



Uso de imagens Landsat para o monitoramento da cobertura florestal de três RPPN em Rondônia

Micheli Leite ZANCHETTA^{1*}, Diogo Martins ROSA²

¹Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.

²Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, Porto Velho, Rondônia, Brasil. (ORCID: 0000-0003-3427-8353)

*E-mail: micheli_leite@hotmail.com (ORCID: 0000-0002-5120-3444)

Recebido em 02/07/2019; Aceito em 02/08/2019; Publicado em 13/04/2020.

RESUMO: O desmatamento ilegal na região amazônica vem crescendo muito nas últimas décadas, os maiores avanços e mais preocupantes estão dentro de Unidades de Conservação (UCs). Nesse contexto, esse estudo teve o objetivo de avaliar a eficiência de três Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN) para a conversação da cobertura florestal. Para isso, foi realizado o monitoramento da cobertura do solo de três RPPNs (Serungal Assunção, Vale das Antas e Água Boa) com uso da classificação supervisionada das imagens Landsat 5 e 8, referentes aos anos de criação de cada RPPN e o ano de 2018. Para realizar a classificação foram coletados ~60 pixels por área de interesse (ROI), as classes selecionadas foram: água, solo exposto e floresta. Com o monitoramento das três RPPNs foi observado um aumento entre 2% até 35% de cobertura florestal nas RPPNs. O monitoramento das RPPNs com o uso de imagens Landsat possibilitou detectar a eficiência da regeneração natural da cobertura florestal, bem como a preservação da vegetação nativa. Portanto, conclui-se que as RPPNs são eficientes para conter o desmatamento, porém são necessárias mais pesquisas nesse sentido, visto que há poucos trabalhos de monitoramento de unidades de conservação em Rondônia e no Brasil.

Palavras-chave: monitoramento; unidade de conservação; uso sustentável.

Use of Landsat images for the monitoring of the forest coverage of three Private Natural Heritage Reserve (RPPN) in Rondônia

ABSTRACT: Illegal deforestation in the amazon region has been growing a lot in recent years, the biggest and most worrying advances are within Conservation Units (CUs). This research aims to evaluate the efficiency of three Private Natural Heritage Reserve (RPPN) for the conservation of the forest cover. Therefore, for this research, three RPPNs (Serungal Assunção, Vale das Antas and Água Boa) were monitored using the supervised classification of images Landsat 5 and 8, corresponding to the years of creation of each RPPN and 2018. To perform the classification were collected ~60 pixels per area of interest (ROI), the classes selected were water, exposed soil and forest. After monitoring the three RPPNs, it was possible to observe an increase between 2% up to 35% of forest cover in the RPPNs. With the monitoring of the RPPNs using the images Landsat it was possible to detect the efficiency of the natural regeneration of the forest cover, as well as the preservation of the native vegetation. Therefore, it is possible to conclude that RPPNs are efficient to contain deforestation. However, further research is still needed in this area, since there are few researches on the monitoring of conservation units in Rondônia as well as in Brazil.

Keywords: monitoring; conservation unit; sustainable use.

1. INTRODUÇÃO

A diminuição no tamanho de florestas nativas em todo o mundo e, principalmente, no Brasil vem ocorrendo como resultado não só de fenômenos naturais, como também pela ação humana, com cortes de árvores para fins comerciais e exploração irregular, aumento de terras para utilização agropecuária e até mesmo incêndios florestais (ARRAES et al., 2012; FREITAS et al., 2018; BRANCALION et al., 2018). As grandes mudanças na demografia regional, na urbanização e nos efeitos ecológicos causados pelo desmatamento e degradação florestal afetam o sistema climático global, a agricultura e os serviços ecológicos existentes na Amazônia brasileira (RIVERO et al., 2009; FERREIRA; COELHO, 2015). Neste contexto, constata-se a importância das Unidades de Conservação (UCs) como mecanismo brasileiro

para o controle do desmatamento e, conseqüentemente, para conservação da biodiversidade e da cobertura florestal a nível mundial (SOARES-FILHO et al., 2010). As UCs são criadas e geridas pelo poder público, com exceção da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), considerada de iniciativa privada (BRASIL, 2000).

