
IMPACTO DA CAFEICULTURA NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO RIO RIBEIRÃO CACAU – RO

IMPACT OF CAFEICULTURE ON THE USE AND OCCUPATION OF THE SOIL OF THE RIBEIRÃO CACAU RIVER BASIN IN RONDÔNIA

Fabrcia Martins Silva¹
Patrcia Soares de Maria de Medeiros²

RESUMO: O presente estudo realizou um levantamento do uso e da ocupaço do solo na microbacia do rio Ribeirão Cacao, no município de Alvorada D’Oeste, em Rondônia, em uma análise temporal, por meio de imagens aéreas dos anos de 2008 e 2019 dos satélites Landsat-5 TM (*ThematicMapper*) e Landsat-8 OLI (*Operational Terra Imager*), com o objetivo de fornecer subsídios para que haja uma melhor gestão hídrica na área em questão. Para o processamento das imagens foi utilizado o software ArcGIS Pro versão 10.7.1 com a técnica da classificaço supervisionada, por meio do algoritmo da máxima verossimilhança (MAXVER). Como resultado, verificou-se que houve uma expansão da agropecuária gerando a substituico da vegetaço nativa pela pastagem, cafeicultura e demais atividades econmicas desenvolvidas nesta área, com um crescimento de cerca de 10% da pastagem e 2,6% da cafeicultura, enquanto a vegetaço nativa regrediu em 28,4%. Desta forma, torna-se imprescindível repensar as práticas agrícolas aplicadas na região e apontar quais medidas podem ser formuladas para que se empreguem açoes mais sustentáveis na bacia hidrográfica.

Palavras-chave: Café. Geoprocessamento na agricultura. Gestão Hídrica.

1 Mestranda em Gestão e Regulaço de Recursos Hídricos – Profágua no polo da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), pelo Departamento de Engenharia Ambiental (DEA), Professora Geografia da Secretaria de Educaço do Estado de Rondônia (SEDUC-RO). E-mail: famegan@hotmail.com.

2 Docente do Mestrado em Gestão e Regulaço de Recursos Hídricos – Profágua no polo da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), pelo Departamento de Engenharia Ambiental (DEA), Professora da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) no Departamento de Ciências Humanas e Sociais (DCHS) no Campus de Ji-Paraná/RO. E-mail: patrcia@unir.br.

Agradecimentos:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenaço de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradecemos também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulaço de Recursos Hídricos - Profágua, Projeto CAPES/ANA AUXPE N. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Artigo recebido em fevereiro de 2020 e aceito para publicaço em agosto de 2020.

ABSTRACT: This study sought to conduct a survey of land use and occupation in the Ribeirão Cacaú river basin (in the municipality of Alvorada D'Oeste, Rondônia) in a temporal analysis through aerial images in the years 2008 and 2019 with the Landsat-5 TM (Thematic Mapper) and Landsat-8 OLI (Operational Land Imager) satellites, with the aim of providing subsidies for better water management in the area concerned. For the processing of the images, the software ArcGIS Pro version 10.7.1 was used with the supervised classification technique, using the maximum likelihood algorithm (MAXVER). As a result, it was found that there was an expansion of agriculture and livestock, resulting in the replacement of native vegetation by pastures, coffee farms, and other economic activities developed in this area, with a growth of about 10% of pastures and 2.6% of coffee farms, while native vegetation decreased by 28.4%. Thus, it is essential to rethink the agricultural practices applied in the region and point out which measures can be formulated to employ more sustainable actions in the watershed.

Keywords: Coffee. Geoprocessing in agriculture. Water Management.

INTRODUÇÃO

O café é cultivado em mais de 70 países no mundo, com duas espécies produzidas comercialmente sendo: a Arábica (*Coffea arabica*) e a Robusta (*Coffea canephora*). Outrossim, 70% da produção global são fornecidos pelos cinco maiores produtores mundiais: Brasil, que é o principal produtor, com uma média de produção anual de 53 milhões de sacas, seguido do Vietnã (28 milhões sacos), Colômbia (14 milhões de sacos), Indonésia (12 milhões de sacos) e Etiópia (7 milhões de sacos) (ICO, 2019).

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo. Consoante dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a estimativa da produção brasileira de café foi de 3,4 milhões de toneladas, ou 57,0 milhões de sacas de 60 kg, crescimento de 14,2% em relação a 2019. Para o café arábica, a produção estimada foi de 2,5 milhões de toneladas, comparada ao ano anterior, a estimativa da produção apresentou crescimento de 22,3%. Para o café canephora, mais conhecido como Conilon, a estimativa da produção, de 885,3 mil toneladas, apresenta declínio de 4,1% em relação ao ano anterior. As estimativas de produção encontram-se menores no Espírito Santo (-6,2%), Minas Gerais (-5,9%) e Bahia (-1,4%), e maior em Rondônia (4,1%).

Volsi (2019) apresenta em seus estudos a evolução da área colhida, do volume de produção e da produtividade média do café no Brasil entre 1984 e 2016. Segundo o autor, a área colhida de café no Brasil era de 2,51 milhões de hectares, enquanto em 2016 esse valor era de apenas 1,99 milhão de hectares, indicando um declínio na área de 20,3% nesse período. No entanto, em termos de produção, 2,8 milhões de toneladas de café foram produzidas em 1984, enquanto 3 milhões de toneladas foram produzidas em 2016, um aumento de 6% no período. O aumento na produtividade média da terra de 33,4% foi resultante de melhorias tecnológicas adotadas pelos produtores desde 1984, como aumento de plantas por hectare, aumento do uso de máquinas agrícolas, desenvolvimento de novas variedades e a adoção de técnicas de irrigação (ibid.).

Neste cenário, Rondônia merece destaque nacional, sendo o quinto maior produtor geral de café do país e o segundo maior produtor da espécie Canéfora (Conilon/Robusta) (CONAB, 2020). O estado apresenta-se como um mercado em crescimento e renovação na

produção cafeeira, por meio dos novos plantios de café clonal, responsável por aumentar a produtividade em 99,8% (ROSA NETTO, 2016). Com uma produção entre 2,34 e 2,39 milhões de sacas, há expectativa de aumento da área em produção e de aumento da produtividade média em 2020, que deverá alcançar produção entre 6,6% e 8,7% maior que àquela apresentada no ano de 2019 (CONAB, 2020).

