1462-1475, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.273>.

FIGUR, Cassia; REIS, Janete Teresinha. influência do uso e cobertura da terra nos parâmetros da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Abaúna, em Getúlio Vargas, RS. **Ciência e Natura**. v. 39. n. 2. p.352-365. 2017.

FISCHER, Marta Luciane *et al.* Crise hídrica em publicações científicas: olhares da bioética ambiental. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 586, 23 jun. 2016. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1879>.

FONTÃO, Pedro Augusto Breda; FERREIRA, Rafaela Melissa Andrade. As chuvas no Sistema Cantareira: avaliação dos reflexos no manancial visando a segurança hídrica da região metropolitana de São Paulo. **Revista de Geografia-ppgeo-ufjf**, v. 12, n. 2, p. 218-238, 2022. <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2022.v12.39225>

FRINHANI, Eduarda Magalhães Dias; CARVALHO, Eudislaine Fonseca. Monitoramento da qualidade das águas do Rio do Tigre, Joaçaba, SC. **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 1. n. 1, p.49-58, jul. 2010.

GALLI, Corina Sidagis; ABE, Donato S. Disponibilidade, poluição e eutrofização das águas. **Águas do Brasil: Análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 165-174. 2010.

GUIMARÃES, L. MENDONÇA, G. Agricultura sintrópica (agrofloresta sucessional): fundamentos agrícolas sustentáveis. **Revista Incaper**, vol. 10, p. 6-21. Vitória/ES, 2019.

HORNINK, Gabriel Gerber; HENRIQUE, André; HORNINK, Erica Nicacio. **H₂O - o ciclo da vida**. 1. ed. Alfenas- MG. 2016. p.87.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Curva de nível. 2020. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/conteudo/curva-de-nivel>. Acesso em: 3 dez. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Áreas Territoriais**, Rio de Janeiro. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=acesso-ao-produto&c=1>. Acesso em: 12 dez. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE define bioma predominante em cada município brasileiro para fins estatísticos**. Rio de Janeiro. 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/40519-ibge-define-bioma-predominante-em-cada-municipio-brasileiro-para-fins-estatisticos>. Acesso em: 12 dez. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões**. Rio de Janeiro 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes> Acesso em: 12 dez. 2024.

LACERDA, Alecksandra Vieira De *et al.* Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19. n. 3, p.647-656, Set. 2005.

LEFF, Enrique; CALVIMONTES, Jorge. **Ecologia política: da desconstrução do capital à territorialização da vida**. São Paulo. Editora da Unicamp: 1º edição, 2021.

LEUZINGER, Márcia Dieguez; SOUZA, Lorene Raquel de; CIRNE, Mariana Barbosa. 10 anos do Código Florestal Brasileiro: Lei n. 12.651 de 12 de maio de 2012. 1. ed. Brasília: **UniCEUB**, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/15910/3/E-BOOK%20Co%cc%81digo%20Florestal%20Brasileiro.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2025.

LIMA, Alexandre Anderson *et al.* Levantamento arbustivo-arbóreo das margens de um fragmento do rio sapucaí itajubá-MG. **Revista Científica Universitas**, v. 3. n. 2, p.213-671. 2016.

LIMA, Maria Venâncio. Atividade pecuária e a transformação da mata ciliar do açude Orós/CE: um trabalho com alunos e pequenos pecuaristas / cattle raising activity and the transformation of the riparian forest of the orós dam/ce. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n.

9, p. 91148-91162, 21 set. 2021. South Florida Publishing LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n9-327>. Acesso em: 15 dez. 2024

LÓPEZ, Liliana Bueno; GARCIA, Juan Carlos Camargo. Nitrógeno edáfico y nodulación de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en sistemas silvopastoriles. **Acta Agronómica**, [S.L.], v. 64, n. 4, p. 1-12, 29 jul. 2015. Universidad Nacional de Colombia. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n4.45362>.

MANFREDINI, Fábio Navarro; GUANDIQUE, Manuel Enrique Gamero; MORAIS, Leandro Cardoso De. Análise do Programa " Produtor de Águas": no contexto dos projetos de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) implementados no Brasil. **Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 23, p. 0047-62, 2014.

MARENGO, José Antonio *et al.* Riscos das mudanças climáticas no Brasil: análise conjunta Brasil-Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. **ResearchGate**, 2011.

MARENGO, José Antônio.; SOUZA JUNIOR, Carlos. **Mudanças Climáticas: impactos e cenários para a Amazônia**. São Paulo: ALANA, 2018.

MARENGO, José Antônio; ALVES, Lincoln Muniz. Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 19, n. 3, p. 485-494, mês. 2016. Disponível em: URL: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/100879>. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.100879>. acesso em 14 dez. 2024.

MARTINS, Tatiana Parreiras; RANIERI, Victor Eduardo Lima. Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, p. 79-96, 2014.

MATSUSHITA, Thiago Lopes; GRANADO, Daniel Willian. A Crise Hídrica no Brasil e seus Impactos no Desenvolvimento Econômico e Ambiental. *Revista Thesis Juris*, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 167-185, 1 abr. 2017. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/rtj.v6i1.580>.

MELLO, Kaline *et al.* Cenários ambientais para o ordenamento territorial de áreas de preservação permanente no município de Sorocaba, SP. **Revista Árvore**. v.38. n. 2, p. 309-317. Abril 2014.

MELO, Marília Carvalho de; JOHNSSON, Rosa Maria Formiga. O CONCEITO EMERGENTE DE SEGURANÇA HÍDRICA. **Sustentare**, [S.L.], v. 1, n. 1. 2017. Universidade Vale do Rio Verde (UninCor). <http://dx.doi.org/10.5892/st.v1i1.4325>.

MENDONÇA, Letícia Mello de. O conceito de desenvolvimento sustentável: ressignificação pela lógica de acumulação de capital e suas práticas. **Espaço e Economia**, [S.L.], v. 15, n. 15, p. 1-14, 27 out. 2019. OpenEdition. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4000/espaoeconomia.7674>. Acesso em: 15 dez. 2024

MENEZES, João Paulo Cunha *et al.* Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Engenharia Sanitária Ambiental**. v. 21, n. 3, p.519-534. 2016.

MORRONE, Juan J. Biogeographical regionalisation of the neotropical region. **Zootaxa**. v. 3782. n. 1, p.110. Mar. 2014.

MYERS, Norman *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v. 403. p.853–858. Fev. 2000.

NOBRE *et al.* Riscos de mudanças climáticas no Brasil e limites à adaptação. 2016. **Embaixada do Reino Unido no Brasil**. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/504489/Clima-Sumario-v3.pdf. Acesso em 15 de dez. 2024.

OLIVEIRA, Dhisney Gonçalves de *et al.* Land use and its impacts on the water quality of the Cachoeirinha Invernada Watershed, Guarulhos-SP. **Revista Ambiente & Água**. v. 13, n. 1, e.2131. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018-2>. Acesso em: 15 Maio. 2023.

OLIVEIRA, Eduarda da Conceição *et al.* Diagnóstico temporal e espacial da qualidade da água superficial em uma microbacia urbana. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 8, p.57-69. 2018. Disponível em: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.008.0006>. Acesso em: 15 Maio. 2023.

OLIVEIRA, Jaqueline Rodrigues de; HORSZCZARUK, Jean Pedro. O papel dos serviços ecossistêmicos na economia e no bem-estar da sociedade. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, [S.L.], v. 22, n. 6, p. 5010, 3 jun. 2024. South Florida Publishing LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.55905/oelv22n6-014>. Acesso em: 15 dez, 2024

OLSON, David M. *et al.* Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. **BioScience**. v. 51. p.933-938. Nov. 2001.

PARENTE, Henrique Nunes; MAIA, Michelle Oliveira. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Maranhão, v. 5, n. 3, p. 3 - 15, Abril, 2011.

PEIXOTO, Ariane Luna; LUZ, José Roberto Pujol; BRITO, Marcia Aparecida de. **Conhecendo a Biodiversidade**. Brasília: Vozes 2016. p.197.

PEREIRA, Bruno Wendell de Freitas *et al.* Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 472-485, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1802>. Acesso em: 15 dez. 2024.

PIRATELLI, Augusto; FRANCISCO, Mercival. **Conservação da biodiversidade - dos conceitos às ações**. Rio de Janeiro. Technical Books. p.274. 2013.

PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé, *et al.* Methodological proposal for Payments for Environmental Services (PES) aiming to produce clean water in springs. **Ciência e Natura**, [S. l.], v. 44, p. e23, 2022. DOI: 10.5902/2179460X69453.

PUTTI, Fernando F. *et al.* Água, tratamento, efluentes e lodos. Utilização de água residual para fins agrônômicos. **Tupã**, 1º ed. p.25 –41, 2015.

RABELO, Davi Rodrigues. Degradação ambiental decorrente do uso e ocupação do solo no município de Junco do Seridó, pb. **Pensar Geografia**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 139–148, 2021. DOI: 10.26704/pgeo.v5i2.3741. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/PGEO/article/view/3741>. Acesso em: 17 dez. 2024.

RAJÃO, Raoni Guerra Lucas *et al.* Uma breve história da legislação florestal brasileira: contém a lei nº 12.651, de 12, com comentários críticos acerca da aplicação de seus artigos. 1 ed. Rio de Janeiro: **Editora Expressão**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2021.

ROCHA, José Henrique Tertulino *et al.* Reflorestamento e Recuperação de Atributos Químicos e Físicos do Solo. **Floresta e Ambiente**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 299-306, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.041613>.

SANTOS, Dayrane Rose Celestino da Silva; SANTOS, Valdilene Canazart dos. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade da água em nascentes localizadas na Vila Bananeira, Arapiraca-AL. **Diversitas Journal**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 481-498, 27 jan. 2021. Universidade Estadual de Alagoas. <http://dx.doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i1-1181>.

SANTOS, Sizabeli Amaral dos, *et al.* Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria-RS. **Sociedade e natureza**. v. 30, n. 2, p.23-44. 2018.

SENADO FEDERAL. Bioma mais devastado, Mata Atlântica luta para manter biodiversidade. 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2024/01/bioma-mais-devastado-mata-atlantica-luta-para-manter-biodiversidade>. Acesso em: 01 Jun. 2024.

SILVA, Julia Lopes da; SAMORA, Patricia Rodrigues. Os impactos da crise hídrica sobre a população do município de Campinas/SP (2012-2016). Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [S.L.], v. 11, p. 1-14, jul. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20170210>.

SILVA, Maria Aparecida *et al.* Reflexos do uso da terra na qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Córrego Taboão, Guarulhos- SP. **Revista Geociências-UNG-Ser**. v. 16. n. 1. p.69-86, 2017.

SILVA, Marina Rozendo; JARDIM, Carlos Henrique. Influência da Topografia e Uso da Terra na Variação dos Elementos Climáticos em Belo Horizonte, Ibité, Sete Lagoas e Conceição do Mato Dentro – MG: o segmento temporal entre 11 a 23/09/2016. **Geography Department University Of São Paulo**, [S.L.], n. , p. 48, 27 jun. 2017. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.132753>. Acesso em 16 dez. 2024

SILVEIRA, Nayara de Freitas Nogueira; CARNEIRO, Maria Isabel Mota. **Uso da modelagem BIM na gestão de áreas degradadas**. In: Anais: XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. IBEAS. 2020.

SILVEIRA, Leonardo Palhares *et al.* POLEIROS ARTIFICIAIS E ENLEIRAMENTO DE GALHADA NA RESTAURAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA NO SEMIÁRIDO DA

PARAÍBA, BRASIL. *Nativa*, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 165-170, 30 set. 2015. **Nativa**. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v3i3.2465>.

SOUZA, Aline Guedes Vaz *et al.* degradação dos solos de agricultura intensiva, diagnóstico e métodos de recuperação. **Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, p.23-29. 2020.

