



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CAMPUS SÃO BENTO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

LEILA BRASIANA COSTA MENDES

**INFLUÊNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR NAS DINÂMICAS DE USO E
COBERTURA DA TERRA NA ÁREA DO RIO SANTA BÁRBARA, POVOADO
OLHO D'ÁGUA DOS MORAES - SÃO BENTO – MA**

São Bento - MA
2025



LEILA BRASIANA COSTA MENDES

**INFLUÊNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR NAS DINÂMICAS DE USO E
COBERTURA DA TERRA NA ÁREA DO RIO SANTA BÁRBARA, POVOADO
OLHO D'AGUA DOS MORAES - SÃO BENTO – MA**

Monografia apresentada junto ao Curso
Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental
da Universidade Estadual do Maranhão
UEMA, para obtenção de grau de Tecnólogo
em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Juliana Lopes
Almeida

São Bento - MA
2025



Mendes, Leila Brasiana Costa.

Influência da agricultura familiar nas dinâmicas de uso e cobertura da Terra na área do Rio Santa Bárbara Povoadado Olho d'Água dos Moraes - São Bento Ma./ Leila Brasiana Costa Mendes. –São Bento, MA, 2025.

32f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Bento, 2025.

Orientadora: Profa. Ma. Juliana Lopes Almeida.

1. Gestão Ambiental. 2. Agricultura Familiar. 3. Uso e cobertura da terra. 4. Rio Pericumã.
5. Análise multitemporal. I.Título

CDU: 631.115.1(812.1)

Elaborado por Luciana de Araújo - CRB 13/445



LEILA BRASIANA COSTA MENDES

INFLUÊNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR NAS DINÂMICAS DE USO E COBERTURA DA TERRA NA ÁREA DO RIO SANTA BÁRBARA, POVOADO OLHO D'AGUA DOS MORAES - SÃO BENTO – MA

Monografia apresentada junto ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual do Maranhão UEMA, para obtenção de grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Ma. Juliana Lopes Almeida.

Aprovado: 07/01/2026

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
JULIANA LOPES ALMEIDA
Data: 20/01/2026 18:28:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a Ma. Juliana Lopes Almeida

Orientadora

Universidade Estadual do Maranhão – Campus São Bento



Documento assinado digitalmente
SANARA ADRIELLE FRANÇA MELO
Data: 20/01/2026 18:24:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a Dra. Sánara Adrielle França Melo

Examinadora

Universidade Estadual do Maranhão – Campus São Bento



Documento assinado digitalmente
ZAIANE DE CÁSSIA BARBOSA SÁ
Data: 20/01/2026 19:03:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a Esp. Zaiane de Cássia Barbosa Sá

Examinadora

Universidade Estadual do Maranhão – Campus São Bento



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, sabedoria e por iluminar cada passo da minha caminhada.

À minha família em especial a minha mãe meu exemplo de coragem e dedicação. Sua presença e incentivo foram fundamentais para eu chegar até aqui. A minha orientadora que acreditou em mim e não mediu esforços para que essa conquista fosse possível.

Agradeço também à universidade, por todo conhecimento, oportunidades e crescimento proporcionados ao longo desta jornada. Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para minha caminhada. Cada gesto de apoio, palavra de incentivo, orientação e companhia fizeram diferença na minha trajetória. Sou imensamente grata por todas as pessoas que estiveram ao meu lado, me ajudando, motivando e acreditando em mim.

Quero expressar minha profunda gratidão à minha Diretora de campus cuja dedicação, apoio e orientação foram essenciais para minha trajetória. Seu compromisso com a educação e o cuidado com cada aluno fizeram toda diferença no meu caminho.

Agradeço também à minha ex-diretora que contribuiu com cada etapa da minha formação. Suas orientações, incentivo e exemplo profissional deixaram marcas importantes e me ajudaram a chegar até aqui.

Agradeço, ainda, aos meus professores, pelo conhecimento compartilhado, pela paciência, incentivo e dedicação, cada orientação, incentivo e apoio fizeram diferença na minha formação e contribuíram para que eu chegasse até aqui.

A todas vocês, meu sincero muito obrigada por acreditarem em mim e por todo o apoio ao longo dessa jornada.

Meu muito obrigada a cada um que fez parte dessa conquista.



RESUMO

As transformações no uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense, em especial na sub-bacia hidrográfica do rio pericumã, têm provocado intensa degradação ambiental, marcada pela redução da vegetação nativa, processos erosivos, assoreamento e perda de conectividade ecológica. Esses impactos decorrem, sobretudo, da expansão da agricultura familiar sem práticas de manejo sustentável, em uma região caracterizada por elevada vulnerabilidade ecológica e crescente pressão antrópica. Entre 1994 e 2024, o estudo integrou técnicas de sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG) e análises multitemporais para delimitar a sub-bacia, mapear classes de uso da terra e validar os resultados por meio de atividades de campo no riacho Santa Bárbara. Os dados revelam significativa conversão de áreas naturais em pastagens, cultivos temporários e superfícies abertas, intensificando processos de degradação e fragilizando os ambientes hídricos. Embora a agricultura familiar seja fundamental para a subsistência e a dinâmica socioeconômica local, sua prática sem técnicas conservacionistas amplia a vulnerabilidade ambiental. Em contrapartida, o estudo demonstra que o manejo sustentável do solo, a adoção de práticas agroecológicas e estratégias de conservação podem recuperar áreas degradadas e fortalecer a resiliência da paisagem. Os resultados oferecem subsídios relevantes para o planejamento territorial e para a formulação de políticas públicas voltadas à conciliação entre produção agrícola, proteção dos recursos hídricos e conservação dos ecossistemas da sub-bacia hidrográfica do rio pericumã.

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Agricultura Familiar. Uso e Cobertura da Terra. Rio Pericumã. Análise Multitemporal



ABSTRACT

The transformations in land use and land cover in the Maranhão Amazon, especially in the Pericumã River Hydrographic Sub-basin, have caused intense environmental degradation characterized by the reduction of native vegetation, erosive processes, silting, and loss of ecological connectivity. These impacts stem primarily from the expansion of family farming without sustainable management practices in a region marked by high ecological vulnerability and increasing anthropic pressure. Between 1994 and 2024, this study integrated Remote Sensing techniques, Geographic Information Systems (GIS), and multitemporal analysis to delimit the sub-basin, map land use classes, and validate the results through fieldwork at the Santa Bárbara stream. The data reveal a significant conversion of natural areas into pastures, temporary crops, and open surfaces, intensifying degradation processes and weakening water environments. Although family farming is fundamental for local subsistence and socioeconomic dynamics, its practice without conservation techniques increases environmental vulnerability. Conversely, the study demonstrates that sustainable soil management, the adoption of agroecological practices, and conservation strategies can recover degraded areas and strengthen landscape resilience. The results offer relevant insights for territorial planning and the formulation of public policies aimed at reconciling agricultural production, water resource protection, and ecosystem conservation in the Pericumã River Hydrographic Sub-basin.