Não obstante, o Estado de Rondônia destaque-se como importante produtor de café, apesar da cultura ainda ser baixa, com cerca de 17,18 sacas/ha, quando comparada com a do Espírito Santo, que também cultiva café canéfora, porém apresenta produtividade de 35,14 sacas/ha, e com a média nacional, de 29,54 sacas/há (MARCOLAN *et al.*, 2015). Mesmo com a baixa produtividade, tem ocorrido a gradativa substituição das lavouras antigas (com sementes e baixo padrão tecnológico), por café clonal, gerando a renovação do material genético e aceleração na produtividade (CONAB, 2020).

Nota-se que desde 1970, com uma política governamental de incentivo a ocupação da Amazônia e intensificação no estado do avanço da agropecuária, ocasionou diversos problemas ambientais. De acordo com Clark e Tilman (2017), a expansão agrícola é uma das principais causas de degradação ambiental: emite gases de efeito estufa, ocupa 40% das terras da superfície terrestre, impulsiona o desmatamento e a perda de biodiversidade, além de consumir 70% da água doce retirada no mundo. De acordo com Góes *et al.* (2019), a Revolução Verde trouxe avanços produtivos para a agricultura, porém, também acarretou perdas para o setor ambiental, pois desencadeou problemas como: desmatamento de grandes áreas; contaminação dos recursos naturais devido a aplicação de produtos químicos e; esgotamento do solo. Desse modo, a partir da área de estudo escolhida para a presente pesquisa, serão abordadas temáticas ambientais relacionadas à agricultura cafeeira, quais sejam o desgaste hídrico e o desflorestamento.

A Lei Federal 9.433/1997 (BRASIL, 1997), em seu artigo 1º, no inciso V, dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e institui as bacias hidrográficas como unidades físico-territoriais para o planejamento ambiental. Para o seu diagnóstico, devem ser considerados os aspectos ambientais, políticos, culturais e socioeconômicos de cada região hidrográfica, reconhecendo assim as singularidades e estratégias de gestão na bacia.

Em detrimento das ações antrópicas é necessário utilizar a análise e interpretação das imagens de satélite de alta resolução espacial como ferramenta para o monitoramento das transformações ambientais, de forma a servir de apoio à tomada de decisões e possibilitar alternativas inteligentes para um melhor planejamento ambiental (POLLO *et al.*, 2019).

Desta maneira, as geotecnologias são utilizadas para a análise de uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica. Segundo Barbosa *et al.* (2018), o Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite quantificar as particularidades da paisagem e, incorporado ao Sensoriamento Remoto, possibilita analisar o ambiente físico por meio de um banco de dados georreferenciados em diferentes escalas e datas. Segundo Campos *et al.* (2016), a geotecnologia permite identificar a dinâmica do uso do solo e, por conseguinte, implica em mudanças de aspectos socioeconômicos de determinadas regiões, viabilizando o seu monitoramento ambiental. Esta realidade propicia o aprimoramento técnico, de forma a melhorar a qualidade dos dados para compreensão do estado atual do meio, o que resulta no aperfeiçoamento de estratégias de gestão dos recursos naturais.

Portanto, a presente pesquisa buscou realizar um levantamento do uso e da ocupação do solo na microbacia do rio Ribeirão Cacau, no município de Alvorada D'Oeste, em Rondônia, numa análise temporal, por meio de fotografias aéreas dos anos de 2008 e

2019 dos satélites Landsat-5 TM (*ThematicMapper*) e Landsat-8 OLI (*Operational Terra Imager*), através de técnicas de geoprocessamento, no intuito de fornecer subsídios para que haja uma melhor gestão hídrica na área em questão.

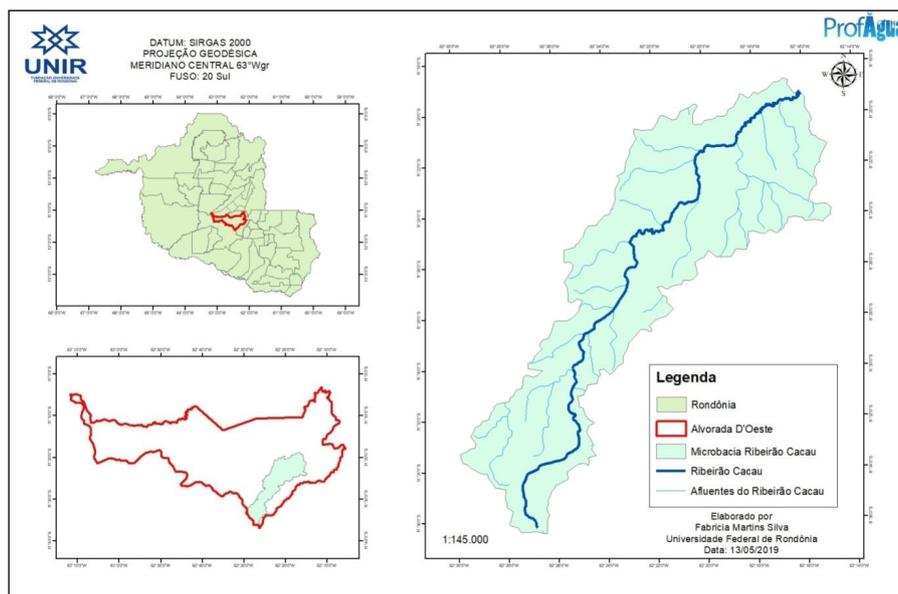
De acordo com Coelho *et al.* (2014), a utilização de dados de sensoriamento remoto, concomitantemente com Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), geram informações valiosas acerca dos mecanismos de degradação da área de estudo, que auxiliam no diagnóstico dos tipos de uso e ocupação do solo, e, conseqüentemente, na gestão da bacia hidrográfica. O conhecimento do uso e ocupação do solo, por meio das imagens de satélite, possibilita a análise, interpretação e quantificação das transformações ambientais ocorridas ao longo do tempo, promovendo instrumentos para um desenvolvimento sustentável, que concilia a produção agrícola e a proteção dos recursos naturais (POLLO *et al.*, 2019).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo encontra-se no município de Alvorada D'Oeste que é um dos 52 municípios do estado de Rondônia. Localiza-se na região central do estado com uma população estimada de 14.411 habitantes e densidade demográfica de 5,56 hab./km². Com um PIB per capita de R\$ 14.410,14 possui sua economia baseada no setor primário, principalmente na agropecuária. Predominam nessa área as pequenas propriedades rurais produtoras de gado, café, inhame, colorau e piscicultura (IBGE, 2019).

Especificamente estudou-se a microbacia do rio Ribeirão Cacau, localizada quase totalmente no município de Alvorada D'Oeste, em Rondônia, ocupando um pequeno trecho do município de São Miguel do Guaporé (Figura 1). A área está inserida entre coordenadas geográficas 11°18'41" e 11°36'28" de Latitude Sul, e 62°14'53" e 62°29'53" de Longitude Oeste, totalizando 27.582,79 hectares.