SOUZA, Maria Claudia da Silva Antunes de; STOHRER, Camila Monteiro Santos. A ÉTICA AMBIENTAL COMO MECANISMO DE CONTENÇÃO DA CRISE HÍDRICA POR INTERMÉDIO DO USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA. **Revista Argumentum**. Marília/Sp, p. 147-161. abr. 2017. Disponível em: <https://ojs.unimar.br/index.php/revistaargumentum/article/view/283>. Acesso em: 12 dez. 2024.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Ambientes e territórios: Uma introdução à Ecologia Política**. Rio de Janeiro. Editora Bertrand: 1ª edição, 2019.

SPERLING, Marcos Von. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Belo Horizonte: DESA-UFMG. v. 1, p.452. 2005.

TIBÚRCIO, José Antônio. **Bacia do Alto Paranapanema: Direitos Fundamentais ao Desenvolvimento Sustentável e o Controle da Erosão do Solo**. Editora Dialética, 2021.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica** v. 10. n. 4. p.67-75. 2010.

TUNDISI, José Galizia *et al.* A bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. **Dossiê Água**. v. 22, n. 63, p. 159-172. 2008. disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200010>. Acesso em: 15 maio. 2023.

VALERA, Carlos Alberto *et al.* A legal framework with scientific basis for applying the 'polluter pays principle' to soil conservation in rural watersheds in Brazil. **Land use policy**, v. 66, p. 61-71, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.10.002>. Acesso em: 3 mar. 2025.

VARGAS, Reinaldo Romero *et al.* Water Quality Assessment in the Córrego Taquara do Reino Hydrographic Basin, Guarulhos Municipality (São Paulo State - Brazil): Effects of Environmental Degradation. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 38, n. 2, p. 137-144, 2015.

VIDAL, José Guilherme *et al.* PAGAMENTO POR SERVIÇO AMBIENTAL HÍDRICO: a experiência do ribeirão abóbora. Pagamento Por Serviço Ambiental Hídrico: A EXPERIÊNCIA DO RIBEIRÃO ABÓBORA, Piracanjuba-Go, v. 11, n. 1, p. 1-47, 2020. **Editora Conhecimento Livre**. <http://dx.doi.org/10.37423/2020.edc1186>.

WENGRAT, Simone; BICUDO, Denise de Campos. Spatial evaluation of water quality in an urban reservoir (Billings Complex, southeastern Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v.23, n.2, p.200-216, 2011.

ZEQUI, João Antonio Cyrino; ORSI, Mario Luis; SHIBATTA, Lenice Souza. **Fauna e Flora do Parque Estadual Mata São Francisco: norte do Paraná.** Eduel, 2021.

CAPÍTULO II

Levantamento da preservação da mata ciliar e das nascentes, afluentes e efluentes da bacia do rio Xambrê, Paraná, Brasil.

Resumo

O rio Xambrê desempenha papel fundamental e de grande importância para a região noroeste do Paraná e por sua vez tem uma nascente, noventa e seis afluentes sendo destes oitenta e um de zona rural/agrícola e quinze efluentes oriundos da zona urbana da cidade que compreende a bacia do rio Xambrê, Estado do Paraná, Brasil, somente dezessete possuem nomeação no banco de dados da ANA. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa consistiu em avaliar o grau de conservação da mata ciliar da bacia do rio Xambrê no recorte temporal de 1985, 1994, 2004, 2014 e 2023. A metodologia utilizada consistiu em realizar análise por meio do georreferenciamento da área que compõe a bacia do rio Xambrê, identificando os córregos e as nascentes; as áreas de vegetação que compõem a mata ciliar; bem como as áreas de práticas agrícolas e pecuárias localizadas nas proximidades da mata ciliar. Para tal foi utilizado o programa Google Earth Pro na versão 7.3.6.9796 (64-bit) (<https://www.google.com.br/earth/>). As imagens foram processadas utilizando o software Spring versão 5.5.6 modelo x86 e os mapas foram feitos pelo software QGIS versão 3.34.0. os períodos de 1985, 1994, 2004, 2014 e 2023 utilizando as imagens fornecidas pela plataforma de mapas e dados Mapbiomas (<https://brasil.mapbiomas.org/>) onde a mesma utiliza um cruzamento de dados e levantamentos em georreferenciamento e sensoriamento remoto. Os resultados indicaram alterações ao longo do período analisado. A ocupação e cobertura vegetal do solo ao longo do período de 1985, 1994, 2004, 2023 variou, tendo mudanças como as áreas destinadas a ocupações e coberturas agrícolas em 19,838.84 ha (1985); 24,159.01 ha (1994); 33,123.94 ha (2004); 48,747.91 ha (2014) e 57,949.94 ha (2023). A formação florestal também variou no período analisado 6,076.7 ha (1985); 5,547.54 ha (1994); 6,129.9 ha (2004); 8,226.51 ha (2014) e 9,135.76 ha (2023). Também pode ser observado uma diminuição das áreas que compõem os rios e lagos sendo 88.24 ha (1985); 72.66 ha (1994); 17.06 ha (2004); 19.68 ha (2014) e 48.06 ha (2023), sugerindo que essa diminuição possa estar relacionada aos ciclos econômicos locais que tiveram grande influência nas culturas introduzidas e na preservação do meio ambiente. Os resultados destacam a necessidade urgente de estratégias mais efetivas para a conservação da mata ciliar, dada sua importância na contenção de processos erosivos, manutenção da qualidade hídrica e proteção das nascentes. A integração de políticas públicas mais assertivas e a busca por um equilíbrio e uma sustentabilidade se faz necessária.

Palavras-chave: Atividades Econômicas, Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Georreferenciamento.

INTRODUÇÃO

O rio Xambrê é um fonte d'água de pequeno porte, uma vez que a classificação (Brasil 2012), considera rios de até 50 km e menos de 10 m de largura, como sendo de pequeno porte, de médio porte de 50 a 200 km e de 10 a 50 m de largura e de grande porte acima de 200 km e mais do que 50 m de largura. O rio Xambrê tem sua nascente, afluentes e efluentes oriundos de áreas rurais/agrícolas e zona urbana dos municípios e das cidades que a cercam, sendo o mesmo localizado no noroeste do estado do Paraná, Brasil (Instituto Ambiental Do Paraná - IAT 2020).

A nascente compete com áreas agropecuárias, principalmente o cultivo de cana-de-açúcar, principal lavoura desenvolvida próxima às nascentes, e a criação de bovinos de corte. A cidade mais próxima é Umuarama, Estado do Paraná, Brasil, que segundo o IBGE (2022) é a residência de 117,095 pessoas. A área que compreende a bacia do rio Xambrê é a residência de 189,037 (Umuarama - 117,095; Xambrê - 5,798; Perobal - 7,189; Cafezal do Sul - 4,473; Pérola - 11,878; Iporã - 15,746; Altônia - 18,742 e Francisco Alves - 8,116) (IBGE 2022).

Embora possua trechos de mata ciliar de pequeno porte, em algumas áreas ela é quase inexistente. Isso pode ser consequência de desmatamentos ou do uso inadequado dos recursos naturais, impactando diretamente a biodiversidade da região e comprometendo todo o ecossistema local. Essa má preservação e a falta de cuidado não afeta somente o ecossistema local, mas contribui para problemas como erosão e contaminação do solo, a diminuição da qualidade da água e perdas econômicas e sociais (Lacerda et al. 2005).

A ausência da mata ciliar ou sendo caracterizada de maneira insuficiente (não atendendo e respeitando as lei e regras de preservação e manutenção das matas ciliares) pode interferir na qualidade da água, do solo e as possíveis alterações como poluição, contaminação e a destruição das nascentes pode causar a inviabilização de afluentes que fazem parte da bacia do rio Xambrê que tem como principal preceito a ação antrópica (Sosa 2017). Vale destacar que o rio Xambrê é um importante afluente do rio Piquiri, sendo o rio Piquiri um importante afluente do rio Paraná e assim desempenhando uma função fundamental e vital entre os sistemas aquáticos e ecossistemas adjacentes (IAT 2020).

O rio Xambrê desempenha um papel vital e de muita importância para a região onde o mesmo perpassa, sendo crucial para a agricultura familiar e para a agricultura de médio e grande porte, onde utiliza-se da água para as atividades desenvolvidas nas propriedades que vão desde consumo próprio (tendo em vista os aquíferos), consumo de animais e irrigação e seu uso tem impacto direto na economia local e regional (Embrapa Meio Ambiente 2004). Além disso, municípios importantes como Iporã e Francisco Alves com 15.746 e 8.116

residentes, respectivamente (IBGE 2022), encontram-se situados na mesorregião noroeste do Estado do Paraná, e dependem da água captada do rio Xambrê para o abastecimento da população urbana (IAT 2020).

Neste sentido, o objetivo desta pesquisa consistiu em avaliar o desmatamento ou preservação da mata ciliar e as alterações do uso e cobertura do solo da bacia do rio Xambrê no período de 1985, 1994, 2004, 2014 e 2024.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada consistiu em realizar análise por meio de georreferenciamento da área que compõe a bacia do rio Xambrê Estado do Paraná no Brasil cuja localização encontra-se discriminada na Tabela 1. A bacia do rio Xambrê compreende os municípios de Umuarama, Xambrê, Perobal, Cafezal do Sul, Pérola, Iporã, Altônia e Francisco Alves. O rio Xambrê é usado para limite de municípios entre Umuarama e Xambrê, Xambrê e Cafezal do Sul, Cafezal do Sul e Pérola, Pérola e Iporã e Iporã e Francisco Alves.

Tabela 1: Coordenadas geográficas da bacia hidrográfica do rio Xambrê, Estado do Paraná, Brasil.

Descrição	Coordenadas
Nascente	-23.666219, -53.371087
Foz	-24.023638, -53.967115

Também foram identificados os córregos, as nascentes, as áreas de vegetação que compõem a mata ciliar; bem como as áreas agrícolas e pecuárias localizadas no perímetro da bacia hidrográfica do rio Xambrê.

A pesquisa foi realizada no período de 39 anos, sendo as análises levantadas nos anos de 1985, 1994, 2004, 2014 e 2023. Foi estabelecido o ano de 1985 como referencial de longa data e data onde se pode obter as melhores imagens da bacia para a análise e classificação e o ano de 2023 pois foi o último ano disponível na plataforma Mapbiomas para não ter discrepâncias dos dados. Para o georreferenciamento e coleta das coordenadas foi utilizado o software Google Earth Pro na versão 7.3.6.9796 (64-bit) (<https://www.google.com.br/earth/>). Os dados foram obtidos através das imagens obtidas através da plataforma de mapas e dados Mapbiomas (<https://brasil.mapbiomas.org/>)

Para processamento dos dados foi utilizado o software QGIS versão 3.34.0, para a base política e administrativa foi utilizado dados fornecidos pelo IBGE (<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/>)

mapas-municipais.html) e para mapeamento dos rios e afluentes e efluentes foi utilizado banco de dados da ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) (<https://www.gov.br/ana/pt-br>).

Por meio das imagens coletadas através da plataforma de mapas e dados Mapbiomas, foi feita a classificação e a separação nas classes - Formação Florestal, Silvicultura, Campo Alagado e Área Pantanosa, Pastagem, Cana, Mosaico de Usos, Área Urbanizada, Outras Áreas não Vegetadas, Rios e Lagos, Soja, Outras Lavouras Temporárias, Café, Outras Lavouras Perenes.

RESULTADOS

1 Georreferenciamento da bacia hidrográfica do rio Xambrê

Utilizando o Qgis, foi possível delimitar a área total de estudo localizada na bacia hidrográfica do rio Xambrê, que corresponde a aproximadamente 131,553.21 hectares. A bacia hidrográfica do rio Xambrê compreende uma grande área e tem uma heterogeneidade de uso e topografia. Figura 1.



Figura 1. Área de estudo que compõe a bacia hidrográfica do rio Xambrê, Paraná, Brasil.

2 Localização das nascente, córregos e rios

A Figura 2, obtida a partir da plataforma de mapas e dados Mapbiomas, oferece uma visão mais detalhada da composição hidrográfica e topográfica da região em estudo, proporcionando informações importantes para a análise das características ambientais da bacia do rio Xambrê. Essa combinação de dados contribuiu para uma melhor compreensão da relação entre a cobertura vegetal, o uso do solo e o comportamento hidrológico da área em questão, sendo fundamental para embasar futuras ações de manejo e conservação.

