
Análise da pressão antrópica,

evapotranspiração e temperatura
em áreas especiais no sul da Amazônia
brasileira

Anthropic pressure analysis, evapotranspiration
and temperature in special areas
in the South of the Brazilian Amazon

Patrícia Christiana S. de Souza Oliveira¹

Nilson Clementino Ferreira²

Alex Mota dos Santos³

¹ Instituto Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Goiânia.

² Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil e Ambiental.

³ Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Goiânia, Brasil.

patriciac_geoprocessamento@hotmail.com; nclferreira@gmail.com; alex.geotecnologias@gmail.com

Resumo

O objetivo da pesquisa foi avaliar as transformações socioespaciais em dois municípios, estado de Rondônia, sul da Amazônia brasileira. Assim, empregaram-se métodos indiretos de análise da paisagem, nomeadamente produtos gerados pelo sensor orbital MODIS, satélites Terra e Aqua. Os dados de desmatamentos foram obtidos a partir do PRODES e um modelo de pressão antrópica. Os resultados revelaram que os desmatamentos ocorrem predominantemente na porção norte, principalmente no município de Nova Mamoré. Além disso, foi possível observar que 82,62% das áreas desmatadas localizam-se até 5 km das rodovias da área de estudo. Por consequência foi possível observar também que as áreas especiais localizadas em Nova Mamoré estão sujeitas a índices de pressão antrópicas importantes, chegando à moderada, como é caso do parque estadual de Guajará-Mirim, além de parte da reserva extrativista Jaci-Paraná. No caso do município de Guajará-Mirim, a reserva extrativista do Rio Ouro Preto possui porções sob pressão antrópica baixa e moderada.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem ambiental; geoprocessamento; SIG; floresta amazônica.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the socio-spatial transformations in two municipalities, Rondônia State, southern Brazilian Amazon. Thus, we used indirect methods of landscape analysis, including products generated from sensor MODIS, in the TERRA and AQUA satellites. Deforestation data were obtained from the results of deforestation monitoring project in the Brazilian Amazon by means of Satellite (PRODES) and a human pressure model. The results showed that deforestation occur mainly in the northern part, especially in Nova Mamore. In addition, it was observed that 82.62% of the deforested areas are located within 5 km from the highways of the study area. Consequently, it was observed that the special areas located in Nova Mamoré are subject to significant anthropogenic pressure levels, reaching moderate, as is the case Guajará-Mirim Park, in addition to part of the extractive reserve Jaci-Parana. In the case of the municipality of Guajará-Mirim, the extractive reserve of Rio Ouro Preto has portions at low and moderate anthropic pressure.

KEY WORDS: environmental modeling; geoprocessing; GIS; Amazon rainforest.

1. Introdução

A maior floresta equatorial do planeta está localizada na porção norte da América do Sul e 60% de sua área está inserida no território brasileiro, onde estão situadas diferentes formações tais como a floresta de terra-firme; a floresta de igapó, inundável; as caatingas do rio Negro; os campos rupestres, nos picos das serras; áreas de savanas, entre outros (Coutinho, 2006). Estas fitofisionomias formam a floresta amazônica, que ocupa um lugar de destaque o cenário mundial e sua importância é reconhecida mundialmente.

Nas últimas décadas, esse importante patrimônio natural vem sofrendo inúmeros impactos, em que se destaca o desmatamento, queimadas e incêndios florestais, decorrentes da expansão da fronteira agrícola; o desmatamento seletivo devido às atividades madeireiras; o processo acelerado de industrialização desde a década de 1950; tentativas em adaptar o Brasil à globalização econômica; falta de ordenamento territorial; monocultura de grãos e introdução de espécies exóticas, que vem colocando em risco a biodiversidade daquela região (Nepstad *et al.*, 2008; Vieira *et al.*, 2008; Matricardi *et al.*, 2010). Há décadas, os desmatamentos que ocorrem na floresta amazônica vêm sendo mapeados por meio da utilização de imagens obtidas por sensores remotos orbitais (Ferreira *et al.*, 2007a; Ferreira *et al.*, 2008).

A floresta amazônica desempenha ainda um importante papel no equilíbrio climático e para o armazenamento de carbono (Nepstad *et al.*, 2008; Malhi *et al.*, 2008; Pan *et al.*, 2011; Coe *et al.*, 2013). Assim, numa região tão vasta, onde residem mais de 18 milhões de habitantes (IBGE, 2015), e que necessita de obras de infraestrutura, tais como rodovias, torna-se inevitável conflitos entre a necessidade de preservação ambiental, com o desenvolvimento econômico a partir da efetiva ocupação da mesma (Fearnside e De Alencastro, 2006; Ferreira *et al.*, 2007a; Ferreira *et al.*, 2010).

Desta forma, além do monitoramento de desmatamentos, faz-se necessário o estabelecimento de vários tipos de áreas de preservação ambiental: de proteção integral e de uso sustentável, além de terras indígenas (Soares-Filho *et al.*, 2010; Laurance *et al.*, 2012).

Na porção sul da floresta amazônica, especialmente no estado de Rondônia, é notável os conflitos entre as iniciativas de preservação e conservação ambiental e a ocupação do espaço. De tal modo, que no período de 2002 a 2011, neste estado, a ocorrência de desmatamentos ilegais dentro de áreas protegidas aumentou 400%, indicando, de maneira expressiva, que esta tendência pode se confirmar nos próximos anos, se não houver políticas que contenham tais eventos (Pedlowski *et al.*, 2005).