Desta forma, o uso de geotecnologias para o monitoramento das UCs é de grande importância nesse cenário de aumento do desmatamento (BARBOSA et al., 2018). Essa ferramenta pode ser aplicada diretamente para contribuições na montagem de bancos de dados georreferenciados para a verificação e o monitoramento da conservação e preservação de UCs. Assim, a partir desses bancos de dados é possível identificar situações críticas, e então interferir na sua gestão e proteção (COPATTI et al.,

2015; MOREIRA et al., 2018; MARTINS; MASCARENHAS, 2019).

Logo, esse trabalho teve o objetivo de monitorar a cobertura florestal, por meio de imagens Landsat, das UCs de uso sustentável, criadas por iniciativa privada, as RPPNs, dentro dos municípios de Porto Velho, Teixeiraópolis e Cacoal no estado de Rondônia, e assim observar se as RPPNs são eficientes para conter o desmatamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três RPPNs do estado, sendo elas Seringal Assunção, Vale das Antas e Água Boa, que estão localizadas no município de Porto Velho, Teixeiraópolis e Cacoal, respectivamente (Figura 1).

A RPPN Seringal Assunção foi a primeira a ser criada dentro do estado de Rondônia no ano de 1997 no município de Porto Velho, seguida da RPPN Vale das Antas (1999), na qual ainda houve uma retificação (nº 81-N/1999) para

alteração de município de Nova União para o município de Teixeiraópolis. A última a ser criada antes da publicação do SNUC foi a RPPN Água Boa (2000) (Tabela 1).

No geral, o estado tem clima do tipo Am (tropical úmido), com média de precipitação anual de 2.100 mm, com máxima nos meses de janeiro a março (ALVARES et al., 2014), umidade relativa média anual de 75%, temperatura média anual 25,9 °C (FRANCA, 2015) e vegetação nativa classificada como Floresta Ombrófila Aberta (IBGE, 2012).

Tabela 1. Informações das três RPPNs em Rondônia.
Table 1. Information about the three RPPNs in Rondônia.

RPPN	Município	Área (ha)	Portaria de criação (nº/ano)
Seringal Assunção	Porto Velho	589,96	63/1997
Vale das Antas	Teixeiraópolis	62,42	81-N/1999
Água Boa	Cacoal	45,41	21/2000

Fonte: SimRPPN, 2018.

