

Mudanças no Código Florestal e a perda da cobertura florestal na Amazônia Ocidental, Brasil

Changes to the Forest Code and forest cover loss in the Western Amazon, Brazil

José das Dores de Sá ROCHA^{1*}, Jhony VENDRUSCOLO^{1**}, Nilson Reinaldo Fernandes SANTOS JÚNIOR¹

Artigo recebido em
13 de dezembro de 2024

Versão final aceita em
28 de fevereiro de 2026

Publicado em
24 de setembro de 2026

1 Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Ji-Paraná, RO, Brasil.

* E-mail de contato:
josedesa@unir.br

** E-mail de contato:
jhony@unir.br

Resumo: A devastação da vegetação nativa para uso alternativo do solo é um dos fatores que contribuem para o agravamento das mudanças climáticas. Desde o início da década de 1980 até os dias atuais, o desmatamento tem sido um dos principais problemas de degradação ambiental na Amazônia brasileira, o que motivou várias mudanças na legislação de proteção da vegetação nativa. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo evidenciar o padrão de proteção da Reserva Legal a partir das mudanças da legislação de proteção da floresta, por meio da análise de dinâmica da perda da vegetação nativa em propriedades rurais privadas, localizadas na bacia do rio Alto Rio Branco, na Amazônia Ocidental. Com o uso imagens de sensoriamento remoto e o banco de dados de delimitação da propriedade, foi possível realizar uma análise da paisagem da microbacia nos anos de 1984, 1996, 2012 e 2020, a fim de verificar os impactos da legislação na proteção da Reserva Legal. Os dados evidenciam que as mudanças na legislação não resultaram em eficácia no combate ao desmatamento, além de indicarem a falta de interesse dos governos em estruturar órgãos de fiscalização para fazer cumprir o arcabouço legal, bem como a insuficiente atuação do sistema de justiça na aplicação das normas de proteção à vegetação nativa.

Palavras-chave: desmatamento; legislação florestal; reserva legal.

Abstract: The clearing of native vegetation for alternative land uses is a major driver of climate change. Since the early 1980s, deforestation has remained a major driver of environmental degradation in the Brazilian Amazon, prompting several legislative revisions aimed at protecting native vegetation. Against this backdrop, this study aimed to evaluate Legal Reserve (LR) protection standards in the context of changes in forest legislation. We analyzed the dynamics of native vegetation loss on private rural properties located in the Alto Rio Branco micro-basin in the Western Amazon, considering both previous and current Brazilian legislation. Using remote sensing imagery and property-boundary databases, we analyzed the micro-basin landscape in 1984, 1996, 2012, and 2020 to assess the impact of legislation on Legal Reserve protection. The data show that legislative changes have not improved the effectiveness of anti-deforestation efforts. They also indicate limited government interest in structuring enforcement agencies, as well as the failure of the legal system to enforce laws protecting native vegetation.

Keywords: deforestation; forest legislation; Legal Reserve.

1. Introdução

Os eventos climáticos extremos estão cada vez mais frequentes, e todas as regiões do mundo estão sentindo as consequências, principalmente o aumento da temperatura, a seca, a aridez e os incêndios com maior frequência, sendo o desmatamento e o uso alternativo do solo uns dos principais vetores que

contribuem para esse processo (Nepstad et al., 2014; Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2022).

Nesse contexto, as florestas protegidas pela Reserva Legal no Brasil, que corresponde parte do imóvel rural que deve conservar a vegetação nativa, em especial na Amazônia, cumprem funções essenciais à biodiversidade, à segurança alimentar, à segurança hídrica e climática, à economia, e a todas as dimensões para a manutenção de todo tipo de vida (Metzger et al., 2019; Przybyszewski et al., 2022; Machado et al., 2024).

A floresta foi apanhada como recurso essencial à vida humana e integrada à economia e à propriedade privada desde os primórdios das sociedades. O ordenamento jurídico de uso das florestas remonta ao século IX, das portarias de proibição de retirada de madeira em determinados períodos do ano para a comodidade da prática de caça pelos nobres proprietários de terras e, a partir do século XIII, as regras de controle da madeira (Killian, 2000). Imediato à ocupação do território brasileiro pelos europeus, fora à colônia estendidos os ordenamentos de uso dos recursos florestais, iniciados com as Ordenações Manuelinas em 1514, Ordenações Manuelinas 1603, o Regimento do Pau-Brasil em 1605, dentre outros instrumentos estabelecidos até a promulgação do primeiro Código Florestal do Brasil República, em 1935 (Magalhães, 2001).

Hodiernamente, o direito florestal compreende o arcabouço legal e normativo que regula a proteção e o uso das florestas, assim como aqueles voltados à preservação da flora e dos demais recursos naturais a ela associados (Benjamin, 2000; Benjamin, 2014; Rocha & Silva, 2009; Rocha et al., 2020). Para o caso brasileiro, todas as ações em terras florestais, privadas e públicas, estão submetidas às normas legais de uso e preservação. Logo, o livre arbítrio do indivíduo no uso de suas terras florestais está submetido à legislação (Benjamin, 2000; Rocha & Silva, 2009). Por sua vez, o ordenamento jurídico florestal é feito para ser implementado pela instituição florestal ou equivalente, destinada a fazer cumprir suas atribuições que emanam deste princípio legal, que, em última instância, são os ditames legais que devem assegurar as funções das florestas em todas as escalas temporais. No entanto, Poteete e Ostrom (2002) chamam a atenção para o fato de que muitas sociedades levaram seus recursos florestais à exaustão, mesmo sob a égide de uma proteção legal delas.

Neste sentido, a devastação de cerca de 330 mil hectares da cobertura florestal na Amazônia brasileira (acumulada até 2023) se deu principalmente a partir da promulgação do então Código Florestal de 1965 cujos fatores promotores foram as políticas voltadas para a colonização, agricultura, pecuária, infraestrutura, crédito, agências reguladoras, dentre outros fatores (Becker, 2001; Swann et al., 2015; Fearnside, 2017; MapBiomas, 2023).

Desde o início dos registros do desmatamento na Amazônia, foi no ano de 1995 que houve a maior taxa de desmatamento, com cerca de 29 mil km² de área de floresta cortada e queimada. A segunda maior taxa foi registrada em 2004, com mais de 24 mil km² de florestas ceifadas. Após 2004, a taxa de

desmatamento vinha caindo significativamente, chegando a taxas de 70% de queda em relação a 2004. Todavia, a partir de 2014 voltou a aumentar, acen-
tuado ainda mais depois de 2018 (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
[INPE], 2024). A taxa de desmatamento entre 2019 e 2021 ultrapassou 10 mil
km² por ano. Portanto, essa taxa de desmatamento é 56,6% superior à média
anual em relação ao período de 2016 a 2018 (Alencar et al., 2022).

Toda essa subtração de cobertura florestal na Amazônia não se deu pela
vacância de aparato legal, dado que as maiores taxas de desflorestamento
ocorreram na vigência do então Código Florestal de 1965 cujos percentuais
de Reserva Legal para esta região eram de 50% da propriedade, em área de
fitofisionomia de floresta, passando este percentual para 80% por meio da
Medida Provisória nº 1.511, de 25 de julho de 1996, que alterou o então Código
Florestal de 1965.