Fonte: Adaptado do IBGE (2019).

Figura 1. Localização da microbacia do rio Ribeirão Cacau – RO.

O rio Ribeirão Cacau corta parte do município de Alvorada D'Oeste, é um subafluente do rio Muqui, que por sua vez é um afluente do rio Machado, pertencente à bacia do rio Madeira, que é o principal afluente da margem direita do rio Amazonas (CEMADEN, 2018). A microbacia de estudo está inserida na área de atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Alto e Médio Machado – CBH-AMMA-RO, instituído pelo decreto N. 19.058 de 31 de julho de 2014, vinculado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH/RO (RONDÔNIA, 2014). Além de subsidiar a irrigação das lavouras cafeeiras, o Ribeirão Cacau também é responsável pelo abastecimento urbano e sofre com despejos de efluentes, visto que parte de seu trecho de drenagem está inserido na área urbana do município de Alvorada D'Oeste.

Além disso, a microbacia do rio Ribeirão Cacau está inserida na zona Equatorial, apresentando clima quente e úmido com subclassificação de Tropical moderadamente úmido hipertérmico, com chuvas regulares de 6 a 8 meses e temperaturas acima de 23,5°C. O índice pluviométrico varia entre 900 e 1060 mm/ano (SEDAM, 2012).

Geomorfologicamente, a área de estudo localiza-se no Planalto sedimentar do sul da Amazônia, sustentado por rochas sedimentares e em meio às superfícies aplainadas na porção central do estado de Rondônia. Esta área é delimitada por curtos rebordos erosivos, perfazendo desnivelamentos de, no máximo, 200 metros de altitude (CPRM, 2010).

Quanto à classificação do solo, nesta região predomina o argissolo vermelho amarelo (PVA) que se caracteriza por ser profundo e coberto em quase todo o estado por vegetação de florestas, em menor proporção, pelo cerrado. Atualmente, sofre grande pressão de ocupação com a pastagem (CPRM, 2010).

Imagens de satélite e Aplicativo

Para o mapeamento do uso e ocupação do solo da microbacia do rio Ribeirão Cacau utilizou-se dados orbitais dos anos de 2008 e 2019 por meio das imagens do satélite *Land Remote Sensing Satellite* (Landsat) e sensores TM (*Thematic Mapper*) e OLI (*Operational Terra Imager*) respectivamente, obtidos gratuitamente através do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE em formato digital (INPE, 2019).

A imagem de 2008, adquirida pelo satélite Landsat-5, foi georreferenciada (Sistema de Projeção UTM) nas bandas termais 3, 4 e 5 do sensor TM (*Thematic Mapper*) na composição colorida R-G-B (banda 5 no vermelho, banda 4 no verde e banda 3 no azul), com resolução espacial de 30 metros, referentes à órbita 231, ponto 68 e imageamento de 05/07/2008.

Já a imagem de 2019, obtida pelo satélite Landsat-8, encontrava-se georreferenciada, utilizando-se as bandas 4, 5 e 6 do sensor OLI (*Operational Land Imager*), também na composição colorida R-G-B (banda 6 no vermelho, banda 5 no verde e banda 4 no azul), com resolução espacial de 30 metros, utilizando-se para tanto a órbita 231, ponto 68 e imageamento de 05/08/2019.

Os procedimentos de tratamento de informações e elaboração dos mapas foram realizados no *software* de sistemas de informações geográficas (SIG) ArcGIS Pro versão 10.7.1 do ano de 2019, com licença educacional para estudante sobre o número de registro 5618371755 (ESRI, 2019). Essa ferramenta de geoprocessamento permitiu realizar a delimitação da bacia hidrográfica, fazer a composição das bandas R-G-B, e efetuar a classificação supervisionada das imagens, bem como finalizar o mapeamento da área de estudo com as características de uso e ocupação detalhadas.

Para a classificação supervisionada foi utilizado o algoritmo da máxima verossimilhança (MAXVER), que considera a ponderação da distância das médias e se apropria de parâmetros

estatísticos. Este método parte do princípio que o usuário conhece o suficiente da imagem a ser classificada para poder definir classes que sejam representativas (CROSTA, 1992).

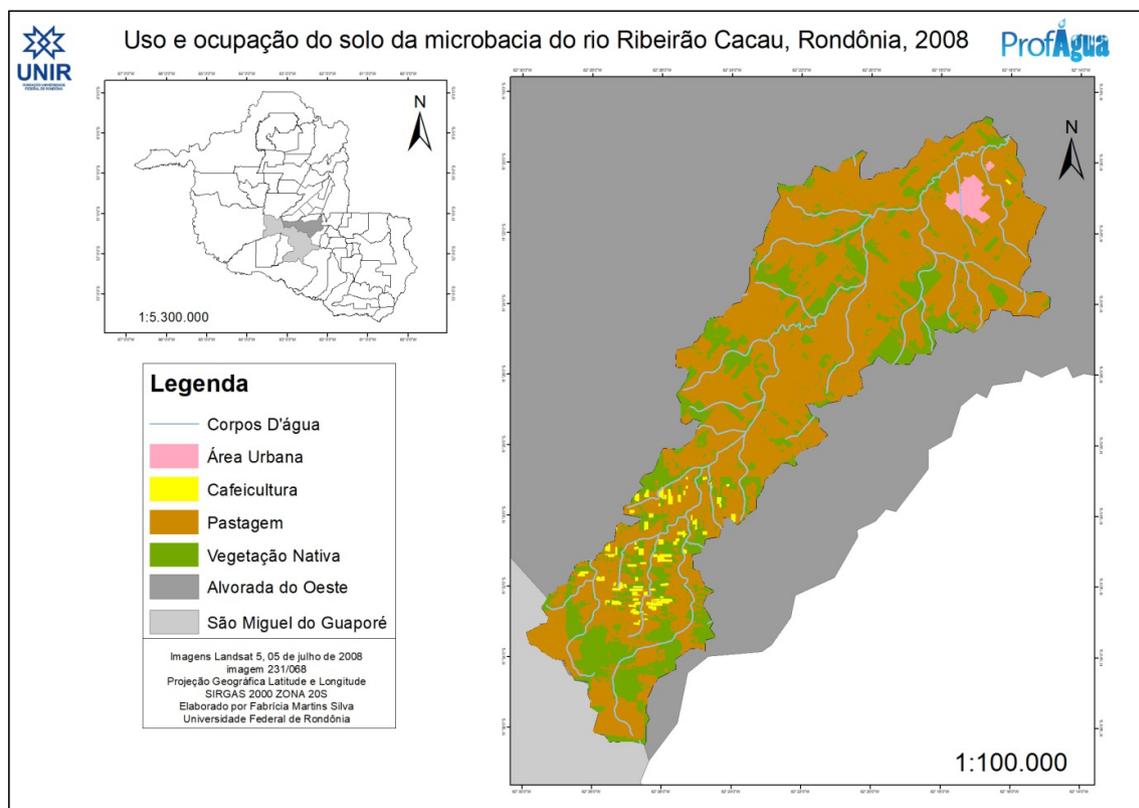
Ademais, ao realizar a classificação das imagens foram selecionadas algumas áreas de treinamento para cada classe no *software* e fornecidas ao classificador para caracterização individual das classes temáticas a serem representadas. Desta maneira, foram definidas quatro classes predominantes na área de estudo: vegetação nativa, cafeicultura, pastagem e área urbana.