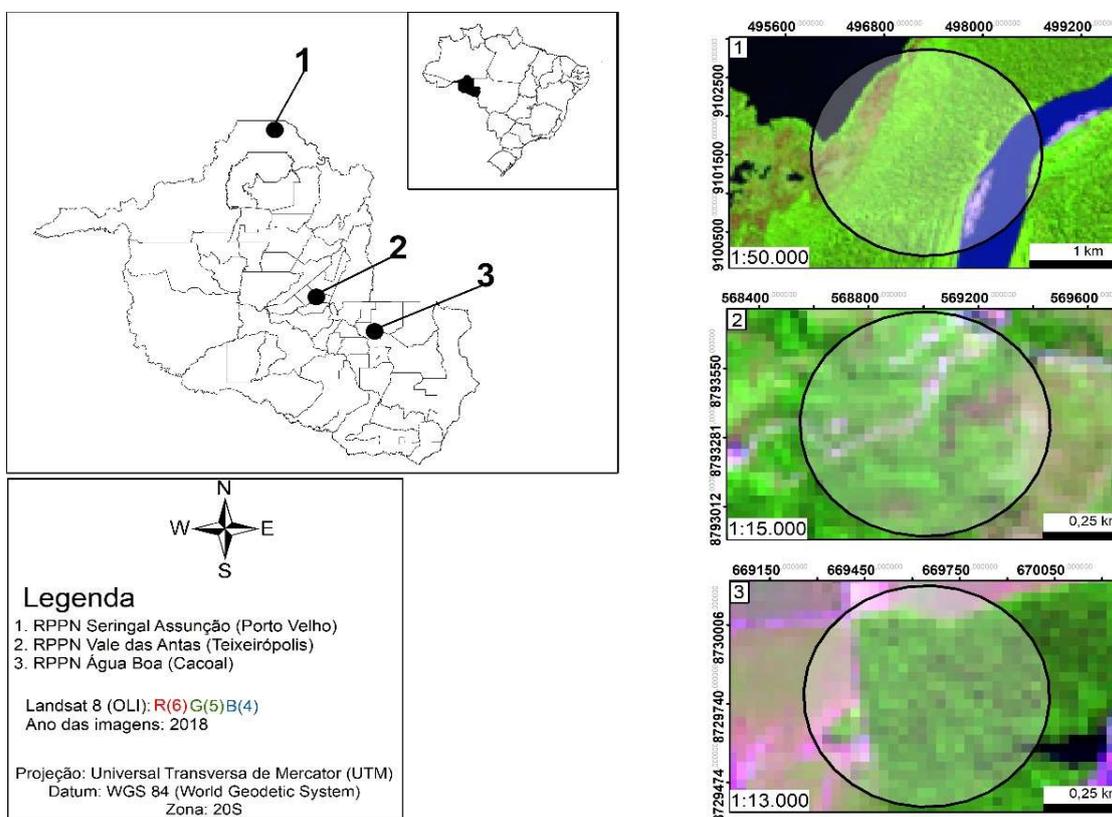


Figura 1. Localização das RPPNs Seringal Assunção, Vale das Antas e Água Boa no estado de Rondônia.
Figure 1. Location of RPPNs Seringal Assunção, Vale das Antas and Água Boa in the state of Rondônia.

Para o monitoramento das RPPNs, utilizou-se imagens do satélite Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), correspondentes aos anos de criação das RPPNs e do Landsat 8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), para o ano de 2018, utilizando-se da composição colorida (RGB) verdadeira (L5: R3/G2/B1; L8: R4/G3/B2) e falsa cor (L5: R5/G4/B3; L8: R6/G5/B4) para melhor visualização e qualidade das imagens.

As imagens foram adquiridas no site da *United States Geological Survey* da coleção *Level 2*, a qual representa a fração de radiação solar que é refletida da superfície da Terra para o sensor do satélite Landsat (USGS, 2015). As imagens foram

coletadas entre os meses de junho e julho, por ter menor incidência de nuvens, e para manter a angulação de azimute e elevação solar.

Para o processamento das imagens, utilizou-se o *software* ArcGIS 10.5, com a RGB falsa cor (as composições foram: Landsat 5/TM: R5, G4, B3 e Landsat 8/OLI: R6, G5, B4), a qual é composta por bandas de Infravermelho Médio (SWIR), Infravermelho Próximo (NIR) e Vermelho (RED).

Após a composição da falsa cor, foram coletadas amostras de 50 a 60 pixels para cada classe de interesse (água, solo exposto e floresta), por meio de ROIs (*Regions of Interest*) em formatos de retângulos e círculos. Em seguida, verificou-

se as separações espectrais, com *ANOVA one-way* e *post-hoc HSD Tukey* ($p < 0,05$), das três classes: água, solo exposto e floresta para todas as RPPNs.

Posteriormente, com as diferentes amostras espectrais, utilizou-se a classificação supervisionada com a técnica *Maximum Likelihood Classification* (Máxima Verossimilhança), um classificador “pixel a pixel” que utiliza de forma individual a informação espectral de cada pixel, na busca por regiões homogêneas, e em seguida, convertidos em polígonos. Por fim, recortou (*clip*) a imagem com base no limite da RPPN. O cálculo das classes foi realizado por meio da área total de cada RPPN, apresentados em porcentagem (%), e por diferença entre elas para os anos de criação e de 2018.