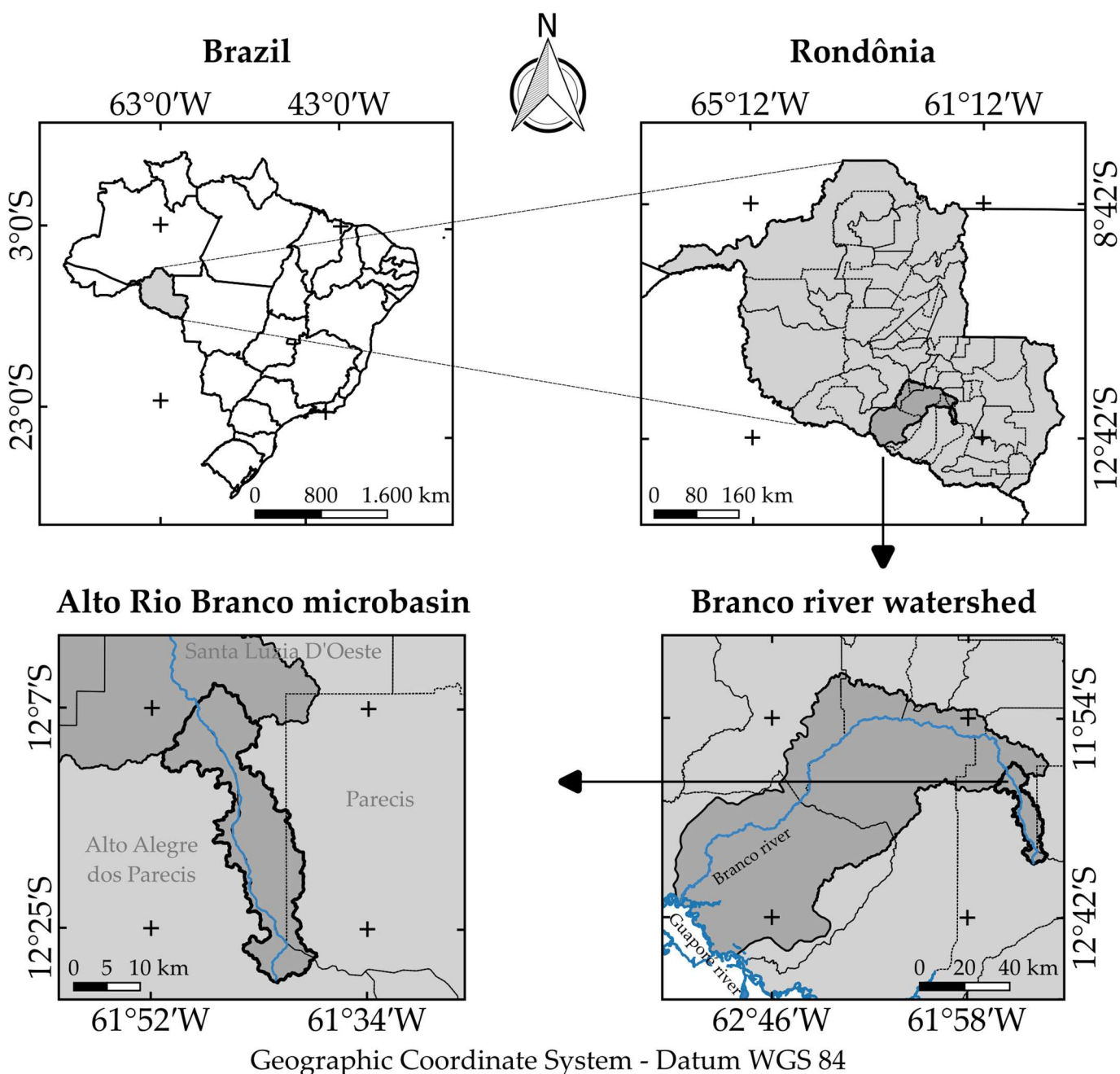
Porém, a elevação do percentual de 50% para 80% de Reserva Legal não
cumpriu o papel de redução de perda de cobertura florestal do bioma ama-
zônico, tanto é que o advento do novo marco regulatório, a Lei de Proteção
da Vegetação Nativa (LPVN), Lei nº 12.651/2012, surge como medida de
acomodação dessa perda de cobertura florestal e retira grande parte dos pro-
dutores rurais da condição de ilegalidade (Sparovek et al., 2011; Miguel, 2014;
Camargo & Rodrigues, 2018; Rocha & Silva, 2019).

Neste contexto, a proteção dos remanescentes de florestas tropicais torna-
-se um desafio global, requerendo uma maior eficácia na gestão destes recur-
sos, dado o papel que estas florestas cumprem no âmbito das mudanças cli-
máticas (Dwyer et al., 2016; Fisher et al., 2017; Fanta & Petřík, 2018; Ahmed
& Atiqul Haq, 2019). Diante deste desafio, emerge o questionamento quanto
à efetividade da aplicação da legislação atinente à proteção da Reserva Legal
(RL) na Amazônia Ocidental. Logo, este estudo teve como objetivo evidenciar
o padrão de proteção da RL a partir das mudanças da legislação, considerando
o período de vigência do Código Florestal de 1965 e da atual LPVN, por meio
da análise de dinâmica da perda de RL em propriedades rurais privadas loca-
lizadas na bacia do rio Alto Rio Branco, na Amazônia Ocidental.

2. Material e métodos

2.1. Localização e caracterização da área de estudo

Esta pesquisa abarcou a microbacia do rio Branco, localizada no estado de
Rondônia (Figura 1), a qual está inserida na bacia hidrográfica do rio Guaporé,
afluente do rio Madeira, bioma Amazônia Legal. O clima da região é do tipo
Monção (Am), com temperatura média anual superior a 25°C e precipitação de
1.564,5 a 1.843,5 mm durante 6 a 8 meses no ano (Alvares et al., 2013; Franca,
2015). O solo da área de estudo é classificado como Neossolos Quartzarênicos
(59,30%), Latossolos Vermelhos (30,91%) e Latossolos Vermelho-Amarelos
(9,79%) (Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental [SEDAM],



2002). A vegetação onde está inserida a microbacia é predominantemente formada por Floresta Ombrófila Aberta (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012).

As principais atividades econômicas desta região estão alicerçadas na pecuária de corte, café, feijão e energia em oito (8) Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), caracterizadas por pequenas e médias propriedades rurais (IBGE, 2022, 2024). A microbacia ainda abriga duas Terras Indígenas (Massaco e Rio Branco) (Instituto Socioambiental [ISA], 2024), a Reserva Biológica do Guaporé e a Reserva Extrativista Pedras Negras (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima [MMA], 2024), desenhando um cenário de grande interesse ecológico e cultural para o estado de Rondônia e para o Bioma Amazônico. A população indígena e as comunidades tradicionais, que constituem a minoria, do ponto de vista demográfico, concentram-se nos

Figura 1

Localização da microbacia do rio Branco no estado de Rondônia, Brasil.

Fonte: Vendruscolo et al. (2021).

remanescentes florestais, territórios destinados legalmente destinados a esses grupos, e o maior contingente populacional, comumente denominados de colonos, ocupa a paisagem caracterizada por solos desnudos de floresta nativa (Teixeira & Xavier, 2018; Mezacasa, 2021).

A escolha da unidade territorial de estudo, a microbacia, deu-se com base na menor unidade de planejamento territorial e paisagístico, como a própria LPVN adota, em seu art. 14, que a alocação da RL deve levar em consideração o plano de bacias hidrográficas, assim como a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. A microbacia foi selecionada por ser uma região que apresenta o uso múltiplo das águas (propriedades rurais, áreas urbanas, Terra Indígena e Unidades de Conservação), por haver predominância de solos suscetíveis à erosão hídrica, por apresentar elevada intensidade de atividades antrópicas e por ser berçário natural ictiofauna do rio Branco. Em relação à escala temporal, deu-se a partir das alterações das legislações atinentes à proteção e uso das florestas e do processo de colonização da região.