Após a classificação das imagens referentes aos períodos de análise, foram estruturados mapas temáticos para identificar as alterações que ocorreram nas classes preponderantes ao longo dos anos, possibilitando, assim, visualizar a dinâmica de cobertura vegetal ocorrida no decorrer do processo de ocupação da área em questão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mapeamento de uso e ocupação do solo até 2008

Após o mapeamento das áreas de uso e ocupação do solo na microbacia do rio Ribeirão Cacau, por meio de fotografias aéreas do ano de 2008, foram geradas quatro classes de uso preponderantes: vegetação nativa, cafeicultura, pastagem e área urbana (Figura 2).



Fonte: Adaptado do IBGE (2019).

Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia do rio Ribeirão Cacau – RO em 2008.

Foram identificados os valores de área em hectares (ha) e respectivas porcentagens (%) de ocupação, como tabulados no Quadro 1, na qual se pode observar uma

preponderância do cultivo de pastagem na área de estudo (73,6%). A cafeicultura, de forma modesta, abrange 1,4% da bacia, valor próximo da área urbana (1,2%), enquanto a vegetação nativa abrange 23,7% da área total.

Quadro 1. Distribuição das áreas e porcentagens de uso e ocupação do solo na microbacia do rio Ribeirão Cacau, Rondônia, em 2008

USOS	ÁREA	
	(ha)	(%)
Pastagem	20.303,28	73,6
Cafeicultura	391,33	1,4
Área Urbana	342,19	1,2
Vegetação Nativa	6.545,99	23,7
TOTAL	27.582,79	100

Fonte: Elaborado a partir do mapeamento da microbacia do rio Ribeirão Cacau por meio de dados fornecidos pelo IBGE (2019).

Ao se observar o Quadro 1 e a Figura 2 anteriormente constata-se que a ação antrópica na microbacia foi intensa, gerando a modificação da paisagem natural. Neste período, destaca-se a difusão da pastagem (73,6%), enquanto a cafeicultura representa um percentual pouco significativo (1,4%) na área em questão.

A classe de uso na tonalidade amarela, Figura 2, representa a presença de cafeicultura na microbacia de estudo. Pode-se identificar que este cultivo se concentra predominantemente na parte sudoeste do município de Alvorada D'Oeste, próximo ao distrito de Terra Boa e localizado em pequenas propriedades. De acordo com o IBGE (2018), esse cultivo apresentava no ano de 2008, no município, uma área de cultivo de 2.503 hectares com produtividade média de 540 kg/ha.

Ao analisar a Figura 2 pode-se identificar também que a área de concentração cafeeira está distante da área urbana no município. Porém, vale ressaltar que os corpos hídricos localizados próximos aos cultivos de café são afluentes do leito principal do rio Ribeirão Cacau, e este é o manancial para abastecimento da população urbana desta área.

O ano de 2008 é um marco legal no Código Florestal. Por meio da Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, os imóveis rurais com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008 foram consolidados, admitindo-se o regime de pouso. É nesse contexto que surge o Programa de Regularização Ambiental (PRA), de maneira que compreende um conjunto de ações ou iniciativas a serem desenvolvidas por proprietários e posseiros rurais com o objetivo de adequar e promover a regularização ambiental. Como é citado no artigo 59 §4°:

No período entre a publicação desta Lei e a implantação do PRA em cada Estado e no Distrito Federal, bem como após a adesão do interessado ao PRA e enquanto estiver sendo cumprido o termo de compromisso, o proprietário ou possuidor não poderá ser autuado por infrações cometidas antes de 22 de julho de 2008, relativas à supressão irregular de vegetação em Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito (BRASIL, 2012, Art. 59 §4°).

Em detrimento da anistia gerada até 2008 aos produtores rurais pela promulgação no novo código florestal, justifica-se a escolha deste ano como parâmetro para discussão da expansão da agropecuária na referida microbacia, identificando-se mudanças ocorridas até o ano de 2019.

Salienta-se que Rondônia, localizada na região oeste da Amazônia, apresenta um elevado índice de desmatamento ao longo de sua história. Como relatam Da Silva *et al.* (2018), o desflorestamento espalhou-se a partir dos eixos de desenvolvimento definidos nos anos 70 até a década de 90, impulsionado principalmente pela expansão da fronteira agrícola, iniciada por incentivo do governo federal no período militar. De acordo com Jusys (2018), muitos camponeses brasileiros ganharam terras nesta área, limpando florestas para ceder lugar à agropecuária. Segundo Morton *et al.* (2006), as pastagens continuam sendo o uso dominante da terra após o desmatamento na região amazônica, mas tem ocorrido uma rápida conversão de floresta em área agrícola, o que define um novo paradigma de perda da floresta em refuta à alegação que a intensificação agrícola não leva a novos desmatamentos. Esse contexto histórico resultou na expansão da fronteira agropecuária e gerou diversos problemas de cunho ambiental e social.

