

## **Análise da cobertura do solo da microbacia do rio Enganado, Amazônia Ocidental, Brasil**

**Analysis of the soil cover of the Enganado river microbasin, Western Amazon, Brazil**

**Análisis de la cobertura del suelo de la cuenca del Río Engado, Amazonía Occidental, Brasil**

Recebido: 27/09/2022 | Revisado: 16/10/2022 | Aceitado: 21/10/2022 | Publicado: 26/10/2022

### **Gabriel Fernando Mello da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8723-2493>  
Instituto Federal de Rondônia, Brasil  
E-mail: gabrielmello.agronomo@gmail.com

### **Jhony Vendruscolo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3043-0581>  
Universidade Federal de Rondônia, Brasil  
E-mail: jhony@unir.br

### **Calina Grazielli Dias Barros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7073-4710>  
Universidade Federal de Rondônia, Brasil  
E-mail: calina.grazielli@gmail.com

### **Dany Roberta Marques Caldeira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5236-8673>  
Instituto Federal de Rondônia, Brasil  
E-mail: dany.caldeira@ifro.edu.br

### **Resumo**

O processo de ocupação das áreas agrícolas no estado de Rondônia ocorreu de forma desordenada, potencializando a fragilidade dos ecossistemas, em virtude da supressão parcial e/ou total da vegetação nativa. O objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Enganado, entre os anos de 1984 a 2021. A microbacia do rio Enganado abrange cerca de 218 empreendimentos rurais. Para a análise foi utilizado o software QGIS 2.18.0, imagens dos satélites Landsat 5 (1984, 1988 e 2008) e Landsat 8 (2021). Por seguinte, foram estratificadas três classes de cobertura (floresta nativa, agropecuária e recurso hídrico - água) com a ferramenta “*slicer*”, e a conversão da imagem gerada em formato matricial para vetorial, com a ferramenta poligonizar. A classificação das imagens foi feita com a ferramenta “Estilo graduado”, e posteriormente foi realizada a efetivação de ajustes manuais nas classes. Para delimitar a zona ripária, foi utilizada a ferramenta “*buffer*” sob distância variável, considerando os módulos fiscais, conforme estabelecido na legislação pertinente. Observou-se a redução percentual da classe floresta nativa de 63,73% para 31,77% da área total, e amplificação da classe agropecuária de 33,26% para 68,05%, no período de 1984 a 2021, a classe água, por sua vez, foi distinguida apenas nos anos de 2008 e 2021 com 0,14% e 0,16%, respectivamente. Aferiu-se cerca de 584 ha de passivo ambiental. Observa-se a necessidade da recuperação das áreas de preservação permanente, para regularização ambiental.

**Palavras-chave:** Recuperação de áreas degradadas; Vegetação ripária; Sensoriamento remoto.

### **Abstract**

The process of occupation of agricultural areas in the state of Rondônia occurred in a disorderly way, increasing the fragility of ecosystems, due to partial and/or total suppression of native vegetation. The objective of this work was to analyze the soil cover of the Enganado river microbasin, between the years 1984 to 2021. The Enganado river watershed covers about 218 rural enterprises. For the analysis, the QGIS 2.18.0 software, images from the Landsat 5 (1984, 1988 and 2008) and Landsat 8 (2021) satellites were used. Next, three classes were stratified (native forest, agriculture and water resource - water) with the “*slicer*” tool, and conversion of the generated image in matrix to vector format, with the polygonize tool. The classification of the images was done with the “*Graduated Style*” tool, and later manual adjustments were carried out in the classes. To delimit the riparian zone, the “*buffer*” tool was used under variable distance, considering the fiscal modules, as established in the relevant legislation. There was a percentage reduction of the native forest class from 63.73% to 31.77% of the total area, and an amplification of the agricultural class from 33.26% to 68.05%, in the period from 1984 to 2021, the water class, in turn, was distinguished only in the years 2008 and 2021 with 0.14% and 0.16%, respectively. Approximately 584 ha of environmental liabilities were measured. There is a need to recover permanent preservation areas for environmental regularization.

**Keyword:** Recovery of degraded areas; Riparian vegetation; Remote sensing.

## Resumen

El proceso de ocupación de áreas agrícolas en el estado de Rondônia ocurrió de forma desordenada, aumentando la fragilidad de los ecosistemas, debido a la supresión parcial y/o total de la vegetación nativa. El objetivo de este trabajo fue analizar la cobertura del suelo de la cuenca del río Enganado, entre los años 1984 al 2021. La cuenca del río Enganado cubre alrededor de 218 emprendimientos rurales. Para el análisis se utilizó el software QGIS 2.18.0, imágenes de los satélites Landsat 5 (1984, 1988 y 2008) y Landsat 8 (2021). A continuación, se estratificaron tres clases (bosque nativo, agricultura y recurso hídrico - agua) con la herramienta “slicer”, y conversión de la imagen generada en formato matricial a vectorial, con la herramienta poligonizar. La clasificación de las imágenes se realizó con la herramienta “Estilo Graduado”, y posteriormente se realizaron ajustes manuales en las clases. Para delimitar la zona ribereña se utilizó la herramienta de “amortiguación” bajo distancia variable, considerando los módulos fiscales, según lo establecido en la legislación respectiva. Hubo una reducción porcentual de la clase bosque nativo de 63.73% a 31.77% del área total, y una ampliación de la clase agrícola de 33.26% a 68.05%, en el período de 1984 a 2021, la clase agua, a su vez, se distinguió únicamente en los años 2008 y 2021 con 0,14% y 0,16%, respectivamente. Se midieron aproximadamente 584 ha de pasivos ambientales. Existe la necesidad de recuperar áreas de preservación permanente para la regularización ambiental.

**Palabras clave:** Recuperación de áreas degradadas; Vegetación de ribera; Detección remota.

## 1. Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, definiu que “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da política nacional de recursos hídricos e atuação do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos”.

Uma bacia hidrográfica (BH) pode ser desmembrada em ordens distintas, em proveito, a finalidades variadas (estudos, gestão dos recursos hídricos, caracterizações), em consequência, múltiplas conceituações podem ser conjugadas (Gomes et al., 2021). Neste trabalho, foi adotado a microbacia (MB) como a menor área de uma BH, que apresenta as mesmas características, mas se diferencia por sua extensão.

Floresta ripária é a vegetação localizada às margens de cursos de água natural, seja um ribeirão, rio, lago e nascente, é composta por um conjunto de árvores, arbustos entre outros, compondo uma cinturão de isolamento formando um ecótono entre os ambientes aquáticos e terrestres (Anschau et al., 2017). Esta vegetação está localizada em uma Área de Preservação Permanente (APP) (Brasil, 2012) e atua no controle e inserção de substratos orgânicos carreados pela drenagem das chuvas aos mananciais. Tais remanescentes, mediante o numeroso quantitativo de raízes e restos orgânicos no solo, promovem também a desaceleração do escoamento superficial, reduzindo o assoreamento das margens dos rios. Ademais, os remanescentes florestais auxiliam na diminuição da erosão, controlam a temperatura da água, atuam como corredores ecológicos, abrigo para animais, fonte de alimento, entre outras funções (Tambosi et al., 2015; Quesada et al., 2017).

A supressão e/ou falta da mata ciliar para utilização agropecuária é preocupante devido à instabilidade causada pela ausência desses remanescentes aos recursos hídricos podendo em um futuro próximo comprometer a utilização deste recurso, seja pela quantidade e/ou pela qualidade (Silva & Maniesi, 2005).