A dinâmica da perda de vegetação nativa foi levantada de acordo com a base de dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), referente às delimitações de estabelecimentos agrícolas privados. Todos os estabelecimentos agrícolas privados que estavam totalmente inseridos na área da microbacia do Alto Rio Branco (158 unidades) foram avaliados.

2.2. Legislação aplicada à Reserva Legal

Para fins deste estudo, tomou-se como base os atos originários de instituição da Reserva Legal (RL): o então Código Florestal (CF), Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965; as leis que alteraram o CF de 1965; as Medidas Provisórias (MP) nº 1.511, de 25 de julho de 1996, MP nº 2.166-67, de 25 de agosto, de 2001, que empreenderam alterações no então CF; e a vigente Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que revogou o então CF de 1965.

Tomado como linha de base os dispositivos legais acima mencionados, procedeu-se à análise das imagens áreas da microbacia rio Branco, sobre a dinâmica de cobertura de vegetação da Reserva Legal (RL), segundo o intervalo temporal:

- 1984 a 1996, para averiguar a dinâmica da perda de RL no período de vigência que a área de RL para a região Amazônica era de 50% da propriedade;
- 1996 a 2012, visando tornar evidente a perda de cobertura florestal entre a instituição do percentual da RL de 80% até o fim da vigência do então CF, considerado em duas etapas, antes e após o marco temporal de 22 de julho de 2008, com o advento da 'área rural consolidada' pela LPVN;
- 2012 a 2020, para tornar evidente a dinâmica de ganho ou perda de área de RL sob a vigência do novo marco legal, da LPVN.

Para avaliar a dinâmica de perda e ganho de área de RL na área de estudo, foi estruturada uma classificação de percentual de cobertura florestal para sabermos o quantitativo de propriedades que se enquadravam em cada classe de percentual de RL. As classes percentuais de cobertura florestal foram: < 20, > 20 < 40, > 40 < 60, > 60 < 80, > 80, de forma a proporcionar melhor visualização e sensibilidade às alterações da paisagem.

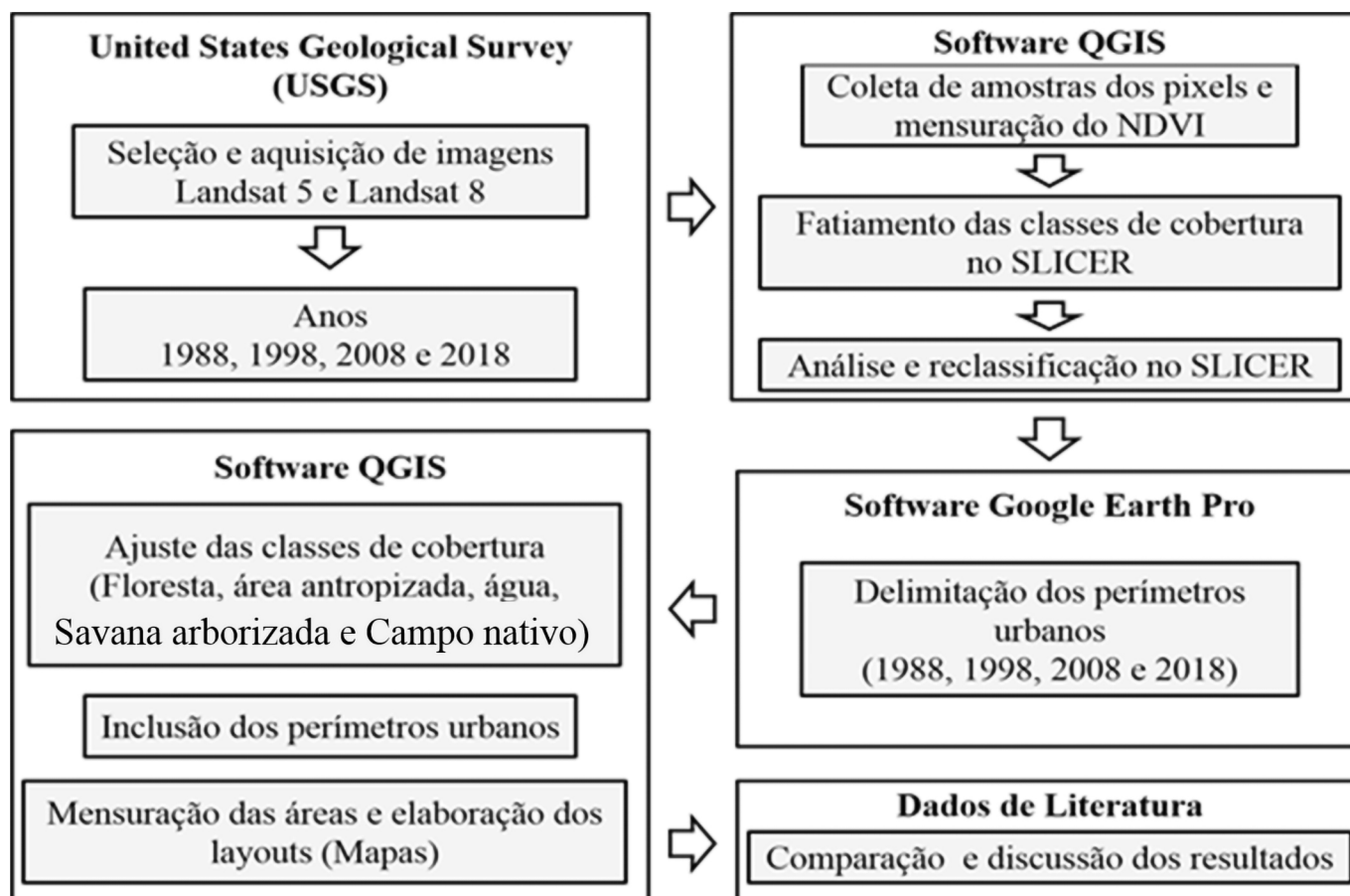
2.3. Análise da cobertura solo

A caracterização da cobertura do solo na microbacia do rio Branco foi realizada a partir de métodos indiretos de análise da paisagem, através de imagens de sensoriamento remoto orbital, com a seleção das principais classes de cobertura do solo na microbacia do rio Branco nos últimos 30 anos, sendo identificadas e classificadas como Floresta, Área antropizada, Água, Savana arborizada e Campo nativo. Para tal, empregou-se o Processamento Digital de Imagens (PDI) em ambiente de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o *software* QGIS 2.10.1 (versão Pisa) (QGIS Development Team, 2024).

A metodologia seguiu a proposta de Gonzalez e Woods (2008), adaptada à realidade desta pesquisa, em que se destaca a aquisição de imagens, seu processamento e análise quali-quantitativa. As fases de processamento das imagens e de aquisição de dados encontram-se previamente descritas na Figura 2 e discutidas detalhadamente a seguir.

Figura 2

Fluxograma das fases de processamento para aquisição de dados e discussão dos resultados, para sub-bacia do rio Branco, Rondônia.



Para a realização da análise da cobertura do solo, foram utilizadas imagens dos satélites *Landsat 5* (1988, 1996 e 2008), *Landsat 8* (2012) e *Sentinel 2* (2020), correspondentes aos meses de julho a agosto, por haver melhor qualidade das imagens em decorrência da baixa incidência de nuvens. As imagens foram obtidas no site da *United States Geological Survey* (U.S. Geological Survey [USGS], 2020).

As classes foram obtidas em seis etapas:

1º Mensurou-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (Equação 1) (Rouse et al., 1973), que leva em consideração a densidade de cobertura vegetal, utilizando a ferramenta “calculadora *raster*” do *software* QGIS 2.10;

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

Onde: IP: Infravermelho Próximo (B4 = Landsat 5; B5 = Landsat 8 e B8 = Sentinel 2) e V: Vermelho (B3 = Landsat 5; B4 = Landsat 8 e B4 = Sentinel 2).