Keywords: Environmental Management. Family Farming. Land Use and Land Cover. Pericumã River. Multitemporal Analysis.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos de uma Bacia Hidrográfica.....	16
Figura 2 - Mapa da área de estudo.....	18
Figura 3 - Mapa da dinâmica do uso e cobertura da terra do Rio Pericumã.....	22
Figura 4 - Áreas de agricultura familiar com formação florestal ao fundo.....	23
Figura 5 - Uso de fogo como prática de manejo de uma área de agricultura familiar.....	24
Figura 6 - Área de nascente.....	25



LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Pontos visitados durante o campo.....	20
Quadro 2 - Área das classes dos anos 1994 e 2024.....	23



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
EVI	Índice de Vegetação Aprimorado
ILP	Integração Lavoura-Pecuária
APP	Área de Preservação Permanente
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
SIG	Sistema de Informação Geográfica



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Objetivo Geral.....	10
1.2 Objetivos Específicos.....	10
1.3 Hipótese.....	10
1.3 Justificativa.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Uso e Cobertura da Terra.....	12
2.2 Sustentabilidade na Agricultura Familiar.....	13
2.3 Bacia Hidrográfica Como Unidade de Planejamento Ambiental.....	15
3 METODOLOGIA.....	17
3.1 Área de Estudo.....	17
3.2 Procedimentos Metodológicos.....	18
3.2.1 Análise Temporal do Uso e Cobertura da Terra da Sub-bacia nos Anos de 1994 e 2024	19
3.2.2 Dados de Campo.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

Os processos de mudança no uso da terra, causados por diversos fatores ambientais, sociais e econômicos, resultam em desmatamento. No Brasil, este assunto tornou-se um tema de interesse para a conservação dos ecossistemas do bioma Amazônico (Fazey *et al.*, 2005; Morera *et al.*, 2007; Smith *et al.*, 2022).

Essas mudanças são, em parte, consequências da expansão da fronteira agrícola, tais práticas agrícolas inadequadas, como o desmatamento de matas ciliares, o uso excessivo do solo e a ausência de técnicas sustentáveis, têm provocado impactos significativos na qualidade da água e na integridade ambiental (Privado *et al.*, 2025).

A agricultura familiar constitui a base econômica e social de grande parte das comunidades rurais maranhenses, desempenhando papel essencial no abastecimento local e na geração de renda. Contudo, quando praticada sem orientação técnica e sem manejo sustentável, torna-se um dos principais agentes de transformação da paisagem (Monteiro 2024).

A expansão de cultivos como mandioca, milho, feijão e hortaliças, somada à criação de animais, tem resultado na redução da cobertura vegetal nativa e no avanço sobre áreas ambientalmente frágeis. Tais práticas afetam diretamente a integridade do Rio Santa Bárbara, favorecendo processos de erosão, assoreamento e diminuição da qualidade da água.

A estrutura da paisagem no entorno do rio é marcada por fragmentos florestais, corpos d'água, áreas agrícolas. A intensificação das atividades humanas, sobretudo após a década de 1990, tem promovido mudanças significativas nessa configuração, reduzindo a conectividade ecológica e aumentando a pressão sobre o rio e seus afluentes (Almeida *et al.*, 2022; Sousa *et al.*, 2025). Nesse contexto, torna-se fundamental analisar como o uso e a cobertura da terra evoluíram ao longo do tempo e como tais mudanças impactam o funcionamento ambiental da região.

As Geotecnologias têm se consolidado como importantes ferramentas para o monitoramento e a análise dessas transformações (Longley *et al.*, 2015). A partir de dados multitemporais, como os disponibilizados pelo MapBiomas, é possível identificar variações na cobertura vegetal, delimitar áreas degradadas e compreender a expansão das atividades agrícolas (MAPBIOMAS, 2023). Assim, a aplicação dessas tecnologias permite avaliar com precisão a relação entre a agricultura familiar e as alterações ambientais observadas no rio Santa Bárbara.

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da agricultura familiar nas dinâmicas de uso e cobertura da terra na área do Rio Santa Bárbara do com foco na dinâmica ambiental entre os anos de 1994 e 2024. Busque compreender como as práticas agrícolas influenciam os recursos hídricos, a vegetação nativa e a configuração espacial da bacia, oferecendo subsídios técnicos para ações de manejo sustentável, conservação e recuperação ambiental.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência da agricultura familiar nas dinâmicas de uso e cobertura da terra na área do rio Santa Bárbara no povoado Olho d'agua dos Moraes no município de São Bento, Maranhão.

1.2 Objetivos Específicos

- a) Delimitar geograficamente a bacia hidrográfica do Rio Santa Bárbara utilizando ferramentas de geoprocessamento;
- b) Analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra no Rio Santa Bárbara nos anos de 1994 e 2024, com base em dados de Sensoriamento Remoto;
- c) Identificar os principais impactos ambientais decorrentes das práticas da agricultura familiar na região.

1.3 Hipótese

A paisagem florestal Hidrográfica do Rio Pericumã durante os anos 1994 a 2024 foi marcada pela diminuição da cobertura florestal pelo avanço das atividades de Agricultura Familiar.

1.3 Justificativa

O Rio Santa Bárbara possui grande relevância ambiental, social e econômica para as comunidades rurais que a compõem, como Olho D'Água dos Moraes, cuja economia local depende diretamente dos recursos naturais

disponíveis. Nas últimas décadas, diferentes formas de uso da terra, em especial aquelas associadas à agricultura familiar, têm provocado alterações significativas na estrutura da paisagem, afetando a cobertura vegetal, a qualidade dos corpos hídricos e a integridade ecológica da região (Silva Júnior *et al.*, 2022; Celentano *et al.*, 2017). A ausência de práticas conservacionistas, somada à falta de assistência técnica e ao avanço da fronteira agrícola, intensifica processos como desmatamento, assoreamento, erosão e perda de biodiversidade (Altieri; Nicholls, 2012; Sachs, 2001).

Esse cenário é ainda mais preocupante no contexto da Amazônia Maranhense, considerada um dos estados mais pressionados por desmatamento, queimadas e fragmentação florestal no país (Almeida *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2021). Tais processos revelam a necessidade de compreender as dinâmicas locais que contribuem para a degradação ambiental, especialmente no âmbito das bacias hidrográficas, unidades territoriais fundamentais para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos (Tundisi, 2003; Setti *et al.*, 2011). Assim, investigar como os usos da terra se modificaram ao longo do tempo e avaliar seus impactos sobre a paisagem do Rio Pericumã é essencial para subsidiar ações de manejo sustentável e recuperação ambiental.