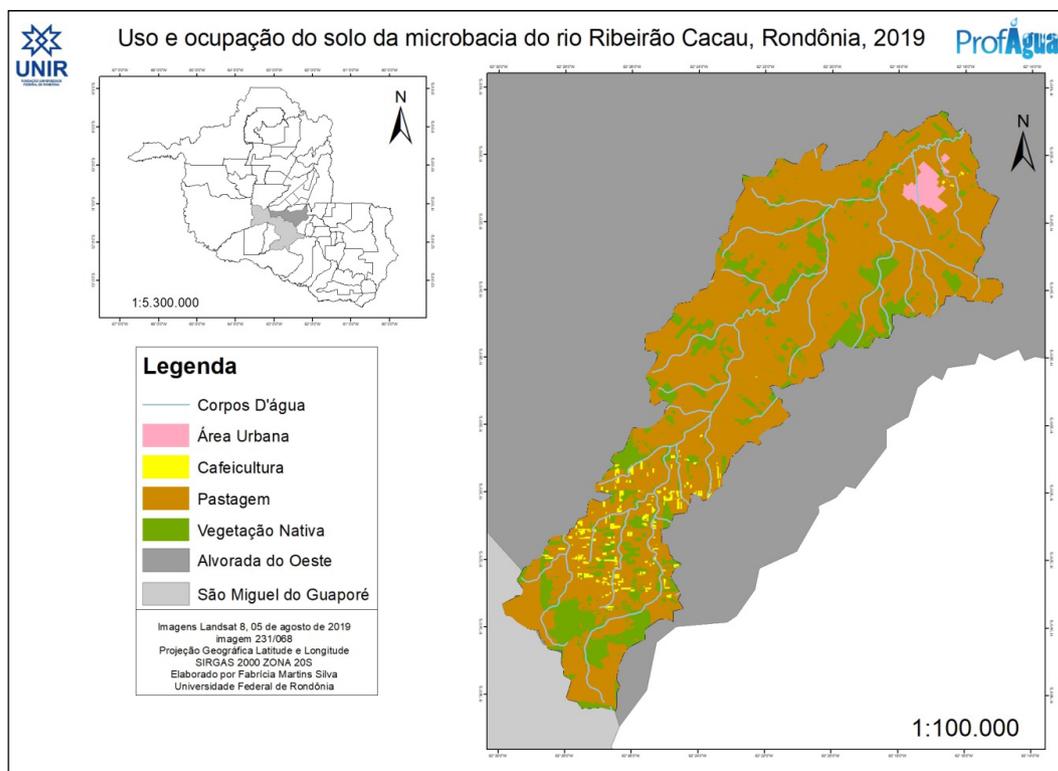
Como consequência do avanço da agropecuária na microbacia, pode-se observar que apenas 23,7% da área correspondem à vegetação nativa. Deve ser frisado que, de acordo com o novo código florestal, por meio da Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), em seu Artigo 12, “todo imóvel rural na área de floresta deve manter uma área de 80% com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal”.

Os dados adquiridos demonstram que em 2008 já havia um forte uso e ocupação do solo na microbacia do rio Ribeirão Cacau, identificando-se a devastação da vegetação nativa que cedeu lugar à pastagem e cultivo de café, bem como à urbanização, em menor proporção.

Assim, o desflorestamento é um fator que interfere profundamente no regime hídrico de uma bacia hidrográfica. Como indicado por Sumila *et al.* (2017), compreender a dinâmica do desmatamento na Amazônia é importante para preservar não apenas o clima, mas também as atividades econômicas que dependem dele, em particular a produtividade agrícola e a geração de energia hidrelétrica. O desmatamento pode reduzir a precipitação, levando a efeitos negativos sobre o rendimento da agricultura (*ibid.*).

Mapeamento de uso e ocupação do solo até 2019

As fotografias aéreas do ano de 2019 foram utilizadas para o mapeamento do uso e ocupação do solo, referente à mesma área apresentada na Figura 2 anteriormente, culminando para a formulação de quatro classes de uso preponderantes: vegetação nativa, cafeicultura, pastagem e área urbana (Figura 3).



Fonte: Adaptado do IBGE (2019).

Figura 3. Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia do rio Ribeirão Cacau – RO em 2019.

No Quadro 2 seguem os valores adquiridos pelo mapeamento de área em hectares (ha) e respectivas porcentagens (%) de ocupação. Os dados revelam que ocorreu evidente expansão do cultivo de pastagem na área de estudo, uma vez que essa aumentou de 73,6% de ocupação da área em 2008 para 80,2% em 2019, enquanto a cafeicultura apresentou variação menor, partindo de 1,4% de ocupação em 2008 para o valor de 1,5% em 2019. A área urbana também obteve um leve aumento da ocupação dessa área em relação a 2008, passando de 1,2% para 1,3%, enquanto a vegetação nativa, que representava 23,7% em 2008, foi reduzida a 16,9% da área total, em 2019.

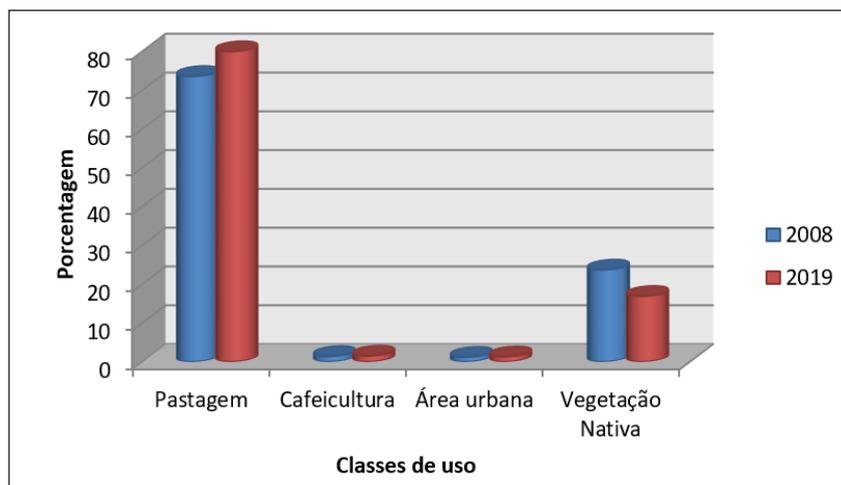
Quadro 2. Distribuição das áreas e porcentagens de uso e ocupação do solo na microbacia do rio Ribeirão Cacau, Rondônia, comparativo entre 2008 e 2019

USOS	ÁREA				
	2008		2019		Crescimento
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
Pastagem	20.303,28	73,6	22.121,44	80,2	1.818,16
Cafeicultura	391,33	1,4	401,85	1,5	10,52
Área Urbana	342,19	1,2	376,89	1,3	34,7
Vegetação Nativa	6.545,99	23,7	4.682,61	16,9	-1.863,38
TOTAL	27.582,79	100	27.582,79	100	-

Fonte: Elaborado a partir do mapeamento da microbacia do rio Ribeirão Cacau por meio de dados fornecidos pelo IBGE (2019).

Em comparação com os dados adquiridos de 2008 por meio do mapeamento, pode-se identificar que no ano de 2019 as classes de pastagem, cafeicultura e área urbana cresceram em detrimento da vegetação nativa, como pode ser observado no Quadro 2 e na Figura 4. Com efeito, os dados indicam que a atividade antrópica tem suprimido as áreas de vegetação nativa para dar espaço às atividades econômicas que se desenvolvem na região, reforçando que a área de estudo está inserida numa área de expansão agropecuária no estado de Rondônia.