2º Efetuou-se a coleta de 60 amostras de valores dos pixels para cada classe de cobertura do solo, tendo como referência as imagens NDVI;

3º Dividiu-se as imagens do NDVI em classes utilizando a ferramenta *SLICER*;

4º Converteu-se as imagens do *SLICER* de formato *raster* para vetor, utilizando a ferramenta “poligonizar”;

5º Classificou-se as imagens utilizando a ferramenta “estilo graduado”. Posteriormente, realizaram-se ajustes manuais, diretamente na tabela de atributos dos arquivos em formato *shapefile*, devido principalmente à similaridade de reflectância em pixels de classes distintas;

6º Realizou-se a delimitação dos perímetros urbanos manualmente utilizando o *software* Google Earth Pro®, e as ferramentas “adicionar polígono” e “imagens históricas”. Em seguida, efetuou-se a união destes polígonos com o arquivo *shapefile* da etapa anterior.

Com o intuito de melhorar a interpretação da classificação, realizou-se a combinação das bandas 5, 4 e 3, para o satélite Landsat 5, das bandas 6, 5 e 4, para o satélite Landsat 8 e das bandas 4, 3 e 2, para o satélite Sentinel 2, nos canais RGB. Essa combinação destaca principalmente a vegetação, facilitando a análise comparativa com os resultados do NDVI.

Para avaliação das características da fragmentação florestal na sub-bacia do rio Branco, utilizou-se a ferramenta *Landscape Ecology Statistics* (LecoS) e os parâmetros número de fragmentos, comprimento total das bordas, áreas mínima, média e máxima dos fragmentos.

Após classificar a cobertura do solo, foi feita uma divisão para cada estabelecimento agrícola privado, usando a ferramenta “Divisão por Lote” no *software* QGIS. Em seguida, para avaliar a dinâmica de perda e ganho de área de RL na área de estudo, uma classificação da porcentagem de cobertura florestal foi estruturada para conhecer o número de propriedades que se enquadraram

em cada classe percentual de RL. As classes percentuais de cobertura florestal foram: < 20, 20 a 40, 40 a 60, 60 a 80 e > 80.

3. Resultados: perda de cobertura florestal e alterações da legislação

De 1984 até 1996, o conjunto dos imóveis rurais da microbacia do rio Machado atendiam o percentual de Reserva Legal, com 61,42% de cobertura de florestal em 1996 (Tabela 1 e Figura 3), que era de no mínimo de 50% do imóvel rural (denominados de lote) à época, conforme art. 44 do Código Florestal de 1965. No entanto, nesse mesmo ano, a Medida Provisória nº 1.511, de 25 de julho de 1996, elevou para 80% o percentual de RL em imóveis, para área florestal, se localizados na Amazônia Legal, que se aplica à área de estudo, o que resultou em déficit de RL na maioria dos imóveis rurais.

A elevação do percentual da Reserva Legal de 50% para 80% do imóvel não surtiu efeito para barrar ou diminuir o desmatamento na microbacia em estudo, muito menos para recomposição da vegetação nativa nas áreas até aquele momento antropizadas ilegalmente. Pelo contrário, o desmatamento continuou aumentando até 2012, ano em que ocorre a nova alteração da legislação sobre a floresta nativa (Tabela 1 e Figuras 3 e 4).

A partir de 2012, ano em que a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN, Lei n. 12.651) substituiu o Código Florestal de 1965, a nova lei impactou a dinâmica da cobertura florestal (Tabela 1 e Figuras 3 e 4), apresentando um pequeno ganho de área de floresta e uma leve retração da área de agropecuária.

Em 1984, a maioria dos imóveis rurais da microbacia do rio Machado, 137 deles, tinham mais de 80% de cobertura florestal, e 21 deles tinham entre 60% e 80% de cobertura florestal (Tabela 2 e Figura 5).

O grau de desmatamento, especialmente entre 1996 e 2012, foi tão intenso que 54,43% dos imóveis tinham menos de 20% de cobertura florestal, exatamente o contrário daquilo que estabelecia a legislação, a qual permitia o desmatamento de apenas 20%, naquela fitofisionomia florestal, naquela microbacia (Tabela 2 e Figura 5).

Quando se soma as classes de cobertura florestal que vão até 40%, verifica-se que, no ano de 2012, 81,65% dos imóveis se enquadravam nessa faixa, tendo declinado esse número para 73,41% em 2020 (Tabela 2 e Figura 5), possivelmente efeito da nova legislação.

No ano de 2012, apenas quatro dos 165 imóveis atendiam o inciso I, do art. 16, do Código Florestal de 1965, vigente até o referido ano e substituído pela LPVN.

A alteração da RL em 1996, de 50% para 80% do imóvel rural (Tabela 2 e Figura 5), em área de floresta Amazônia Legal, não cumpriu seu desiderato, de conservação de parte da vegetação nativa na microbacia do rio Machado.

Tabela 1 Área, em hectares, ocupada por agropecuária, floresta e água, do total (16.367,67 ha) dos imóveis na sub-bacia do rio Branco, nos anos analisados.

Ano	Agropecuária	%	Floresta	%	Água	%
1984	1.014,09	6,20	15.353,58	93,80	0	0,00
1989	3.482,64	21,28	12.885,03	78,72	0	0,00
1996	6.294,93	38,46	10.052,33	61,42	20,42	0,12
2008	10.648,23	65,06	5.676,44	34,68	42,91	0,26
2012	11.785,91	72,01	4.560,03	27,86	21,74	0,13
2020	10.253,93	62,65	6.056,71	37,00	57,03	0,35