Do ponto de vista científico, o estudo se justifica pela necessidade de aprofundar análises integradas que utilizem técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, ferramentas indispensáveis para monitorar transformações ambientais e mapear mudanças no uso e cobertura da terra (Lillesand *et al.*, 2015). A utilização de dados multitemporais, como os disponibilizados pelo MapBiomass, permite identificar tendências de degradação, quantificar as áreas impactadas e aprimorar o planejamento territorial (MAPBIOMAS, 2024).

Portanto, a pesquisa se mostra relevante pela urgência em promover modelos produtivos sustentáveis que conciliem conservação ambiental, manutenção dos recursos hídricos e desenvolvimento socioeconômico das comunidades do Rio Santa Bárbara. A compreensão dos impactos dos usos da terra na região é um passo fundamental para orientar políticas públicas, fortalecer a gestão ambiental e garantir a preservação dos ecossistemas para as gerações futuras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso e Cobertura da Terra

As transformações no uso e na cobertura da terra têm se intensificado nas últimas décadas, impulsionadas pelo crescimento populacional, pela expansão das atividades econômicas e pelos processos de ocupação do território (Ferreira, 2020). Essas dinâmicas despertam crescente interesse científico, uma vez que influenciam diretamente a estabilidade dos ecossistemas, a disponibilidade de recursos naturais e o equilíbrio ambiental das paisagens. Alterações nesses padrões modificam processos hidrológicos, influenciam o regime hídrico das bacias, aumentam o escoamento superficial e contribuem para a fragmentação dos ecossistemas, reduzindo a conectividade entre remanescentes florestais e afetando a biodiversidade (Coelho *et al.*, 2014).

Nesse contexto, é importante diferenciar os conceitos de “usos” e “cobertura” da terra, ainda que ambos sejam complementares. O “uso da terra” refere-se às formas pelas quais a sociedade se apropria e utiliza o espaço geográfico, por meio de atividades como agricultura, pecuária, infraestrutura urbana, conservação ambiental ou exploração de recursos. A “cobertura da terra”, por sua vez, corresponde aos elementos físicos e biológicos presentes na superfície terrestre (vegetação, corpos d’água, áreas edificadas, solo exposto) que podem ser de origem natural ou antrópica (Araujo Filho *et al.*, 2007; Seabra; Cruz, 2013). Um dos principais agentes de transformação da paisagem, é a agricultura familiar, caracterizada pela produção em pequena escala.

Ações da agricultura familiar podem acelerar a redução da cobertura vegetal e contribuir para a fragmentação de habitats, principalmente, quando são utilizadas técnicas de manejo inadequadas. Por outro lado, modelos produtivos sustentáveis frequentemente presentes na agricultura familiar, como sistemas agroflorestais, manejo agroecológico e proteção de nascentes, podem atuar na conservação do solo, na manutenção de áreas vegetadas e na diversificação da paisagem, ressaltando a importância dessa categoria social para a sustentabilidade rural (Alteri; Nicholls, 2012).

Atualmente, para auxiliar na identificação das mudanças no uso e cobertura da terra, são utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Sendo assim, o sensoriamento remoto, por meio de imagens obtidas via satélite ou sensores, permite identificar padrões espaciais e temporais de uso e cobertura da terra, enquanto

geoprocessamento oferece ferramentas para tratamento, organização e análise espacial desses dados (Lillesand *et al.*, 2015).

Entre as metodologias mais utilizadas destacam-se classificações supervisionadas e não supervisionadas de imagens, análises multitemporais, cálculos de índices espectrais como NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e EVI (Índice de Vegetação Aprimorado), operações de álgebra de mapas e modelagens voltadas à avaliação da fragmentação e conectividade ecológica (Moraes Novo, 2010). Essas técnicas permitem o monitoramento detalhado das mudanças na paisagem, a identificação de áreas degradadas, a análise de processos erosivos e a quantificação de pressões antrópicas (Tamiru, 2025).

Nesse cenário, o MapBiomass se tornou uma das principais plataformas para o estudo do uso e cobertura da terra no Brasil. Utilizando séries históricas de imagens, dentre elas a Landsat, produzindo mapas anuais padronizados desde 1985, permitindo análises em escala nacional e multitemporal (Sousa Jr *et al.*, 2020). Sua metodologia robusta e o acesso público tornam o MapBiomass uma referência em pesquisas ambientais, permitindo acompanhar o avanço do desmatamento, a regeneração de áreas florestais, a expansão agropecuária e outras dinâmicas territoriais relacionadas às práticas da agricultura familiar (MAPBIOMASS, 2024). Ao integrar sensoriamento remoto, geoprocessamento e ciência colaborativa, fornecendo subsídios para trabalhos que visam o planejamento e a gestão ambiental.

Assim, compreender as dinâmicas de uso e cobertura da terra, relacioná-las às práticas produtivas da agricultura familiar e analisá-las com base em ferramentas modernas de sensoriamento remoto e geoprocessamento é de extrema importância para interpretar as mudanças da paisagem e desenvolver estratégias eficazes de conservação e manejo ambiental.

2.2 Sustentabilidade na Agricultura Familiar

A sustentabilidade na agricultura tem sido amplamente discutida como um eixo fundamental para conciliar produção agrícola, conservação ambiental e bem-estar social. Abramovay (1997) define sustentabilidade agrícola como a capacidade de desenvolver práticas produtivas que integrem eficiência econômica, uso racional do solo e preservação dos recursos naturais, assegurando a manutenção das comunidades rurais sem comprometer o meio ambiente nem as gerações futuras. Sob essa perspectiva, a agricultura

familiar apresenta grande potencial para fundamentar um modelo de desenvolvimento sustentável, uma vez que está diretamente associada à valorização do pequeno produtor, à dinamização das economias locais e à construção de relações mais equilibradas entre sociedade, natureza e produção (Maciel, 2022).

Nesse contexto, destacam-se os sistemas integrados de produção agropecuária, que constituem modelos de manejo baseados na combinação planejada de diferentes atividades agrícolas, pecuárias e, em alguns casos, florestais. Esses sistemas exploram as interações e sinergias entre solo, plantas, animais e atmosfera, promovendo um uso mais eficiente dos recursos naturais e ampliando a produtividade (Bungenstab et al., 2019).

A integração pode ocorrer de forma simultânea, com lavouras e pastagens coexistindo na mesma área, ou sequencial, quando as atividades se alternam ao longo do tempo, como no cultivo agrícola seguido da formação de pastagem (Cordeiro *et al.*, 2015).