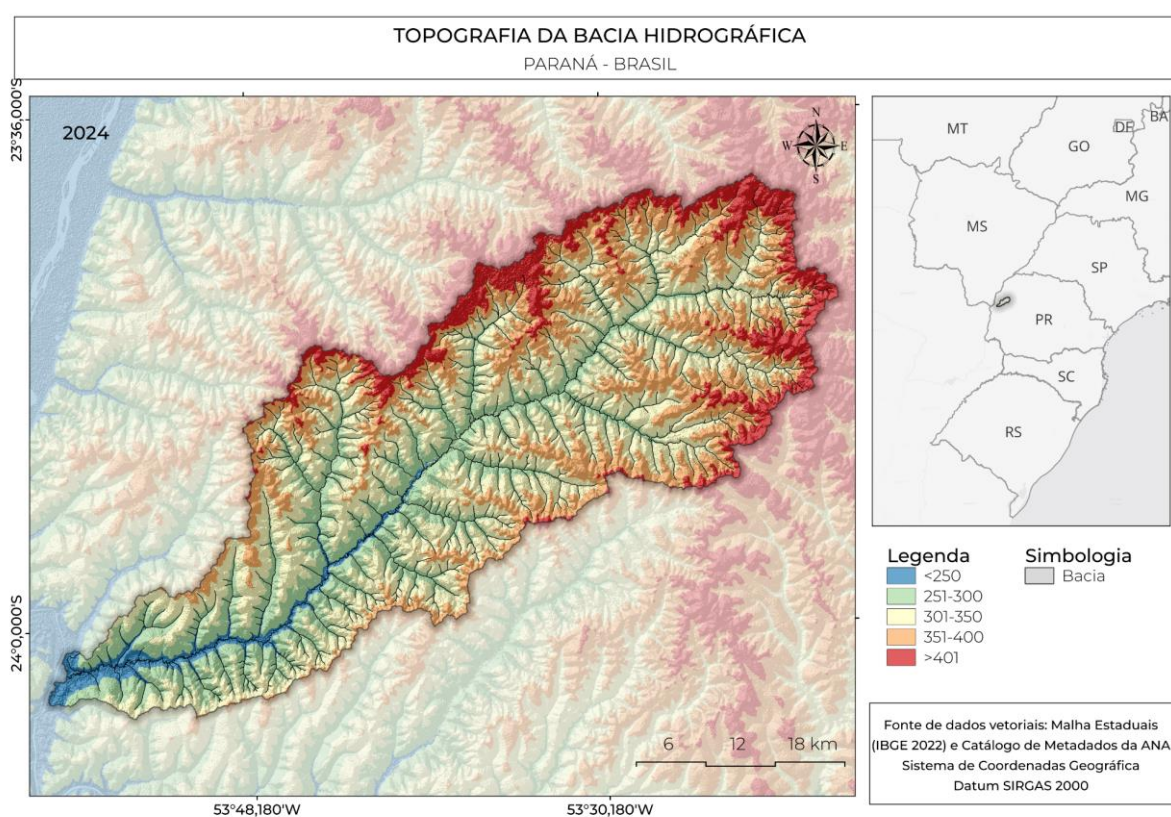


Figura 2. Representação da hidrologia e topografia da Bacia hidrográfica do rio Xambrê, Paraná, Brasil.

O rio Xambrê tem sua nascente localizada na coordenada -23.666219, -53.371087, que encontra-se no município de Umuarama no Estado do Paraná. Através do banco de dados da ANA (HIRDOWEB) foi possível identificar os córregos de pequeno porte, ribeirões e rios que compõem a bacia do rio Xambrê .

Este rio é composto por vários córregos de pequeno porte que se ramificam em afluentes de menor porte que por sua vez tem uma nascente, noventa e seis afluentes sendo destes oitenta e um de zona rural/agrícola e quinze efluentes oriundos da zona urbana de cidades que compreendem a bacia do rio Xambrê, destes somente

dezessete possuem nomeação no banco de dados da ANA na sua plataforma HIDROWEB (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa>) sendo estes: Ribeirão Baitira (Córrego da Garça), Córrego Timbá, Ribeirão Abelha (Córrego Clovis, Córrego do Esquecimento, Ribeirão Ouro Verde), Ribeirão Vermelho, Ribeirão do Veado (Córrego Vigor, Córrego da Noite, Córrego Pavão, Córrego Urupê), Córrego Figueira, Ribeirão Peroba (Córrego Mariza, Córrego do Canto, Rio da Areia, Córrego Imbé, Córrego Perobal, Ribeirão Terra Boa), Córrego Santa Clara, Córrego Santa Efigênia, Ribeirão Cantinflas (Córrego Piracanjuba, Córrego Bambú, Córrego Surubim, Córrego Pacu, Córrego Anchieta, Ribeirão Pintado, Córrego Boa Vista), Córrego Juramento, Córrego Iretama, Córrego Anhangabú (Córrego Braúna, Córrego Navio do Brasil, Córrego Ofi), Córrego Saracura (Córrego Violeta, Córrego Jural, Córrego Ferreira, Córrego Caiçara, Córrego Ortiga, Córrego Iracema), Córrego Queixadinha (Córrego Martiniano), Córrego Inhacanga, Córrego do Gavião.

Dentre estes Ribeirões e Córregos temos o Ribeirão Vermelho, Ribeirão do Veado, Córrego Tucuruvi, Córrego Vigor e Córrego da Noite tem suas nascentes localizadas no perímetro urbano do município de Umuarama, Ribeirão Abelha tem um afluente que tem sua nascente no perímetro urbano de Xambrê, o rio Xambrê tem pelo menos 7 nascentes de pequenos afluente nas proximidades da cidade de Iporã (sem nomeação) e pelo 2 nascentes de afluentes próxima da cidade de Pérola (sem nomeação). Pela proximidade com a área urbana estes afluentes acabam recebendo efluentes urbanos podendo indicar grande risco para os ecossistemas e para o meio ambiente devido a possíveis descarte de resíduos sólidos e líquidos liberados no corpo d'água (Fornari 2018, Dos Santos 2024, Vaz 2020).

3 Composição da área da bacia do rio Xambrê

Para melhor análise e comparativo foi feita a distribuição das imagens com as referentes classificações apontando as coberturas de solo e ocupação do solo, ao longo da bacia hidrográfica do rio Xambrê.

Na imagem de 1985 foi feita a classificação analisando as principais ocupações e coberturas de solo, a imagem foi a mais antiga encontrada com qualidade e dados suficientes para análise quantitativa e qualitativa.

A Figura 3, 5, 6, 7 e 8 representam a composição da cobertura vegetal, hídrica ou antrópica, localizadas na área que compreende a bacia do rio Xambrê, Umuarama, Paraná, Brasil no ano de 1985.

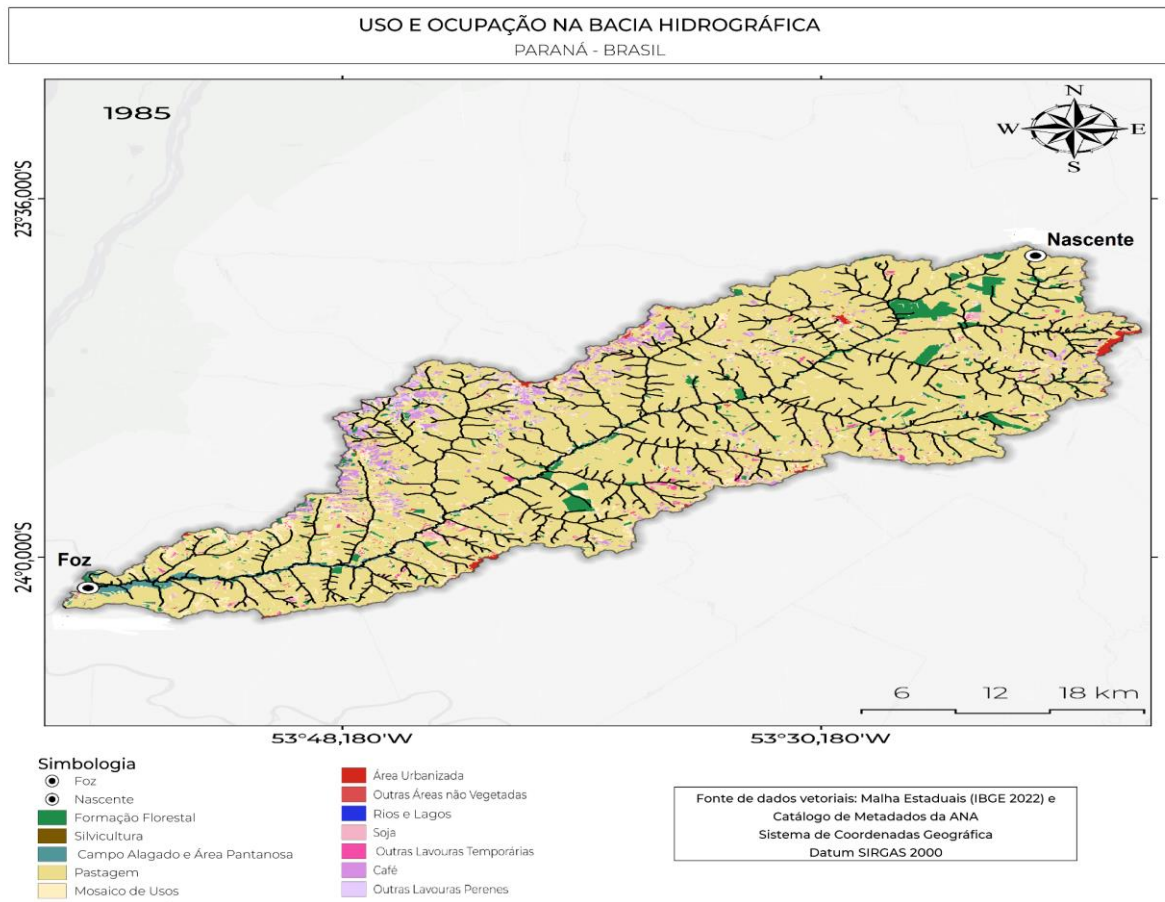


Figura 3. Classificação da ocupação e cobertura da área que compreende a bacia hidrográfica do rio Xambê, Paraná, Brasil no ano de 1985.

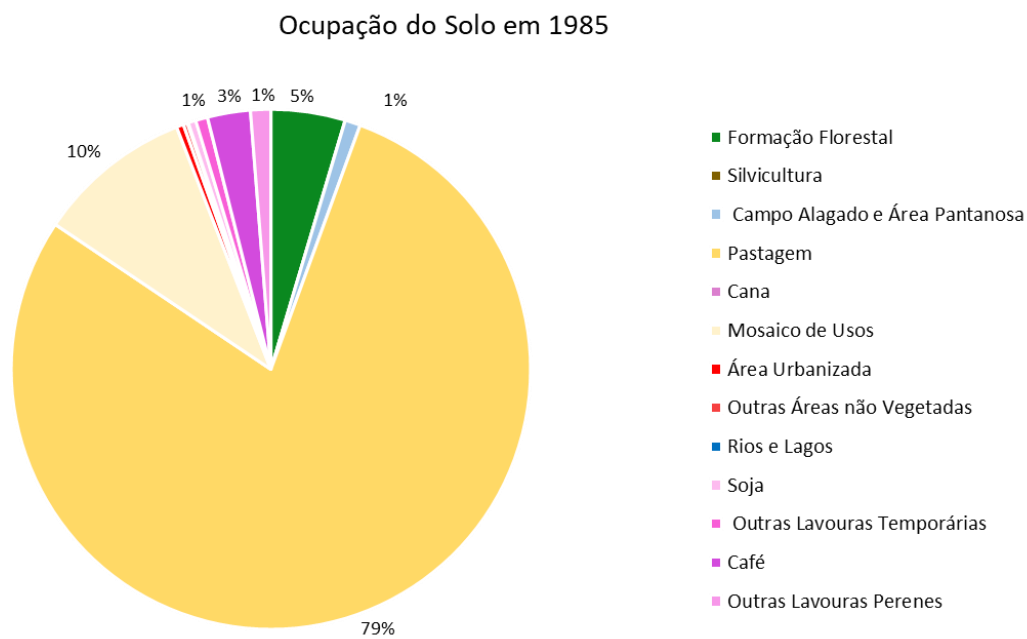


Figura 4. Proporção da ocupação solo da bacia hidrográfica do rio Xambrê, Paraná, Brasil no ano de 1985.