A partir de tais constatações, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise exploratória espacial no mosaico de áreas especiais que estão localizadas nos municípios de Guajará-Mirim e Nova Mamoré, porção oeste do estado de Rondônia. O mosaico é formado por várias terras indígenas, além de Unidades de Conservação (UC) de proteção integral e uso sustentável de jurisdição estadual e federal. Foi analisado o nível de influência da malha viária nos desmatamentos, a pressão dos desmatamentos sobre as áreas protegidas, além da situação de parâmetros biofísicos das áreas protegidas e áreas ocupadas nos dois municípios.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

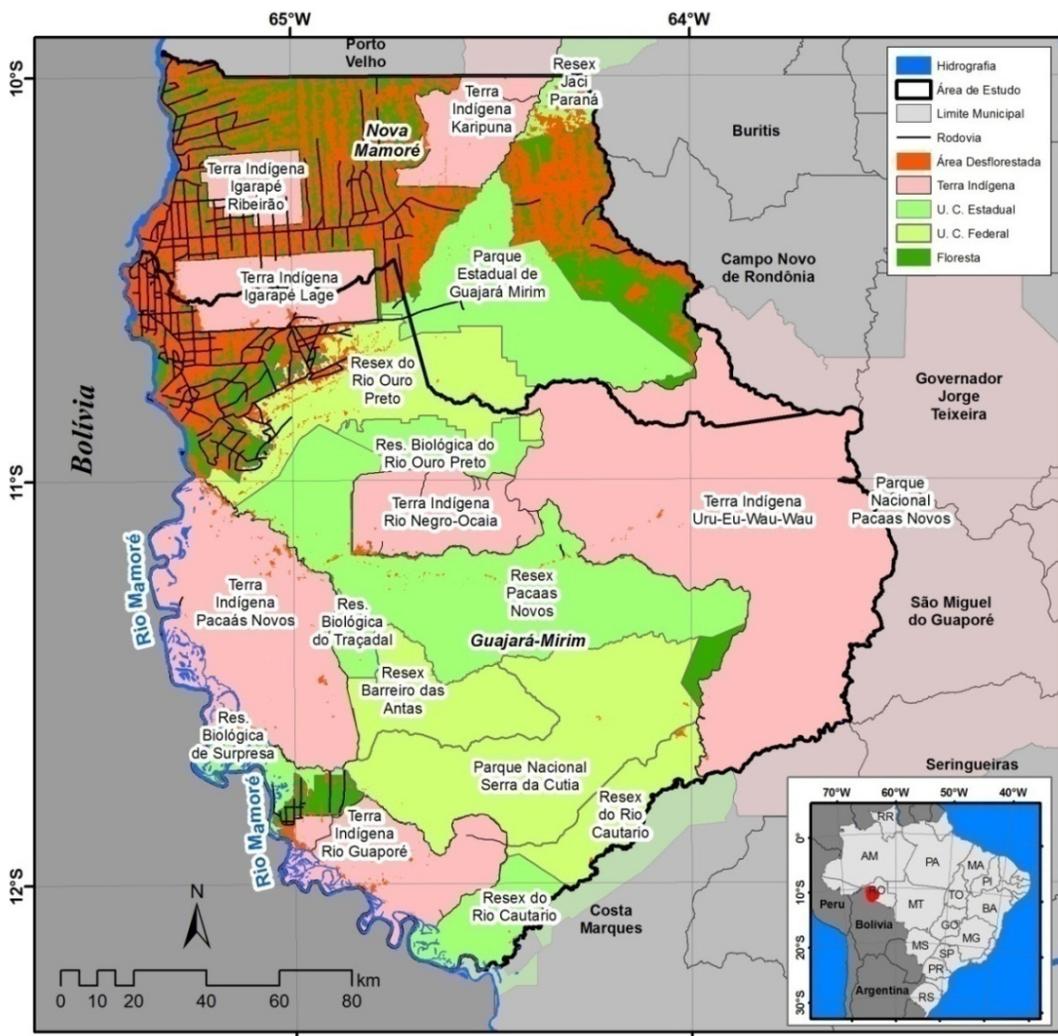
A área de estudo é formada pelos municípios de Nova Mamoré, com área de 10.089,27 km² e Guajará-Mirim, com 25.097,70 km², localizados na porção oeste do estado de Rondônia, entre as latitudes 9° 56' 7" Sul e 12° 13' 2" Sul e entre as longitudes 65° 25' 45" Oeste e 63° 28' 59" Oeste, na margem direita do rio Mamoré, na divisa entre

Brasil e a República da Bolívia, conforme se pode observar na FIGURA 1.

O clima da área de estudo é tropical durante o ano todo, as temperaturas médias mensais em Guajará-Mirim são bastante estáveis, variando apenas 2,4°C, entre 26°C e 28,4°C em junho e outubro, os meses mais frio e quente, respectivamente. Em relação a pluviosidade, os meses menos chuvosos são junho, julho e agosto, com precipitação acu-

mulada mensal chegando a 12 mm, enquanto os meses mais chuvosos são novembro, dezembro janeiro e fevereiro, com precipitação acumulada mensal superior a 230 mm (Climate-data.org, 2015). A área de estudo apresenta a menor pluviosidade do estado de Rondônia, com total acumulado anual de 1.600 mm, enquanto a região norte do estado apresenta uma pluviosidade anual superior a 2.300 mm (Franca, 2015).

FIGURA 1 Área de estudo formada pelos municípios de Nova Mamoré e Guajará-Mirim



Uma característica importante da área de estudo é o mosaico de áreas especiais, formado por terras indígenas, unidades de conservação de proteção integral (parques e reservas biológicas), e unidades de conservação de proteção sustentável (reservas extrativistas), de jurisdições estaduais e federais. Algumas porções dessas áreas especiais ocupam também áreas de municípios vizinhos da área de estudo, não sendo, portanto, consideradas neste trabalho. Na TABELA 1 é possível observar a quantidade de área protegida na área de estudo.

O mosaico de áreas especiais possui 29.774,80 km², ocupando 84,62% dos dois municípios que integram a área de estudo. Desse total, 14.005,46 km² ou 39,80% da área de estudo, são terras indígenas. Em relação às unidades de conservação, as de proteção integral (parques e reservas biológicas estaduais e federais) ocupam 21,34% da área de estudo, ou seja 7.540,42 km², enquanto as de uso sustentável (reservas extrativistas estaduais e

federais) ocupam 23,39%, ou seja 8.228,92 km², da área de estudo.

O mosaico de áreas especiais ocupa 2.3030,40 km² (91,76%) da área do município de Guajará-Mirim, enquanto no caso do município de Nova Mamoré o mosaico se estende por 5.129,54 km² (50,84%) da área municipal.

2.2 Procedimentos metodológicos

Para a elaboração deste trabalho, inicialmente foi organizada uma base de dados geográfica a partir da aquisição de dados elaborados por várias instituições públicas brasileiras tais como o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), Secretaria de Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia (SEDAM-RO). Além disso, foram utilizados dados de sensores orbitais que são operados pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA).