No estado de Rondônia, onde tornou-se comum o desmatamento, inclusive em APPs (Santos et al., 2019; Vendruscolo et al., 2019; Soares et al., 2019; Lima et al., 2021; Mendes et al., 2021; Panza et al., 2020), evidenciados também pelos focos ativos de queimadas, com médias de 14.934 entre 1988 a 2021, no qual, apenas em 2021 foram 10.030 focos (INPE, 2022), constata-se a necessidade de diagnósticos ambientais para planejar e gerir adequadamente os recursos naturais, a fim de garantir a sustentabilidade desses ambientes.

Silva e Maniesi (2005), observaram que o uso e ocupação da microbacia do rio Enganado necessita de adaptações, para adequação ao uso sustentável, ressaltando a preservação e recuperação da vegetação ripária ao longo dos mananciais e nascentes, para a sustentabilidades a longo prazo das atividades e desenvolvimento da região sudeste de Rondônia (RO).

Segundo a instrução normativa, (IN) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), nº 11 de 2014 em seu Art. 20 § IVº, a área degradada é “aquela impossibilitada de retornar por uma trajetória natural a um ecossistema

que se assemelha ao estado inicial, dificilmente sendo restaurada, apenas recuperada”. Entre os objetivos da recuperação de uma área degradada, são elencados: o restabelecimento da fauna e da flora dos ambientes terrestres e aquáticos, bem como a proteção da estabilidade do solo e água.

No aspecto legal ressaltam-se algumas leis importantes que norteiam a gestão, controle e fiscalização dos recursos ambientais apresentados: Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981); Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998); Novo Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012); Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428, de 11 de Dezembro de 2008); Estatuto da Terra (Lei nº 4.504, de 30 de Novembro de 1964) complementa em seu corpo o dever da preservação dos recursos naturais.

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, em seu Art. 2º, inciso VIII, regulamentado pelo decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, exige a recuperação da propriedade rural enquadrada na presente lei, estando assim, em degradação e processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 em seu Art. 61º traz as diretrizes sobre as propriedades consolidadas em área de preservação permanente, elencando que para tal enquadramento é necessário e obrigatório a recomposição da faixa marginal em proporções deliberadas paralelamente ao módulo fiscal, o mesmo procede para afloramentos natural do lençol freático.

Dessa forma, é necessário que o monitoramento de áreas de preservação permanente seja feito com qualidade para acompanhar o estado dessas áreas e propor soluções que visem a mitigação de impactos ambientais. Nessa perspectiva, o sensoriamento remoto é uma ótima ferramenta para a coleta e análises de dados por meio de imagens de satélites, permitindo avaliar qualquer área do globo em períodos e dimensões distintas, como evidenciados em trabalhos Vendruscolo *et al.* (2019), Santos *et al.* (2019), Moreto *et al.* (2019).

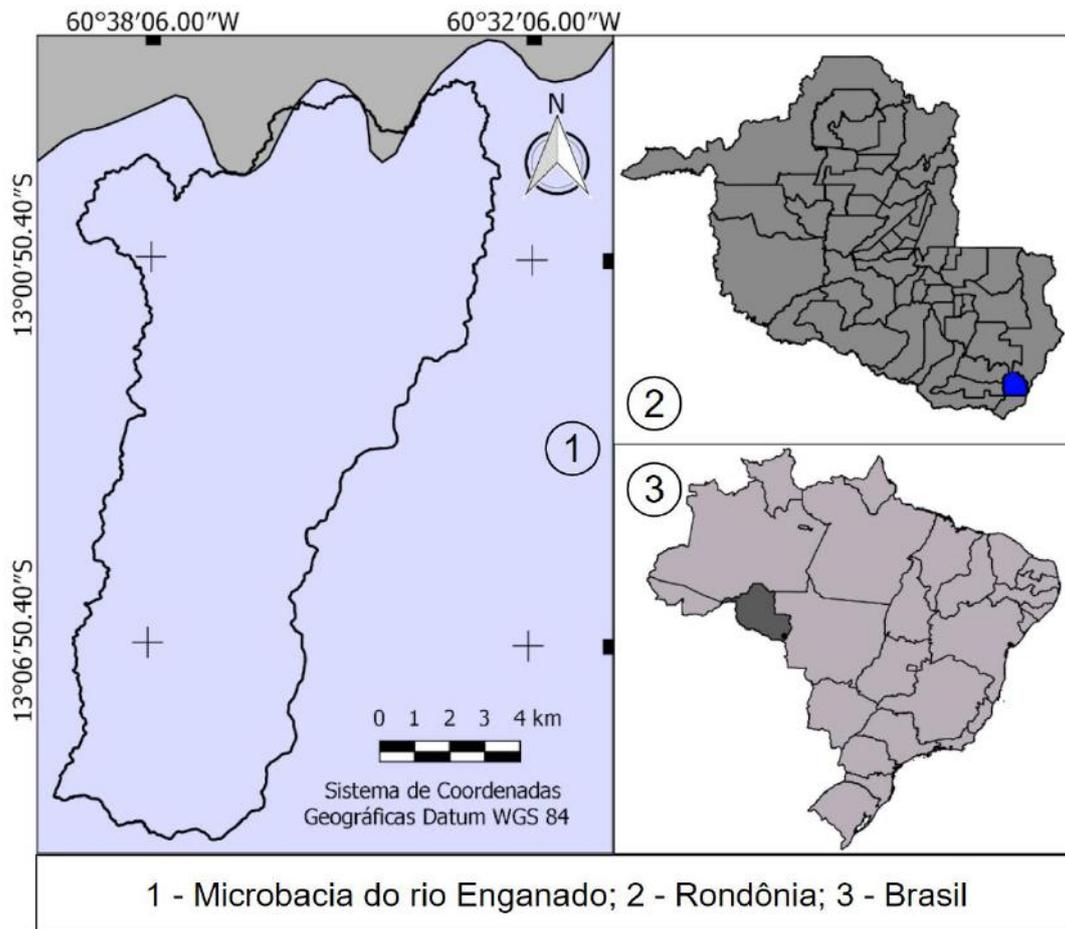
Em face ao exposto, para que a gestão dos recursos hídricos seja empreendida, são necessárias iniciativas baseadas em informações fidedignas. Em virtude disso, o trabalho tem por objetivo analisar a dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Enganado entre os anos de 1984 a 2021.

## **2. Material e Métodos**

### **a. Área de Estudo**

O trabalho foi realizado na microbacia do rio Enganado, localizado na bacia do rio Guaporé e sub-bacia do rio Escondido (SEDAM, 2002), e está inserida nos municípios de Colorado do Oeste, Vilhena e Chupinguaia (Figura 1). O clima da região é classificado como Tropical com inverno seco (Aw) (Beck *et al.*, 2018). Ele é caracterizado por um mês do ano mais frio (temperatura maior 18 °C) e uma estação seca de curta duração. Variação da temperatura anual de 25 °C a 28 °C. A precipitação anual entre 1.900 a 2.200 mm ano<sup>-1</sup> (Alvares *et al.*, 2013).