Formação Florestal 4.62%, Silvicultura 0.01%, Campo Alagado e Área Pantanosa 0.96%, Pastagem 78.82%, Cana 0.00%, Mosaico de Usos 9.68%, Área Urbanizada 0.44%, Outras Áreas não Vegetadas 0.26%, Rios e Lagos 0.07%, Soja 0.47%, Outras Lavouras Temporárias 0.74%, Café 2.67%, Outras Lavouras Perenes 1.26%. Algumas porcentagens menores que 1% foram removidas do gráfico por não apresentarem dados quantitativos e para melhor visualização.

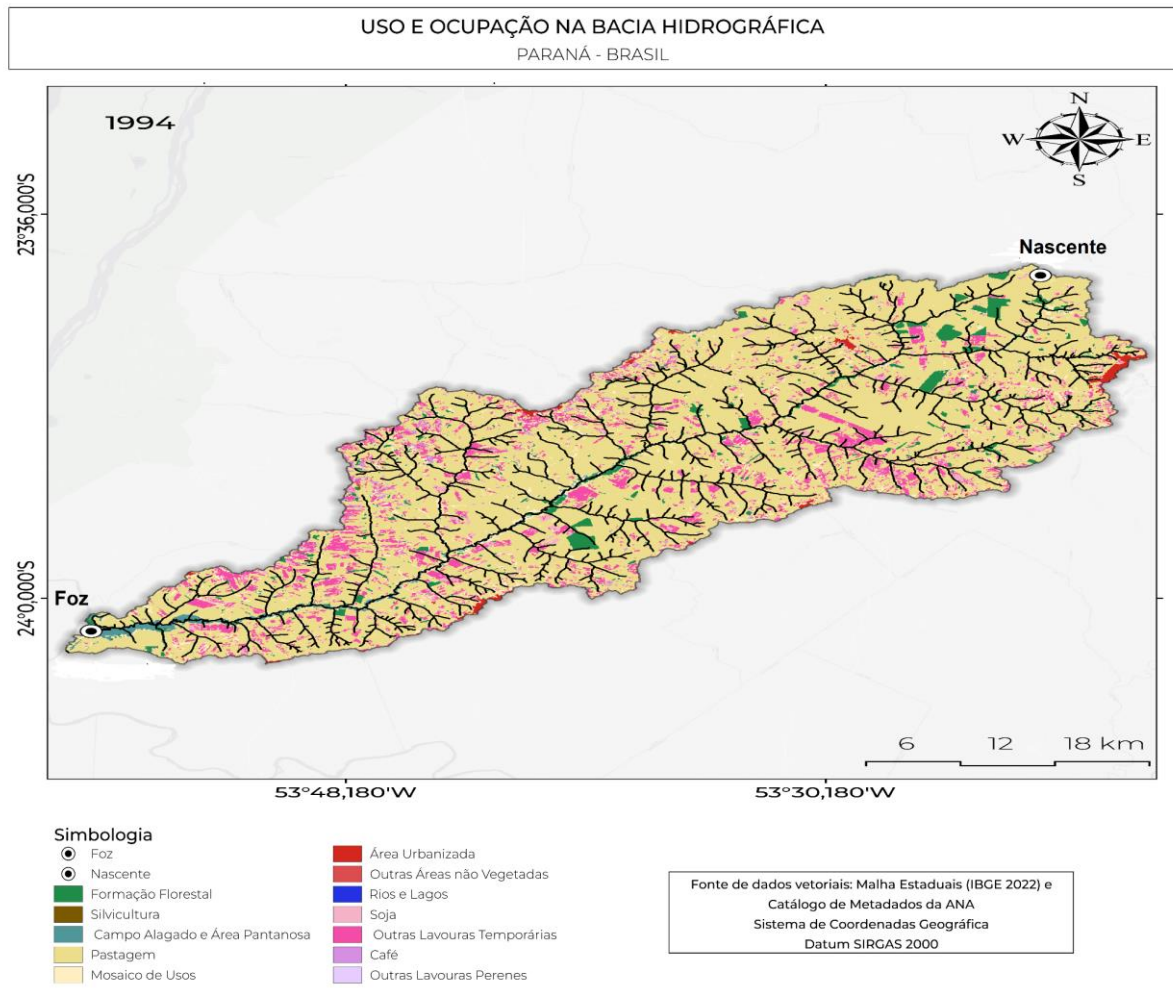


Figura 5. Classificação da ocupação e cobertura da área compreende a bacia hidrográfica do rio Xambrê, Paraná, Brasil no ano de 1994.

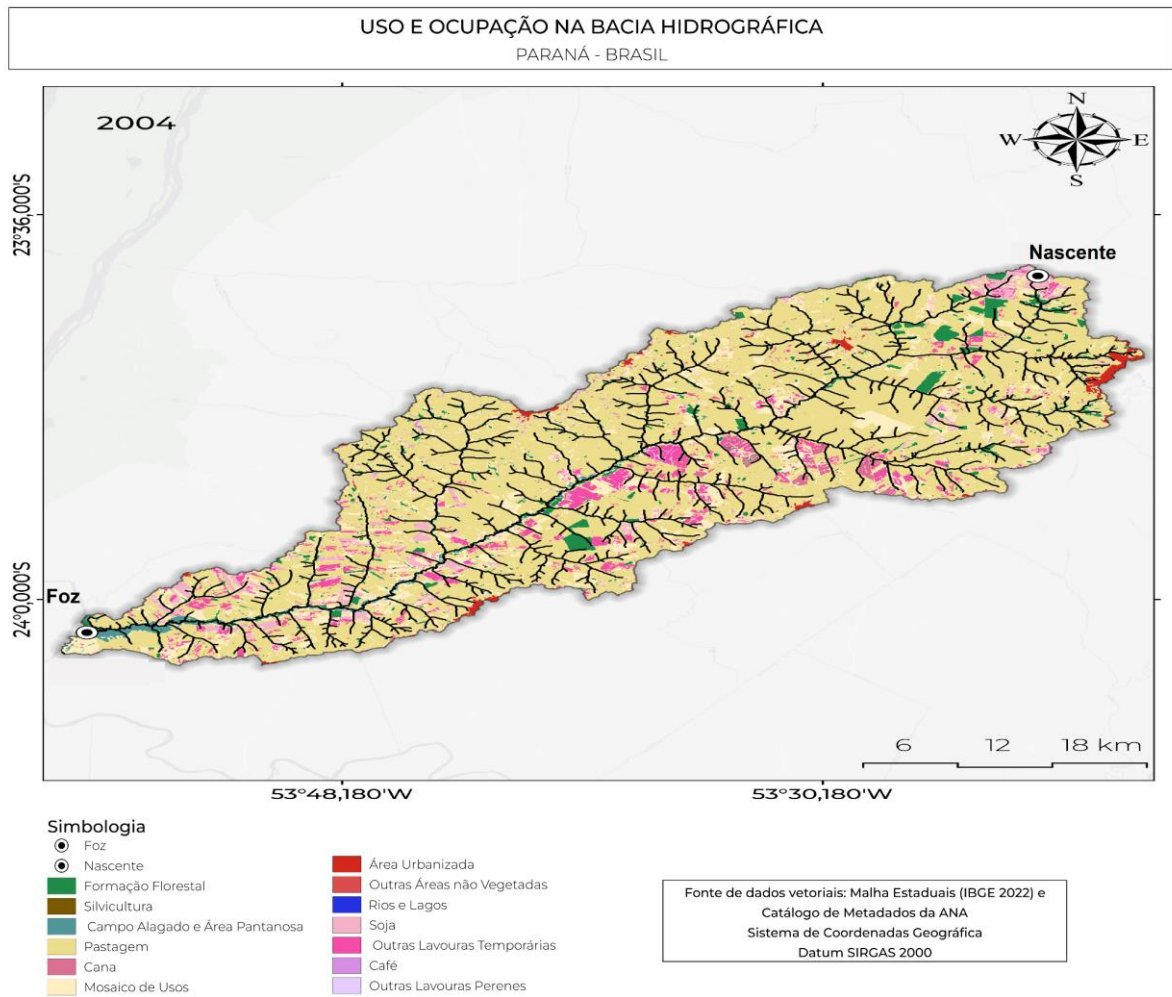


Figura 6. Classificação da ocupação e cobertura da área compreende a bacia hidrográfica do rio Xambrê, Paraná, Brasil no ano de 2004.

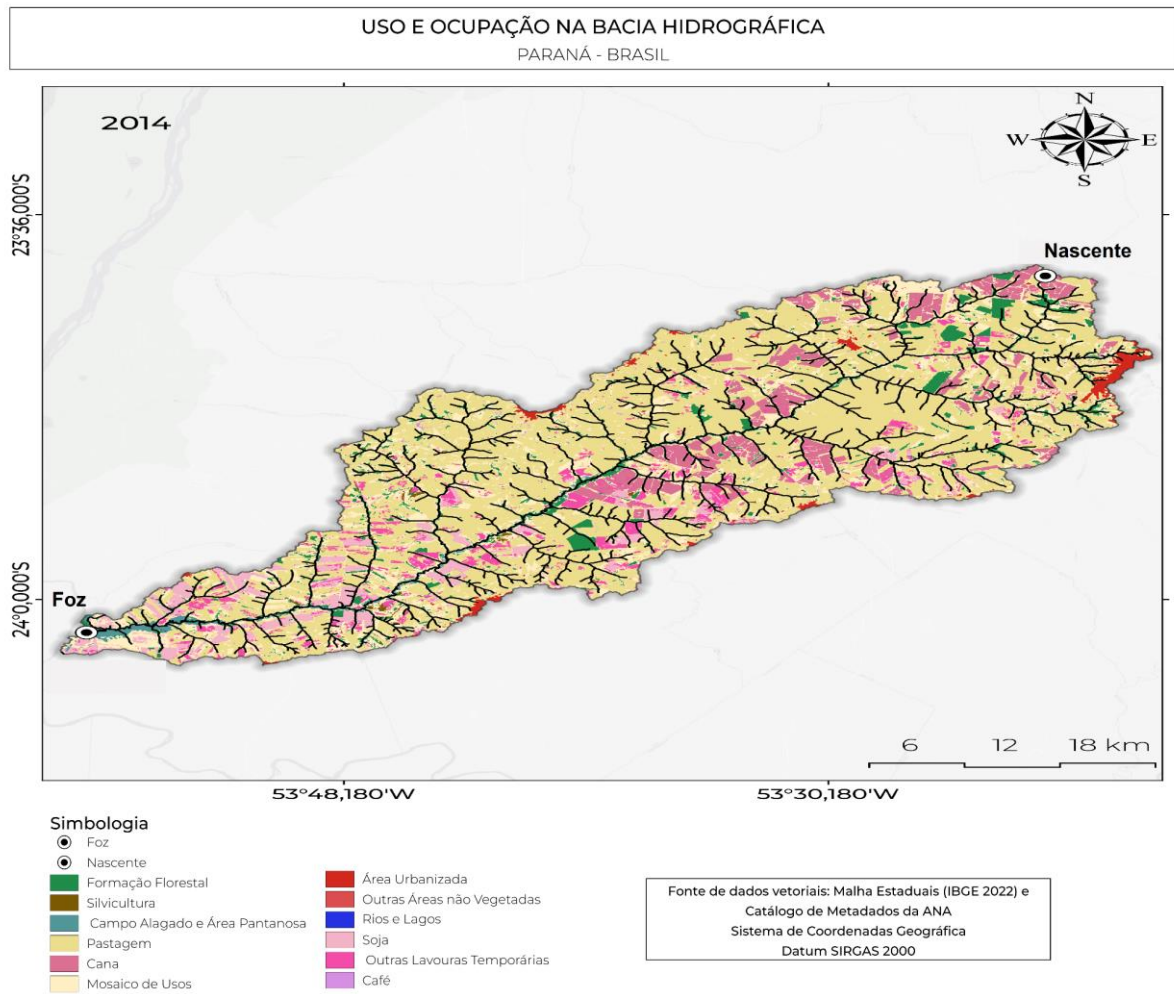


Figura 7. Classificação da ocupação e cobertura da área compreende a bacia hidrográfica do rio Xambrê, Paraná, Brasil no ano de 2014.

