

DINÂMICA ESPAÇO - TEMPORAL DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT

LAISA MIRELLE BARRETO DE MORAIS¹, JUAREZ ANTONIO DA SILVA JUNIOR², MILLENA VARELA DE MOURA³

¹Graduanda em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, UFPE, Recife-PE, l.barreto94@hotmail.com;

²Graduando em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, UFPE, Recife-PE, juarez.ufpe@gmail.com;

³Graduanda em Engenharia Civil, UPE, Recife-PE, millena_varela.moura@outlook.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: A degradação florestal é comum em paisagens tropicais, mas as estimativas da extensão e duração dos impactos da degradação são altamente dinâmicas e desempenham uma série de abordagens metodológicas para pesquisadores no mundo inteiro. O monitoramento do desmatamento na Floresta Amazônica por imagens de Sensoriamento Remoto vem sendo bastante utilizada na comunidade científica e entidades públicas. Diante disso, este estudo tem como objetivo estimar a magnitude espacial dos impactos do desmatamento na Floresta Amazônica através de dados multitemporais do satélite Landsat, por meio de mapas temáticos de uso e ocupação do solo, obtidos pelo algoritmo de classificação Random Forest (RF). Os resultados mostraram um aumento significativo nas áreas de pastagem e desmatamento em 2019. Os dados orbitais apresentaram informações importantes na exploração na estrutura vertical em florestas alteradas mesmo com problemas de mistura espectral.

PALAVRAS-CHAVE: Desmatamento, Sensoriamento Remoto, Random Forest, Amazônia.

MONITORING BY REMOTE SENSING DEFORESTATION IN BRAZILIAN AMAZON

ABSTRACT: Forest degradation is common in tropical landscapes, but estimates of the extent and duration of the impacts of degradation are highly dynamic and perform a range of methodological approaches for researchers worldwide. The monitoring of deforestation in the Amazon Forest by Remote Sensing images has been widely present in the scientific community, and universities and public bodies are widely used. Therefore, this study aims to estimate the spatial magnitude of the impacts of deforestation in the Amazon forest through the potential of the Landsat satellite multi-temporal data, through thematic maps of land use and occupation obtained by the classification algorithm Random Forest (RF). The results showed a significant increase in the areas of pasture and deforestation in 2019. The orbital data presented important information in the exploration of the vertical structure in altered forests even with spectral mixing problems.

KEYWORDS: Deforestation, Remote Sensing, Random Forest, Amazon.

INTRODUÇÃO

A biomassa florestal afeta o cálculo dos estoques de carbono e de gases de efeito estufa, sendo esta uma importante fonte de incerteza quanto ao papel climático das florestas e seu manejo na Amazônia brasileira (Eduardo, 2016). Segundo o PRODES (Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite), o desmatamento no estado do Amazonas em 2019, totalizou uma área de 1421 Km², aproximadamente 6 vezes a dimensão município do Recife-PE. (PRODES, 2020). A escala desse desmatamento tem impacto nos serviços ecossistêmicos, na biodiversidade, no ciclo da água e no ciclo do carbono (ALMEIDA, 2016). A ocupação e o desmatamento na Amazônia intensificaram-se no início da década de 1970, principalmente pelos

agricultores e pecuaristas do sul e sudeste, em consequência da preocupação dos governos militares com a possibilidade de internacionalização da Amazônia. (Lemos,2011).