**Figura 1** - Localização da microbacia do rio Enganado, Amazônia Ocidental, Brasil.



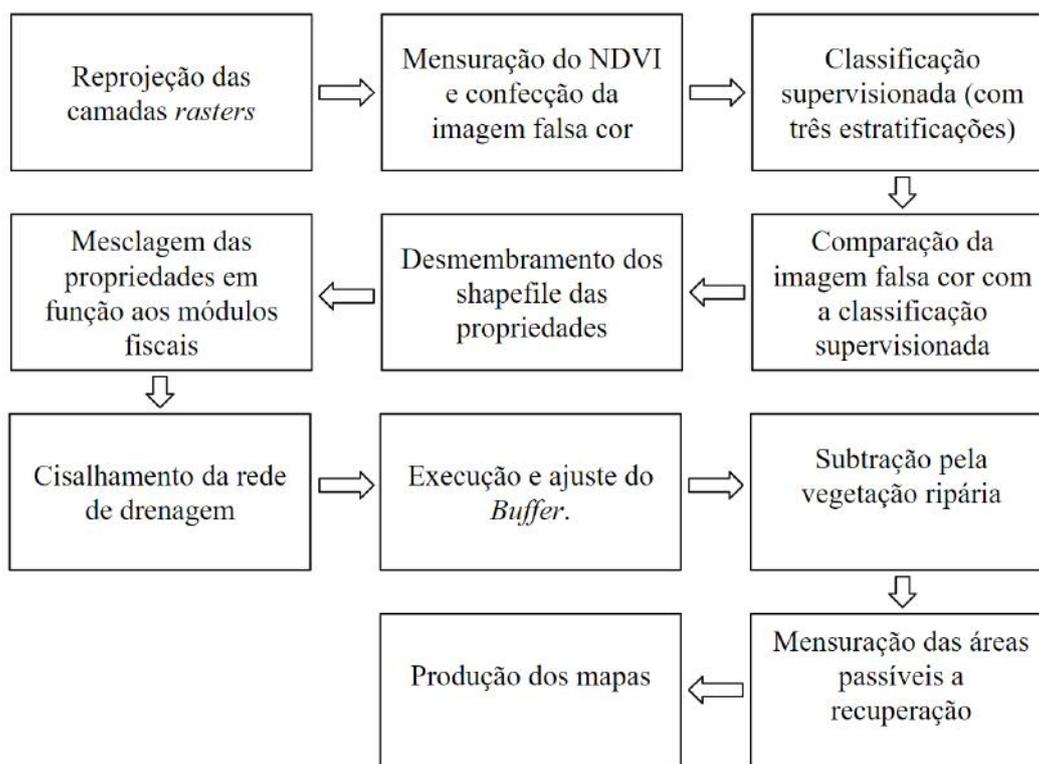
Fonte: Produção pessoal.

A microbacia apresenta coeficiente de compacidade de 1,69 e índice de circularidade de 0,38, apontando um formato alongado e pouco suscetível a enchentes, e altitude média de 457 m. O relevo varia de plano a montanhoso, com maior expressividade das classes suave ondulado e ondulado, impactando sobre a velocidade de escoamento a qual inclina-se para esvaziamento lento a médio, favorecendo a permanência das águas das chuvas nos canais de drenagem e tempo de concentração de 6 horas e 26 minutos. A hidrografia apresenta padrão de drenagem dendrítico com hierarquia fluvial de 6ª ordem, densidade de drenagem de 2,88 km km<sup>-2</sup>, densidade de nascentes de 5,75 nascentes km<sup>-2</sup> e índice de sinuosidade de 34,48% (Moreto et al., 2019).

#### b. Análise Multitemporal

A Figura 2 apresenta de forma simplificada as atividades desenvolvidas.

**Figura 2** - Fluxograma das atividades desenvolvidas.



Fonte: Produção pessoal.

Para a análise temporal foi utilizado o *software* QGIS 2.18.0 (*Las Palmas*), imagens dos satélites Landsat 5 (1984, 1988 e 2008) e Landsat 8 (2021) (Tabela 1), e o método do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). As imagens dos satélites foram obtidas da coleção Level 2 (USGS, 2021), e correspondem aos meses de junho a agosto, em função da menor incidência de nuvens, e, conseqüentemente, melhor qualidade.

**Tabela 1** - Informações sobre as imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8.

Ano	Satélite	Sensor	Banda	Resolução				Órbita/Ponto
				Espectral (µm)	Espacial (m)	Radiométrica (bits)	Temporal (dias)	
1984								
1988	Landsat 5	TM	3	0,63-0,69	30	16	16	230/69
			4	0,76-0,90				
			5	1,55-1,75				
2008								
2021	Landsat 8	OLI	4	0,64-0,67	30	16	16	230/69
			5	0,85-0,88				
			6	1,57-1,65				

Fonte: INPE (2022).

Os processos e operações foram realizados em etapas sequenciais, a fim de facilitar a execução, bem como permitir a identificação e correção de falhas. Na seqüência estão dispostas as etapas e operações realizadas:

**Etapa 1** - reprojeção das camadas *rasters* a fim de fixar o sistema de coordenadas planas (EPSG: 32720 – WGS 84/UTM zone 20S). Posteriormente foi realizada a mensuração do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), com a equação 1 (Rouse et al., 1973).

$$NDVI = \frac{IP-V}{IP+V} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

IP = Infravermelho Próximo (Banda 5 do Landsat 5; Banda 6 do Landsat 8 )

V = Vermelho (Banda 4 do Landsat 5; Banda 5 do Landsat 8).

**Etapa 2** - divisão da imagem NDVI em classes com a ferramenta “Slicer”, e conversão da imagem gerada, formato matricial para formato vetorial, com a ferramenta “Poligonizar”.

**Etapa 3** - classificação das imagens com a ferramenta “Estilo graduado”, e efetuação de ajustes manuais nas classes, diretamente na tabela de atributos, em função da similaridade de reflectância em pixels de classes distintas.

**Etapa 4** - comparação da imagem classificada com a imagem falsa cor (NIR5R3G3 Landsat 5 e NIRM6NIRP5G3 para Landsat 8).

Para mensurar o tamanho e o percentual de área convertida para uso alternativo na microbacia, nos 218 estabelecimentos agropecuários privados foi utilizada a ferramenta “Calculadora de campo” do software QGIS.

### c. Delimitação da zona ripária

Para delimitar a zona ripária, foi utilizada a ferramenta “buffer” sob distância variável, considerando o módulo fiscal, conforme estabelecido na Lei nº 12.651/12 (Brasil, 2012). A delimitação dos estabelecimentos agropecuários foi adquirida em arquivo único sob formato *shapefile* (SHP), baixados no site do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural - SICAR (SICAR, 2021). O limite da microbacia e a rede de drenagem também em arquivos SHP, disponibilizado por Moreto et al. (2019).

Os imóveis agropecuários inseridos na microbacia do rio Enganado têm área consolidada, por isso foi dado foco nas áreas de APP ao longo dos cursos naturais d’água.

Para delimitação da zona ripária foram realizadas as seguintes etapas:

**Etapa 1:** desmembramento do *shapefile* respectivo a delimitação dos imóveis rurais.

**Etapa 2:** mesclagem das propriedades inseridas totalmente ou parcialmente na microbacia, em função ao módulo fiscal, correspondente ao art. nº 61 da Lei 12.651/2012, resultando em quatro classes.

**Etapa 3:** cisalhamento da rede de drenagem em prol das delimitações de cada propriedade, obtendo assim, os canais fluviais que permeiam cada imóvel, permitindo aplicar o recurso “buffer”.