Ao identificar os diferentes percentuais apresentados na área em questão, pode-se inferir que, das classes preponderantes geradas pelo mapeamento, a vegetação nativa foi a que apresentou a maior alteração observada. Em 2008, esta correspondia a 23,7% da área total da microbacia do rio Ribeirão Cacau, enquanto em 2019 sua área de abrangência foi reduzida a 16,9%, resultando na diminuição de 6,8%.



Fonte: Elaborada a partir de dados fornecidos pelo IBGE (2019) para o mapeamento da microbacia do rio Ribeirão Cacau.

Figura 4. Comparativo das classes de usos preponderantes na microbacia do rio Ribeirão Cacau – RO entre os anos de 2008 e 2019.

Desta forma, ao se observar a Figura 4 percebe-se que a atividade preponderante na área de estudo é a pecuária, que entre 2008 e 2019 obteve um crescimento de aproximadamente 10%. Enquanto isso, a vegetação nativa, fundamental para regulação do regime hídrico da bacia hidrográfica, apresentou uma redução de área de aproximadamente 28,4%. Já a cafeicultura, desenvolvida nas pequenas propriedades rurais no sudoeste da microbacia, alcançou um crescimento de apenas 2,6%.

A área total de plantio do café Conilon no estado de Rondônia vem decrescendo a cada ano. Desde 2009 a área sofreu redução em cerca de 162,1 mil hectares. Por certo, essa diminuição na área se deve a tendência de otimização do manejo dessa cultura e à utilização de material genético mais produtivo, por meio do uso de mudas de café clonal (CONAB, 2019). Esse fato gera uma menor área plantada, porém, com uma produtividade maior.

Apesar de constatar que a área de produção cafeeira na bacia de estudo aumentou apenas 2,6% em relação ao ano de 2008, ressalta-se que a cafeicultura rondoniense está adotando um novo padrão de produção, com a utilização de espécies transgênicas mais produtivas (café clonal) que demandam de área menor para seu cultivo (CONAB, 2019). Esta tendência também se aplica ao município de Alvorada D'Oeste, em que muitos

agricultores têm substituído seus cultivos tradicionais de café utilizando o plantio da semente (café seminal) pelo plantio da muda (café clonal) (Figura 5).



Fonte: Arquivos pessoais das pesquisadoras (15/02/2019).

Figura 5. Viveiro de mudas de café clonal em propriedade na bacia de estudo (Linha 0).

Segundo dados do IBGE (2019), a área cultivada de café em Alvorada D'Oeste no ano de 2018 foi de 1.180 hectares, gerando um rendimento médio de 1.073 kg/ha. Em comparação com o ano de 2008, no qual o rendimento médio foi de 540 kg/ha numa área de cultivo de 2.503 hectares, percebe-se que a produtividade praticamente dobrou apesar da área cultivada ter sido reduzida. Desta forma os dados apresentados demonstram uma redução na área cultivada em contrapartida ao aumento do rendimento médio ocasionada pela modificação da forma de produção gerada nessa área, com a adoção de novas técnicas de adubação e irrigação. As lavouras antigas implantadas com sementes e com baixo padrão tecnológico gradativamente têm sido substituídas por café clonal com renovação do material genético em todas as áreas de Rondônia (CONAB, 2020).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2016), enquanto o café seminal apresenta uma produtividade média de apenas 10 sacas/hectare, com o melhoramento genético, o café clonal chega a alcançar produtividade superior a 100 sacas/hectare. Desta maneira, pode-se compreender como a biotecnologia têm proporcionado aumentos significativos na produtividade agrícola. Essa conquista justifica, em parte, a razão pela qual, nesta região, a área de café colhido obteve um aumento pouco significativo ao longo de uma década, porém com grande contribuição para o aumento de rendimento médio da produtividade cafeeira do município.

As transformações na produção cafeeira no estado de Rondônia que também se aplicam à bacia de estudo são visíveis de modo similar aos demais municípios produtores de café. Conforme Araújo *et al.* (2016), a cafeicultura de Rondônia passa por um processo de transformação no qual as lavouras tradicionais estão sendo substituídas por lavouras clonais com aporte de novas tecnologias de produção, nutrição mais equilibrada e irrigação, melhoria na eficiência dos plantios, com a redução da área plantada, porém, com aumento na produtividade média. A redução da área cultivada, em detrimento da produtividade média do cafeeiro, é uma característica da expansão da cafeicultura clonal. Como afirma Espíndula (2018), a cafeicultura clonal tem ajudado a transformar o cenário no campo de Rondônia, o que contribui para o aumento da produtividade, visto a otimização do arranjo espacial da lavoura.

Além disso, entre os anos de 2008 e 2019 pode-se também identificar, por meio da análise das Figuras 3 e 4, que as propriedades produtoras de café atingiram diferentes áreas de expansão territorial. Ao longo desta década, houve a substituição de boa parte do café seminal - também conhecido como sequeiro, produzido de forma tradicional, sem o uso da irrigação, pelo café clonal. De acordo com Rosa Neto (2018), a partir de 2011, verifica-se a diminuição gradativa de plantios antigos de café no estado, de propagação seminal, substituídos por plantios de variedade clonais, mais produtivas. Esse último, devido à necessidade de suplementação hídrica no período de estiagem atraiu a produção cafeeira para próximo das nascentes da bacia do rio Ribeirão Cacaú, o que gera uma preocupação no tangente ao uso desenfreado dos recursos hídricos na área em questão. Como afirmam Covre *et al.* (2016), é necessário que haja o suprimento adequado de água ao cafeeiro para eliminar os estágios críticos do cultivo devido à deficiência de água, de maneira que a irrigação tem sido usada para aumentar a produtividade.

Considerando-se o fato de que a irrigação é um dos requisitos que mais influencia na produção das culturas, é necessário considerar, no tocante à agricultura irrigada, três preceitos básicos: quando, como e quanto irrigar. Estes são definidos com base na capacidade de armazenamento de água no solo e consumo de água pelas plantas (ROCHA NETO *et al.*, 2015). Em seus estudos comparativos sobre os níveis de irrigação em mudas de café Conilon, Dardengo *et al.* (2018) concluíram que a produtividade do café irrigado, em comparação com o de sequeiro, obteve um aumento significativo de 162%, enquanto o consumo médio de água em plantas irrigadas foi de 7,9 m³ e em sequeiro de 4,95 m³.