3. RESULTADOS

Com o monitoramento das RPPNs, observar-se mudanças na cobertura do solo do ano de criação até 2018 (Figuras 2). Na RPPN Seringal Assunção parte da água que havia no local, detectada na imagem de criação, desapareceu, dando espaço para formação de bancos de areia em seu lugar. Nessa RPPN, em 21 anos após sua criação, o aumento em floresta foi de 12,27 ha (2,08%), o aumento em solo exposto foi de 64,35 ha (10,91%) e a redução em água foi de 76,61 ha (12,99%) (Figura 3).

Na RPPN Vale das Antas, o cenário é totalmente diferente, houve um aumento de floresta de 21,66 ha (34,60%) e uma redução em solo exposto de 21,58 ha (72,91%), o que caracteriza boa recuperação da área. Na RPPN Água Boa não foi observado o mesmo potencial de recuperação florestal quando comparada a RPPN Vale das Antas. Para essa RPPN, verificou-se somente o aumento em floresta de 1,51 ha (3,21%), redução de solo exposto de 1,26 ha (2,81%) e aumento em espelhos d’água de 0,18 ha (0,40%) (Figuras 2 e 3).

4. DISCUSSÃO

No monitoramento das RPPNs Seringal Assunção, Vale das Antas e Água Boa, observa-se a eficiência quando o assunto é preservação. As RPPNs quando criadas em áreas com boa parte da cobertura vegetal nativa conservada, tem-se um maior potencial de regeneração natural (CHAZDON; URIARTE, 2016; MARTINS; MASCARENHAS, 2019). Na RPPN Seringal Assunção, na classe solo exposto, foram observadas áreas (pixels) sem vegetação no meio da classe floresta, após verificar seus tamanhos, isso indica que são clareiras causadas pela queda de grandes árvores (HUNTER et al., 2015; GOULAMOUSSENE et al., 2017). Esse evento pode ser considerado como um mecanismo de manutenção da biodiversidade, principalmente, em fragmentos florestais (ALMEIDA et al., 2019).

No geral, das três RPPNs monitoradas apenas uma obteve resultado diferente em relação a cobertura do solo exposto e floresta. A RPPN Seringal Assunção demonstrou aumento de solo exposto com o surgimento de bancos de areia em áreas que antes eram brejosas, porém também foi observado aumento em floresta (Figura 2 e 3).

Como observado neste estudo as RPPNs são eficientes para conter o desmatamento e conservar a vegetação nativa, porém até o ano de 2018 não foram encontrados registros de incentivos por parte do estado e nem dos municípios para a criação de RPPNs em Rondônia. Como por exemplo, no caso do estado da Bahia, que foi criado o Decreto nº 10.410 de 25 de julho de 2007, que institui o Programa Estadual de Apoio às RPPNs, voltado para preservação e conservação ambiental. Portanto, há necessidade de implementação de incentivos por parte não só do estado de Rondônia, mas também dos 52 municípios, incentivando os proprietários de extensas áreas de floresta nativa a preservá-las.