Ao favorecer a ciclagem de nutrientes, a recuperação de áreas degradadas, a diversificação produtiva e a redução de custos, os sistemas integrados, como a Integração Lavoura-Pecuária (ILP), representam uma estratégia promissora para o avanço da sustentabilidade no meio rural, contribuindo para a permanência das famílias no campo e para a resiliência dos sistemas agrícolas (Anghinoni *et al.*, 2013).

Apesar de sua relevância socioeconômica, a agricultura familiar ainda pode contribuir negativamente para processos de degradação ambiental quando conduzida sem práticas adequadas de manejo. Autores como Sachs (2001), Altieri (2004) e Rodrigues *et al.* (2008) destacaram essas principais técnicas:

- Uso do fogo para limpeza do solo, prática tradicional que, embora facilite a abertura de áreas de cultivo, provoca perda de vegetação nativa, empobrecimento do solo e aumento da vulnerabilidade à erosão.
- Ausência de práticas conservacionistas, como plantio direto, terraceamento, sistemas agroflorestais ou manejo adequado de nutrientes, o que favorece a perda de solo e a redução da produtividade a longo prazo.
- Expansão agropecuária sobre áreas ambientalmente frágeis, especialmente próximas a cursos d'água, nascentes e encostas, muitas vezes sem respeito aos limites estabelecidos pela legislação ambiental

- Degradação de áreas ciliares, com remoção da vegetação ao longo de rios e riachos, comprometendo a estabilidade do leito, intensificando o assoreamento e prejudicando a qualidade da água. Instalação irregular de pastagens, cultivos, cercas e construções em Áreas de Preservação Permanente (APPs).
- Falta de conhecimento técnico ou desconhecimento da legislação ambiental, o que resulta na adoção de práticas inadequadas de manejo.

Estes fatores poderão contribuir para consequências ambientais significativas, tais como o possível aumento de processos erosivos, o eventual assoreamento de corpos hídricos, a provável redução da biodiversidade e a potencial contaminação da água por sedimentos e resíduos agrícolas (Allan; Castillo, 2007).

A perda de cobertura vegetal parece comprometer a recarga de aquíferos e, em áreas de nascentes, o desmatamento poderá agravar a degradação, supostamente reduzindo a infiltração hídrica, alterando o microclima local e podendo afetar a vazão dos riachos, especialmente em períodos de estiagem (Meister, 2017).

Práticas como o uso do fogo para abertura de roças nesses locais tendem a intensificar estes danos, possivelmente destruindo a vegetação protetora e reduzindo a capacidade de retenção hídrica do solo. Diante deste cenário, parece essencial promover políticas de educação ambiental e o incentivo à adoção de práticas produtivas que possam ser mais sustentáveis. O fortalecimento da assistência técnica e o reflorestamento de áreas degradadas apresentam-se como caminhos prováveis para a mitigação dos danos (Silva Junior *et al.*, 2020).

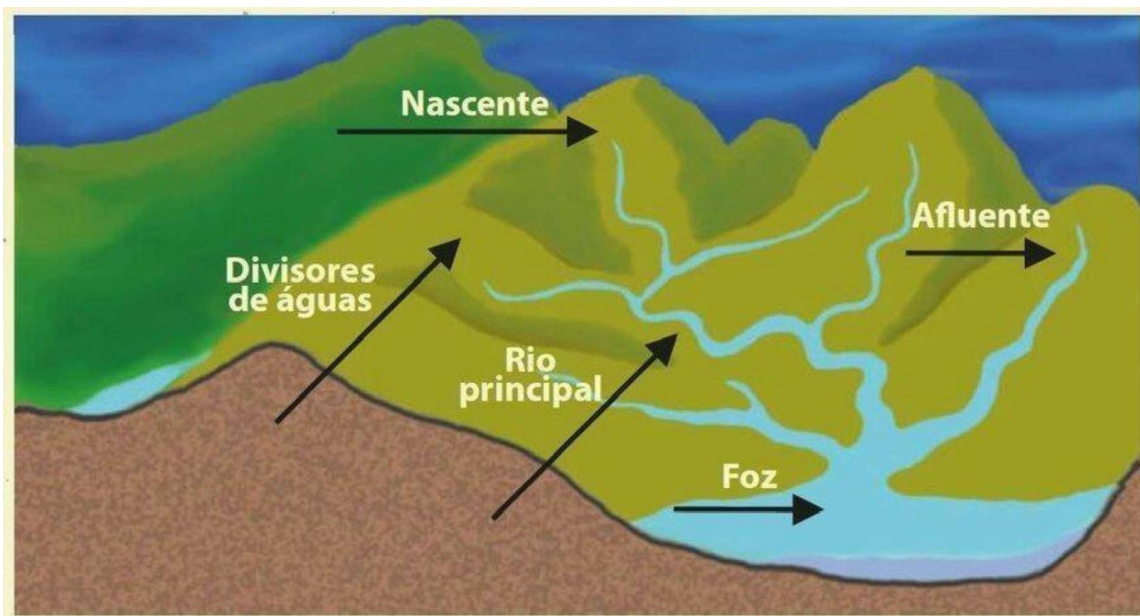
Assim, a agricultura familiar, caso seja guiada por princípios de sustentabilidade, poderia aliar produção e conservação, contribuindo possivelmente para a manutenção das paisagens rurais e para a preservação dos ecossistemas.

2.3 Bacia Hidrográfica Como Unidade de Planejamento Ambiental

As bacias hidrográficas são tradicionalmente compreendidas como sistemas abertos, nos quais há entrada de água via precipitação e aporte de sedimentos provenientes das vertentes, transportados por processos de infiltração, escoamento superficial e fluxo de base. Esses materiais convergem para os canais fluviais, que atuam como corredores de transporte até a foz, caracterizada como a saída do sistema (Silva, 2012). Em termos gerais, a bacia hidrográfica corresponde à área drenada por um rio ou rede de drenagem integrando elementos físicos, biológicos e antrópicos que se organizam de forma interdependente. Assim, qualquer alteração ocorrida em seu interior repercute direta ou indiretamente na dinâmica hidrológica, na

qualidade da água e no comportamento dos cursos d'água (Christofolletti, 1980; Leal, 1995; Dibieso, 2013).

Figura 1 - Elementos de uma Bacia Hidrográfica



Fonte: Oliveira *et al.* (2010)

No Brasil, a bacia hidrográfica é considerada como uma unidade territorial para gestão e planejamento dos recursos hídricos, a partir da Lei 9.433/1997, atribuindo ao Poder Público a responsabilidade de atuar como gestor sobre a área delimitada (BRASIL, 1997). Essa abordagem ultrapassa limites político-administrativos (como municípios, estados ou países), tratando a bacia como uma unidade física de organização social, econômica e ambiental (Tundisi, 2003).