Segundo Dardengo *et al.* (2018), o consumo de água observado para o café Conilon está relacionado ao ciclo fenológico, idade, precipitação, além do manejo de irrigação. Portanto, o quantitativo de água necessária para cada produção varia muito, embora existam vários estudos com áreas experimentais que quantificam essa demanda. Covre *et al.* (2016) observaram em sua pesquisa rendimentos médios de 22,7 e 22,0 L por planta cafeeira nos tratamentos irrigado e não irrigado, respectivamente. Entretanto, as plantas irrigadas produziram 86,3% a mais de café que as plantas não irrigadas, resultando em valores de 16,1 e 8,6 L por planta, respectivamente. Outrossim, Dardengo *et al.* (2018) observaram em seus estudos que o consumo médio de água dos clones de café Conilon durante a fase produtiva, mantendo o balanço hídrico do solo por irrigação, foi de 8,22 m³, o que corresponde a 6,58 m³ de água por kg de café beneficiado, enquanto que o consumo de sequeiro foi de 5,0 m³ de água/kg, o que representa uma maior demanda hídrica para a variedade clonal.

No tocante ao uso dos recursos hídricos pela atividade agropecuária, pode-se adotar para um estudo comparativo a pegada hídrica, que é a quantidade de água consumida para se produzir direta e indiretamente um produto. Em seus estudos, Palhares, Morelli e Costa Junior (2017) identificaram uma pegada hídrica média da carne bovina de 5.814 L/kg de animal em áreas de confinamento, para o desenvolvimento de toda a cadeia de produção. De acordo com Da Silva *et al.* (2016), a carne bovina é a *commoditie* brasileira que mais contribui para a pegada hídrica (21%), de maneira que a pegada hídrica média do consumo brasileiro de produtos agrícolas é de 1.619 m³/pessoa/ano. Por conseguinte, Hoekstra e Chapagain (2011) indicam que a pegada hídrica do café é de 140 litros por xícara, de maneira que a maior parte do volume de água consumido se deve ao cultivo da planta.

De acordo com Loose *et al.* (2019), a cafeicultura é uma cultura permanente que tem se expandido em Rondônia, de maneira que esta é a fonte de renda principal para a maioria dos cafeicultores, a qual movimenta a economia regional. Diante dos dados apresentados,

revela-se a necessidade de se pensar no gerenciamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica diante dessa perspectiva de crescimento de produtividade. Se por um lado a área cultivada é reduzida em detrimento das novas técnicas de produção, por outro, a produtividade é intensificada, o que demanda uma maior necessidade de irrigação.

Desta forma, pode-se observar que, diante da imposição de suplementação hídrica nos cultivos clonais, altamente disseminados na bacia de estudo, emerge a reflexão sobre a situação dos recursos hídricos nesta área, haja vista que essa expansão cafeeira tende a demandar uma maior vazão para o suprimento das lavouras de mudas clonais em substituição às lavouras de café seminal.

CONCLUSÃO

A utilização de imagens de satélite para identificar as modificações ocorridas ao longo de uma década na microbacia do rio Ribeirão Cacau, no município de Alvorada D'Oeste, em Rondônia, geraram diagnósticos eficientes para a referida série temporal.

Pode-se constatar que houve uma expansão da agropecuária gerando a substituição da vegetação nativa pela pastagem, cafeicultura e demais atividades econômicas desenvolvidas na área de estudo.

O mapeamento identificou um crescimento de cerca de 10% da pastagem e 2,6% da cafeicultura, enquanto a vegetação nativa regrediu em 28,4%. Os índices retratam a realidade do município que está localizado numa área de expansão agropecuária, assim como boa parte do estado de Rondônia.

A cafeicultura ainda se apresenta de forma modesta e concentrada na região sudoeste do município de Alvorada D'Oeste, localizada próxima ao distrito de Terra Boa. Nessa atividade há predominância de pequenas propriedades situadas próximas de nascentes e pequenos corpos hídricos à montante da microbacia do rio Ribeirão Cacau.

Em suma, no período estudado, entre 2008 e 2019, identifica-se a modificação de produção na cafeicultura, no qual ocorreu a substituição de boa parte das lavouras de café seminal pelo café clonal. As lavouras de café clonal geram maior rentabilidade em contrapartida a uma maior necessidade de suplementação hídrica, o que, por consequência, gera um alerta ambiental quanto ao gerenciamento dos recursos hídricos na área em questão.

Diante do exposto, torna-se imprescindível repensar as práticas agrícolas aplicadas na região, de forma a identificar se as técnicas de cultivos utilizadas são as mais adequadas do ponto de vista ambiental. Além disso, é importante apontar quais medidas podem ser formuladas para que se empreguem ações mais sustentáveis na bacia hidrográfica, visando o abastecimento das populações atuais, bem como das gerações futuras, como fundamentado no princípio do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, L. V.; SOARES, J. G.; ESPINDULA, M. C.; VERDIN FILHO, A. C. Custo de produção de mudas de café conilon por estaquias em Rondônia. **Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2016. 6 p.
- BARBOSA, S. G.; SPLETOZER, A. G.; ROQUE, M. P. B.; NETO, J. A. F.; DIAS, H. C. T.; RAMOS, M. P.; BONILLA, M. A. C.; RIBEIRO, W. S.; CRUZ, R. A.; ZANUNCIO, J. C. Geotechnology in the analysis of forest fragments in northern Mato Grosso, Brazil.

Scientific reports, v. 8, n. 1, p. 1-7, 2018.

BRASIL. **Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 21 set. 2019.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 18 set. 2019.

CAMPOS, S.; CAMPOS, M.; NARDINI, R. C.; RODRIGUES, B. T.; RODRIGUES, M. T.; TAGLIARINI, F. S. N.; TRAFICANTE, D. P. Geotecnologia aplicada na obtenção das subclasses de capacidade de uso das terras de uma microbacia, visando a conservação dos recursos naturais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 3, p. 339-348, 2016.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais. **Previsão de vazão para a bacia do rio Madeira**. 2018. Disponível em: <https://www.cemaden.gov.br/13042018-previsao-de-vazao-para-bacia-do-rio-madeira/>. Acesso em: 09 set. 2019.

CLARK, M.; TILMAN, D. Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 6, p. 064016, 2017.

COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, E. R. V.; RIBEIRO, A. N.; MOURA, G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 64-72, 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000100009>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1415-43662014000100009&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 24 set. 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira do café**. Brasília, v. 5, safra 2019, n. 3: terceiro levantamento, p. 1-48, set. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>. Acesso em: 25 set. 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira do café**. Brasília, v. 6, safra 2020, n. 1: primeiro levantamento, p. 1-62, jan. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>. Acesso em: 26 mar. 2020.