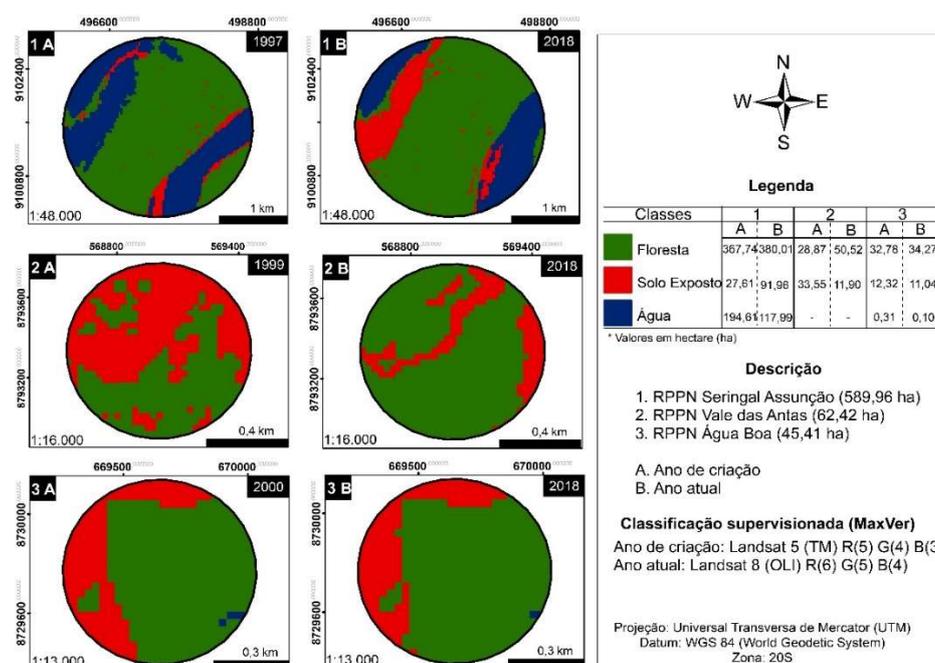


Figura 2. Classificação da cobertura do solo nas RPPNs Seringal Assunção, Vale das Antas e Água Boa, nos respectivos anos de criação e no ano de 2018.

Figure 2. Classification of the soil cover in the RPPNs Seringal Assunção, Vale das Antas and Água Boa, in the consecutive years of creation and in 2018.

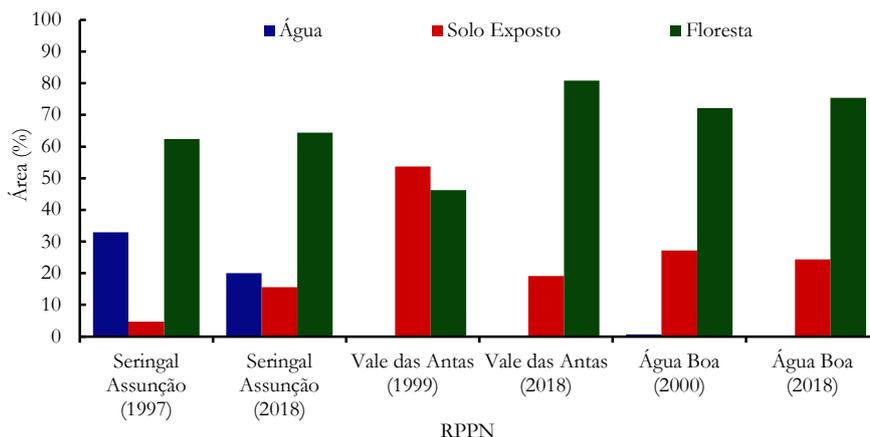


Figura 3. Cobertura do solo nas RPPNs Serungal Assunção, Vale das Antas e Água Boa, nos respectivos anos de criação e no ano de 2018. Figure 3. Soil cover in the RPPNs Serungal Assunção, Vale das Antas and Água Boa, in the consecutive years of creation and in 2018.

5. CONCLUSÕES

As RPPNs no estado de Rondônia são uma solução eficiente para a preservação da vegetação nativa e para o controle do desmatamento. Porém, ainda são necessárias mais pesquisas de monitoramento do desmatamento e cobertura florestal em Unidades de Conservação (UCs).