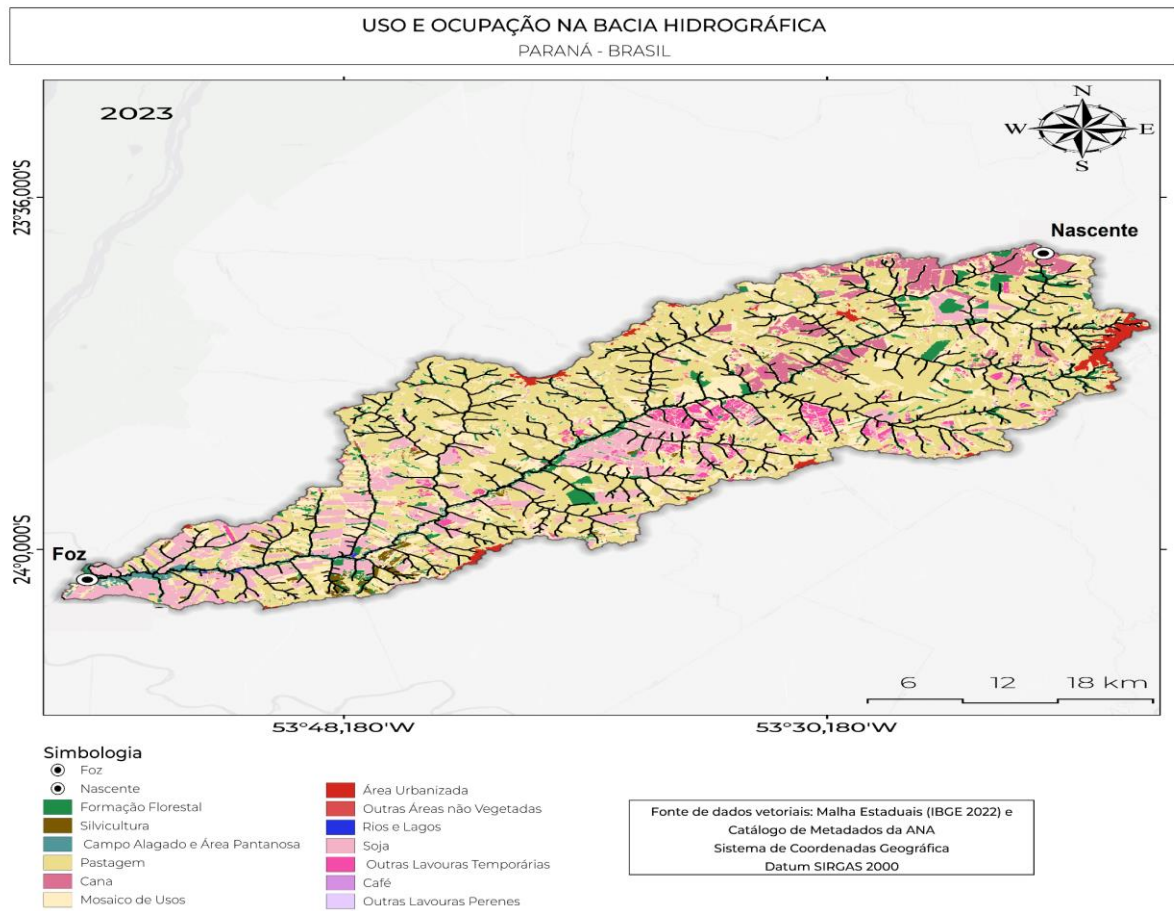


Figura 8. Classificação da ocupação e cobertura da área compreende a bacia hidrográfica do rio Xambê, Paraná, Brasil no ano de 2004.

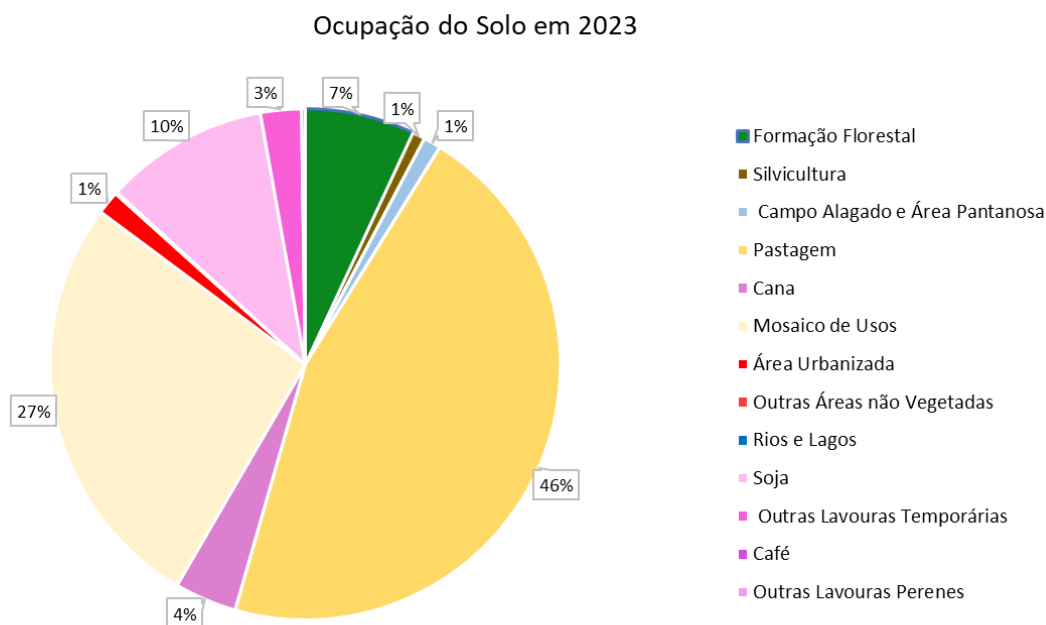


Figura 9. Proporção da ocupação solo da bacia hidrográfica do rio Xambrê, Paraná, Brasil no ano de 2023.

Formação Florestal 6.94%, Silvicultura 0.80%, Campo Alagado e Área Pantanosa 1.10%, Pastagem 45.59%, Cana 3.95%, Mosaico de Usos 26.79%, Área Urbanizada 1.48%, Outras Áreas não Vegetadas 0.08%, Rios e Lagos 0.04%, Soja 10.41%, Outras Lavouras Temporárias 2.60%, Café 0.23%, Outras Lavouras Perenes 0.00%. Algumas porcentagens menores que 1% foram removidas do gráfico por não apresentarem dados quantitativos e para melhor visualização.

As imagens usadas foram fornecidas pela plataforma de mapas e dados Mapbiomas onde a mesma faz uma compilação de múltiplas imagens de satélites para criar um mosaico anual representativo. Para comparativo de longa data foi utilizado as imagens do ano de 1985 que foram obtidas pelo Mapbiomas com ajuda do satélite Landsat 5 sendo processado pixel por pixel (30 x 30 mt), não foram obtidas imagens de períodos anteriores devido às limitações tecnológicas da época e nebulosidade encontradas das imagens disponíveis mesmo em outros bancos de dados.

A do ano de 1994 e 2004 foram obtidas pelo Mapbiomas com ajuda do satélite Landsat 5 sendo processado pixel por pixel (30 x 30 mt), do ano de 2014 com o satélite Landsat 8 sendo processado pixel por pixel (30 x 30 mt) e por fim do ano de 2023 com o satélite Sentinel-2 sendo processado pixel por pixel (10 x 10 mt).

A interação entre as atividades econômicas regionais e a influência nas alterações do uso e cobertura do solo no período de 1985, 1994, 2004, 2014 e 2023 que compõem a bacia do rio Xambrê, encontram-se discriminadas na Tabela 2.

Tabela 2: Interação (ha) entre as atividades econômicas regionais e a influência nas alterações do uso e cobertura do solo no período de 1985, 1994, 2004, 2014 e 2023 que compõem a bacia do rio Xambrê, Estado do Paraná, Brasil.

Classe	Período				
	1985	1994	2004	2014	2023
Formação Florestal ¹	6,076.76	5,547.54	6,129.9	8,226.51	9,135.76
Silvicultura ²	17.55	9.27	12.79	328.95	1,050.97
Campo Alagado e Área Pantanosa ³	1,257.39	1,341.86	1552.22	1,529.17	1,449.05
Pastagem ⁴	103,690.7	99,531.66	89,500.18	71,147.54	59,975.12
Cana ⁵	0	0	677.49	8,427.68	5,193.67
Mosaico de Uso ⁶	12,730.38	8,639.2	21,945.52	28,242.82	35,243.10
Área Urbanizada ⁷	583.75	891.21	1,217.12	1,553.45	1,944.31
Outras Áreas não Vegetadas ⁸	336.16	4.67	2.3	14.43	100.63
Rios e Lagos ⁹	88.24	72.66	17.06	19.68	48.06
Soja ¹⁰	620.58	1,998.11	3,545.58	5,610.12	13,692.45
Outras Lavouras Temporárias ¹¹	978.31	12,481.23	6,290.73	6,068.80	3,419.44
Café ¹²	3,516.71	1,026.78	595.4	384.06	296.47
Outras Lavouras Perenes ¹³	1,656.7	9.02	66.92	0	4.18

¹Formação Florestal: Áreas naturais cobertas por florestas, incluindo vegetação nativa. ²Silvicultura: Áreas destinadas ao cultivo de espécies florestais para fins comerciais, como Eucalipto e Pinus. ³Campo Alagado e Área Pantanosa: Regiões de campos ou formações vegetais sujeitas a alagamento periódico ou permanente. ⁴Pastagem: Áreas ocupadas por pastagens plantadas ou naturais, usadas para pecuária. ⁵Cana: Áreas destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, principalmente para produção de açúcar e etanol. ⁶Mosaico de Usos: Áreas rurais com diversificação

de atividades agrícolas, pequenas áreas de vegetação e pastagens. ⁷Área Urbanizada: Regiões ocupadas por cidades, vilas e infraestrutura urbana. ⁸Outras Áreas não Vegetadas: Áreas sem vegetação significativa, como mineração, dunas, praias, solos expostos e áreas degradadas. ⁹Rios e Lagos: Corpos d'água naturais, como rios, lagos e reservatórios. ¹⁰Soja: Áreas de plantio de soja. ¹¹Outras Lavouras Temporárias: Culturas de ciclo curto como milho, algodão, arroz, feijão e trigo. ¹²Café: Áreas cultivadas com cafeeiros. ¹³Outras Lavouras Perenes: Cultivos de longa duração, como laranja, banana, cacau, seringueira, oliveira e videira.

Dentro das análises foi possível analisar somente a área de mata ciliar que compreende a bacia do rio Xambrê onde a mesma tem uma área total de 10,660.51 hectares, dentro dessa área foi possível encontrar outras ocupações e coberturas de solo além da mata ciliar como pode se analisar na figura 10, 11, 12, 13 e 14.