TABELA 1 Quantidade de Áreas Especiais na área de estudo

Nome da Área Especial	Jurisdição	Área (km ²)	% na área de estudo
Terra Indígena Igarapé Lage	Federal	1.073,97	100%
Terra Indígena Igarapé Ribeirão		478,82	100%
Terra Indígena Karipuna		803,62	52,14%
Terra Indígena Pacaás Novos		2.825,62	100%
Terra Indígena rio Guaporé		1.155,70	100%
Terra Indígena rio Negro-Ocaia		1.049,95	100%
Terra Indígena Sagarana		181,43	100%
Terra Indígena Uru-Eu-Wau-Wau		6.436,35	34,45%
Parque Nacional Pacaás Novos		1.500,34	21,61%
Parque Nacional Serra da Cutia		2.841,57	100%
Reserva Extrativista Barreiro das Antas		1.095,24	100%
Reserva Extrativista do rio Cautário		746,50	100%
Reserva Extrativista do rio Ouro Preto		2.007,34	100%
Parque Estadual de Guajará Mirim		Estadual	2.031,61
Reserva Biológica de Surpresa	362,69		100%
Reserva Biológica do rio Ouro Preto	591,34		100%
Reserva Biológica do Traçadal	212,87		100%
Reserva Extrativista do rio Cautário	680,08		47,85%
Reserva Extrativista Jaci Paraná	237,57		12,04%
Reserva Extrativista Pacaás Novos	3.462,19		100%

A base de dados geográfica foi formada por dados digitais armazenados em estrutura vetorial (pontos, linhas e polígonos) e estrutura matricial (células ou pixels). Em estrutura vetorial poligonal estão o limite dos municípios, as unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável de jurisdição estadual e federal, as terras indígenas e as rodovias, todas disponibilizadas pela SEDAM-RO e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados armazenados em estrutura matricial são produtos gerados a partir do processamento de dados obtidos pelo sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), acoplado nos satélites Terra e Aqua. Foram utilizados três produtos para se avaliar o índice de vegetação (produto MOD13A2), a temperatura de superfície (produto MOD11A2) e a evapotranspiração (produto MOD16A2). Os produtos MODIS utilizados possuem resolução espacial de 250 m e 1 km respectivamente e um intervalo mensal das imagens, para o ano de 2014. O *download* dessas imagens foi feito de forma automática utilizando o *script*.

Os dados de desmatamentos foram obtidos a partir dos resultados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), que é elaborado em escala temporal anual pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a partir do processamento de imagens, com a utilização de técnicas de sensoriamento remoto (Hansen *et al.*, 2008). Os dados de focos de calor, também foram obtidos a partir do INPE, responsável pelo desenvolvimento e operação do Sistema de Monitoramento de Focos de Calor, que produz as informações por meio do processamento automático de dados oriundos de múltiplos sensores acoplados em vários satélites que orbitam a Terra em alta resolução temporal (Schroeder *et al.*, 2005).

De posse de todos os dados, deu-se início ao processamento para se calcular as áreas des-

matadas por município até o ano de 2014, em seguida, para a área de estudo se fez o cálculo de áreas desmatadas de 2000 a 2014 considerando o intervalo de tempo anual.

Após o processamento dos dados de desmatamentos, realizou-se a análise da influência das rodovias localizadas na área de estudo, em relação aos desmatamentos ocorridos até o ano 2014. Para isso, tomando-se o mapa de rodovias como referência, elaborou-se análises de proximidades, mapeando-se áreas a cada 1 km de rodovias para em seguida realizar a intersecção das áreas de influências de rodovias com as áreas desmatadas e assim calcular a quantidade de desmatamento a cada quilômetro a partir das rodovias. Na Amazônia Legal brasileira foi empregado esse mesmo método e verificou-se que as rodovias influenciaram em desmatamento em até 10 km de distância (Ferreira *et al.*, 2007b).

Com a quantidade de áreas desmatadas a cada quilômetro das rodovias, esses valores foram agregados para se obter a porcentagem de desmatamentos ocorridos a 5 km de rodovias, distância considerada de influência direta de rodovias em estudos de impactos ambientais, e além da distância de 5 km, área de influência indireta de rodovias (Lopes, 2015). Esses valores foram considerados para compor o Índice de Pressão Antrópica Direta e Indireta proposto neste trabalho.

O índice de pressão antrópica (IPA), proposto por Lopes (2015) consiste na média aritmética entre as rodovias, as áreas desmatadas e os focos de calor. Neste trabalho, considera-se também a porcentagem de áreas desmatadas a 5 km de rodovias e a porcentagem de áreas desmatadas além de 5 km, compondo assim o índice de pressão antrópica direta e indireta (IPADI), conforme a equação 1.

$$IPADI = \Sigma(\text{peso} * \text{desm.} + \text{peso} * \text{rodovias} + \text{peso} * \text{fc} + \text{desm}5\text{km} + \text{desm.além}5\text{km}) \quad (1)$$

sendo que 'desm' é o desmatamento e 'fc' são os focos de calor.

Para áreas desmatadas, rodovias e focos de calor, o valor do peso foi 10 (Lopes, 2015) para as áreas de influência direta e indireta de rodovias, 'desm' 5 km e 'desm' além 5 km, respectivamente, os valores foram calculados a partir da porcentagem de desmatamentos que ocorrem nessas áreas, normalizado por 10.

Os valores de IPADI foram divididos em 5 categorias, conforme Santos e Gomide (2015) **TABELA 2**.

TABELA 2 Categorias de IPADI

IPADI	Nível
1,0 - 2,7	Baixo
2,8 - 4,5	Moderado
4,6 - 6,3	Alto
6,4 - 8,1	Muito Alto
8,1 - 10	Severo

FORNTE: SANTOS E GOMIDE, 2015

Após a obtenção do IPADI, deu-se início a análise de variáveis biofísicas da área de estudo, considerando o mosaico de áreas especiais e as áreas externas ao mosaico de áreas especiais. As variáveis observadas foram o índice de vegetação, a evapotranspiração e a temperatura de superfície. Foram obtidas imagens para todos os meses de 2014, elas passaram por um processamento inicial, onde todos os pixels isentos de perturbações atmosféricas foram selecionados, por meio da análise de metadados das imagens (Ferreira *et al.*, 2007a). Posteriormente, as imagens foram categorizadas em dois grupos, de acordo com a localização dos pixels, o grupo dos pixels inseridos no mosaico de áreas especiais e o grupo dos pixels localizados fora do mosaico de áreas especiais. Para esses dois grupos foram calculados mensalmente os valores da média e desvio-padrão, para cada variável considerada no estudo.