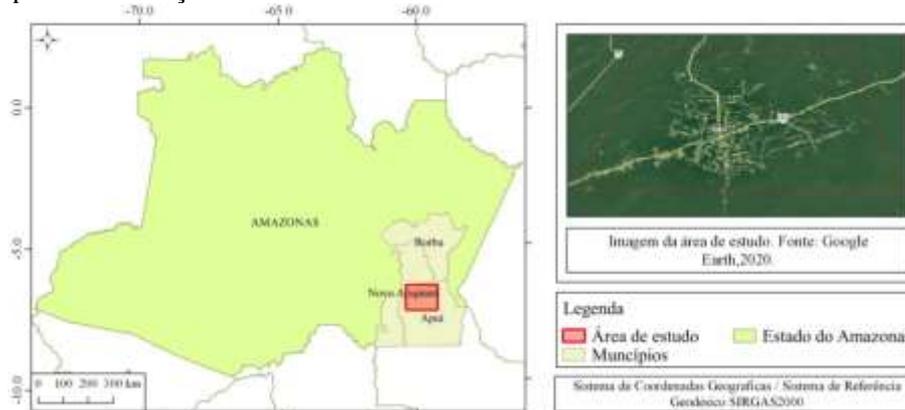
Para Motel et al. (2009) dividem as causas do desmatamento em duas categorias: estrutural e política. As causas estruturais estão relacionadas à infraestrutura local e aos fatores de mercado. As causas políticas estão relacionadas a instrumentos governamentais que resultam em maior desmatamento (incentivos à agroindústria, por exemplo) ou instrumentos que controlam o desmatamento. As imagens obtidas por sensoriamento remoto devido as suas resoluções são utilizadas em todo o mundo para o monitoramento de áreas florestais desmatadas. No geral, os dados de satélite de média resolução espacial, como os do Landsat, são desejáveis para uma detecção precisa. Os mapas de desmatamento gerados por imagens Modis e CBERS têm sido usados pelo IBAMA e órgãos estaduais de meio ambiente no combate ao desmatamento ilegal em Unidades de Conservação (UC's) e em propriedades rurais (Souza, 2000).

Este trabalho utiliza imagens do satélite Landsat 8 e Landsat 5 e o algoritmo de classificação por Random Forest para o mapeamento temático de uso e ocupação do solo numa área de constante desmatamento na Amazônia legal, abrangendo parte de três municípios do estado de Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo (Figura 1) compreende-se a um polígono enquadrado nas de coordenadas - 7°27'58.31"S, 60°23'44.25"O; 6°32'46.11"S, 59°12'46.03"O abrangendo os municípios de Apuí, Borba e Novo Ariquañã, ambas localizadas no sul do estado do Amazonas, com área de 13532,3 km². Este estudo foi realizado em uma área de foco de desmatamento, cortada pela Rodovia Transamazônica (BR 230) abrangendo a Vila de Santo Antônio do Matupi - AM. Este local é uma das principais zonas de produção de madeira no estado do Amazonas (Alvares, 2013).

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo



Esta região é coberta por um mosaico de diferentes tipos de vegetação e terras não inundadas. Segundo (IBGE,2012) esta região é classificada como floresta ombrófila densa caracterizado por um dossel alto e fechado.

Para este trabalho foram utilizadas uma cena do satélite Landsat 5 sensores TM datada 23/07/2011 e duas cenas satélite Landsat 8, sensor OLI, 03/08/2015 e 14/08/2019, respectivamente disponibilizadas gratuitamente pelo catalogo de imagens do Serviço Geológico Norte Americano (USGS) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). A escolha dessas datas (segundo semestre) permitiu detectar a mudança espacial ao longo dos anos aos eventos de perturbação da floresta. Pois as atividades de extração de madeira nessa região, ocorrem na estação seca e portanto, ao adotar esse período, a chance de obter um "evento de registro" pode aumentar.

O processamento das imagens foi dividido em 3 etapas: 1-Transformação dos pixels na imagem em escala de números digitais (ND) para valores de reflectância no Topo da Atmosfera (ToA). 2 – Composição de imagens RGB em Cores Naturas. 3- Classificação de imagens supervisionada pelo algoritmo Random Forest. A transformação de ND para reflectância foi realizado através do procedimento seguido pelo Manual do usuário de dados Landsat, disponibilizado no website da USGS (<https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat>).