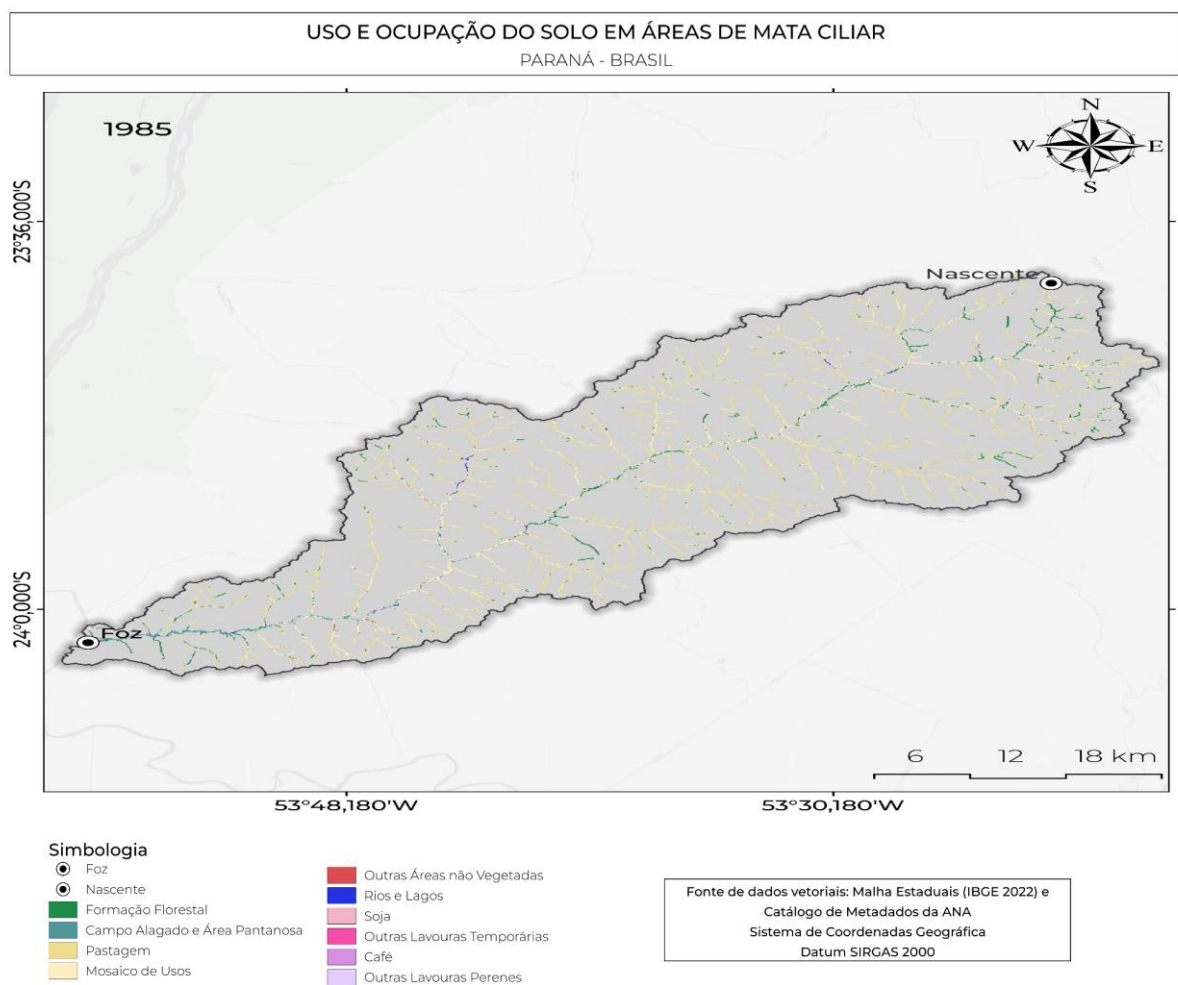


Figura 10. Classificação da ocupação e cobertura da área compreende a mata ciliar da bacia hidrográfica do rio Xambrê, Paraná, Brasil no ano de 1985.

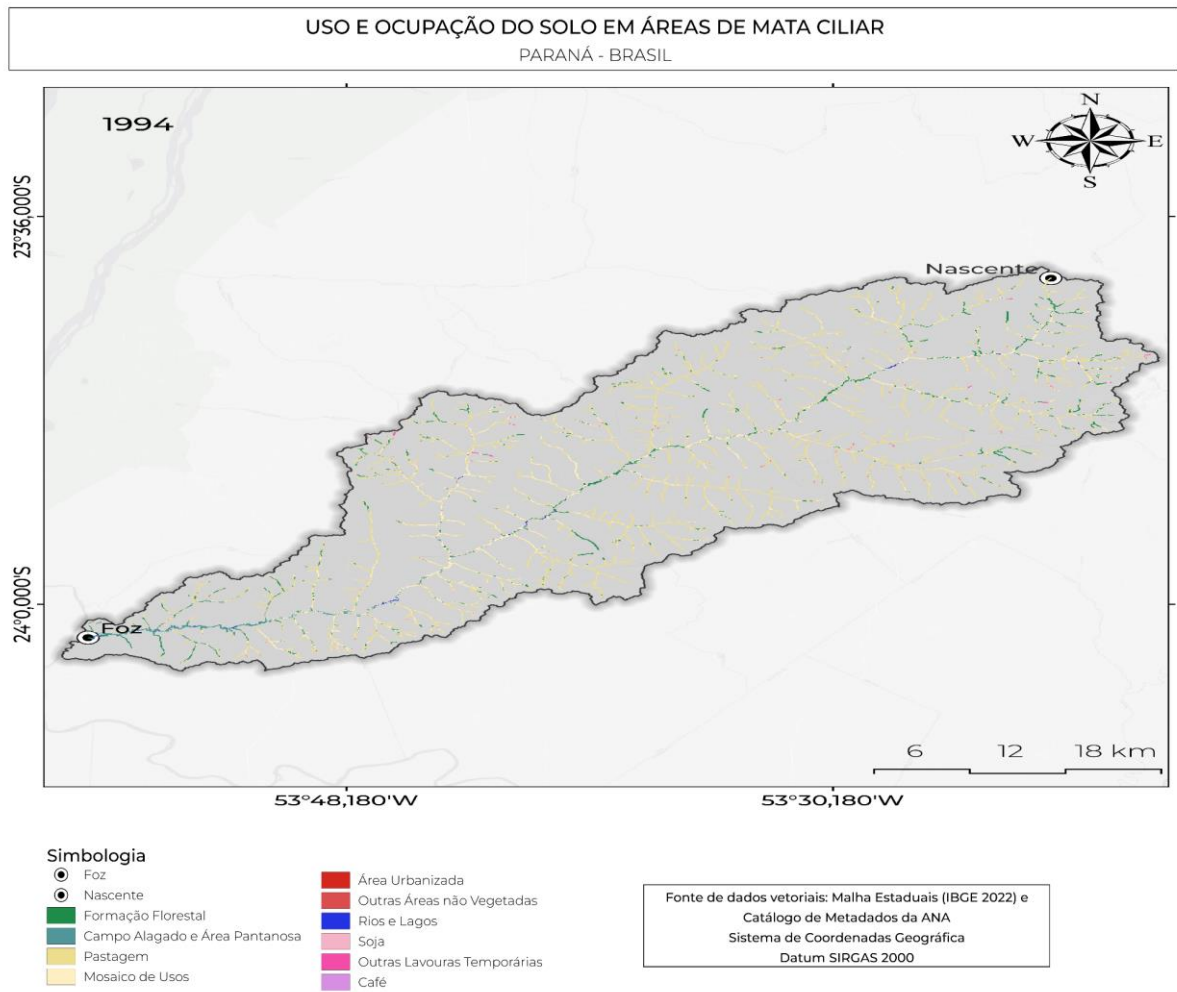


Figura 11. Classificação da ocupação e cobertura da área compreende a mata ciliar da bacia hidrográfica do rio Xambê, Paraná, Brasil no ano de 1994.

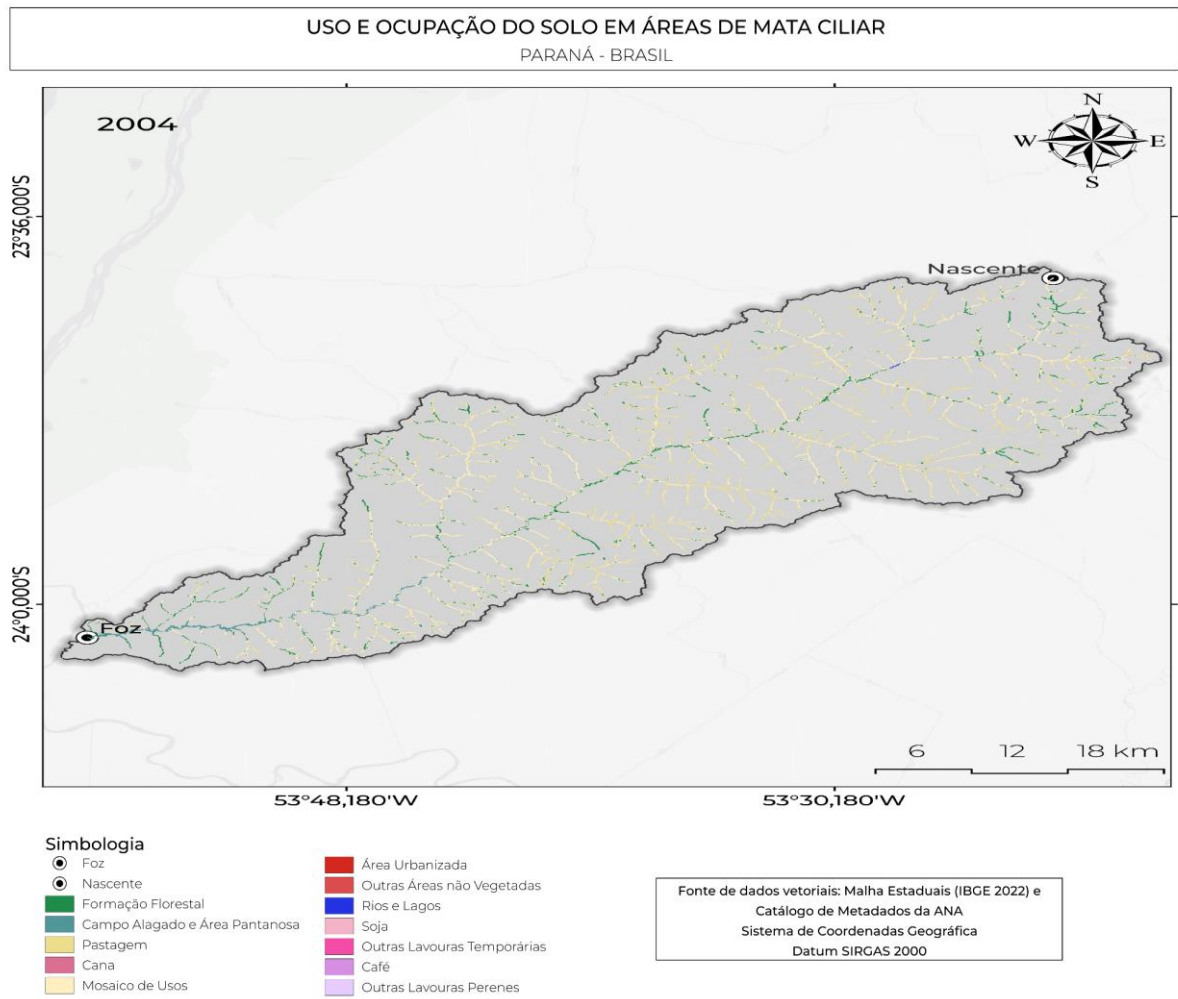


Figura 12. Classificação da ocupação e cobertura da área compreende a mata ciliar da bacia hidrográfica do rio Xambê, Paraná, Brasil no ano de 2004.