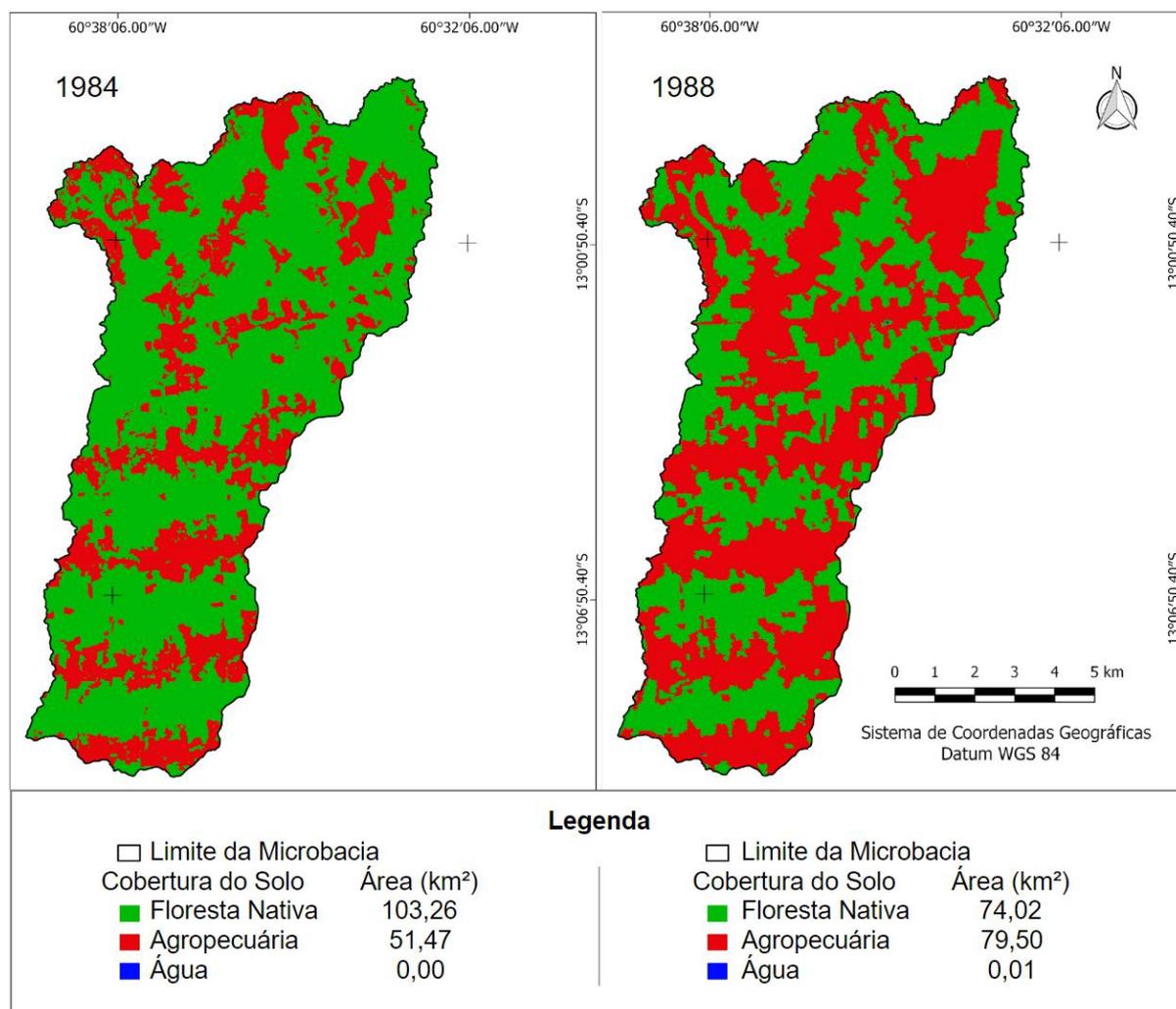
**Etapa 4:** ajuste dos “buffers”, para correção do extravasamento além das delimitações individuais de cada imóvel rural.

**Etapa 5:** Alcançando os “buffers” ajustados de cada agrupamento executou-se a diferença entre o resultado do “buffer” e as áreas de vegetação nativa existentes, determinando-se as áreas passíveis de recuperação.

## 3. Resultados e Discussão

Entre os anos de 1984 a 1988 (Figura 3) ocorreu o maior índice de desmatamento da microbacia, sendo suprimidos 2.924 ha ou 18,98% de floresta da MB em apenas 4 anos, enquanto entre os anos de 1988 a 2008 foram desmatados 2.136 ha ou 13,91% em 20 anos.

**Figura 3** - Mapa de uso e ocupação na microbacia do rio Enganado, nos anos de 1984 e 1988.



Fonte: Produção pessoal.

Por meio da Figura 3 é possível averiguar visualmente a discrepância estabelecida entre os anos de 1984 a 1988, com a conversão de floresta nativa em uso alternativo do solo, bem como, a mensuração do componente água apenas em 1988.

A colonização de Rondônia se deu a partir de 1970, por meio das estratégias, como a implementação de políticas de integração, as quais almejavam assegurar a ocupação da região amazônica (Santos et al., 2015). Em destaque, ressalta-se o Programa de Integração Nacional (PIN), dando início ao processo de ocupação do território federal de Rondônia e inclusão de uma rede urbana para suporte ao povoamento, recepção dos imigrantes e fornecimento de bens e serviços, seguido dos Projetos Integrados de Colonização (PIC), estimulando avanço e produção agropecuária (Sousa et al., 2018; Sousa, 2020).

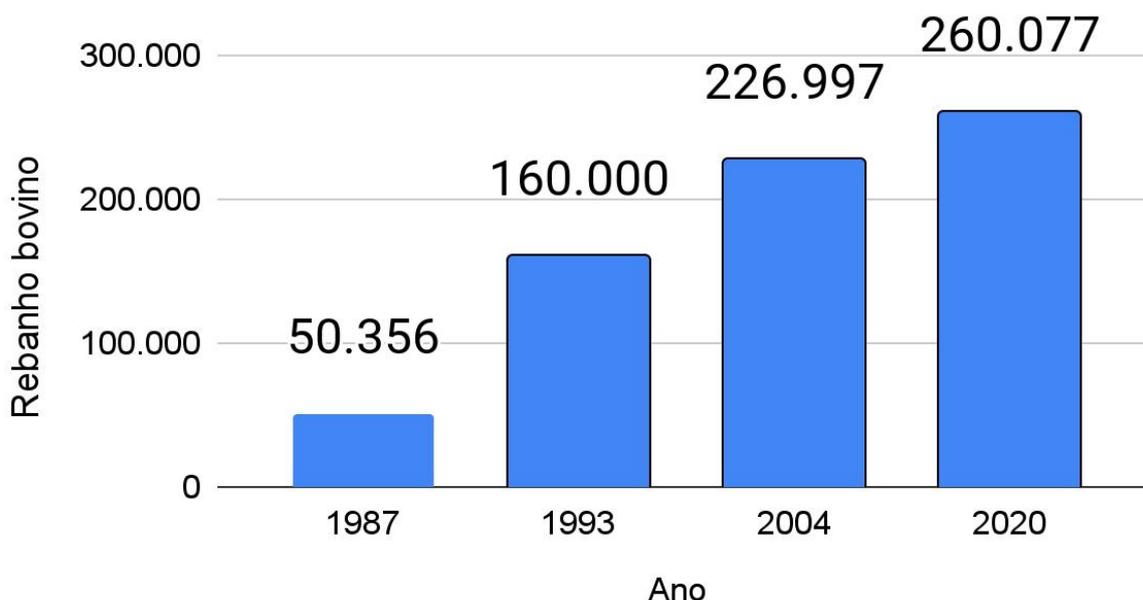
Como consequência, pode ser observada uma alta migração para o estado, atestado pela maior taxa de crescimento populacional do país, de 331,42% entre 1970 a 1980, caindo para 124,77% entre 1980 a 1991 (Sousa, 2020; Rabello & Ferreira, 2005). Anteriormente à década de 1970 a população de Rondônia era de 111.064 habitantes, expandindo para 1.132.692 habitantes em 1991 (Silva, 2012).

