

Eixo Temático ET-01-006 - Gestão Ambiental

## **USO DE SÉRIES TEMPORAIS DE EVI E NDVI DO SENSOR MODIS NO MONITORAMENTO DE DESMATAMENTOS EM PROPRIEDADES RURAIS**

Mariana Moreira de Oliveira, Ysa Helena D. Morais de Luna, Natália de Souza Guedes,  
Raíssa Barreto Lins, Igor do Nascimento Quaresma

Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil e Ambiental

### **RESUMO**

O sensoriamento remoto aplicado às análises ambientais tem contribuído positivamente na gestão ambiental por meio da utilização dos índices de vegetação, tais como o NDVI e EVI, na avaliação de características temporais e espaciais dos tipos de cobertura da superfície. Devido à estreita correlação entre a dinâmica espaço-temporal da vegetação e os índices de vegetação, pode-se detectar e avaliar os impactos e degradações ocorridos sobre extensas áreas no ambiente, auxiliando na orientação e elaboração de políticas visando reverter o cenário de degradação ambiental. O presente trabalho tem como objetivo analisar o uso de séries temporais de EVI e NDVI do sensor MODIS na identificação de desmatamentos. Para efeito comparativo foi utilizada uma propriedade embargada pelo IBAMA no ano de 2011 por desmatamento no estado do Acre, e uma área de vegetação conservada, na mesma localidade. Os valores dos índices de vegetação foram obtidos no Sistema de Análise Temporal da Vegetação (SATVeg - Embrapa) do ano 2000 a 2018. Com o desmatamento observou-se uma diminuição de 16% e 12% dos valores de NDVI e EVI, respectivamente. O desmatamento pode ser confirmado ainda ao comparar os valores dos índices de áreas que sofreram desmatamento com outras que permaneceram com a vegetação nativa ao longo dos anos, e confirmar as diferenças significantes apresentadas pelas séries temporais de NDVI e EVI. A observação dos perfis temporais de EVI e NDVI pode auxiliar o processo de fiscalização, à medida que visitas de campo podem ser precedidas de análises dos índices de vegetação e somente ocorrerem caso identificada alteração relevante nos índices, minimizando assim os custos para monitoramento.

**Palavras-chave:** Índices de Vegetação; Sensoriamento Remoto; Análise Multitemporal; Usos do Solo.

### **INTRODUÇÃO**

A ocorrência de desmatamento traz diversos problemas ambientais e sociais, a perda/diminuição da biodiversidade e aumento das emissões de gases de efeito estufa são alguns deles. Em extensas áreas o seu controle torna-se bastante difícil e oneroso. Na Amazônia Legal, por exemplo, que abrange 59% (5,0 milhões de km<sup>2</sup>) do território brasileiro e engloba os estados Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins e parte do Estado do Maranhão (IPEA, 2008) foi desmatado cerca de 6.200 km<sup>2</sup> (MMA, 2018).

O uso de tecnologias de sensoriamento remoto nas análises ambientais têm contribuído positivamente na gestão do meio ambiente, como é o caso do estudo de Índices de Vegetação (IV). Tais índices mostram-se relevantes, uma vez que são combinações de comprimentos de onda capazes de evidenciar alguma propriedade da vegetação, o que ocorre segundo Epiphanyo (1996), devido a transformações lineares de bandas espectrais, geralmente nas faixas do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético.

Índices como o NDVI (Diferença Normalizada de Índice de Vegetação), elaborado por Rouse em 1973, e o EVI (Índice de Vegetação Melhorado) que promove a redução das interferências atmosféricas e do solo no monitoramento da vegetação, sugerindo este apresentar substancial melhora na sensibilidade às alterações do dossel em relação ao NDVI, principalmente em áreas de maior densidade de biomassa (HUETE et al., 2002), vem sendo

largamente utilizados na avaliação de características temporais e espaciais dos tipos de cobertura da superfície (CHAVES et al, 2013).

Segundo Risso et al (2009) a disponibilização rápida e ininterrupta das imagens MODIS permite análises regulares da vegetação em nível global, afirmação que é complementada por Becera et al (2009) que reporta que os índices de vegetação fornecem dados consistentes sobre as condições da vegetação, possibilitando o monitoramento da atividade fotossintética.

A estreita correlação entre a dinâmica espaço-temporal da vegetação e os índices de vegetação permite detectar e avaliar os impactos e degradações decorrentes do uso do solo ocorridos sobre extensas áreas no ambiente, podendo dessa forma, orientar a elaboração de políticas a fim de reverter o cenário de degradação ambiental (RIBEIRO et al, 2016).