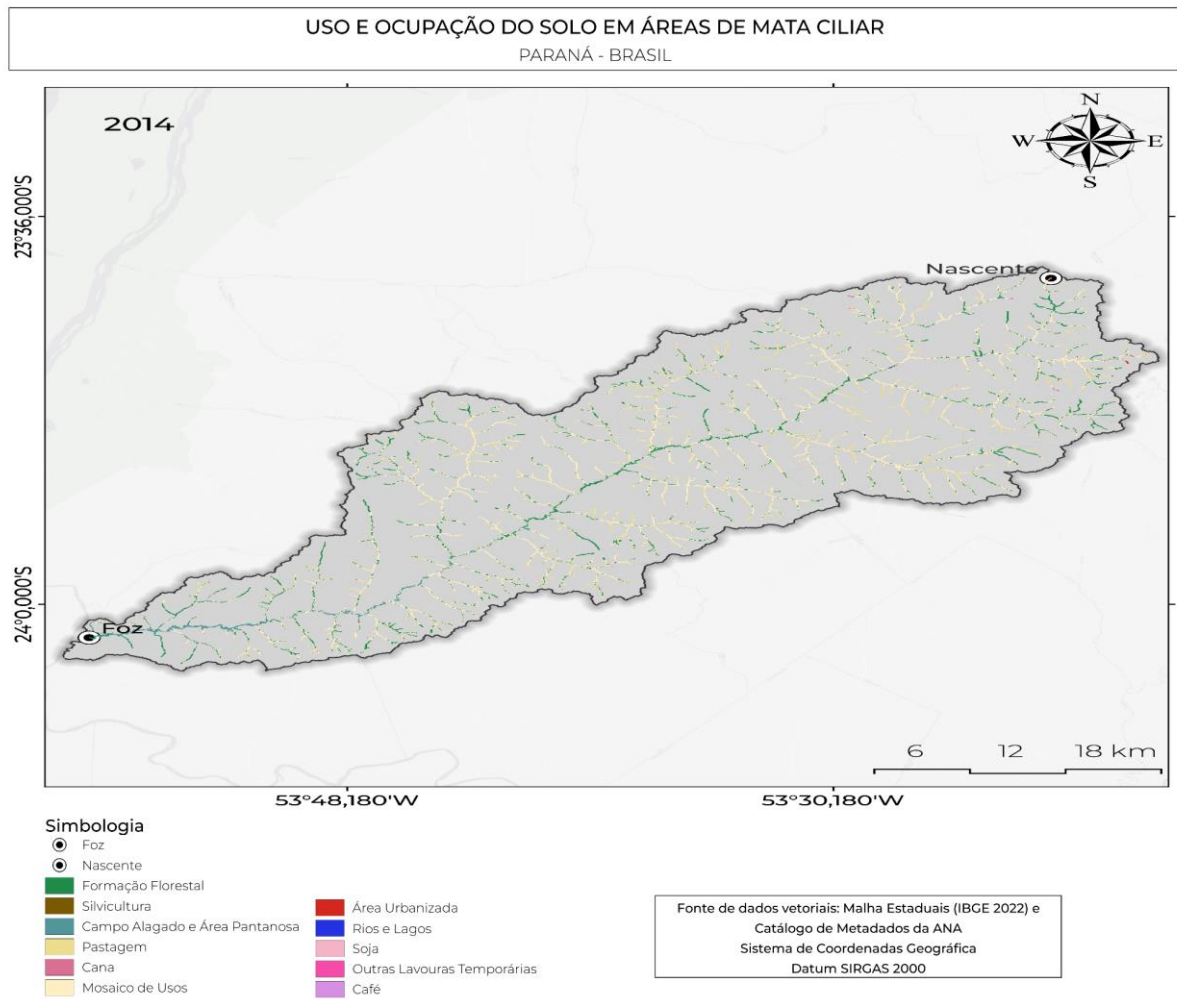


Figura 13. Classificação da ocupação e cobertura da área compreende a mata ciliar da bacia hidrográfica do rio Xambê, Paraná, Brasil no ano de 2014.

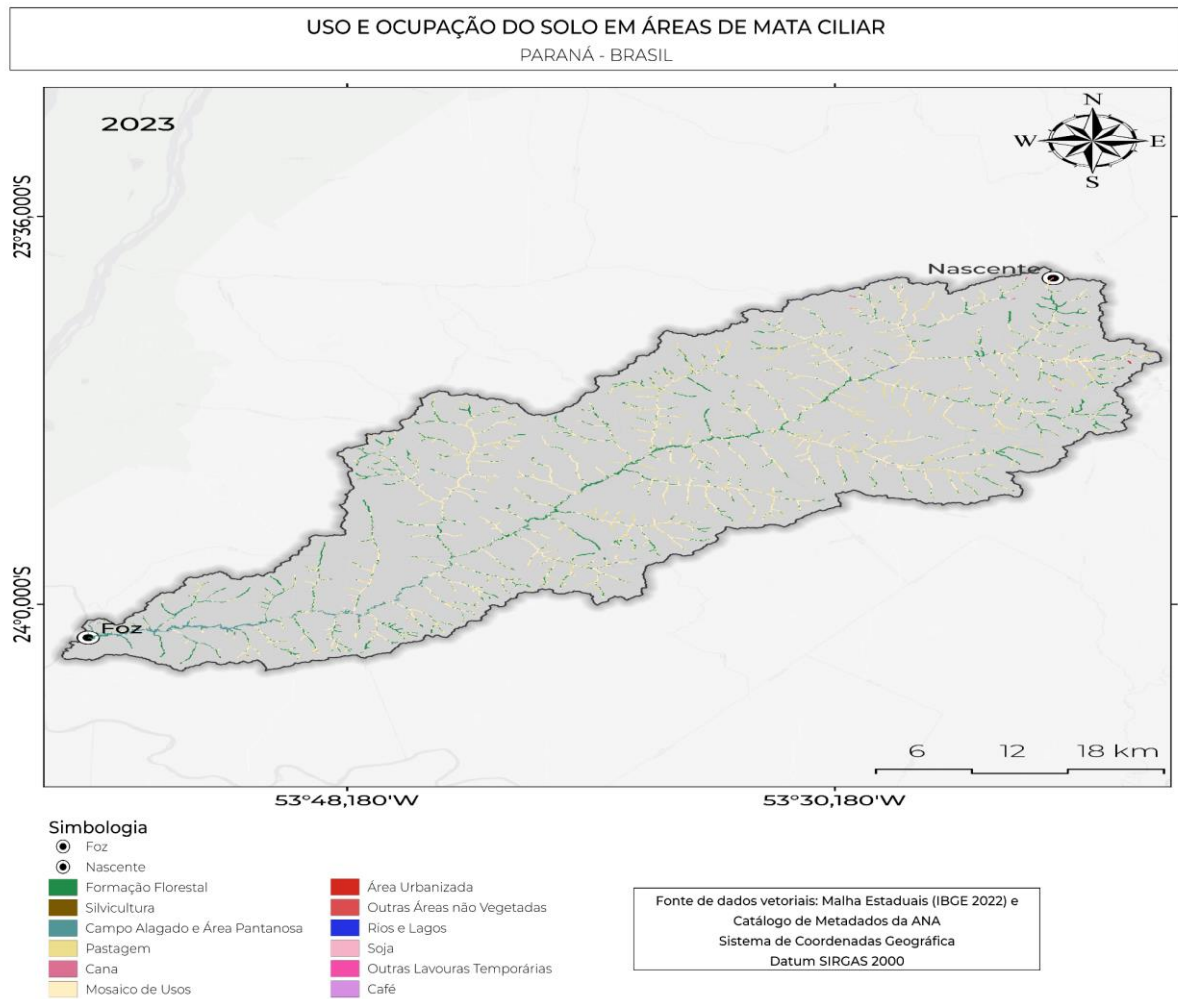


Figura 14. Classificação da ocupação e cobertura da área compreende a mata ciliar da bacia hidrográfica do rio Xambrê, Paraná, Brasil no ano de 2023.

As imagens coletadas seguem os mesmos padrões das imagens anteriores, mas com um diferencial que foi o filtro nas áreas destinadas a área de mata ciliar ou na área que deveria ser destinada a mata ciliar, pois como pode observar em alguns pontos só existe o corpo d'água sem a existência de formação florestal, devido a isso foi possível identificar áreas com plantações, pastagens e áreas humanizadas como perímetro urbano.

A área que compreende a mata ciliar também foi influenciada pelas ocupações e coberturas de solo em seu entorno, sendo um constante heterogêneo e que ao longo do tempo foi se alterando em relação ao uso e cobertura do solo, como pode se analisar na Tabela 3, reafirmando a presença da agropecuária e áreas humanizadas próximas aos corpos d'água e nas áreas destinadas a proteção ambiental e a preservação da biodiversidade.

Tabela 3: Interação (ha) entre as atividades econômicas e a influência na constituição da vegetação no período de 1985, 1994, 2004, 2014 e 2023 que compõem mata ciliar da bacia do rio Xambrê, Estado do Paraná, Brasil.

Classe	Período				
	1985	1994	2004	2014	2023
Formação Florestal ¹	1,179.64	1,231.39	1,654.98	2,638.70	3,084.92
Silvicultura ²	0	0	0	3.69	12.47
Campo Alagado e Área Pantanosa ³	393.82	423.18	545.13	552.84	543.49
Pastagem ⁴	6,304.34	6,361.34	4,061.51	2,004.35	2,003.44
Cana ⁵	0	0	2.3	34.53	11.32
Mosaico de Uso ⁶	2,627.87	2,446.28	4,354.27	5,368.51	4,931.07
Área Urbanizada ⁷	0	0.25	2.46	8.28	12.22
Outras Áreas não Vegetadas ⁸	35.76	0.41	0.33	0	0.16
Rios e Lagos ⁹	79.39	63.56	13.12	14.27	14.35
Soja ¹⁰	10.91	15.34	13.78	14.02	34.85
Outras Lavouras Temporárias ¹¹	14.84	114.82	8.94	17.3	8.45
Café ¹²	9.51	3.94	3.12	4.02	3.77
Outras Lavouras Perenes ¹³	4.43	0	0.57	0	0

¹Formação Florestal: Áreas naturais cobertas por florestas, incluindo vegetação nativa. ²Silvicultura: Áreas destinadas ao cultivo de espécies florestais para fins comerciais, como Eucalipto e Pinus. ³Campo Alagado e Área Pantanosa: Regiões de campos ou formações vegetais sujeitas a alagamento periódico ou permanente. ⁴Pastagem: Áreas ocupadas por pastagens plantadas ou naturais, usadas para pecuária. ⁵Cana: Áreas destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, principalmente para produção de açúcar e etanol. ⁶Mosaico de Usos: Áreas rurais com diversificação de atividades agrícolas, pequenas áreas de vegetação e pastagens. ⁷Área Urbanizada: Regiões ocupadas por cidades, vilas e infraestrutura urbana. ⁸Outras Áreas não Vegetadas: Áreas sem vegetação significativa, como mineração, dunas, praias, solos expostos e áreas degradadas. ⁹Rios e Lagos: Corpos d'água naturais, como rios, lagos e reservatórios. ¹⁰Soja: Áreas de plantio de soja. ¹¹Outras Lavouras Temporárias: Culturas de ciclo curto como milho, algodão, arroz, feijão e trigo. ¹²Café: Áreas cultivadas com cafeeiros. ¹³Outras Lavouras Perenes: Cultivos de longa duração, como laranja, banana, cacau, seringueira, oliveira e videira.

DISCUSSÃO

Analisando as Figuras e Tabelas foi possível observar uma alteração do uso e cobertura do solo na área ao longo dos anos e assim também foi possível analisar a interação entre as atividades econômicas e o meio ambiente.

Com o decorrer dos anos (1985, 1994, 2004, 2014 e 2023) a composição da área de estudo foi se alterando, mudando e os principais motivos foram as atividades econômicas que sofreram mudanças ao longo dos anos onde pode se observar que em 1970 onde temos os primeiros ciclos econômicos de expressão regional tinha se a cultura do café, bovinocultura destinada ao abate e a retirada de madeira em geral como principal fonte de renda (extrativismo vegetal) (IPARDES 1977) influenciando as atividades econômicas seguintes.

No ano de 1985 compreendendo o primeiro ano analisado ainda se tem traços do extrativismo, mas mostrando sinais de uma mudança de ciclo econômico dando espaço para a cultura como soja e milho, mas um predomínio da bovinocultura com grandes extensões de solo destinadas a essas atividades e a presença das lavouras de café também é observada (IPARDES 2000). O ano de 1994 aumenta se a área destinada à cultura de soja e outras lavouras como milho e arroz e a pecuária ainda continua consolidada como a principal atividade econômica da região e a lavoura de café perdeu área para outras culturas (IPARDES 2000).