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao ICMBio pelos dados e informações das RPPNs que foram obtidas no site: SimRPPN <<http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/>>. Ao Laboratório de Geotecnologias (LabGeotec-UNIR) pelo suporte e apoio para realização dessa pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. R. A.; STARK, S. C.; SCHIETTI, J.; CAMARGO, J. L. C.; AMAZONAS, N. T.; GORGENS, E. B.; ROSA, D. M.; SMITH, M. N.; VALBUENA, R.; SALESKA, S.; ANDRADE, A.; MESQUITA, R.; LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; BROADBENT, E. N.; SHIMABUKURO, Y. E.; PARKER, G. G.; LEFSKY, M.; SILVA, C. A.; BRANCALION, P. H. S. Persistent effects of fragmentation on tropical rainforest canopy structure after 20 years of isolation. **Ecological Applications**, Washington, v. 29, n. 6, p. e01952, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.1002/eap.1952>
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ARRAES, R. D. A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 50, n. 1, p. 119-140, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032012000100007>
- 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. 3959, mar. 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-22311-y>
- BRANCALION, P. H.; ALMEIDA, D. R.; VIDAL, E.; MOLIN, P. G.; SONTAG, V. E.; SOUZA, S. E.; SCHULZE, M. D. Fake legal logging in the Brazilian Amazon. **Science advances**, v. 4, n. 8, p. eaat1192, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.1126/sciadv.aat1192>
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2000.
- CHAZDON, R. L.; URIARTE, M. Natural regeneration in the context of large-scale forest and landscape restoration in the tropics. **Biotropica**, Hoboken, v. 48, n. 6, p. 709-715, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/btp.12381>
- COPATTI, A.; DALMAS, F. B.; OLIVEIRA, A. P. G.; RIBEIRO, A.; PARANHOS FILHO, A. C. Uso de Geotecnologia Livre na Avaliação das Mudanças na Cobertura Vegetal e da Zona de Amortecimento do Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro, Mato Grosso do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 2, p. 37-46, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2015_2_37_46
- FERREIRA, M. D. P.; COELHO, A. B. Desmatamento recente nos estados da Amazônia Legal: uma análise da contribuição dos preços agrícolas e das políticas governamentais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 53, n. 1, p. 91-108, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005301005>
- FRANCA, R. R. Climatologia das chuvas em Rondônia—período 1981-2011. **Revista Geografias**, v. 20, p. 44-58, 2015.
- FREITAS, F. L.; SPAROVEK, G.; BERNDDES, G.; PERSSON, U. M.; ENGLUND, O.; BARRETTO, A.; MÖRTBERG, U. Potential increase of legal deforestation in Brazilian Amazon after Forest Act revision. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 11, p. 665-670, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.1038/s41893-018-0171-4>
- GOULAMOUSSENE, Y.; BEDEAU, C.; DESCROIX, L.; LINGUET, L.; HÉRAULT, B. Environmental control of

- natural gap size distribution in tropical forests. **Biogeosciences Discussions**, v. 14, n. 2, p. 353-364, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.5194/bg-14-353-2017>
- HUNTER, M. O.; KELLER, M.; MORTON, D.; COOK, B.; LEFSKY, M.; DUCEY, M.; SALESKA, S.; OLIVEIRA, R. C. J.; SCHIETTI, J. Structural dynamics of tropical moist forest gaps. **PLoS One**, v. 10, n. 7, p. e0132144, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0132144>
- IBGE_INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais técnicos em geociências, v. 1, 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 16 de ago. 2018.
- MARTINS, C. V.; MASCARENHAS, A. R. P. Uso de Imagens Multiespectrais na Análise da Cobertura Vegetal em Área de Concessão Florestal em Rondônia. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, p. 104-116, 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_2_104_116
- MOREIRA, G. L.; ARAUJO, E. C. G.; CELESTINO, P. C. G.; SILVA, T. C.; DA SILVA, T. C. S.; FELICIANO, A. L. P. Landscape Ecology and Geotechnologies as Tools for the Management of Biological Conservation. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 27, n. 1, p. 1-12, out. 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.9734/JEAI/2018/43641>
- RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova economia**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 41-66, jan./abr. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-63512009000100003>
- SimRPPN_SISTEMA INFORMATIZADO DE MONITORAMENTO DE RPPNs. Disponível em: <http://sistemas.icmbio.gov.br/SimRPPN/publico/>. Acesso em: 16 de ago. 2018.
- SOARES-FILHO, B.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; ANDERSON, A.; RODRIGUES, H.; GARCIA, R.; DIETZSCH, L.; MERRY, F.; BOWMAN, M.; HISSA, L.; SILVESTRINI, R.; MARETTI, C. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 24, p. 10821-10826, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1073/pnas.0913048107>
- USGS_U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat surface reflectance data (ver. 1.1, March 27, 2019)**: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2015-3034, 2015. 1 p. DOI: <https://doi.org/10.3133/fs20153034>