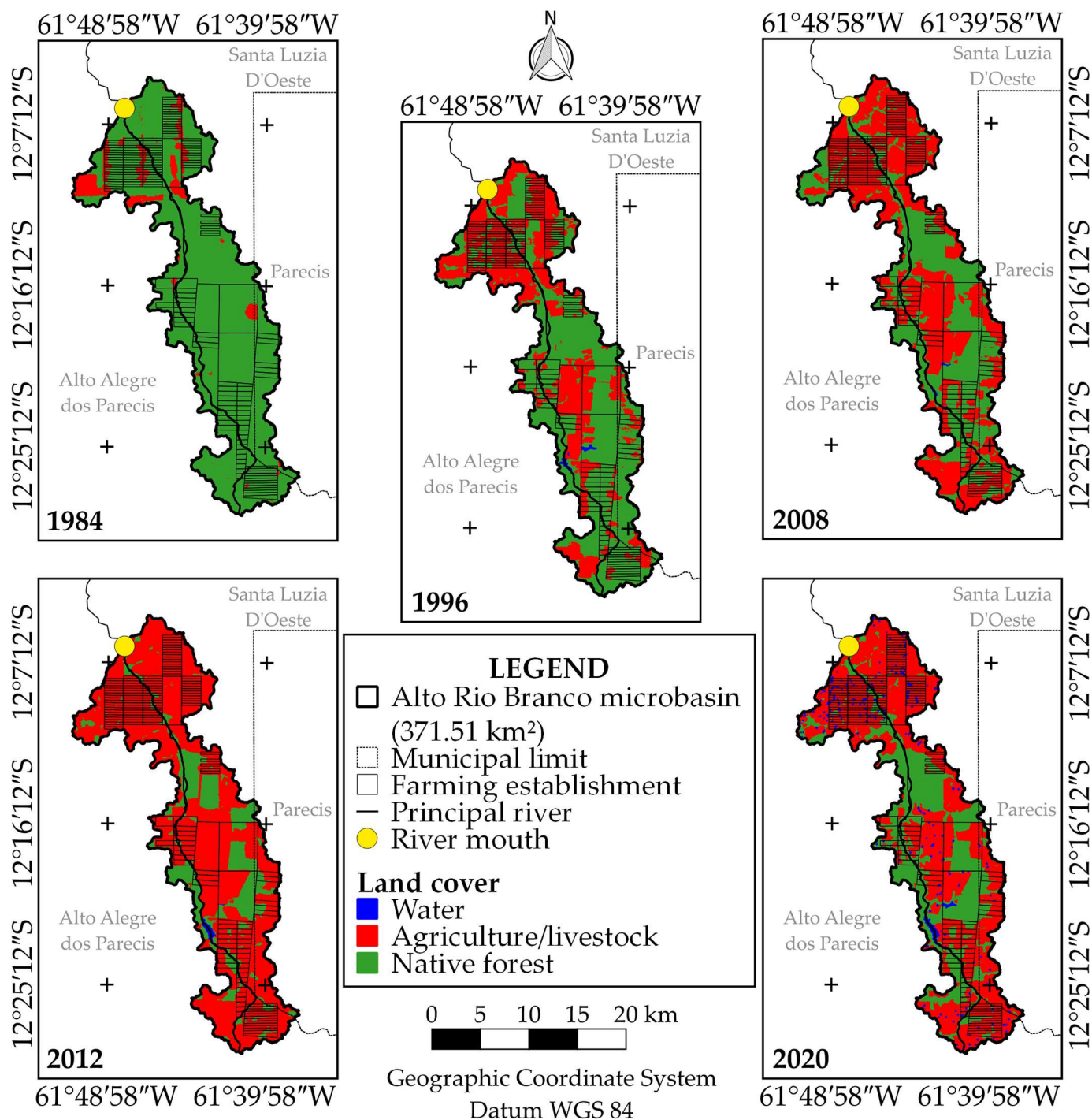


Figura 3
Dinâmica da cobertura do solo na área de estudo, entre 1984 e 2020.

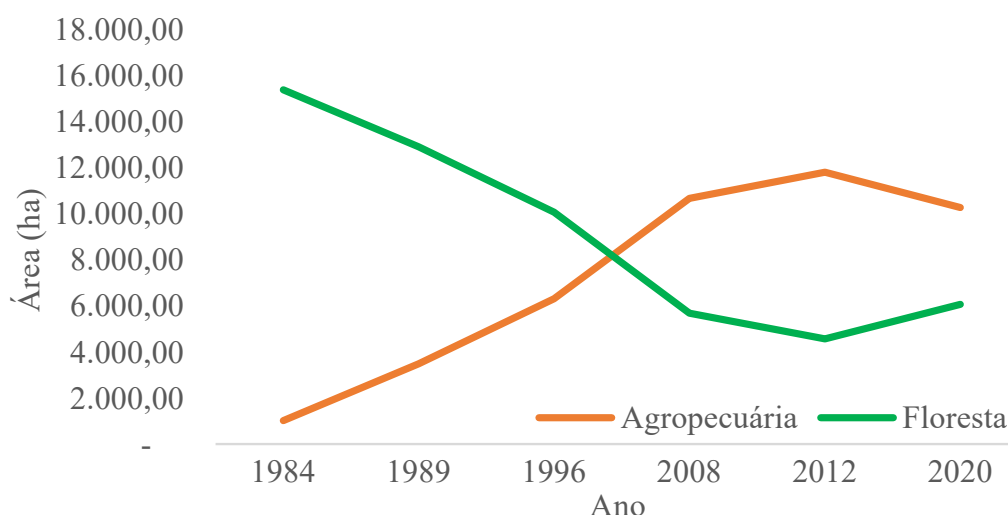


Figura 4

Representação gráfica da dinâmica das áreas destinadas a agropecuária e floresta, dos lotes da microbacia, ao longo dos anos estudados.

Tabela 2 Número e respectivo percentual de lotes que se enquadram nas classes de percentual de RL, por ano analisado.

Classe de % RL ¹	1984		1996		2008		2012		2020	
	NP ²	%	NP	%	NP	%	NP	%	NP	%
< 20			22	13,92	65	41,14	86	54,43	53	33,54
> 20 < 40			35	22,15	46	29,11	43	27,22	63	39,87
> 40 < 60			22	13,92	29	18,35	24	15,19	29	18,35
> 60 < 80	21	13,29	36	22,78	12	7,59	5	3,16	9	5,70
> 80	137	86,71	43	27,22	6	3,80	0,00		4	2,53

¹ Classe em percentual de cobertura florestal nos imóveis (lotes), que constitui a Reserva Legal.

² NP: número de propriedades.

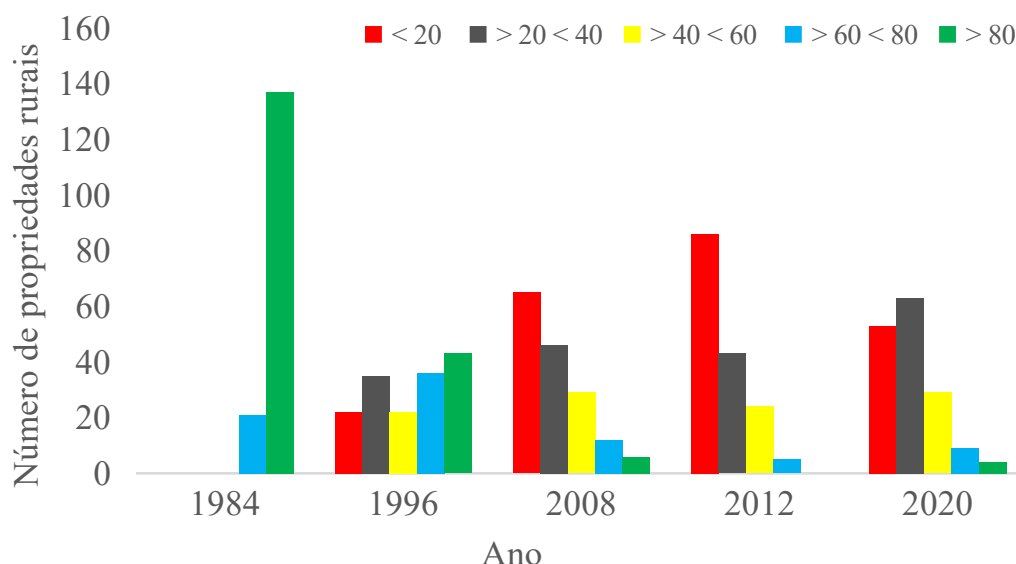


Figura 5

Número de propriedades que se enquadram em cada classe de percentual de cobertura florestal em cada ano analisado.

4. Discussão

A partir da substituição do Código Florestal de 1965 pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN, Lei n. 12.651), em 2012, houve um relativo incremento de cobertura de floresta, padrão contrário àquele do período pós alteração da legislação em 1996, com Medida Provisória nº 1.511, a despeito de baixo o incremento, mas um bom indicador. Esse padrão da dinâmica da cobertura de floresta, de RL, posterior às alterações de 2012, indica que está relacionado

com as capacidades institucionais do Estado de Direto Democrático, de uma lenta capacidade das instituições em fazer cumprir a legislação florestal e ambiental (Metzger et al., 2019; Pinillos et al., 2021).