3. Resultados e discussões

Os desmatamentos ocorreram predominantemente na porção norte da área em estudo, principalmente no município de Nova Mamoré. Nesse município, até o ano de 2014 haviam sido desmatados 3.184,89 km² (31,56%) da sua área. No caso do município de Guajará-Mirim, até 2014 o desmatamento foi de 1.440,85 km², ou seja, 6,75% de sua área. Pelos dados do IBGE foi possível observar que a pecuária apresentou um crescimento de aproximadamente 139% no município de Nova Mamoré, entre os anos de 2004 a 2014. Já no município de Guajará-Mirim observou um crescimento de 15,23% entre os mesmos anos. O crescimento do número de bovino explica o desmatamento, na medida em que a conversão das florestas ocorre na Amazônia para formação de pastagens. Isso porque o modelo de desenvolvimento econômico dessa região é uma opção do Estado brasileiro pela propriedade privada da terra e a expansão capitalista, em contraposição com as formas tradicionais de uso.

A prática da pecuária em Rondônia é incentivada pelo governo estadual, financiada pelo Ministério da Integração Nacional, bancos públicos e privados. Nesse sentido Santos (2014) apresentou em detalhe um conjunto de ações em Rondônia para incentivo da pecuária, dos quais destaca, o Programa de Desenvolvimento da Pecuária do Estado de Rondônia e o projeto de melhoria genética via inseminação artificial do rebanho SRD (Sem Raça Definida). Esse financiamento em Rondônia contribuiu para a concentração da matriz econômica sobre a pecuária extensiva, que necessita de grandes áreas para comportar o expressivo rebanho bovino. O resultado desse conjunto de ações é o fortalecimento e desenvolvimento das relações capitalistas para a região.

Conforme a **FIGURA 2** é possível observar que o desmatamento na área de estudo sofreu uma desaceleração, pois identificou-se consolidação das áreas de pastagens.

A localização dos desmatamentos está representada na FIGURA 3, onde também é possível observar o desmatamento ocorrido em duas épocas, antes de 2005 e no intervalo temporal de 2006 a 2014.

Além do exposto, entre os anos 2000 e 2005 a expansão do desmatamento variou anualmente de 5% a 13%, a partir de 2006 ocorreu uma expressiva desaceleração e a expansão anual variou

FIGURA 2 Desmatamento na área de estudo

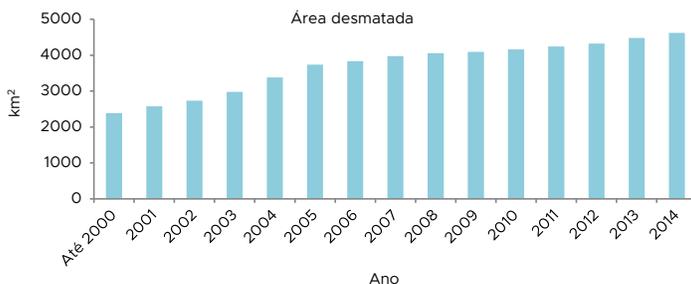
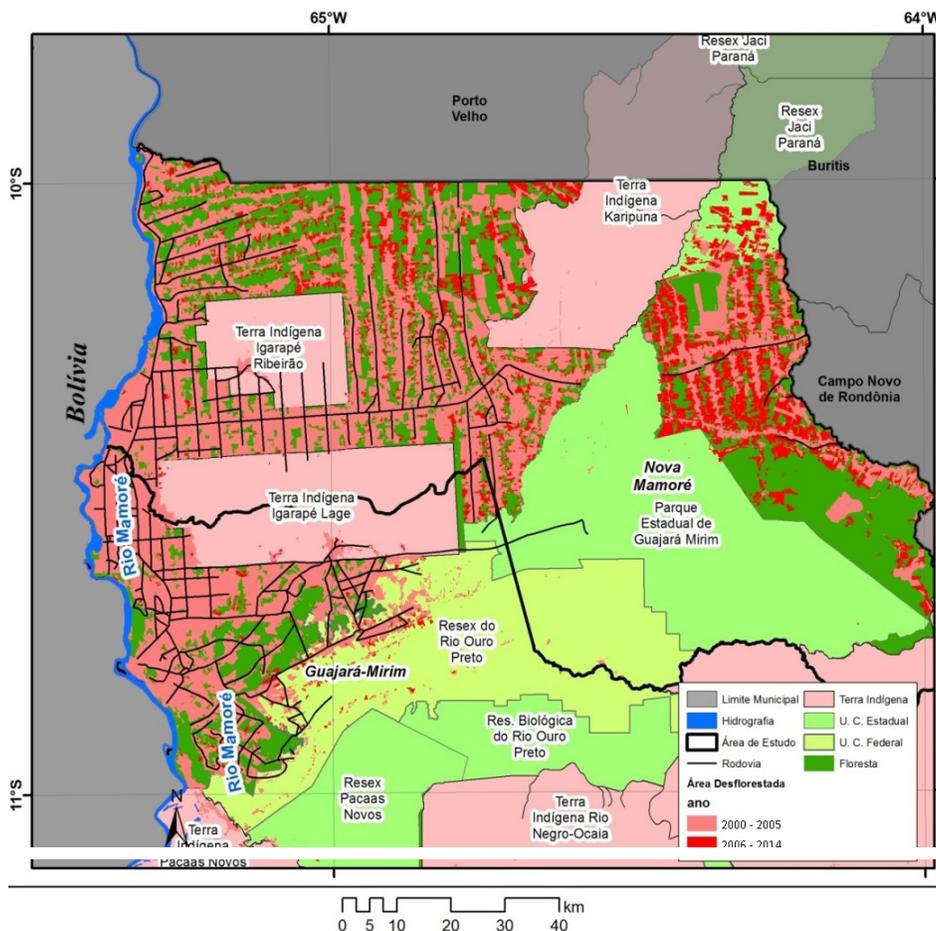


FIGURA 3 Localização de áreas desmatadas em Guajará-Mirim e Nova Mamoré



entre 1% e 3%, sendo que esses desmatamentos recentes sucederam predominantemente na porção nordeste da área de estudo. É possível observar a ocorrência de importantes extensões desmatadas em algumas áreas especiais tais como a Reserva Extrativista Estadual Jaci-Paraná e também na Reserva Extrativista Federal do Rio Ouro Preto.