No ano de 2004 nota se a presença da cana-de-açúcar e um aumento da área destinada a cultura de soja, a bovinocultura começa a perder espaço para outras atividades econômicas, no ano de 2014 a presença da cultura de cana-de-açúcar ganha mais espaço e a silvicultura também apresenta um área maior principalmente nos municípios de Pérola e Iporã, já bovinocultura juntamente com a lavoura de café e lavouras perenes perdem áreas para outras atividades e no ano de 2023 as culturas de soja, cana, lavouras temporárias representam grandes áreas, e áreas destinadas a pastagens e cultura do café tem um redução.

Um dos principais pontos que pode ser observado e analisado nos últimos anos é a mudança da classe formação vegetal, visto que teve um aumento gradual ao longo dos anos onde pode estar vinculado ao fato da criação dos códigos florestais como de 1965 e principalmente o de 2012 e o seu antecessor a lei de proteção da vegetação nativa de 2000 (Brasil 2000), as fiscalizações foram por muitos anos negligenciadas por muitos anos fazendo com que instituído e implementado anos depois.

Analisando as classes que representam tipos de plantações teve um aumento exponencial representando um fortalecimento do agronegócio na região noroeste do Paraná e a diminuição da área destinada para pastagem, e por tanto houve um aumento significativo da mecanização e manejo do solo para a produção agrícola e influenciando diretamente no solo e seu escoamento hídrico.

Pode-se analisar que ao longo dos anos houveram variações pontuais onde as plantações tiveram crescimento exponencial, já as pastagens foram tendo queda nas áreas destinadas a essa atividade como pode ser observado na Tabela 2, pois em 1985 tinha 103,690.68 hectares de área e em 2023 59,975.12 teve uma queda de 42.16% da área destinada a essa atividade.

As análises dos dados revelaram uma pequena mudança em relação ao aumento da área preservada onde pode ser observada na Tabela 3, onde do ano de 2004 se tinha 1,654.98 ha da classe formação florestal e no ano de 2014 2,638.7 ou seja um aumento de 37.28% da área destinada mata ciliar, mas longe do ideal pois da área de mata ciliar que compreende 10,660.51 apenas 3,084.94 são de formação florestal ou seja 28.93% da área sendo que a mesma deveria ser constituída na sua totalidade por floresta.

Outro ponto a se observar é a predominância da agricultura intensiva e a pecuária onde no ano de 1985 a área destinada a essas ocupações e cobertura de solo compunha 93.90% da área total da bacia hidrográfica, já no ano de 2023 cerca de 89.64% da área da bacia hidrográfica foram destinadas a essas ocupações, e na área que compreende a mata ciliar temos em 1985 84.49% da área destinada à agricultura e no ano de 2023 temos aproximadamente 65.60% da área de mata ciliar a destinada a estas atividades.

Quando analisamos a os rios e lagos observa se que teve uma redução de 45,53% ou seja, de 88.24 ha para 48.06 ha do ano de 1985 para 2023, portanto isso indica que houve uma queda na disponibilidade do recurso hídrico na área da bacia hidrográfica do rio Xambrê. Agora analisando somente a área que compreende a mata ciliar tendo os rios, lagos, afluentes e efluentes, teve uma redução ainda maior de 81.92%, passando de 79.39 ha para 14.35 ha, teve essa discrepância devido a criação de lagos e/ou reservatório para criação de piscicultura sendo desenvolvidos na área da bacia hidrográfica e não na área que compõem a mata ciliar da bacia do rio Xambrê.

Quando analisamos a composição da ocupação e manejo do solo a situação é alarmante, pois a expansão das plantações e a pecuária, embora contribua para a produção econômica, pode resultar em uma redução da cobertura vegetal, assim como pode ser observado nos trabalhos de Ramos et al. (2020) e Da-Silva (2020). Essa diminuição não é apenas da formação florestal, mas também dos recursos hídricos que representam uma ameaça direta à biodiversidade e à integridade dos ecossistemas locais.

Além disso, as matas ciliares tem implicações profundas na qualidade da água e na saúde dos recursos hídricos locais como foi abordado por Marengo & Alves (2016) e Parente & Maia (2011) e complementam que as matas ciliares atuam como filtros naturais, protegendo os corpos d'água da erosão e da contaminação por produtos químicos utilizados na agricultura, como defensivos e fertilizantes e outros resíduos que venham a ser descartados ou aplicados pelo ser humano e em alguns pontos a mata ciliar não existe ou é insignificante deixando seu papel comprometido, pois se analisando a área total de 131,553.21 ha, teria se a obrigação de ter um total de 26,310.64 ha tendo em vista os 20% da área destinados a preservação ambiental Lei N° 12.651/2012.

Outro ponto crucial a ser destacado é a necessidade de um manejo sustentável dos recursos naturais. A pesquisa indica que a área de vegetação nativa está abaixo do mínimo exigido pela Lei N° 12.651/2012, que estabelece parâmetros e a obrigatoriedade de um perímetro de preservação ambiental de pelo menos 20% da propriedade na área rural, o que também pode ser observado nos estudos de Ramos et al. (2020), Da-Silva (2020), e Parente & Maia (2011) que também tiveram as mesmas conclusões do desrespeito à lei ao não estabelecimento de uma área mínima de preservação principalmente próxima a corpos d'água. Essa inadequação não apenas infringe a legislação que determinam que propriedades que estavam com suas áreas degradadas antes da Lei N° 12.651/2012 norteando que proprietários rurais têm a obrigação de recuperem a área tanto com reflorestamento, ou regeneração natural, pois a não recuperação ou degradação das áreas florestais também comprometem a capacidade da região de sustentar sua biodiversidade e os serviços ecossistêmicos que dela dependem.

Diante do exposto não se pode menosprezar a agricultura pois é uma atividade fundamental que sustenta a sociedade, garantindo segurança alimentar e impulsionando a economia. No entanto, para que ela continue sendo uma prática sustentável, é crucial que haja maior conscientização e informação entre os proprietários rurais sobre a importância de preservar as áreas naturais, especialmente aquelas que circundam corpos d'água e matas nativas. Muitas vezes, a falta de conhecimento sobre práticas de conservação ambiental pode levar à degradação de solos e recursos hídricos, comprometendo a própria viabilidade da agricultura a longo prazo.

Investir na educação ambiental e sensibilizar a população quanto à importância de preservar esses espaços é essencial e de extrema importância para um futuro da humanidade. A conscientização permite que agricultores e proprietários vejam a preservação como um aliado na rentabilidade e resiliência de suas terras, ajudando a garantir um futuro sustentável tanto para o meio ambiente quanto para as próximas gerações de agricultores e cidadãos que dependem desses recursos naturais para viver e prosperar.

CONCLUSÕES

Os dados levantados nesta pesquisa indicaram aumento da área agricultável da bacia do rio Xambrê no período que compreendeu os anos 1985 a 2024, evidenciando que somente 28.93% dos 10,660.51 ha de mata ciliar são de formação florestal.

No período analisado observou-se uma diminuição dos rios e lagos, tendo uma redução de 45,53% ou seja, de 88.24 ha para 48.06 ha do ano de 1985 para 2023 indicando uma queda na disponibilidade do recurso hídrico na área da bacia hidrográfica do rio Xambrê. Redução ainda maior de 81.92% foi observado para os rios, lagos, afluentes e efluentes que compõem a bacia do rio Xambrê, passando de 79.39 ha para 14.35 ha.

A partir então da promulgação do código florestal (2012), observou-se um aumento de 66.51%, ou seja, 3,059 ha da área destinada à formação florestal, evidenciando maior conscientização por parte da população da preservação do meio ambiente e florestas.

Neste sentido, é fundamental a implantação de políticas públicas, dentre estas a educação ambiental para evitar que o desmatamento avance, bem como a regeneração e a proteção deste manancial hídrico, havendo também maior fiscalização pelos órgãos competentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Paranaense - UNIPAR, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

Brasil. Agência Nacional de Águas. (2012). Implementação do enquadramento em bacias hidrográficas no Brasil, e, Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos: Snirh no Brasil: arquitetura computacional e sistêmica. Brasília: ANA.

Instituto Ambiental do Paraná. (2020). Cadernos de Educação Ambiental. IAT. Recuperado em 1 de junho de 2024, de https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-09/capa_cadernos_10.pdf.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2022). Censo Demográfico, Rio de Janeiro. Recuperado em 23 de junho de 2024, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>.

Lacerda, A. V., et al. (2005). Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19(3), 647-656.

Sosa, L. L., et al. (2017). Delineating and mapping riparian areas for ecosystem service assessment. *Ecohydrology*, 11(2), 1-16. Wiley. <https://doi.org/10.1002/eco.1928>.

Embrapa Meio Ambiente. (2004). Avaliação dos impactos ambientais da agricultura irrigada: aspectos metodológicos (Circular Técnica, 7). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. Recuperado em 20 de julho de 2024, de https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5845/1/circular_7.pdf.

Fornari, M. R., & Camotti-Bastos, M. (2018). Efluentes urbanos na água do Rio Marau (Brasil): Qualidade da água no Rio Marau. *Bitácora Urbano Territorial*, 28(3), 121-130.

Dos Santos, A. B., & Do Rego, E. L. (2024). Avaliação da qualidade da água superficial do rio grande no perímetro urbano do município de Barreiras-Bahia. *Cadernos Macambira*, 9(3), 118-122.

Vaz, L. C., et al. (2020). Considerações sobre a gestão de recursos hídricos urbanos no Brasil: uma análise do Ribeirão Vai-Vem no município de Ipameri-Goiás. *Élisée-Revista de Geografia da UEG*, 9(2), e922005.

Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). (1977). Renda interna do Paraná (nº 23/1977). Recuperado em 15 de dezembro de 2024, de https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2020-05/RP_renda_interna_parana_23_1977.pdf.

Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). (2006). Relatórios de Pesquisa. Recuperado em 17 de dezembro de 2024, de <https://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Relatorios-de-Pesquisa-2006>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2024). Indicadores. Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado em 17 de dezembro de 2024, de <https://www.ibge.gov.br/indicadores>.

Ramos, G. G., et al. (2020). Levantamento dos impactos ambientais de um trecho de mata ciliar em região de Caatinga no Sertão Paraibano. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 52848-52859. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-798>.

Da-Silva, A. D. (2020). A construção de políticas públicas para a sustentabilidade urbana. *Revista Geográfica de América Central*, 2(65), 33-61. Universidad Nacional de Costa Rica. <https://doi.org/10.15359/rgac.65-2.2>.

Marengo, J. A., & Alves, L. M. (2016). Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, 19(3), 485-494. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.100879>. Recuperado em 14 de dezembro de 2024, de <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/100879>.

Parente, H. N., & Maia, M. O. (2011). Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, 5(3), 3-15.

Brasil. (2012). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012: Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e estabelece normas gerais para a sua proteção e uso sustentável. Código Florestal Brasileiro. Recuperado em 16 de maio de 2024, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). (2023). Catálogo de Imagens. Recuperado em 20 de maio de 2023, de <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/index.php>.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). (2023). LANDSAT. Recuperado em 20 de maio de 2023, de <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/dgi/documentacao/satelites/landsat/capa-landsat>.

Brasil. Agência Nacional de Águas. (2021). Atlas Regiões Metropolitanas: abastecimento urbano de água. Brasília: ANA.

Brasil. Agência Nacional de Águas. (2019). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília: ANA.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2020). Indicadores. Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado em 17 de dezembro de 2024, de <https://www.ibge.gov.br/indicadores>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2023). IBGE Cidades – Mirante do Paranapanema. Recuperado em 2 de maio de 2023, de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/mirante-do-paranapanema/panorama>.

ANEXOS

O capítulo I está nas normas da ABNT 2024, já o capítulo II está configurado nas normas da revista **Biota Neotropica** atendendo às suas respectivas configurações (<https://www.biotaneotropica.org.br/BN/about/submissions>).