Observa-se que a velocidade da perda de Reserva Legal na microbacia entre 1984 e 2012 está diretamente associada ao momento de consolidação da colonização dessa área, mais afastada da BR-365, via promoção à agropecuária, como o Programa Integrado de Desenvolvimento do Noroeste do Brasil (POLONOROESTE) (Becker, 2001, 2005; Browder et al., 2008; Alves et al., 2021). Essa política mostrou-se contraditória frente à legislação em vigor à época, somando-se à incapacidade das instituições do Poder Executivo responsáveis pelo combate ao desmatamento, bem como à fragilidade e ou conivência das demais instituições que integram o sistema de justiça, como já foi evidenciado por Sparovek et al. (2011).

Não é por mera coincidência que a falta de aplicação do Código Florestal de 1965, não só na microbacia do rio Machado, mas em todo estado de Rondônia, foi tão marcante que o processo político de alteração da legislação florestal foi iniciado por um parlamentar federal do estado de Rondônia, em 1999, com a apresentação do Projeto de Lei 1.876. O então projeto de lei ficou parado no parlamento federal por alguns anos até o momento que convergiu o interesse da maioria dos parlamentares e da classe política, dado que a realidade dos imóveis rurais, no restante do território nacional, não divergia da microbacia do rio Machado. Esse projeto de lei passou por diversas alterações até a promulgação da Lei 12.621, em 25 de maio de 2012 (Brancalion et al., 2016; Silva et al., 2016).

A solução para retirar da situação de ilegalidade grande parte dos imóveis rurais no Brasil foi a alteração da legislação até então em vigor, que apresentou como solução, em relação à RL, a criação da figura da área rural consolidada. O inciso IV do art. 3º, da Lei n. 12.651/2012, estabelece o conceito de área rural consolidada, de forma a acomodar a maioria das atividades em área que deveria ser de RL e estabeleceu o marco temporal, retroagindo os efeitos da lei ao dia 22 de julho de 2008, data em que foi regulamentada a lei de crimes ambientais. Essa retroatividade foi para retirar os imóveis rurais da situação de ilegalidade ambiental. Dessa forma, a nova legislação concedeu perdão àqueles produtores rurais que não respeitaram o então Código Florestal cujos benefícios àqueles que não respeitaram a legislação foram em duas magnitudes: a redução da RL para até 50% da propriedade, a ser definido no Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) para fins de regularização ambiental, por meio do ZEE, no art. 13, da Lei n. 12.651/2012, e o perdão pleno para aqueles com imóveis com até quatro módulos fiscais, perspectiva essa corroborada por Soares-Filho et al. (2014), Brancalion et al., (2016), Silva et al. (2016) e Guidotti et al. (2017), sendo que o módulo fiscal para a área de abrangência do estudo corresponde a 60 hectares, padrão estabelecido pelo INCRA.

Para proprietários de terra com até 4 módulos fiscais, o que, no estado de Rondônia corresponde a até 240 hectares, que tenham realizado desmatamen-

to até 22 de julho de 2008, há dispensa de obrigatoriedade de recomposição da RL, mesmo que a supressão tenha ocorrido de forma ilegal.

Na microbacia do rio Machado, apenas cinco imóveis apresentam área superior a 240 hectares, que representa apenas 3,10% do número de imóveis da microbacia, porém correspondem a 39% da área total. Todos os demais se enquadram no art. 67 da LPVN, os quais não precisam recompor a área de floresta que seria de RL desmatada até 22 de julho de 2008. Excetuada a concentração da terra nos cinco imóveis superiores a quatro módulos fiscais, o tamanho médio dos demais imóveis é de 65,24 hectares e apresentam uma média de 31% de remanescentes de floresta, o que não quer dizer que vários imóveis não possam pertencer a um só proprietário, padrões semelhantes na região amazônica foram evidenciados Yanai et al. (2020). Todavia, os cinco imóveis acima de quatro módulos fiscais apresentam uma média de 40% de cobertura florestal no ano de 2020. Eles podem ser beneficiados pelo art. 13, inciso I, da LPVN, que permite recuperar apenas 50% do imóvel para fins de regularização ambiental, caso o estado atualize ZEE estadual, o que está em curso.

Com o advento da LPVN, a microbacia do rio Machado vai deixar de recuperar 6.980 hectares, áreas que deveriam ser de RL, ficando com mais de 10,2 mil hectares para uso alternativo do solo, dos 16,3 mil hectares de toda a microbacia, o que corrobora com o estudo de Guidotti et al. (2017).

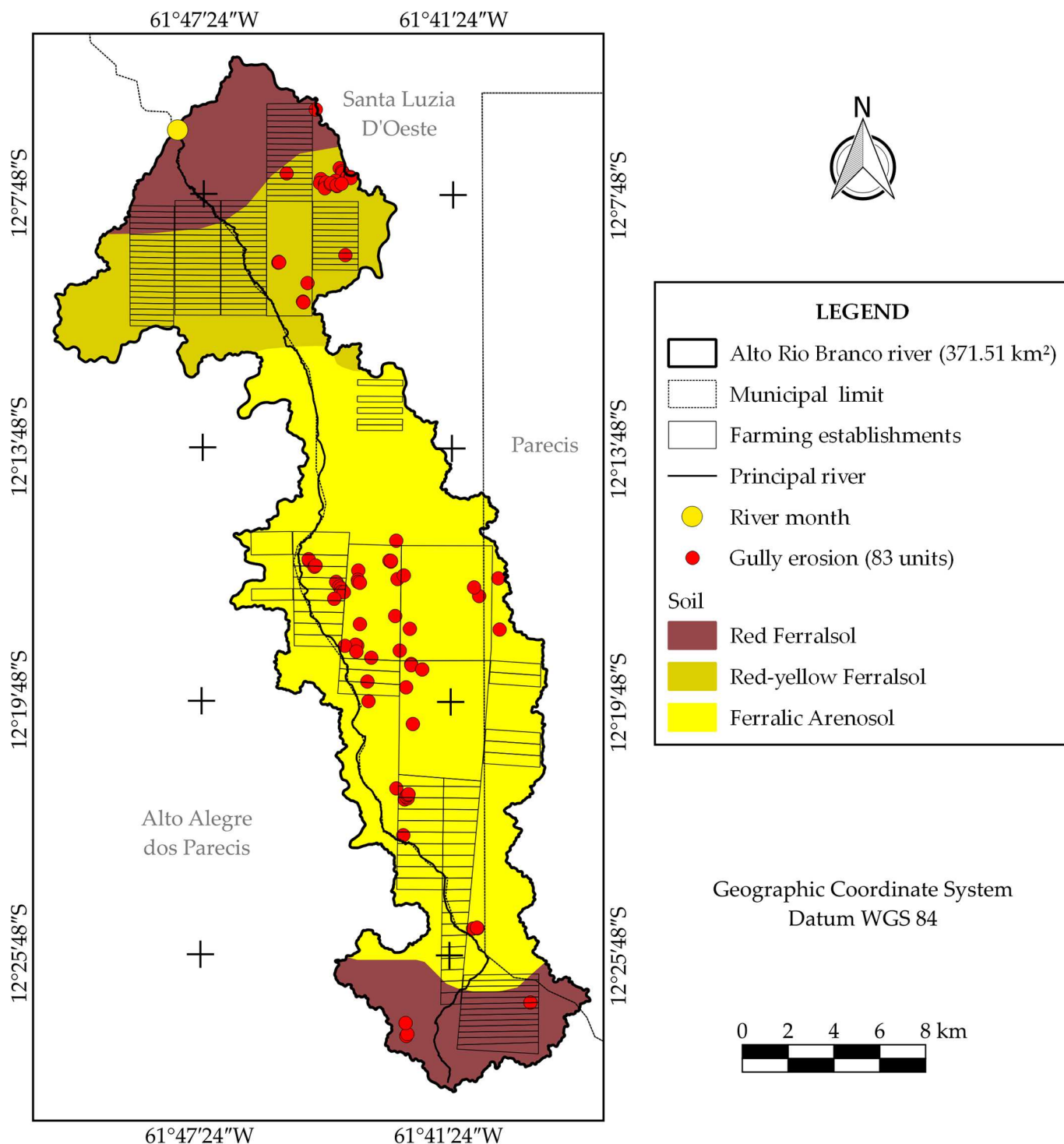
Considerando as 161 propriedades na microbacia mencionadas, apenas 5 delas estão acima de 4 módulos fiscais, e 3 delas tinham menos de 50% de cobertura florestal no ano de 2020. Se o desmatamento ocorreu até 22 de julho de 2008, será obrigatório recuperar apenas aproximadamente 666,67 hectares, das 3 propriedades, para alcançar 50%, a fim de cumprir o item I do art. 13 da Lei nº 12.651/2012.