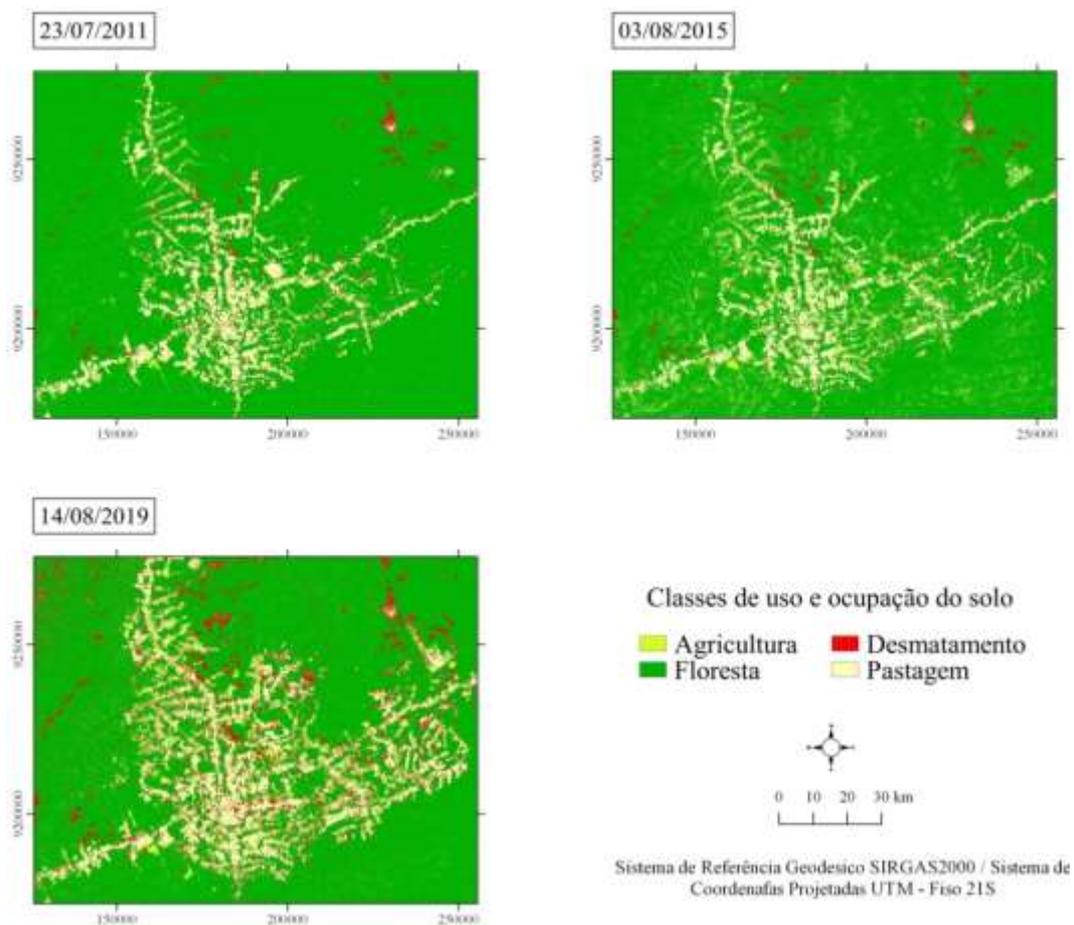
A classificação de imagens por Random Forest é uma combinação de preditores de árvores, de modo que cada árvore depende dos valores de um vetor aleatório amostrado independentemente e com a mesma distribuição para todas as árvores da floresta. O (RF) é uma classificação de conjunto, que se refere a uma nova abordagem que usa não apenas um, mas também muitos classificadores (Shah, 2019). No final da classificação é gerado um arquivo vetorial e matricial das classes de uso e ocupação do solo