Dessa forma, a bacia hidrográfica constitui o espaço onde se manifestam grande parte das relações de causa e efeito entre processos naturais e ações antrópicas. Embora existam outras unidades de gestão—como estados, municípios e regiões—, nenhuma possui o mesmo grau de integração dos componentes ambientais, o que poderia resultar em planejamentos parciais e menos eficazes (Setti *et al.*, 2011).

Sob essa perspectiva, a compreensão do conceito de bacia hidrográfica é fundamental para análises ambientais, como a avaliação da paisagem da Bacia

Hidrográfica do Rio Santa Bárbara. A abordagem integrada permite compreender como seus elementos físicos e humanos se organizam como um sistema único, fornecendo subsídios para o ordenamento territorial, a redução da fragmentação florestal, a identificação de áreas ambientalmente frágeis e a promoção da qualidade de vida das populações que nela vivem.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

A sub-bacia do rio Pericumã está situada, grande parte da sua extensão, no município de São Bento, localizado na Baixada Maranhense, entre as coordenadas 02°41'45" sul e a uma longitude 44°49'17" oeste. A sub-bacia apresenta uma área de, aproximadamente, 78,95 km², sendo o principal curso d'água o rio Pericumã, o qual possui grande importância para a região da Amazônia Maranhense (Figura 1).

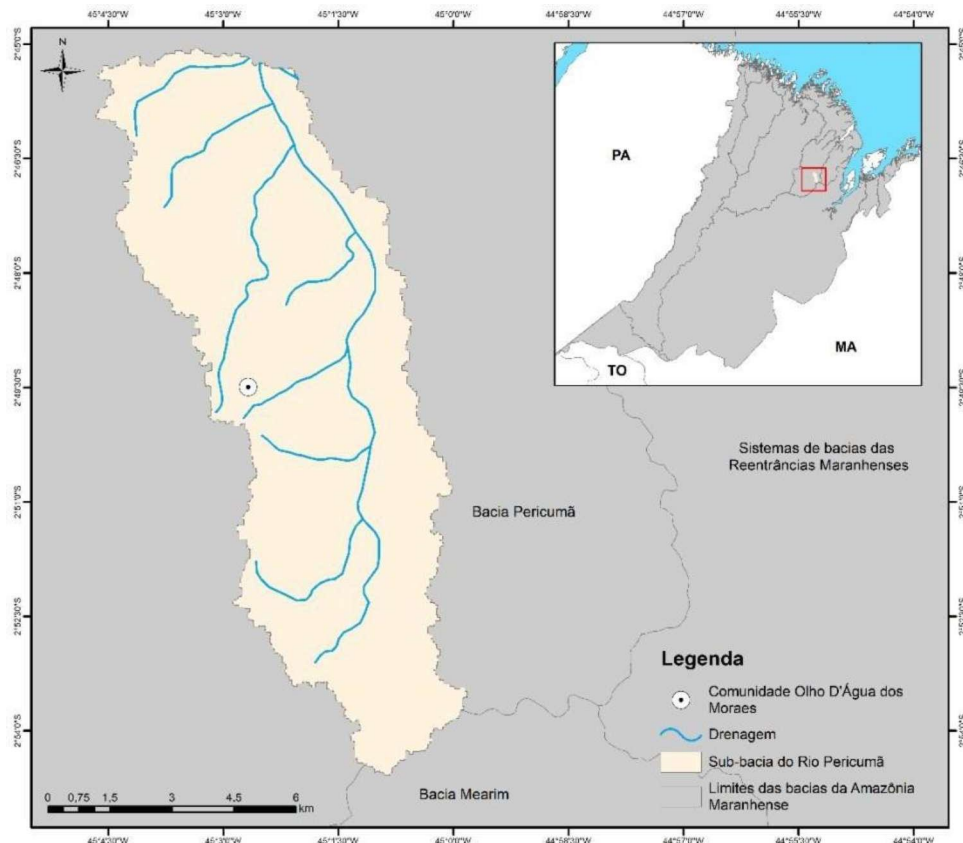
O território da sub-bacia do rio Pericumã abriga diversas comunidades rurais que dependem diretamente dos recursos naturais para sua subsistência. Entre elas, destaca-se o povoado Santa Maria, onde está inserido o riacho Santa Bárbara, um curso d'água de extrema importância para o abastecimento hídrico, a agricultura familiar e a manutenção dos ecossistemas locais.

A paisagem da sub-bacia caracteriza-se por extensas áreas planas e baixas típicas da Baixada Maranhense, acomodando uma grande massa d'água, constituída por um sistema de vários lagos, demarcando a grande zona inundável (ZEE-MA, 2019).

Estas bacias lacustres sofrem a ação da sazonalidade, ocorrendo inundações no período decorrente de precipitações pluviométricas concentradas (janeiro a junho), enquanto na estiagem (julho a dezembro) este lago seca (Teixeira; Souza Filho, 2009). A grande quantidade de água na região é corroborada pelo transbordamento dos rios Pindaré e Pericumã (Franco, 2012).

O clima predominante na sub-bacia do rio Pindaré é o Equatorial, com precipitações médias entre 1.800 e 2.500 mm anuais, apresentando 26 °C de temperatura média anual com variação de 2 a 3 °C (Barbosa; Novaes Pinto, 1973). Sendo marcada por duas estações bem definidas: a chuvosa, de janeiro a junho e a seca, ou estiagem, de julho a dezembro (Ab' Saber, 2006; Navarro, 2018).

Figura 2 - Mapa da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

3.2 Procedimentos Metodológicos

Para a delimitação da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Pericumã, utilizou-se os dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Esses dados foram obtidos do TOPODATA da plataforma do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), com uma resolução espacial de 30 metros. Para o processamento desses dados, fez-se delimitação automática da bacia utilizando o pacote de algoritmos GRASS. A partir deste insumo obteve-se o limite da bacia.

3.2.1 Análise Temporal do Uso e Cobertura da Terra da Sub-bacia nos Anos de 1994 e 2024

A análise da evolução do uso e cobertura da Terra foi realizada a partir dos dados do Mapbiomas dos anos 1994 e 2024 da coleção 10 com escala de 1:250.000.

Para o procedimento de aquisição das imagens, primeiramente, acessou-se o Google Earth Engine, que possibilita acessar os dados em nuvem. Utilizando o *script* Mapbiomas, disponibilizado pela plataforma, foi possível escolher as imagens de cobertura do estado do Maranhão dos anos 1994 e 2024 da coleção 10. Após o download dos dados, realizou-se o recorte das imagens utilizando o limite da sub-bacia do rio Pericumã e em seguida a classificação no Software Qgis 3.44.

Para a quantificação das áreas de cada classificação das respectivas imagens, foi realizada, no QGis 3.44, a vetorização dos dados e em seguida fez-se o cálculo da área em km² para cada classe. No final, construiu-se uma tabela no *Excel* 2013 com os resultados.