COVRE, A. M.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; BRAUN, H.; RONCHI, C. P. Vegetative growth of Conilon coffee plants under two water conditions in the Atlantic region of Bahia State, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 535-545, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212016000400535&script=sci_arttext. Acesso em: 22 mar. 2020.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Geodiversidade do estado de Rondônia**: Programa Geologia do Brasil: Levantamento da Geodiversidade. Porto Velho, Rondônia, 2010.

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, ISBN 85-853-690-27, 170 p. 1992.

- DA SILVA, M. J. G.; QUERINO, C. A. S.; DOS SANTOS NETO, L. A.; MACHADO, N. G.; MILITÃO, J. S.; BIUDES, M. S. Efeito da mudança na ocupação do solo sobre o clima de Porto Velho, Rondônia, Brasil. **Raega: O Espaço Geográfico em Análise**, v. 43, p. 232-251, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/48753>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- DA SILVA, V. D. P. R.; DE OLIVEIRA, S. D.; HOEKSTRA, A. Y.; DANTAS NETO, J.; CAMPOS, J. H. B. C.; BRAGA, C. C.; DE ARAÚJO, L. E.; ALEIXO, D. D. O.; DE BRITO, J. I. B.; DE SOUZA, M. D.; DE HOLANDA, R. M. Water footprint and virtual water trade of Brazil. **Water**, v. 8, n. 11, p. 517, 2016. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/8/11/517/htm>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- DARDENGO, M. C. J. D.; PEREIRA, L. R.; SOUSA, E. F.; REIS, E. F. Yield, quality and water consumption of conilon coffee under irrigated and dryland managements. **Coffee Science**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 272-282, 2018. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/10714>. Acesso em: 23 jan. 2020.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Revista Cafés de Rondônia: Sabor e Qualidade que vem da Amazônia**. 2016. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_revistacafesrondonian1.pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.
- ESPÍNDULA, M. C. Evolução além dos clones: novos materiais genéticos e arranjos espaciais têm levado a cafeicultura a novos patamares. *In*: EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Revista Cafés de Rondônia: Aroma, Sabor e Origem**. 2018.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS Desktop, version 10.7.1**. 2019. Disponível em: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/get-started/setup/arcgis-desktop-quick-start-guide.htm>. Acesso em: 10 set. 2019.
- GÓES, B. C.; PUTTI, F. F.; PIAZENTIN, J. C.; GABRIEL, C. P. C.; GABRIEL FILHO, L. R. A. Technological Development and Policies in the Scenario of Irrigated Agriculture in Brazil. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, n. 3, 2019.
- HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K. **Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources**. Oxford: Blackwell Publishing, 2011. 208 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2019**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/alvorada-doeste/panorama>. Acesso em: 16 out. 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em: 09 out. 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola: estatística da produção agrícola**. 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2020_fev.pdf. Acesso em: 24 mar. 2020.
- ICO. International Coffee Organization. **Coffee Development Report 2019**. 2019. 84 p. Disponível em: <https://www.internationalcoffeecouncil.org/media/coffeeDevelopmentReport.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2020.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de imagens**. 2019. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>. Acesso em: 26 mar. 2019.
- JUSYS, T. Changing patterns in deforestation avoidance by different protection types in the Brazilian Amazon. **PloS one**, v. 13, n. 4, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5918171/>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- LOOSE, C. E.; SANDRI, E. A.; PIACENTINI, M. T. S.; PIACENTINI, A. L. S.; CRISTINA,

- P. Difficulties Facing Family Agriculture in Cacoal City, Rondônia/Brazil. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, n. 9, 5 out. 2019. Disponível em: <http://journal-repository.com/index.php/ijaers/article/view/170>. Acesso em: 23 mar. 2020.
- MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C.; MENDES, A. M.; SOUZA, K. W. DE; SCHLINDWEIN, L. A. MANEJO NUTRICIONAL. *IN*: MARCOLAN, A. R.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2015. Cap. 8, p. 175-194.
- MORTON, D. C.; DEFRIES, R. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O.; ARAI, E., DELBON ESPIRITO-SANTO, F.; FREITAS, R.; MORISETTE, J. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 39, p. 14637-14641, 2006. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/pnas/103/39/14637.full.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- PALHARES, J. C. P.; MORELLI, M.; COSTA JUNIOR, C. Impact of roughage-concentrate ratio on the water footprints of beef feedlots. **Agricultural systems**, v. 155, p. 126-135, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308521X1630868X>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- POLLO, R. A.; SILVA, C. O. F.; CARDOSO, L. G.; LESSA, L. G. F. Fatores de perturbação identificados em área de proteção ambiental Corumbataí-Botucatu-Tejupá, perímetro Botucatu, estado de São Paulo. **Revista Ra'e Ga Espaço Geográfico em Análise**, v. 46, p. 204-214, 2019.
- ROCHA NETO, O. C.; TEXEIRA, A. S. S.; BRAGA, A. P. S.; SANTOS, C. C.; LEÃO, R. A. O. Application of artificial neural networks as an alternative to volumetric water balance in drip irrigation management in watermelon crop. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 2, p. 266-279, 2015.
- RONDÔNIA. **Decreto N. 19.058, de 31 de julho de 2014**. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Alto e Médio Machado - CBH-AMMA-RO e dá outras providências. Disponível em: <http://ditel.casacivil.ro.gov.br/COTEL/Livros/Files/DEC19058.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2020.
- ROSA NETO, C. Incremento de produtividade alavanca a cafeicultura em Rondônia. *In*: EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Revista Cafés de Rondônia: Aroma, Sabor e Origem**, 2018.
- ROSA NETTO, C. Desafios e perspectivas para o café em Rondônia: redução de área, uso de tecnologias e aumento da produtividade. *In*: EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Revista Cafés de Rondônia: Sabor e Qualidade que vem da Amazônia**, 2016. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/revistacafesrondonianl.pdf. Acesso em: 26 mar. 2020.
- SEDAM. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Boletim Climatológico de Rondônia**. Porto Velho: COGEO: SEDAM, 2012. Disponível em: <http://www.sedam.ro.gov.br/cogeo/>. Acesso em: 10 set. 2019.
- SUMILA, T. C. A.; PIRES, G. F.; FONTES, V. C.; COSTA, M. H. Sources of water vapor to economically relevant regions in Amazonia and the effect of deforestation. **Journal of Hydrometeorology**, v. 18, n. 6, p. 1643-1655, 2017.
- VOLSI, B.; TELLES, T. S.; CALDARELLI, C. E.; CAMARA, M. R. G. da. The dynamics of coffee production in Brazil. **PloS one**, v. 14, n. 7, 2019. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0219742>. Acesso em: 24 mar. 2020.