As classes mapeadas foram: Floresta, Agricultura, Pastagem e Desmatamento. A atribuição das classes seguiu a sistemática do (PRODES,2019). Nas cenas há pouca presença de corpos hídricos, e essas feições são confundidas pelos algoritmos de classificação com áreas sombreadas. Além disso, esses pixels sofreram problemas de mistura espectral com os pixels de floresta. Portanto, a classe Água/Sombra não foi incluída nas análises, como recomendados em trabalhos de (Grecchi,2017) e (Lima,2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos, o desmatamento concentra-se principalmente em áreas exploradas e degradadas ao longo da rodovia BR-319 resultante da extração de madeira ilegal e prática da agricultura familiar. O município de Apuí tem apresentado um crescimento populacional de 19% associado à expansão da pecuária, resultando em um aumento na taxa de desmatamento na região (IBGE, 2019). As tendências do desmatamento da Floresta Amazônica podem ser melhor observadas com a análise multi-temporal de imagens de satélite (Figura 2), ou seja, comparando duas imagens da mesma floresta tiradas em momentos diferentes (EOS,2019).

Figura 2. Mapa temático de uso e ocupação na área de estudo, derivado do processamento de imagens do sensor OLI do satélite Landsat 8, referentes em a) em 2011 b) em 2015 e c) 2019.



Como mostrado na Figura 2, o afastamento geográfico e má condições de acesso dessa área também resultam em baixa fiscalização ambiental e ineficiência dos serviços dos órgãos públicos relacionados ao uso da terra e exploração dos recursos naturais. Os órgãos de fiscalização ambiental ficam mais próximos de Manaus (há aproximadamente 500 Km²) e não existe uma ligação por terra entre os municípios de estudo e Manaus, a não ser pela BR-319 que atualmente encontra-se em obras. Os municípios de Apuí, Borba e Novo Aripuanã, estão localizados no “Arco de Desmatamento da Amazônia” e devido a dificuldade e o custo em obter licenças florestais para o desmatamento ou para planos de manejo, reduzem consideravelmente as opções de atividades produtivas com subsídio econômico que estejam em legalidade com as leis fundiárias e ambientais. Segundo (CARRERO, 2009) nessas condições, a pecuária é tida como a atividade de menor investimento e risco para consolidar benfeitorias em uma grande extensão de terras para requerer a titulação. A tabela 1 mostra a mensuração das áreas de uso e ocupação do solo através das imagens classificadas.

Tabela 1. Distribuição das classes de uso e ocupação do solo na área de estudo

Classes	Área (Km²) 2011	Área (Km²) 2015	Área (Km²) 2019
Agricultura	324,77	1016,27	711,79
Floresta	12023,45	11357,66	10013,9
Desmatamento	293,65	238,16	1055,51
Pastagem	1238,20	1106,94	1623,87

A mensuração das áreas de uso e ocupação do solo mostrou que as feições de desmatamento nos anos de 2011 e 2015 não apresentaram variações significativas, entretanto em 2019, apresentou um aumento de aproximadamente 817,35 Km². A área mapeada como “Floresta” apresentou uma diminuição de 16% o que corresponde a uma área de floresta alterada por exploração madeireira e/ou queimadas, equivalente a 60% da área convertida pelo desmatamento. A classe pastagem apresentou o mesmo comportamento da classe “desmatamento”, onde houve pequenas variações em 2011 e 2015 e um pico em 2019. Em relação à classe agricultura, o ano de 2015 registrou a maior área da série, correspondente a 7,41% da área total. A diminuição das áreas agrícolas em 2019 pode está relacionada a sua substituição por áreas desmatadas e pastagem, uma vez que nesta região, há uma vasta permutação de culturas.

Segundo o PRODES, em 2019 no estado do Amazonas, houve um de aumento de desmatamento de 72% e superou a média histórica de focos de calor com 63.764 registros. Em trabalhos de (Godar, 2012) demonstrou que os grandes e pequenos agricultores são os principais protagonistas no desmatamento, causada pela mudança na posse da terra em relação ao domínio inicial providas das políticas de colonização do INCRA. Devido a isso, chegou-se a 148 projetos de assentamento até o final de 2019 para o estado do Amazonas.