O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomas) é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas brasileiros, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG (Sistema de Informação Geográfica) e ciência da computação que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine* para gerar uma série histórica de mapas anuais do Brasil (MAPBIOMAS, 2024).

3.2.2 Dados de Campo

Atidades de campo foram imprescindíveis para a identificação das diferentes classes da paisagem, além de entender como os processos naturais e antrópicos transformam a Sub-bacia Hidrográfica do Rio Pericumã.

Para a atividade de campo foi realizado observações pontuais e conversas com alguns moradores da região. O local principal para a coleta das informações, foi o curso do riacho Santa Bárbara, abrangendo áreas representativas da agricultura familiar e de diversos usos da terra (Tabela 1).

Quadro 1 - Pontos visitados durante o campo.

Pontos	Coordenadas
P1	2.82490° S, 45.04462° W
P2	2.82470° S, 45.03531° W
P3	2.81967° S, 45.02618° W

Fonte: próprio autor (2025).

A coleta teve como objetivo analisar as alterações na cobertura e no uso da terra, validar e verificar as classes mapeadas através dos dados do Mapbiomas. Essa etapa foi essencial para avaliar os impactos das atividades agrícolas sobre o equilíbrio ambiental e subsidiar propostas de manejo sustentável para a bacia do rio Santa Bárbara.

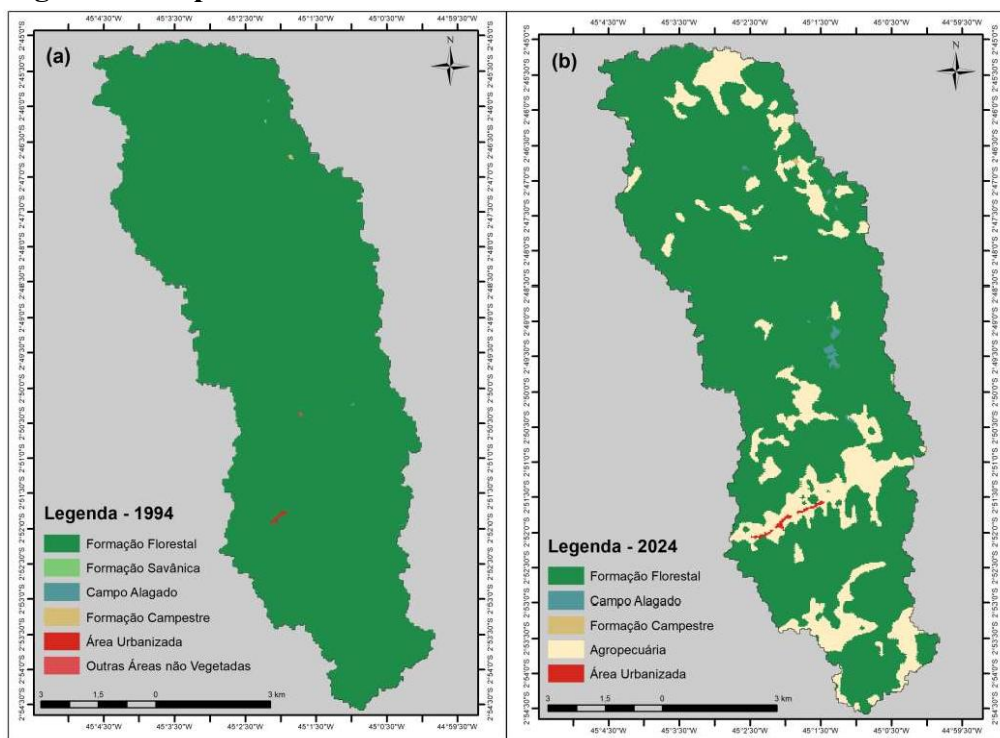
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise da evolução do uso e cobertura da terra na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Pericumã, nos anos de 1994 e 2024, definindo uma série temporal de 30 anos, utilizou-se os dados correspondentes da base de dados do Mapbiomas, coleção 10 com escala de 1:250.000.

Desta forma, no mapeamento realizado para o ano de 1994 (Figura 2a) constatou-se seis classes, a citar: Formação Florestal, esta classe representa 99,77% da área de estudo; Formação Savânica, Campo Alagado, Formação Campestre, Área Urbanizada e Outras Áreas Não Vegetadas apresentando menos de 1% da área da sub- bacia (0,005%, 0,01%, 0,01%, 0,04% e 0,01%, respectivamente) (Tabela 1).

No mapeamento realizado para o ano de 2024 (Figura 3b), percebe-se que houve alterações significativas, pois apresentou cinco classes: Formação Florestal, Campo Alagado, Formação Campestre, Agropecuária e Área Urbanizada. Desta forma, constata-se, em comparação com a Figura 3a, que houve o desaparecimento das classes Formação Savânica e Outras Áreas não Vegetadas e o aparecimento da Agropecuária.

Figura 3 - Mapa da dinâmica do uso e cobertura da terra do Rio Pericumã



Fonte: Próprio autor (2025).

De acordo com a Tabela 2, é possível entender as mudanças quantitativas da área de estudo. Desta forma, é possível observar que a classe Formação Florestal obteve uma redução de mais de 15%, apresentando, em 2024, uma área de 66,44 km². As áreas de Campo Alagado e Formação Campestre aumentaram, apenas, 0,23 km² e 0,01 km², passando a ocupar no último ano 0,30% e 0,03%, respectivamente, da área da rio.

A classe Agropecuária, enquanto em 1994 não havia evidência dessa classe, em 2024 passou a ocupar mais de 15% da área de estudo. E por fim, também é possível constatar que a Área Urbanizada apresentou um acréscimo de 0,11 km², ocupando 0,18% da área de influência do rio.

Quadro 2 - Área das classes dos anos 1994 e 2024

Classes	1994		2024		Mudança (2024-1994)	
	km²	%	km²	%	km²	%
Formação Florestal	78,87	99,77	66,44	84,04	-12,43	-15,73
Formação Savânica	0,004	0,005	N/A	N/A	-0,004	-0,005
Campo Alagado	0,01	0,01	0,24	0,30	0,23	0,29
Formação Campestre	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01
Agropecuária	N/A	N/A	12,11	15,31	12,11	15,31
Área Urbanizada	0,04	0,05	0,14	0,18	0,11	0,13
Outras Áreas Não Vegetadas	0,01	0,01	N/A	N/A	-0,01	-0,01
Total	78,9	99,8	78,9	99,8	-	-

Fonte: elaborado pelos Autores (2025)

A partir dos resultados apresentados, pode-se dizer que o avanço do desmatamento está diretamente relacionado à expansão da agricultura familiar e da criação de animais, atividades que são base importante da economia local (Figura 4). A maior parte dos moradores utiliza a terra para o cultivo de mandioca, milho, feijão e hortaliças, além da criação de pequenos rebanhos, o que contribui para o sustento das famílias.