Concomitante ao elevado contingente demográfico, o INCRA ampliou os assentamentos PIC's como o Paulo de Assis Ribeiro que previa assentar 3.656 famílias em 293.580 ha, promovendo o surgimento de cinco novos municípios: Cabixi, Cerejeiras, Pimenteira do Oeste, Corumbiara e Colorado do Oeste (Rabello & Ferreira, 2005; Santos, 2015).

Correspondente, constatou-se através das pesquisas do IBGE, um avanço da pecuária no município de Colorado do Oeste (Figura 4), onde em 1987 possuía 50.356 cabeças, que logo no ano de 1993 atingiram 160.000 cabeças (EMATER-RO,

2022). Em contínuo crescimento exponencial, no ano de 2004 alcançou suas 226.997 cabeças, com algumas flutuações, deste então o rebanho se mantém no liame dos duzentos mil, totalizando no ano de 2020, cerca de 260.077 cabeças.

**Figura 4** - Avanço da pecuária no município de Colorado do Oeste.



Fonte: (IBGE, 2022; EMATER-RO, 2022)

Notadamente, observa-se na Figura 4 o crescimento do rebanho bovino no município de Colorado do Oeste, apresentando um comportamento exponencial nos primeiros anos, e seguindo uma tendência de estabilidade a partir de 2004.

O vínculo do progresso de ocupação de Rondônia com o elevado desmatamento, pela necessidade de assentar os colonos, e desordenado com o transpor dos anos pela ausência estrutural e não alinhado ao uso sustentável dos recursos naturais, gerou desequilíbrios socioambientais (Santos *et al.*, 2015; Sousa, 2020), salientado pelos trabalhos de Cavalheiro *et al.* (2015), Teixeira (2015), Francisco (2018) e Soares *et al.*, (2020).

Em trabalho Santos *et al.* (2015, p. 41), ressalta-se que:

O processo de ocupação não se baseou em estudo técnico-científico ou em planejamento prévio adequado, o que por si só denota falhas com reflexos de toda ordem no meio físico-biológico e socioeconômico, a exemplo de processos erosivos, perda de biodiversidade e, sub-aproveitamento agropecuário, baixa produtividade, entre outros.

Bastos *et al.* (2015), ressaltam a tendência geral na carência de planejamento ambiental dos projetos de ocupação na Amazônia, em detrimento a baixa fertilidade dos solos e o reduzido aporte de material intemperizado para fixação dessas atividades, agravado ainda pela escassez de assistência técnica e acesso a recursos financeiros. Simultaneamente, inoportunas ocorrências de doenças tropicais, agravando o abandono dos lotes, franqueando brechas para confluência de áreas, resultando em latifúndios (Cavalheiro *et al.*, 2015; Teixeira, 2015; Francisco, 2018; Soares *et al.*, 2020).

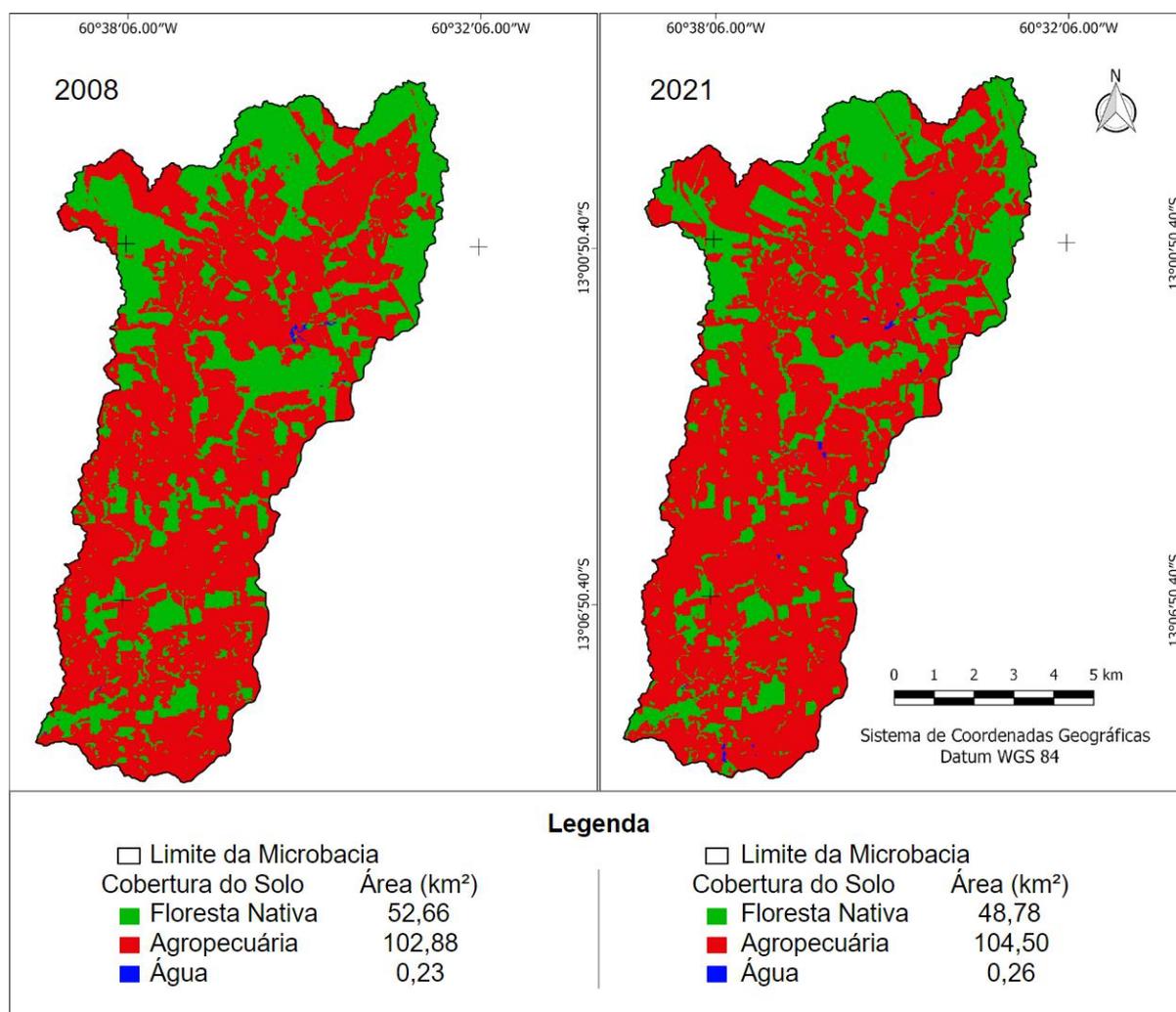
A intensa supressão da floresta está associada à política de colonização da região, em virtude dessa, entender como benfeitoria a derrubada da floresta nativa (Santos *et al.*, 2015; Francisco, 2018). Assim, na década de 1990 as empresas madeireiras experimentaram o auge da atividade no estado, sobretudo nos municípios localizados na região central e sul, que despenderam mais recursos na extração madeireira, de encontro à demonstração de ações de investimentos (benfeitorias na terra) (Silva, 2011; Francisco, 2018).