É possível observar na FIGURA 3 a relação espacial entre as rodovias e as áreas desmatadas. Analisando-se a quantidade de áreas desmatadas em intervalos quilométricos de cada lado das rodovias, observou-se que 82,62% das áreas desmatadas localizam-se até 5 km das rodovias da área de estudo. Após essa distância a quantidade de áreas desmatadas diminui, mas continuam importantes, pois atingem 17,38% do total de áreas desmatadas.

A FIGURA 4 ilustra a relação entre as rodovias e a ocorrência de áreas desmatadas na área de estudo. Segundo Bastos (2009: 101): “*com abertura de estradas, as frentes de desmatamento são impulsionadas e dessas estradas, ditas oficiais, são geradas outras clandestinas que pressionam intensamente os recursos existentes nas áreas protegidas próximas a elas*”. Para Fearnside (2012: 2), a decisão sobre a construção, reconstrução ou melhoria de uma estrada é feita pelo governo, mas uma vez

construída uma estrada, “*muitos dos processos que levam à destruição da floresta ficam fora do controle do governo*”.

Para o mapeamento do Índice de Pressão Antrópica Direta e Indireta, as áreas localizadas até 5 km de rodovias receberam o valor de 8,26 (82,6% das áreas desmatadas estão até 5 km de rodovias e foram normalizadas pelo valor 10). Além dessa distância foi atribuído o valor 1,74 (17,4% dos desmatamentos, normalizado por 10). Após o processamento dos dados, obteve-se o mapa ilustrado na FIGURA 5.

A maior parte da área de estudo (70,34%) possui índice de pressão antrópica direta e indireta indeterminada, pois não sofre influências de rodovias, desmatamentos e focos de calor. A partir do cálculo das áreas das várias categorias de IPADI, foi possível obter a TABELA 3.

Na FIGURA 5 é possível observar que as áreas especiais localizadas no município de Nova Marmoré estão sujeitas a índices de pressão antrópicas importantes chegando à moderada, como é caso do Parque Estadual de Guajará-Mirim, além de parte da Reserva Extrativista Jaci-Paraná. No caso do município de Guajará-Mirim, a Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto possui porções sob pressão antrópica baixa e moderada.