Figura 4 - Áreas de agricultura familiar com formação florestal ao fundo



Fonte: Autor (2025)

Embora essas atividades sejam essenciais para a subsistência da população rural, quando desenvolvidas sem práticas de manejo sustentável, desencadeiam a derrubada da vegetação nativa, o uso inadequado do fogo e o progressivo empobrecimento do solo. Com o passar do tempo, tais práticas reduzem significativamente a fertilidade da terra e comprometem recursos naturais fundamentais, como rios, nascentes e igarapés.

Figura 5 - Uso de fogo como prática de manejo de uma área de agricultura familiar

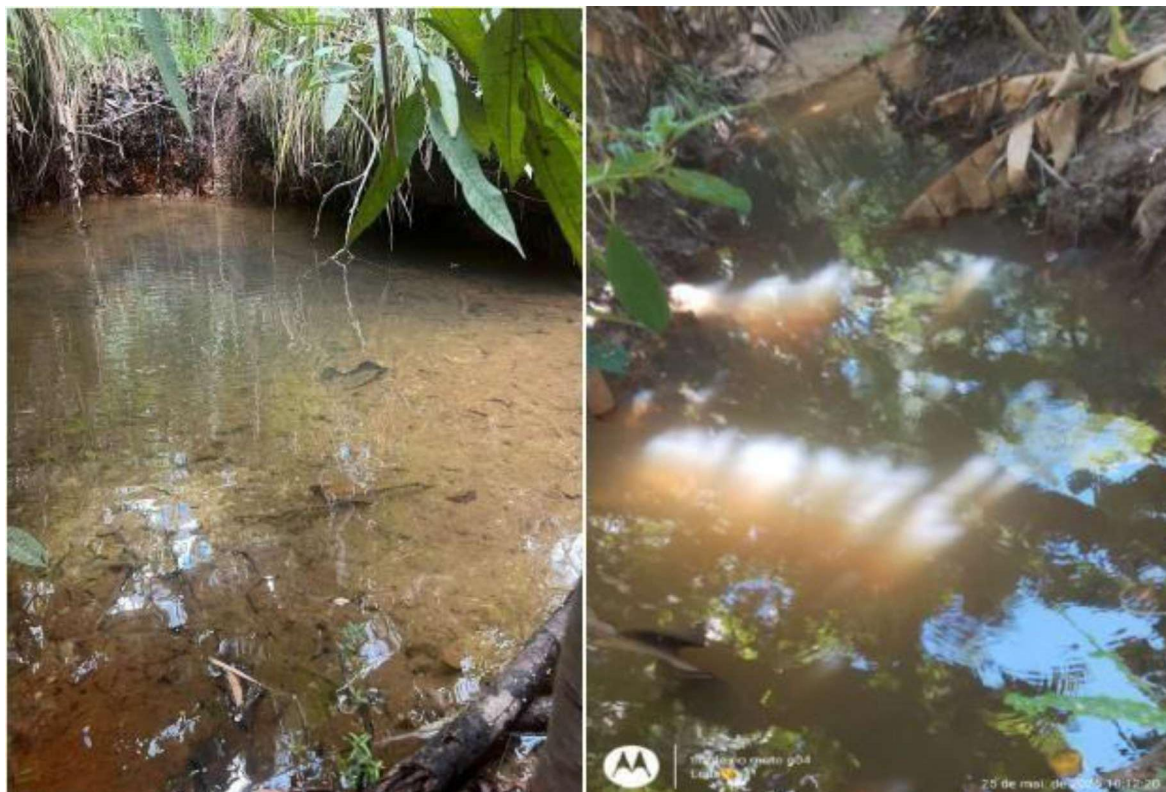


Fonte: próprio autor (2025).

O aumento das áreas desmatadas entre 1994 e 2024, evidencia uma forte expansão das atividades humanas, sobretudo agricultura, pecuária e urbanização. Essa transformação expressiva da paisagem resultou na substituição de grande parte da cobertura florestal por áreas antropizadas, indicando perda ambiental progressiva e contínua, como pode ser observada na Figura 5, a qual mostra uma Área de Preservação Permanente (APP) significativamente degradada devido à pressão antrópica advinda do uso da terra para a agricultura familiar. O desmatamento ciliar, o assoreamento e a contaminação por insumos agrícolas afetam diretamente a funcionalidade ecológica do

ambientes aquáticos. Esses impactos comprometem a reprodução dos peixes de forma multifatorial, interferindo nas condições físicas de desova, no fluxo de nutrientes e na sobrevivência de ovos e larvas.

Figura 6 - Área de nascente



Fonte: Autores (2025)

Esse padrão de degradação ambiental também tem sido amplamente discutido em estudos realizados na Amazônia. Pesquisas conduzidas por Silva-Junior *et al.* (2022) e Almeida *et al.* (2022) apontam que a Amazônia Maranhense apresenta elevada fragmentação florestal, intensificada por incêndios e mudanças no uso do solo, o que compromete a resiliência ecológica dos remanescentes florestais. De forma semelhante, Celentano *et al.* (2017) revela que aproximadamente 75% da cobertura original da Amazônia no Maranhão já se encontra desmatada, evidenciando o grau crítico de degradação florestal no estado.

Outros estudos como de Oliveira *et al.* (2021) discutem a expansão da silvicultura de eucalipto em municípios maranhenses e seus efeitos sobre a agricultura familiar e o uso da terra, revelando uma tendência na região maranhense de intensificação

das pressões territoriais, que se somam às práticas tradicionais e ampliam a vulnerabilidade dos ecossistemas. Somente mediante a integração entre conservação ambiental, apoio técnico e políticas territoriais eficientes será possível equilibrar a produção agrícola local com a manutenção dos ecossistemas naturais, garantindo qualidade de vida para as populações rurais e preservando os recursos ambientais para as gerações futuras.

5 CONCLUSÕES

O trabalho analisa as transformações na paisagem da bacia do Rio Santa Bárbara entre 1994 e 2024, destacando que a expansão da agricultura familiar e da pecuária resultou numa perda de aproximadamente 15% da cobertura florestal nativa. Através de dados do MapBiomas e observações de campo na comunidade de Olho D'Água dos Moraes, o estudo evidencia que práticas como o uso do fogo e a ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APP) têm provocado a degradação do solo e o comprometimento dos recursos hídricos essenciais para a região.