Os índices de desmatamento dos municípios de Rondônia estão relacionados com o tempo de emancipação, distribuição dos lotes pelo INCRA e os incentivos fiscais para a produção agropecuária, com ênfase para atividade pecuária congruente ao desmatamento (Soares et al., 2020).

Notadamente o período com maior índice de desmatamento coincide com a época de elevada migração para a Amazônia, sobretudo o aprimoramento da rede rodoviária de transporte com a pavimentação da BR 364. Esse fato foi cargo chefe para o crescimento populacional de Rondônia (entre 1970 a 1991), como também facilitou a locomoção de produtos, insumos, bens e a migração dos colonos para o estado, que resultou na intensificação dos assentamentos (Souza, 2020).

Entre os anos 2008 a 2021 (Figura 5) ocorreu o desmatamento de 3,88 km<sup>2</sup>, ou seja, 2,51% da área total da microbacia no decorrer de 13 anos. Comparando os extremos obtém-se a redução de 54,48 km<sup>2</sup> da área de vegetação nativa, inversamente proporcional à expansão das áreas destinadas às atividades agrossilvipastoris.

**Figura 5** - Mapa de uso e ocupação na microbacia do rio Enganado, nos anos de 2008 e 2021.



Fonte: Produção pessoal.

Por meio da Figura 5 é possível notar visualmente que a microbacia sofreu pouco impacto sobre os componentes analisados, sendo perceptível a alteração apenas quando considerada a expressão em valores numéricos de cada classe.

As mudanças no uso da terra sucedidas de frenética dinamização da cobertura vegetal, quando desconecta do esteio ao planejamento ambiental, estabelece forte liame com a precarização ecossistêmica, visto que, a floresta é crucial para manutenção

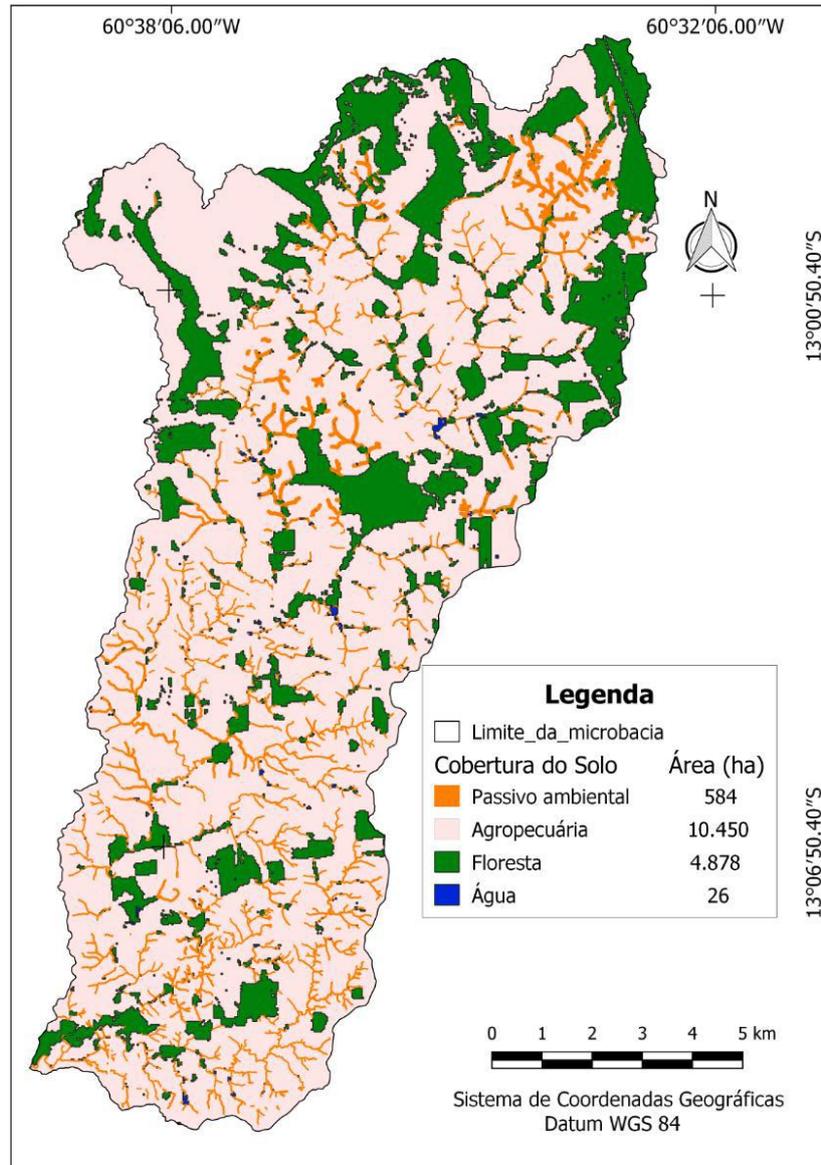
dos diferentes serviços ambientais, como a produção e depósito de material orgânico, propiciando vantagens na redução da erosão laminar (Ruthes et al., 2016; Gomes *et al.*, 2021).

Além disso, observou-se um crescente aumento no espelho d'água a partir do ano de 1988 até 2021, cumulando no surgimento de 17 ha de espelho d'água, vinculado ao desmatamento da mata ciliar e a construção de reservatórios. Em trabalho realizado por Moreto *et al.* (2021), constatou-se a redução da área de floresta nativa na zona ripária, aproximadamente 70,90% entre os anos de 1987 e 2017.

O incremento da extensão do recurso hídrico é concernente a supressão da vegetação nativa na zona ripária, que por sua vez, amplia a exposição destes aos sensores do satélite, facilitando a identificação dos pixels no pós-processamento das camadas rasters (Cavalheiro et al., 2015; Moreto et al., 2021). O acréscimo não resulta no aumento da disponibilidade de água, mas exposição aos agravantes de degradação, podendo em alguns casos ocasionar em “morte” do curso hídrico (Soares et al., 2020).

Neste sentido, ao se analisar os remanescentes florestais da microbacia no ano de 2021 com base no Art. 61 da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, auferiu-se aproximadamente 584 ha de passivos ambientais a serem regularizados (Figura 6). Estando excluídas da avaliação as propriedades, cuja delimitação não se encontra no portal SICAR, em função das proporções deliberadas paralelamente ao módulo fiscal.

**Figura 6** - Mapa da estimativa de áreas passíveis à recuperação da vegetação ripária na microbacia do rio Enganado no ano de 2021.



Fonte: Produção pessoal.

Na Figura 6 é importante se atentar a numerosa quantidade de cursos d'água sem a proteção nativa de seus leitos, sendo averbado através das análises e transcrito em hectares de passivos ambientais, apresentados na figura em coloração alaranjada.

Além da suma importância das mata ciliares para os corpos hídricos, Gomes *et al.* (2011) ressaltam em trabalho realizado no entorno da Floresta Nacional do Jamari, que áreas ocupadas com atividades agropecuária, com ênfase na pecuária, após anos de uso sem adoção de práticas conservacionistas do solo, estão acarretando na degradação das propriedades naturais do solo, como a perda da fertilidade, tornando-se mais limitados e custosos de serem trabalhados, implicando em menor produtividade e exposição aos processos erosivos.