CONCLUSÃO

Os resultados da aplicação da técnica de mapeamento por meio de imagens de sensores remotos mostraram-se satisfatórios para obter dados de mensuração espacial do uso e ocupação do solo e determinar feições desmatadas em escala multi-temporal. Vale salientar que os mapas temáticos atenderam ao limite de acuidade visual para dados raster com precisão espacial de 30 metros, gerando produtos cartográficos na escala de 1: 1100000. Os dados mostram que as áreas não florestadas, apresentaram um aumento de aproximadamente 42%, no ano de 2019.

Como mencionado anteriormente, houve problemas de mistura espectral na classificação, ocasionando possíveis incoerências espaciais entre classes “Floresta” e “Agricultura”, por terem assinaturas espectrais semelhantes. Tal problema pode ser solucionado com a aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral, procedimento comumente utilizado no mapeamento realizado pelo PRODES. Entretanto a classificação pelo método Random Forest garantiu maior acurácia na separação das classes com a verdade nas imagens RGB.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Cláudio Aparecido de et al. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amaz.*, Manaus, v. 46, n. 3, p. 291-302, Sept. 2016.
- ALVARES, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; De Moraes Gonçalves, J.L.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Z.* 2013, 22, 711–728.
- CARRERO, Gabriel Cardoso. Dinâmica do desmatamento e consolidação de propriedades rurais na fronteira de expansão agropecuária no sudoeste do Amazonas. 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado em Capacidade de suporte, Ecologia animal, Ecologia vegetal, Ecossistemas, Interação inseto-planta, Lim) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2009.
- EDUARDO, Paulo, Barnia Antônio, OcimarManzibc, Tiago Monteiro CondéaReinaldo, Imbrozio Barbosade, Philip Martin Fearnsidebe. Spatial distribution of forest biomass in Brazil's state of Roraima, northern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, Volume 377, 1 October 2016, Pages 170-181.
- EOS. Satellite monitoring of forest fires and deforestation in the Brazilian Amazon. *Earth Observing System* (2019).
- GODAR, Javier & Tizado, Emilio & Pokorny, Benno. (2012). Who is responsible for deforestation in the Amazon? A spatially explicit analysis along the Transamazon Highway in Brazil. *Forest Ecology and Management*. 267. 58-73. 10.1016/j.foreco.2011.11.046.
- GRECCHI, R.C.; Beuchle, R.; Shimabukuro, Y.E.; Aragão, L.E.O.C.; Arai, E.; Simonetti, D.; Achard, F. An integrated remote sensing and GIS approach for monitoring areas affected by selective logging: A case study in northern Mato Grosso, Brazilian Amazon. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 2017, 61, 70–80.
- IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira, 2nd ed.; IBGE: Rio de Janeiro, Brazil, 2012; ISBN 9788524042720.
- LIMA, T.A.; Beuchle, R.; Langner, A.; Grecchi, R.C.; Griess, V.C.; Achard, F. Comparing Sentinel-2 MSI and Landsat 8 OLI Imagery for Monitoring Selective Logging in the Brazilian Amazon. *Remote Sens.* 2019, 11, 961.
- MOTEL, P. C., Pirard, R., and Combes, J. L. (2009). “A Methodology to Estimate Impacts of Domestic Policies on Deforestation: Compensated Successful Efforts for “Avoided Deforestation” (Redd)”. *Ecological economics*, 68(3), 680-691.
- PRODES: Mapeamento do desmatamento da Amazônia com Imagens de Satélite. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. <http://www.obt.inpe.br/OBT/prodes>
- SHAH, S.H.; Angel, Y.; Houborg, R.; Ali, S.; McCabe, M.F. A Random Forest Machine Learning Approach for the Retrieval of Leaf Chlorophyll Content in Wheat. *Remote Sens.* 2019, 11, 920.
- SOUZA Jr., C. e Barreto, P. *International Journal of Remote Sensing*, 21, 173- 179, 2000. Deforestation in the Legal Amazon: Developments, Causes, Monitoring and Mitigation Possibilities Through the Amazon Fund Lemos, André Luiz F.; Silva, José de Arimatéia. *FLORAM*, vol.18, n1, p.98-108, 2011.