Para reverter este cenário, propõe-se a implementação de políticas públicas que integrem a produção agrícola com a conservação ambiental. As recomendações centram-se no fortalecimento da assistência técnica para a adoção de práticas sustentáveis e agroecológicas, na fiscalização rigorosa das áreas de nascente e na promoção da educação ambiental. Conclui-se que, com o apoio governamental e o manejo adequado, a agricultura familiar pode deixar de ser um vetor de degradação para se tornar uma aliada na manutenção dos ecossistemas e da biodiversidade local.

Conclui-se, portanto, que, embora as atividades ligadas à agricultura familiar e à criação de animais sejam essenciais para a subsistência e para a dinâmica socioeconômica das populações rurais, sua prática sem manejo sustentável tende a intensificar a degradação ambiental. O uso e cobertura da terra, quando conduzidos de forma inadequada, favorecem a derrubada da vegetação nativa, o emprego indevido do fogo e o progressivo empobrecimento do solo, comprometendo tanto a produtividade quanto a integridade dos ecossistemas locais.

Os resultados apresentados evidenciam que o avanço do desmatamento está diretamente relacionado à expansão dessas atividades agropecuárias, que, apesar de constituírem a base econômica regional, acabam pressionando os recursos naturais quando não acompanhadas de técnicas de conservação. Assim, torna-se evidente a necessidade de repensar os modelos de ocupação e uso do solo, de modo a promover uma relação mais equilibrada entre desenvolvimento rural e preservação ambiental.

Dessa forma, somente mediante a integração entre conservação ambiental, apoio técnico especializado e políticas territoriais eficientes será possível harmonizar a produção da agricultura familiar com a sustentabilidade dos ecossistemas naturais. Isso inclui incentivar práticas de manejo responsável, monitorar o uso e cobertura da terra e fortalecer ações que garantam qualidade de vida às populações rurais, ao mesmo tempo em que asseguram a proteção dos recursos ambientais para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. Agricultura familiar e desenvolvimento sustentável: uma agenda para o século XXI. Porto Alegre: UFRGS, 1997.
- ALLAN, J. David; CASTILLO, Mari M. **Stream ecology: structure and function of running waters**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2007.
- ALMEIDA, A. S. et al. Dinâmicas do desmatamento e da fragmentação florestal na Amazônia Maranhense. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2022.
- ALTIERI, M. A. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004.
- ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. São Paulo: Expressão Popular, 2012.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A.; SEVERO, A. C.
- ARAÚJO FILHO, J. C.; LOLLI, J. C.; SANTOS, E. M. Sistemas de uso e cobertura da terra: conceitos e aplicações. Fortaleza: EMBRAPA, 2007.
- BUNGENSTAB, Davi José et al. Inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. **Brasília: Embrapa**, 2019.
- CELENTANO, D. et al. Desmatamento, degradação e regeneração na Amazônia: um panorama crítico. *Biological Conservation*, 2017.
- COELHO, V. H. R. et al. Hydrological responses to land use change in tropical watersheds. *Journal of Hydrology*, v. 519, p. 199-212, 2014.
- CORDEIRO, Luiz Adriano Maia et al. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 15-53, 2015.
- DE OLIVEIRA, J. B.; ALVES, J. J.; FRANÇA, FMC. Barragens sucessivas de contenção de sedimentos. Cartilhas temáticas tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido, v. 1, 2010.
- FERREIRA, A. A. Dinâmicas territoriais e uso da terra no Brasil contemporâneo. São Paulo: Editora Contexto, 2020.
- Integração lavoura-pecuária: princípios e potencialidades. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 1099–1110, 2013.
- LILLESAND, T.; KIEFER, R.; CHIPMAN, J. Remote Sensing and Image Interpretation. 7. ed. Wiley, 2015.
- LILLESAND, T.; KIEFER, R.; CHIPMAN, J. Remote Sensing and Image Interpretation. 7. ed. New York: Wiley, 2015.
- LONGLEY, Paul A. et al. **Geographic information science and systems**. John Wiley & Sons, 2015.
- MACIEL, Mitali Daian Alves. Desenvolvimento sustentável e as práticas inovadoras da agricultura familiar: o caso de Santana do Livramento/RS. 2022.
- MAPBIOMAS PROJECT. Coleção 8 da série anual de mapas de uso e cobertura da terra do Brasil. São Paulo: MapBiomass, 2023. Disponível em: < <https://brasil.mapbiomas.org/> >. Acesso em 19 jan. 2026.

- MAPBIOMAS. Projeto MapBiomass – Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e
MAPBIOMAS. Projeto MapBiomass – Coleção 10. 2024.
- MEISTER, Schelen Grossel. A degradação de nascentes e a Crise Hídrica do Cerrado. 2017.
- MONTEIRO, Sandy Lorena Costa et al. Agricultura familiar e o desenvolvimento local no
Município de Santarém Novo (PA). 2024.
- MORAES NOVO, Evelyn ML. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. Editora
Blucher, 2010.
- OLIVEIRA, R. et al. Expansão da silvicultura e impactos socioambientais no Maranhão.
Revista de Estudos Ambientais, 2021.
- PRIVADO, Wilza Lemos; TRINDADE, Cleidmar Costa; GONÇALVES, Dagilza. Preservação
das matas ciliares e sustentabilidade. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 17, n. 5, p.
e8346-e8346, 2025.
- RODRIGUES, R. R. et al. Diretrizes para a conservação e restauração da vegetação nativa. São
Paulo: Instituto de Botânica, 2008.
- SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.
- SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.
- SEABRA, V. S.; CRUZ, C. B. M. Cobertura e uso da terra: definições, classificações e
aplicações. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- SETTI, A. A. et al. Bacias hidrográficas e gestão dos recursos hídricos. Brasília: ANA, 2011.
- SILVA JÚNIOR, C. H. L. et al. Drivers of deforestation and forest fragmentation in the
Amazon. *Environmental Research Letters*, 2022.
- SILVA JUNIOR, Celso HL et al. Persistent collapse of biomass in Amazonian forest edges
following deforestation leads to unaccounted carbon losses. **Science Advances**, v. 6, n. 40, p.
eaaz8360, 2020.
- SOUSA, Andreza Maciel de et al. INFLUÊNCIA DAS PRESSÕES ANTROPOGÊNICAS NA
MUDANÇA DE USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO DE TRANSIÇÃO
AMAZÔNIA-CERRADO, BRASIL (1986-2034). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 26,
n. 104, p. 166–184, 2025.
- SOUZA JR, Carlos M. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes
in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p.
2735, 2020.
- TAMIRU T. Land Use Land Cover Change Detection Analysis Using GIS and Remote Sensing
Techniques: In Case of Guto Wayu Woreda, Weastern Ethiopia. *Am J Remote Sens*.
2025;13(1):1-12.
- TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. São Carlos: Rima, 2003.
- Uso da Terra do Brasil. 2024. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 2024.