Neste sentido, Queiroz *et al.* (2018) realizam sobreaviso aos avanços das ocupações e conversão das áreas de várzea para o desenvolvimento de atividades agrossilvipastoris, que indubitavelmente põem em risco o meio ambiente e as populações da região, que direta ou indiretamente utilizam do recurso hídrico. Além disso, tais atividades levam a perda de solo, água, nutrientes e matéria orgânica, reduzindo a fertilidade do solo nestes ambientes.

Portanto, não apenas, a recuperação da vegetação nas cabeceiras dos rios e ao entorno das nascentes é crucial para a manutenção destes recursos (Moreto et al., 2019), como evidenciados pelos trabalhos de Santos *et al.* (2019), Soares *et al.* (2019), Vendruscolo *et al.* (2019), Lima *et al.* (2021), Mendes *et al.* (2021), Panza *et al.* (2021), Vendruscolo et al. (2021a), Vendruscolo et al. (2021b), Bandeira et al. (2022), Cavalheiro et al. (2022a), Cavalheiro et al. (2022b), Macedo et al. (2022), Oliveira et al. (2022), Santos Junior et al. (2022a), Santos Junior et al. (2022b), Santos Junior et al. (2022c), Vendruscolo et al. (2022a) e Vendruscolo et al. (2022b), mas também o monitoramento ao desmatamento e adoção de práticas conservacionistas do solo são essenciais para a amortização de riscos ambientais.

#### 4. Considerações Finais

Diante dos resultados obtidos, pode-se inferir que a microbacia sofreu fortes modificações durante o período de 37 anos, em destaque para o intervalo compreendido entre os anos de 1984 a 1988, no qual averiguou-se o maior índice de desmatamento. Durante o intervalo analisado constatou-se a conversão de 5.448 ha de floresta em uso alternativo, ou seja, 67,97% da área total da microbacia entre os anos de 1984 a 2021.

O quantitativo de vegetação ripária quando posto em paralelo ao estabelecido pelo novo Código Florestal, aponta discrepante desalinhamento com o encontrado na área de estudo, onde no qual estima-se aproximadamente 582,82 ha de passivo ambiental.

Ademais, vale ressaltar que o quantitativo apresentado é uma estimativa realizada com base nos dados públicos do SICAR, que por sua vez, carecem de atualização cadastral, como também, divergências e sobreposições instauradas nos dados catalogados.

Diante os resultados obtidos recomenda-se a recuperação e reflorestamento das faixas marginais dos mananciais e suas respectivas nascentes, a começar pelas nascentes dos rios.

O uso do sensoriamento remoto e o geoprocessamento possibilitam a obtenção e análise da paisagem, oportunizando o monitoramento do território e os usos ocupacionais do solo, permitindo a detecção dos níveis de degradação e a designação de áreas preferenciais para a recuperação.

Recomenda-se a realização de estudos de viabilidade econômica de sistemas agroflorestais na região, para incentivar a recuperação da vegetação nativa da zona ripária. Para complementar os dados, também recomendam-se estudos que analisem a dinâmica da cobertura do solo nas áreas de Reserva Legal dos estabelecimentos agropecuários que estão inseridos na microbacia do rio Enganado.

#### Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's. Climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-28. <http://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Anschau, S. A., Neres, J. C. I., Carvalho, A. V., Guimarães, A. P. M., Neres, L. L. G. F., & Cerqueira, F. B. (2017). Vegetação ripária e métodos de estudo. *Natural Resources*, 7(1), 19-32. DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2237-9290.2017.001.0003>
- Bandeira, L. B., Vendruscolo, J., Santos Júnior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Souza, R. F. S., & Fulan, J. A. (2022). Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Jabuti, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(2), e321184. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1184>
- Bastos, A. S., Maniesi, V., & Gomes, F. B. (2015). Vulnerabilidade natural à erosão no sudoeste da Amazônia associada aos seus modos de ocupação – o caso do entorno da terra indígena Uru eu Wau Wau. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 16(2), 271-282.
- Beck, H., Zimmermann, N., McVicar, N., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Sci Data* 5, 180214. DOI.org/10.1038/sdata.2018.214
- Cavalheiro, W. C. S., Vendruscolo, J., Santos, L. M. H., & Santos A. M. (2015). Impacto da colonização na Zona da Mata Rondoniense, Amazônia Ocidental-Brasil. *Revista Geográfica Venezolana*, 56(1), 41-57.