FIGURA 4 Relação entre rodovias e ocorrência de desmatamentos

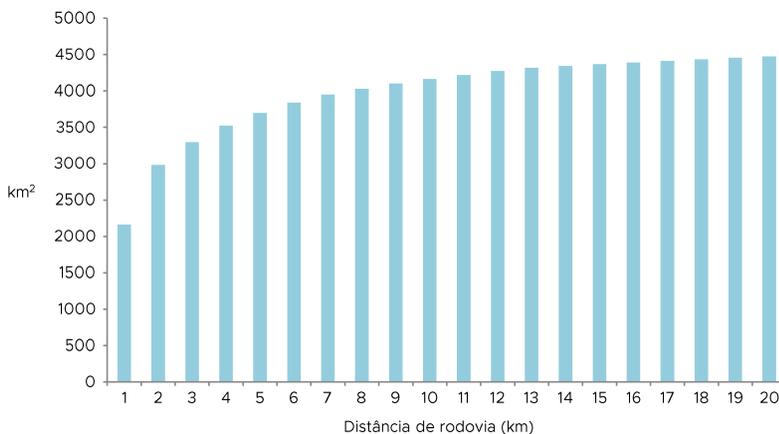


FIGURA 5 Mapeamento do Índice de Pressão Antrópica Direta e Indireta

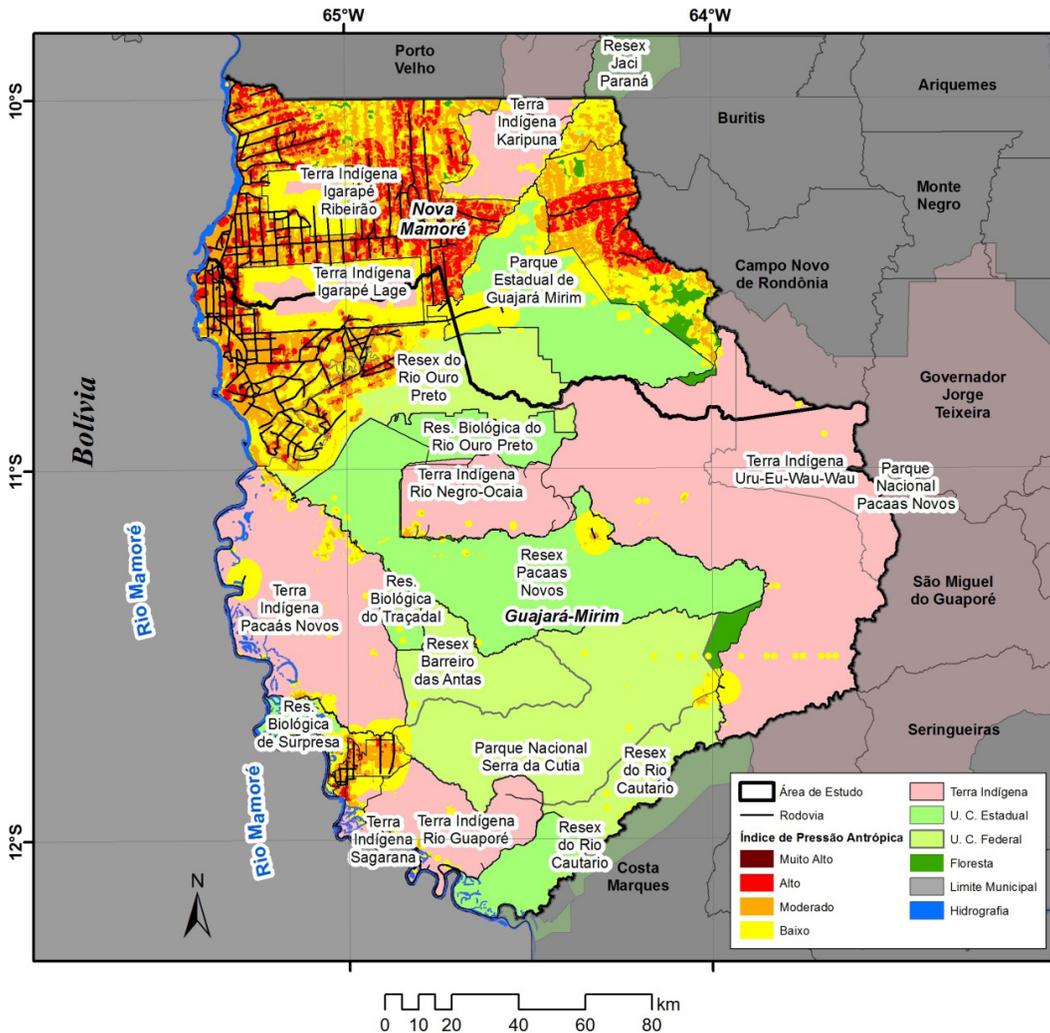


TABELA 3 Áreas com Índice de Pressão Antrópica Classificada

IPADI	Área Km ²	% da Área de Estudo
Muito Alto	57,15	0,16
Alto	1.942,16	5,52
Moderado	3.675,61	10,45
Baixo	4.763,27	13,54
Indeterminada	24.754,61	70,34

Como o desmatamento é a variável antrópica que mais chama a atenção na área de estudo, foi utilizado o produto MOD13A2 para mensurar o índice de vegetação mensalmente, durante o ano de 2014, considerando o mosaico de áreas especiais e as áreas localizadas fora do mosaico. Os resultados da análise de índice de vegetação podem ser observados na **TABELA 4**.

A partir das médias de índices de vegetação foi elaborada a **FIGURA 6**, para melhor visualização do comportamento temporal do índice de vegetação na área de estudo.

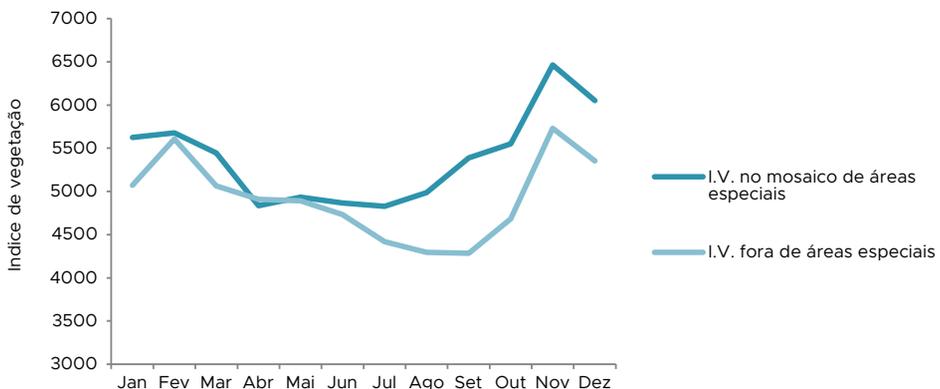
Foi observado que entre os meses de fevereiro e maio, os valores de índice de vegetação no mosaico de áreas especiais e nas áreas antropizadas são muito próximos. No entanto, a partir do início dos meses secos, até o mês de janeiro, o índice de vegetação de áreas antropizadas sofre uma diminuição importante, devido ao período seco e o tempo necessário para a recuperação da vegetação.

Com a diminuição do índice de vegetação em áreas antropizadas, espera-se o aumento da temperatura de superfície, principalmente nos

TABELA 4 Avaliação do Índice de Vegetação.

Mês	Dentro do Mosaico de Áreas Especiais		Fora do Mosaico de Áreas Especiais	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão
Jan	5626,3	913,49	5070,13	945,42
Fev	5679,2	974,18	5606,29	1172,20
Mar	5444,0	751,88	5064,73	908,26
Abr	4835,2	687,50	4907,07	821,16
Mai	4932,8	645,36	4891,80	839,42
Jun	4867,8	533,16	4732,27	682,78
Jul	4829,0	525,20	4419,37	713,17
Ago	4984,7	480,76	4293,64	850,31
Set	5389,3	705,24	4284,58	999,66
Out	5550,2	821,22	4684,57	909,17
Nov	6464,1	815,48	5731,50	1198,28
Dez	6052,2	934,19	5351,91	1031,63

FIGURA 6 Comportamento mensal do índice de vegetação mensal em 2014



meses de menores pluviometrias; da mesma forma, espera-se que a evapotranspiração seja menor nos meses mais secos. O impacto mais imediato desse cenário se traduz na propagação de focos de queimadas. Segundo Nepstad, *et al.* (1999), a ocorrência do fogo na Amazônia pode ser dividida, de acordo com sua natureza, em três tipos principais: as queimadas para retirada da vegetação, os incêndios florestais rasteiros e queimadas e os incêndios em áreas já desmatadas. Dessa maneira, os resultados das análises de temperatura de superfície podem ser observados na

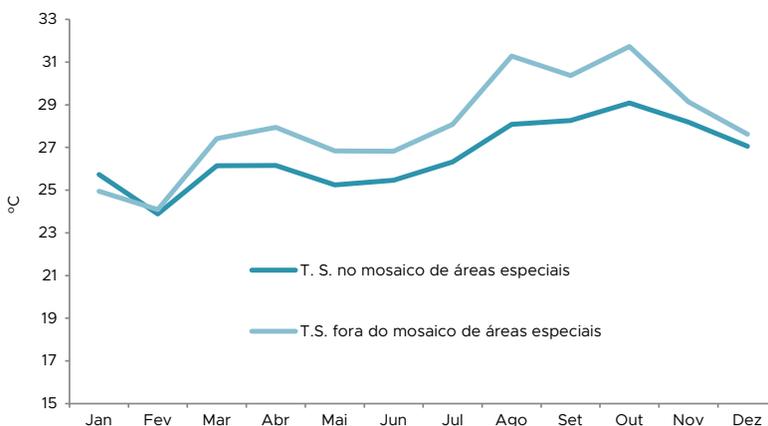
TABELA 5. A variação da temperatura de superfície pode ser observada na **FIGURA 7.**