Como consequência, observa-se a redução por definitivo da área de cobertura de floresta para conservação da biodiversidade, ao fornecimento de biomassa para consumo local, à oferta de produtos florestais não madeireiros, como alimentos, óleos, resinas, dentre outros, além da redução da área de recarga do lençol freático e da regulação do microclima, conforme também evidenciado por Metzger et al. (2019).

Um dos problemas decorrentes do uso inadequado do solo, mais evidente e de difícil reversão, é a presença de várias voçorocas identificadas na bacia hidrográfica (Figura 6). Portanto, essa situação indica que a redução da Reserva Legal (RL) para fins de regularização ambiental da propriedade não está alinhada com os objetivos do desenvolvimento sustentável (United Nations [UN], 2023).

5. Considerações finais

A fragilidade em fazer cumprir a legislação deve-se a duas principais dimensões:



- a falta de interesse do poder executivo, dos dirigentes, por vezes apanhado por grupos políticos de interesses contrários à manutenção dos remanescentes florestais;
- a incapacidade das instituições do Estado Democrático de Direito em fazer cumprir seus papéis, tanto os órgãos estaduais responsáveis pela gestão florestal e ambiental quanto o do Ministério Público e o conjunto do Judiciário.

Diante da emergência climática, impõe-se, com urgência, uma ação coordenada entre o Poder Executivo federal e os estados, em estreita parceria com

Figura 6

Voçorocas identificadas na bacia hidrográfica estudada.

os demais poderes, voltada ao fortalecimento da gestão organizacional dos órgãos estaduais responsáveis pela gestão florestal. Isso envolve modelos organizacionais, estruturação tecnológica, capacitação e política de gestão de recursos humanos, equipamentos e materiais com forte processo de transparência e indicadores de gestão pelos quais a sociedade possa efetivamente acompanhar. Além disso, requer que o Ministério Público desempenhe papel na fiscalização dos órgãos do executivo, no cumprimento da LPVN, de forma eficaz, para que o novo marco regulatório não seja também desacreditado e não aplicado, como aconteceu com o então Código Florestal, que antecedeu o novo regramento legal.

Recomendam-se estudos das dimensões socioeconômicas da microbacia, visando gerar dados e indicadores que consubstanciem uma análise mais detalhada dos fatores que corroboram o atual cenário de degradação ambiental. Esses estudos poderão contribuir para um planejamento de ações de curto, médio e longo prazo para restauração ecológica e manejo sustentável dos recursos naturais e paisagístico da microbacia.

Referências

- Ahmed, M. N. Q., & Atiqul Haq, S. M. (2019). Indigenous people's perceptions about climate change, forest resource management, and coping strategies: a comparative study in Bangladesh. *Environment Development and Sustainability*, 21, 679-708. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-0055-1>
- Alencar, A., Silvestrini, R., Gomes, J., & Savian, G. (2022). *O novo e alarmante patamar do desmatamento na amazônia, nota técnica*. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. <https://ipam.org.br/bibliotecas/amazonia-em-chamas-9-o-novo-e-alarmente-patamar-do-desmatamento-na-amazonia/>
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M. de, & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 711- 728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Alves, M. T. R., Piontekowski, V. J., Buscardo, E., Pedlowski, M. A., Sano, E. E., & Matricardi, E. A. T. (2021). Effects of settlement designs on deforestation and fragmentation in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 109, 105710. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105710>
- Becker, B. K. (2005). Geopolítica da Amazônia. *Estudos avançados*, 19, 71-86. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000100005>
- Becker, B. K. (2001). Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? *Parcerias Estratégicas*, 12, 135-159. <https://www.cgee.org.br/revista>
- Benjamin, A. H. de V. (2000). A proteção das florestas brasileiras: ascensão e queda do Código Florestal: da medida provisória 1.511/96 ao projeto de conversão do deputado Moacir Micheletto. *Revista de Direito Ambiental: RDA*, 5, 21-37. <https://ibira.stj.jus.br/Record/rvbi-04559>
- Benjamin, A. H. V. (2014). Hermenêutica do novo Código Florestal. *Revista de Direito Ambiental*. São Paulo, v.19, n.73, p. 15-24, jan./mar. <https://bd.tjdft.jus.br/collections/a8665ef2-8bc9-4a1d-b022-f6feef131ae1/search>
- Brancalion, P. H. S., Garcia, L. C., Loyola, R., Rodrigues, R. R., Pillar, V. D., & Lewinsohn, T. M. (2016). Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. *Natureza & Conservação*, 14, e1-e16. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.03.004>

- Browder, J. O., Pedlowski, M. A., Walker, R., Wynne, R. H., Summers, P. M., Abad, A., Becerra-Cordoba, N., & Mil-Homens, J. (2008). Revisiting Theories of Frontier Expansion in the Brazilian Amazon: A Survey of the Colonist Farming Population in Rondônia's Post-Frontier, 1992–2002. *World Development*, 36, 1469-1492. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.08.008>
- Camargo, W., & Rodrigues, W. (2018). Código florestal brasileiro e sustentabilidade: uma interpretação a partir da análise do discurso. *Revista Observatório*, 4, 972-995. <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2018v4n3p972>
- Dwyer, M. B., Ingalls, M. L., & Baird, I. G. (2016). The security exception: development and militarization in Laos's protected areas. *Geoforum*, 69, 207-217. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.11.002>
- Fanta, J., & Petřík, P. (2018). Forests and climate change in czechia: an appeal to responsibility. *Journal of Landscape Ecology*, 11, 3-16. <https://doi.org/10.2478/jlecol-2018-0009>
- Fearnside, P. (2017). Deforestation of the Brazilian Amazon. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.102>
- Fisher, L. A., Kim, Y.-S., Latifah, S., & Mukarom, M. (2017). Managing forest conflicts: perspectives of Indonesia's forest management unit directors. *Forest and Society*, 1, 8-26. <https://doi.org/10.24259/fs.v1i1.772>
- Franca, R. R. da. (2015). Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. *Revista Geografias*, 11, 44-58. <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13392>
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2008). *Digital Image Processing* (3th ed). Prentice Hall.
- Guidotti, V., Freitas, F. M. de., Sparovek, G., Fernando, L., Pinto, L. F., Hamamura, C., Carvalho, T., & Cerignoni, F. (2017). Números detalhados do Novo Código Florestal e suas implicações para os principais resultados e considerações. *Imaflora*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23229.87526>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012). *Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico : inventário das formações florestais e campestres : técnicas e manejo de coleções botânicas : procedimentos para mapeamentos*. <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *Produção Agropecuária no Brasil*. <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). *Produto Interno Bruto – PIB*. <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2024). *Desmatamento – Amazônia Legal*. <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/map/deforestation?hl=pt-br>
- Instituto Socioambiental. (2024). *Terras Indígenas no Brasil*. <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/node>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate Change and Land: IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157988>
- Killian, H. (2000). Das queimadas à ciência florestal. *Ciência & Ambiente*, 14(2), 157-168. <https://www.scielo.br/j/cflo/a/sC4Z8kqK9TGLJLCSwKmykFK/?format=pdf&lang=pt>
- Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. (1965, 15 setembro). Institui o Novo Código Florestal. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm#:~:text=%C3%89%20proibido%20o%20uso%20de,e%20estabelecendo%20normas%20de%20precau%C3%A7%C3%A3o