- Cavalheiro, W. C. S., Santos Júnior, N. R. F., Silva, E. S., Rodrigues, A. L. B., Ferreira, E., & Vendruscolo, J. Antropogeomorfologia da microbacia do rio Terra Nova, Amazônia Ocidental, Brasil. (2022a). *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(1), e311039. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1039>.
- Cavalheiro, W. C. S., Santos Júnior, N. R. F., Silva, E. S., Rodrigues, A. L. B., Ferreira, E., Souza, R. F. S., Fulan, J. A., Rodrigues, A. A. M., Fernandes, I. M., & Vendruscolo, J. (2022b). Geoindicadores como ferramenta para análise dos processos antropogeomorfológicos na microbacia do rio Tracajá, Amazônia, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(3), e331194. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i3.1194>
- EMATER - Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural. <http://www.emater.ro.gov.br/ematerro/>.
- Francisco, E. C. (2018). Da colonização a privatização de terras públicas: a contra-reforma de Rondônia. (*Dissertação de Mestrado*). Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.
- Gomes, F. B., Bastos, A. S., Vargas, B., & Castro, M. M. (2011). Estudo da vulnerabilidade natural à erosão como subsídio para recuperação de áreas degradadas no entorno da floresta nacional do jamari/RO. In *Anais do XXV Congresso Brasileiro de Cartografia*, Curitiba, PR.
- Gomes, R. C., Bianchi, C., & Oliveira, V. P. V. (2021). Análise da multidimensionalidade dos conceitos de bacia hidrográfica. *Geographia*, 23(51), 1-17. <https://orcid.org/0000-0002-0651-477X>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário. Brasília: IBGE, 2021. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/24/0>.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Focos de queimadas. <https://www.gov.br/inpe/pt-br>.
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. <https://www.gov.br/incra/pt-br>.
- Lima, M. M., Donegá, M. V. B., Souza, T. W. S., Panza, M. R., Pacheco, F. M. P., Cavalheiro, W. C. S., Hara, F. A. S., & Vendruscolo, J. (2021). Hidrogeomorfometria da microbacia do rio Paraíso: informações para auxiliar o manejo dos recursos naturais na Amazônia Ocidental. *Research, Society and Development*, 10(3), e41410313367. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13367>
- Macedo, T. M., Fulan, J. Â., Pereira, C. V. L., Gomes, M. L. S., Souza, R. F. S., Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2022). Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo na microbacia Prosperidade, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(1), p. e311019. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1019>
- Mendes, D. M., Costa, D. P., Rosa, D. M., Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., & Rodrigues, A. A. M. (2021). Morfometria e desmatamento da microbacia do rio Pirarara, Cacoal, Rondônia. *Research, Society and Development*, 10(9), e3310917266. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17266>
- Moreto, R. F., Mira, S. F., Soares, G. S., Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Vendruscolo, J., & Rosa, D. M. (2019). Características geométricas, topográficas e hidrográficas da microbacia do rio Enganado, região sul da Amazônia Ocidental. *Revista Geográfica Venezolana*, v. especial, 110-124.
- Moreto, R. F., Mira, S. F., Soares, G. S., Junior, N. R. F. S., Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., Stachiw, R., & Rosa, D. M. (2021). Potencial das geotecnologias para monitoramento do impacto da colonização na floresta nativa na microbacia do rio Enganado, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 2(7), e27588. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i7.588>
- Oliveira, J. P., Lima, A. C. R., Anjos, S. P., Boone, N. R. V., Haus, C. S., Johem, J., Cavalheiro, W. C. S., Souza, R. F. S., & Vendruscolo, J. (2022). Hidrogeomorfometria e dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Santa Inês, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(1), e311012. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1012>
- Panza, M. R., Donega, M. V. B., Pacheco, F. M. P., Nagao, E. O., Hara, F. A. S., Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2020). Características da paisagem para manejo dos recursos naturais na microbacia do Rio Jacuri, Amazônia Ocidental, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6(12), 101532-101558. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-592>
- Quesada, H. B., Redondo, G., Vernasqui, L. G., Magnoni, P. H. J., & Arantes, E. J. (2017). Análise da vegetação ripária em bacia hidrográfica utilizando índice de vegetação normalizada (ndvi) no município de Maringá-PR. *Revista do Departamento de Geografia*, 31, 439-455.
- Queiroz, P. H. B., Pinheiro, L. De S., Cavalcante, A. A., & Trindade, J. M. R. (2018). Caracterização multitemporal de barras e ilhas fluviais no baixo curso do rio Jaguaribe, Ceará - Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 19(1), 169-188.
- Rabello, A. C., & Ferreira, L. F. (2005). Colonização do sudoeste da Amazônia Corumbiara/RO. (1975-2005). In: *Anais do Simpósio Nacional de História*, Londrina, PR.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. In *3rd ERTS Symposium*, NAZA, SP-351, 309-317.
- Ruthes, J. M., Tomazoni, J. C., & Gomes, T. C. (2016). Influência do uso e ocupação do solo no processo erosivo laminar do município de Francisco Beltrão – Sudoeste do Paraná. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 5(2), 264-274.
- Santos, D. I. P., Araújo, E. O., Pagani, P. C. P., Pagani, C. H. P., Araújo, M. E. B., & Negrão, M. P. (2015). Análise multitemporal de uso e ocupação do solo do núcleo inicial do projeto integrado de colonização Paulo de Assis Ribeiro no município de Colorado do Oeste - RO. *Caderno de Geografia*, 25(43), 34-51.
- Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Souza, E. F. M., Souza, R. F. S., Fernandes, I. M., Fulan, J. A., & Vendruscolo, J. (2022a). Análise hidromorfométrica e dinâmica de cobertura do solo da microbacia do rio Formoso, Amazônia ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(2), e321134. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1134>.
- Santos Junior, N. R. F., Fulan, J. Â., Souza, R. F. S., Cavalheiro, W. C. S., Serrano, A. M., Borges, M. V. V., Senna, D. S., Vendruscolo, J., & Souza, E. F. M. (2022c). Caracterização hidrogeomorfológica temporal da paisagem da microbacia do rio Jaçaná, Rondônia, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(3), e331242. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i3.1242>

- Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Scoti, M. S. V., Tronco, K. M. Q., Souza, E. F. M., Rocha, K. J., Hara, F. A. S., Nagao, E. O., Rocha, J. D. S., Fulan, J. Â., Nascimento, J. M. S., & Vendruscolo, J. (2022b). Aplicação das geotecnologias para análise da paisagem da microbacia do rio Boa Sorte, Rondônia, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(4), e341343. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1343>
- Santos, L. P., Rosa, D. M., Cavalheiro, W. C. S., Vendruscolo, J., Rosell, E. C. F., Biggs, T., & Stachiw, R. (2019). Hidrogeomorfometria e índice de desmatamento da microbacia do rio Tingui, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezolana*, especial, 40-56.
- SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. *Atlas Geoambiental de Rondônia*. Porto Velho-RO: SEDAM, 2002.
- SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. Base em *shapefile* das propriedades rurais. <https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>.
- Silva, R. G. C. (2011). Dinâmicas territoriais em Rondônia: conflitos na produção e uso do território no período de 1970/2010. (*Tese Doutorado em Geografia Humana*). Universidade São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Silva, R. G. C. (2012). Das margens do Madeira ao interior da floresta: percursos da formação socioespacial de Rondônia (1970-1995). In: Colonização, Território e Meio Ambiente em Rondônia: reflexões geográficas. Curitiba: *SK Editora*. 31-57.
- Silva, L. P., & Maniesi, V. (2005). Avaliação dos limites de uso e ocupação e as pequenas centrais hidrelétricas da sub-bacia do rio enganado – Rondônia: uma proposta de uso sustentável. *Geociências*, 24(3), 267-276.
- Soares, G. S., Santos Junior, N. R. F., Mira, S. F., Moreto, R. F., Cavalheiro, W. C. S., Vendruscolo, J., & Rosa, D. M. (2019). Uso de plataforma SIG na caracterização morfométrica da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezolana*, especial, 84-95.
- Soares, A. E. S., Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., & Rosa, D. M. (2020). Índice de desmatamento do território central de Rondônia, de 1984 a 2017. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 18(1), 1-21.
- Souza, J. A. (2020). Colonização da década de 1970, Rondônia e a BR-364. *Espaço em Revista*, 22(1), 82-100.
- Souza, J. A. O., Ximenes, C. C., & Locatelli, M. (2018). Rondônia, a colonização que deu certo. In *Anais do X Seminário Temático da Rede Internacional CASLA-CEPIAL: Conhecimentos Etnocientíficos e Territorialidades Alternativas*, Rolim de Moura, RO
- Tambosi, L., Vidal, M. M., Ferraz, S. F. B., & Metzger, J. P. (2015). Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos Avançados*, 29(84), 151-162. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200010>
- Teixeira, L. S. (2015). Dinâmicas territoriais em Rondônia: Conflitos fundiários entorno do projeto integrado de colonização Sidney Girão (1970 - 2004) (*Dissertação de mestrado*). PUCRS, Porto Alegre, RS.
- Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., Rosa, D. M., Stachiw, R., Vendruscolo, R., Siqueira, A. S., & Biggs, T. (2019). Hidrogeomorfometria e desmatamento na microbacia do rio Manicoré, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezolana*, especial, 226-241.
- Vendruscolo, J., Meira Filho, W. R., Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Souza, E. F. M., Nagao, E. O., & Fulan, J. A. (2021a). Análise da paisagem na microbacia Rio das Almas, Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 2(11), e211982. <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i11.982>
- Vendruscolo, J., Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Souza, R. F. S., Souza, E. F. M., Rocha, K. J., Stachiw, R., & Fulan, J. Â. (2021b). Características da paisagem na microbacia do Rio das Garças, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 2(11), e211984. <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i11.984>
- Vendruscolo, J., Santos Junior, N. R. F., Macedo, T. M., Fulan, J. A., Souza, R. F. S., & Cavalheiro, W. C. S. (2022b). Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Ariranha, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(1), e311034. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1034>
- Vendruscolo, J., Santos Junior, N. R. F., Nagao, E. O., Fulan, J. Â., Macedo, R. S., Carneiro, K. A. A., & Cavalheiro, W. C. S. (2022a). Características da paisagem da microbacia do rio Tamanduá, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(4), e341387. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1387>