Entre o mosaico de áreas especiais e áreas fora do mosaico de áreas especiais ocorre para o mês de agosto, uma diferença expressiva na temperatura de superfície de mais de 3°C. Esse dado vai de encontro com as discussões sobre os impactos da retirada da vegetação para as alterações no clima, mudanças na temperatura e na quantidade e regularidade das chuvas (Fearnside, 2005; Artaxo, *et al.*, 2014; Spracklen e Garcia-Carreras, 2015) e está de acordo com os

TABELA 5 Temperatura de superfície e evapotranspiração mensal em 2014

Mês	Evapotranspiração				Temperatura da Superfície			
	Dentro do Mosaico de Áreas Especiais		Fora do Mosaico de Áreas Especiais		Dentro do Mosaico de Áreas Especiais		Fora do Mosaico de Áreas Especiais	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão
Jan	111,06	7,84	108,80	7,07	25,73	0,69	24,95	0,82
Fev	92,11	6,36	87,87	5,91	23,89	1,19	24,09	1,29
Mar	105,06	5,96	101,24	5,97	26,15	1,53	27,42	2,02
Abr	111,82	5,96	105,76	6,33	26,15	1,32	27,94	1,85
Mai	101,00	4,81	97,63	5,76	25,25	1,08	26,84	1,79
Jun	108,77	6,25	112,45	5,74	25,46	0,67	26,82	1,09
Jul	115,76	7,06	117,60	7,39	26,33	0,77	28,08	1,41
Ago	129,59	7,41	118,46	16,19	28,08	0,96	31,29	1,96
Set	124,69	6,33	112,06	17,41	28,26	1,14	30,37	2,34
Out	137,69	8,38	121,78	14,79	29,09	1,58	31,73	2,63
Nov	105,98	6,26	101,90	6,62	28,19	1,63	29,14	2,05
Dez	115,19	7,13	111,90	6,90	27,06	1,81	27,62	1,84

FIGURA 7 Comportamento mensal da temperatura de superfície em 2014



dados apresentados por Correia *et al.* (2007) que constataram que o aumento na temperatura do ar próximo à superfície em área desmatada varia de 1 a 4°C. De modo igual, Artaxo *et al.* (2014) afirmam que as conclusões de estudos realizados sugerem que o aumento na temperatura na Amazônia poderá atingir de 3 a 6°C até finais do século XXI. Assim também, Lejeune *et al.* (2015) asseguram que as mudanças projetadas da cobertura do solo em 2100, resultará num aumento médio anual da temperatura da superfície de 0,5°C sobre a região amazônica e uma diminuição anual das chuvas de 0,17 mm/dia em comparação com as condições atuais.

Além disso, as temperaturas mais altas nas áreas antropizadas resultou em evapotranspiração menor nos meses mais secos, sendo que as áreas protegidas não sofrem alterações expressivas nos meses mais secos. Com efeito, de acordo com Artaxo *et al.* (2014), a redução da evapotranspiração acaba por diminuir a disponibilidade de água na atmosfera.

A FIGURA 8 apresenta o comportamento da evapotranspiração em 2014. Observou-se que nos meses mais chuvosos, a evapotranspiração em toda a área de estudo permanece similar, no entanto,

em meses com menores índices pluviométricos, a evapotranspiração apresenta menores valores fora do mosaico de áreas especiais. Essa é mais uma evidência de que a retirada da vegetação contribui para distúrbios na regularidade das chuvas.

4. Conclusões

Por meio dos resultados concluiu-se que:

- O mosaico de áreas especiais da área de estudo possui pequenas áreas antropizadas, principalmente em algumas terras indígenas e unidades de conservação de uso sustentável. Com essa situação as variáveis biofísicas apresentam pouca variação durante o ano e durante os meses os desvios-padrão também são constantes e com coeficiente de variação menor que 10%, ou seja, o mosaico de áreas protegidas vem garantindo a preservação das variáveis biofísicas estudadas, o que não vem ocorrendo nas áreas antropizadas, principalmente nos meses de pouca ocorrência pluviométrica.
- O desmatamento é maior na área de influência direta das rodovias, mas ocorrem e se consolidam a partir da prática da pecuária.

FIGURA 8 Comportamento da evapotranspiração na área de estudo em 2014



- Os desmatamentos na porção nordeste da área de estudo, no município de Nova Mamoré, pressionam para os maiores índices de pressão antrópica, sendo que essa pressão vem ocorrendo no Parque Estadual de Guajará-Mirim e na Reserva Extrativista Jaci-Paraná, duas importantes áreas especiais nessa área.
- Por consequência, as temperaturas mais altas nas áreas antropizadas resultou em evapotranspiração menor nos meses mais secos, sendo que as áreas protegidas não sofrem alterações expressivas nos meses mais secos.

5. Referências citadas

- ARTAXO, P.; DIAS, M. A. F. S.; NAGY, L.; LUIZÃO, F. J.; CUNHA, H. B.; QUESADA, C. A. N.; MARENGO, J. A. e A. KRUSCHE. 2014. "Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta amazônica". *Ciência e Cultura*, 66(3): 41-46.
- BASTOS, A. S. 2009. *A dinâmica da ocupação e seus reflexos para estabilidade do meio físico na terra indígena Uru Eu Wau Wau/RO e seu entorno*. Fundação Universidade Federal de Rondônia, Brasil. Dissertação (Mestrado em Geografia).
- CLIMATE-DATA.ORG. 2015. *Clima: Guajará-Mirim - Gráfico climático, Gráfico de temperatura, Tabela climática - Climate-Data.org*. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/42759/>. [Consulta: janeiro, 2016].
- COE, M. T.; MARTHEWS, T. R.; COSTA, M. H.; GALBRAITH, D. R.; GREENGLASS, N. L.; HEWLETT, M. A.; LEVINE, N. M.; MALHI, Y.; MOORCROFT, P. R.; MUZA, M. N.; POWELL, T. L.; SALESKA, S. R.; SOLORZANO, L. A. & J. WANG. 2013. "Deforestation and climate feedbacks threaten the ecological integrity of south-southeastern Amazonia". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Biological sciences*, 368(1.619): 10-35.
- CORREIA, F. W. S.; MANZI, A. O.; CÂNDIDO, L. A.; SANTOS, R. M. N. e T. PAULIQUEVIS. 2007. "Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal". *Ciência e Cultura*, 59(3): 39-43
- COUTINHO, L. M. 2006. "O conceito de bioma". *Acta Botânica Brasílica*, 20(1): 13-23.
- FEARNSIDE, P. M. 2005. "Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates, and consequences". *Conservation Biology*, 19(3): 680-688.
- FEARNSIDE, P. M. & P. M. G. DE ALENCASTRO. 2006. "BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia". *Environmental Management*, 38(5): 5-16.
- FEARNSIDE, P. M. 2012. "A tomada de decisão sobre grandes estradas amazônicas". Em: A. BAGER (Dir.), *Ecologia de Estradas: Tendências e pesquisas*. pp. 59-75. Editora da Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais, Brasil.
- FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C. e M. E. FERREIRA. 2008. "Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte". *Biological Sciences*, 30(4): 379-390.
- FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. & F. MIZIARA. 2007a. "Deforestation hotspots in the Brazilian Amazon: Evidence and causes as assessed from remote sensing and census data". *Earth Interactions*, 11(1): 1-16.

- FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G.; HUETE, A. R. & M. E. FERREIRA. 2007b. "An operational deforestation mapping system using MODIS data and spatial context analysis". *International Journal of Remote Sensing*, 28(1): 47-62.
- FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. & A. R. HUETE. 2010. "Assessing the response of the MODIS vegetation indices to landscape disturbance in the forested areas of the legal Brazilian Amazon". *International Journal of Remote Sensing*, 31(3): 745-759.
- FRANCA, R. R. 2015. "Climatologia das chuvas em Rondônia -período 1981-2011". *Revista Geografias*, 11(1): 44-58.
- HANSEN, M.; HANSEN, M. C.; SHIMABUKURO, Y. E., POTAPOV, P. & K. PITTMAN. 2008. "Comparing annual MODIS and PRODES forest cover change data for advancing monitoring of Brazilian forest cover". *Remote Sensing of Environment*, 112(10): 3.784-3.793.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTAISTICA (IBGE). 2015. *Estimativas da População Residente no Brasil e Unidades da Federação em julho de 2015*. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_dou_2015_20150915.pdf. [Consulta: dezembro, 2016].
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTAISTICA (IBGE). *Mapeamento Vetorial Contínuo do Brasil na Escala 1:250.000*. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapeamento_sistemico/base_vetorial_continua_escala_250mil/. [Consulta: janeiro, 2016].
- LAURANCE, W. F.; KOSTER, H.; GROOTEN, M.; ANDERSON, A. B.; ZUIDEMA, P. A.; ZWICK, S.; ZAGT, R. J.; LYNAM, A. J.; LINKIE, M. & P. R. ANTEN. 2012. "Making conservation research more relevant for conservation practitioners". *Biological Conservation*, 153: 164-168.
- LEJEUNE, Q.; DAVIN, E. L.; GUILLOD, B. P. & S. I. SENEVIRATNE. 2015. "Influence of Amazonian deforestation on the future evolution of regional surface fluxes, circulation, surface temperature and precipitation". *Climate Dynamics*, 44(9): 2.769-2.786.
- LOPES, J. M. A. 2015. *As Influências da BR - 421 Sobre as Terras Indígenas em Rondônia*. Departamento de Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, Brasil. Tese de Graduação.
- MALHI, Y.; ROBERTS, J. T.; BETTS, R. A.; KILLEEN, T. J.; WENHONG, L. & C. A. NOBRE. 2008. "Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon". *Science*, 319(5.860): 169-172.
- MATRICARDI, E. A. T.; SKOLE, D. L.; PEDŁOWSKI, M. A.; CHOMENTOWSKI, W. & L. C. FERNANDES. 2010. "Assessment of tropical forest degradation by selective logging and fire using Landsat imagery". *Remote Sensing of Environment*, 114(5): 1.117-1.129.
- NEPSTAD, D. C.; MOREIRA, A. G. & A. A. ALENCAR. 1999. *A Floresta em chamas: Origens, impactos e prevenção de fogo na Amazônia*. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Brasília, Brasil.
- NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M.; SOARES-FILHO, B. & F. MERRY. 2008. "Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point". *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1.498): 1.737-1.746.
- PAN, Y.; BIRDSEY, R. A.; FANG, J.; HOUGHTON, R.; KAUPPI, P. E. & W. A. KURZ. 2011. "A large and persistent carbon sink in the world's forests". *Science*, 333(6.045): 88-93.

- PEDLOWSKI, M. A.; MATRICARDI, E. A. T.; SKOLE, D.; CAMERON, S. R.; CHOMEN-TOWSKI, W.; FERNANDES, C. & A. LISBOA. 2005. "Conservation units: a new deforestation frontier in the Amazonian State of Rondônia, Brazil". *Environmental Conservation*, 32(2): 149-155.
- SANTOS, A. M. 2014. *Cartografias dos povos e das terras indígenas de Rondônia*. Departamento de Geografia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Brasil. Tese de Doutorado.
- SANTOS, A. M. e M. L. C. GOMIDE. 2015. "Ocupação no entorno das terras indígenas em Rondônia, Brasil". *Boletim Goiano de Geografia*, 35(3): 417-436.
- SCHROEDER, W.; MORISETTE, J. T.; CSISZAR, I.; GIGLIO, L.; MORTON, D. & C. O. JUSTICE. 2005. "Characterizing vegetation fire dynamics in Brazil through multisatellite data: Common trends and practical issues". *Earth Interactions*, 9(13): 1-26.
- SPRACKLEN, D. V. & L. GARCIA-CARRERAS. "The impact of Amazonian deforestation on Amazon basin rainfall". *Geophysical Research letters*, 42(21): 9.546-9.552.
- SOARES-FILHO, B.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; ANDERSON, A.; RODRIGUES, H.; GARCIA, R.; DIETZSCH, L.; MERRY, F.; BOWMAN, M.; HISSA, L.; SILVESTRINI, R. & C. MARETTI. 2010. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(24): 1.0821-1.0826.
- VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; SILVA, J. M. C & H: HIGUCHI. 2008. "Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia", *Brazilian Journal of Biology*, 68(4): 949-956.