- Lei nº 12.651/2012, de 25 de maio 2012. (2012, 25 de maio). Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm
- Machado, L. A. T., Unfer, G. R., Brill, S., Hildmann, S., Pöhlker, C., Cheng, Y., Williams, J., Hartwig, H., Andreae, M. O., Artaxo, P., Curtius, J., Franco, M. A., Cecchini, M. A., Edtbauer, A., Hoffmann, T., Holanda, B., Khadir, T., Krejci, R., Kremper, L. A., Liu, Y., Meller, B. B., Pöhlker, M. L., Quesada, C. A., Ringsdorf, A., Riipinen, I., Trumbore, S., Wolff, S., Lelieveld, J., & Pöschl, U. (2024). Frequent rainfall-induced new particle formation within the canopy in the Amazon rainforest. *Nature Geoscience*, 17, 1225-1232. <https://doi.org/10.1038/s41561-024-01585-0>
- Magalhães, J. P. (2001). *Comentários ao Código Florestal: doutrina e Jurisprudência* (2nd ed.). Juarez de Oliveira.
- MapBiomass.(2023). *Projeto MapBiomass – Coleção [2023] da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil*. <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>
- Medida Provisória nº 1.511, de 25 de julho de 1996. (1996, 25 de julho). Dá nova redação ao art. 44 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dispõe sobre a proibição do incremento da conversão de áreas florestais em áreas agrícolas na região Norte e na parte Norte da região Centro-Oeste, e dá outras providências. Diário Oficial da União. www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas/1511.htm
- Medida Provisória nº 2.166-67, de 25 de agosto, de 2001.(2001, 25 de agosto). Altera os arts. 1o, 4o, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural – ITR, e dá outras providências. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas/1511.htm
- Metzger, J. P., Bustamante, M. M. C., Ferreira, J., Fernandes, G. W., Librán-Embid, F., Pillar, V. D., Prist, P. R., Rodrigues, R. R., Vieira, I. C. G., & Overbeck, G. E. (2019). Why Brazil needs its Legal Reserves. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17, 91-103. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.07.002>
- Mezacasa, R. (2021). Por histórias indígenas: o povo Makurap e o ocupar seringalista na Amazônia. [Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina]. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/226949/PHST0719-T.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Miguel, J.C.H. (2014). Ciência, política e a reformulação do Código Florestal. *Política & Sociedade*, 13, 137-152. <https://doi.org/10.5007/2175-7984.2014v13n27p137>
- Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. (2024). *Painel Unidades de Conservação Brasileiras*. https://cnuc.mma.gov.br/relatorio_ucs
- Nepstad, D., McGrath, D., Stickler, C., Alencar, A., Azevedo, A., Swette, B., Bezerra, T., DiGiano, M., Shimada, J., Seroa da Motta, R., Armijo, E., Castello, L., Brando, P., Hansen, M.C., McGrath-Horn, M., Carvalho, O., & Hess, L. (2014). Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, 344, 1118-1123. <https://doi.org/10.1126/science.1248525>
- United Nations. (2023). *Take action for the sustainable development goals*. United Nations Sustainable Development. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- Pinillos, D., Pocard-Chapuis, R., Bianchi, F. J. J. A., Corbeels, M., Timler, C. J., Tittone, P., Ballester, M. V., & Schulte, R. P. (2021). Landholders' perceptions on legal reserves and agricultural intensification: Diversity and implications for forest conservation in the eastern Brazilian Amazon. *Forest Policy and Economics*, 129, 102504. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102504>

- Poteete, A., & Ostrom, E. (2002). *An institutional approach to the study of forest resources*. Center for International Forestry Research. CABI Publishing. https://www.cbnrm.net/pdf/poteete_a_001.pdf
- Przybyszewski, K. R., Vicente, R. E., Ferreira, J. V. A., Pereira, M. J. B., Izzo, T. J., Storck-Tonon, D. (2022). Legal reserves ensure alpha and beta ant diversity in highly modified agricultural landscapes. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 20, 330-337. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2022.08.001>
- QGIS Development Team. (2024). Spatial without compromise. <https://qgis.org>
- Rocha, J. das D. de S., Silva, J. de A. (2019). A lei de proteção da vegetação nativa e a efetividade para a recomposição das áreas de preservação permanente e reserva legal. *Revista Geográfica Venezolana, esp.*, 268-272. <http://revistas.saber.ula.ve/regeoven>
- Rocha, J. das D. de S., Silva, J. de A., & Paupitz, J. (2020). Governance and decentralization of forest management in the construction of public policies: process applied to amapá and sergipe – Brazil. *Forestry Research and Engineering: International Journal*, 4. <https://doi.org/10.15406/freij.2020.04.00097>
- Rocha, J. D. D. D. S., & Silva, J. D. A. (2009). As funções de estado na área florestal: suas inter-relações com a Constituição Federal e com o programa nacional de florestas. *Revista Floresta*, 39. <https://doi.org/10.5380/rf.v39i2.14554>
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA SP-351, 309-317. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19740022614/downloads/19740022614.pdf>
- Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. (2002). *Atlas Geoambiental de Rondônia*. SEDAM.
- Silva, A. P. M. da., Marques, H. R., Sambuichi, R. H. R.(Orgs.). (2016). *Mudanças no Código Florestal brasileiro : desafios para a implementação da nova lei*. Ipea. <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6912>
- Soares-Filho, B., Rajão, R., Macedo, M., Carneiro, A., Costa, W., Coe, M., Rodrigues, H., Alencar, A. (2014). Cracking Brazil's Forest Code. *Science*, 344, 363-364. <https://doi.org/10.1126/science.1246663>
- Sparovek, G., Barretto, A., Klug, I., Papp, L., & Lino, J. (2011). A revisão do Código Florestal brasileiro. *Novos estudos. CEBRAP*, 111-135. <https://doi.org/10.1590/S0101-33002011000100007>
- Swann, A. L. S., Longo, M., Knox, R. G., Lee, E., & Moorcroft, P. R. (2015). Future deforestation in the Amazon and consequences for South American climate. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214-215, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.07.006>
- Teixeira, M. A. D., & Xavier, D. F. B. (2018). Santo Antônio do Guaporé: direitos humanos, conflitos e resistência socioambiental. *Revista Direito e Práxis*, 9(1), 351-371. <https://doi.org/10.1590/2179-8966/2018/32718>
- U.S. Geological Survey. (2020). *Pesquisa Geológica dos EUA*. <https://www.usgs.gov/centers/community-for-data-integration-%28cdi%29/science/science-topics/2020>
- Vendruscolo, J., Souza, E., Ferreira, K. R., & Cavalheiro, C. S. (2021). Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na Microbacia Alto Rio Branco, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, 20, 1-21. <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>
- Yanai, A. M., Graça, P. M. L. de A., Escada, M. I. S., Ziccardi, L. G., & Fearnside, P. M. (2020). Deforestation dynamics in Brazil's Amazonian settlements: Effects of land-tenure concentration. *Journal of Environmental Management*, 268, 110555. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110555>