Diversos estudos têm utilizado o NDVI e EVI do sensor MODIS como ferramenta para analisar a superfície terrestre, detectando alterações do uso do solo, ocorridos por desmatamento ou até mesmo por processos naturais (LYON et al, 1998; FERREIRA et al, 2007; BAYMA; SANO, 2015; RIBEIRO et al, 2016), bem como realizando o monitoramento de áreas e a caracterização fenológica de culturas (EPIPHANIO et al, 1996; SHIMABUKURO; RUDORFF, 2006; LIESENBERG, et al 2007; BECERA et al, 2009; CHARLES et al, 2013; BORGES; SANO, 2014; BEZERRA et al, 2017; PEREIRA et al, 2014.)

## **OBJETIVO**

Considerando a possibilidade do uso de índices de vegetação na detecção de mudanças do uso do solo, o presente trabalho tem como objetivo analisar o uso de séries temporais de EVI e NDVI do sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) na análise e monitoramento da alteração do uso do solo, especificamente na identificação de desmatamentos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi analisado a mudança do uso do solo através dos índices de vegetação, NDVI e o EVI do sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) em uma propriedade rural.

### **Caracterização da área de estudo**

A propriedade utilizada para análise do monitoramento do desmatamento está localizada no município de Bujari, estado do Acre, cujas coordenadas são S 09°19'26" W 68°22'59". Esta propriedade foi embargada pelo IBAMA, inserida na lista em 21 de janeiro de 2011, com a infração “destruir, desmatar, danificar florestas ou qualquer tipo de vegetação nativa ou de espécies nativas plantadas, objeto de especial preservação, em área de reserva legal ou servidão florestal, de domínio público ou privado não passíveis de autorização para exploração ou supressão ou sem autorização ou licença da autoridade ambiental competente ou em desacordo com a aprovação concedida, inclusive em planos de manejo florestal sustentável” (IBAMA, 2018).

O polígono da propriedade embargada foi obtido através do Sistema Compartilhado de Informações Ambientais (SisCom) que dispõe, entre outras informações, a lista pública de áreas que foram embargadas em ações de fiscalização do Ibama. A Figura 1 apresenta a propriedade em questão.

**Figura 1.** Propriedade embargada.



**Fonte:** Google Earth, 2018

#### **Dados EVI e NDVI**

Os dados dos índices de vegetação foram obtidos no Sistema de Análise Temporal da Vegetação (SATVeg), desenvolvido pela Embrapa. Extraiu-se uma série de dados, do ano 2000 a 2018, com variação temporal de 16 dias e resolução espacial de 250 metros. O processo de eliminação dos ruídos foi realizado pelo próprio SATVeg, através da pré-filtragem dos dados por um método baseado em interpolação bi-linear, eliminando os valores determinados com a presença de nuvem; bem como, pela aplicação do filtro Savitzky-Golay, o qual realiza a suavização da curva ao utilizar ajuste linear de mínimos quadrados através de sucessivas equações polinomiais (SATVeg, 2018).

O NDVI é calculado e seu valor varia entre - 1 e 1. A fórmula é apresentada a seguir (Equação 1):

$$NDVI = \frac{\rho NIR - \rho RED}{\rho NIR + \rho RED} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:  $\rho NIR$ ,  $\rho RED$  são, respectivamente os fatores de refletância bidirecional de superfície para as bandas do infravermelho próximo (NIR) e vermelho (RED).

É relevante destacar que quando a vegetação é muito densa, o NDVI satura e não corresponde a realidade (HUETE, 2002), nessa situação outro índice aplicável é o EVI que também varia de -1 a 1, desenvolvido para otimizar a resposta da vegetação verde, com maior sensibilidade para as variações estruturais do dossel de fitofisionomias com densidade de biomassa elevada e para reduzir as influências da atmosfera e influência do solo (HUETE et al., 2002). Seu cálculo é dado por (Equação 2):

$$EVI = 2,5 * \frac{\rho NIR - \rho RED}{\rho NIR + 6 * \rho RED - 7,5 * \rho BLUE + 1} \quad (\text{Equação 2})$$

Na qual o pNIR e pRED tem o mesmo significado elencado na equação 1 e o pBLUE é o fator de reflectância bidirecional de superfície para a banda azul.

Na Figura 2 é possível observar a quadrícula utilizada para a extração dos dados de EVI e NDVI.

**Figura 2.** Quadrícula de extração dos índices de vegetação.

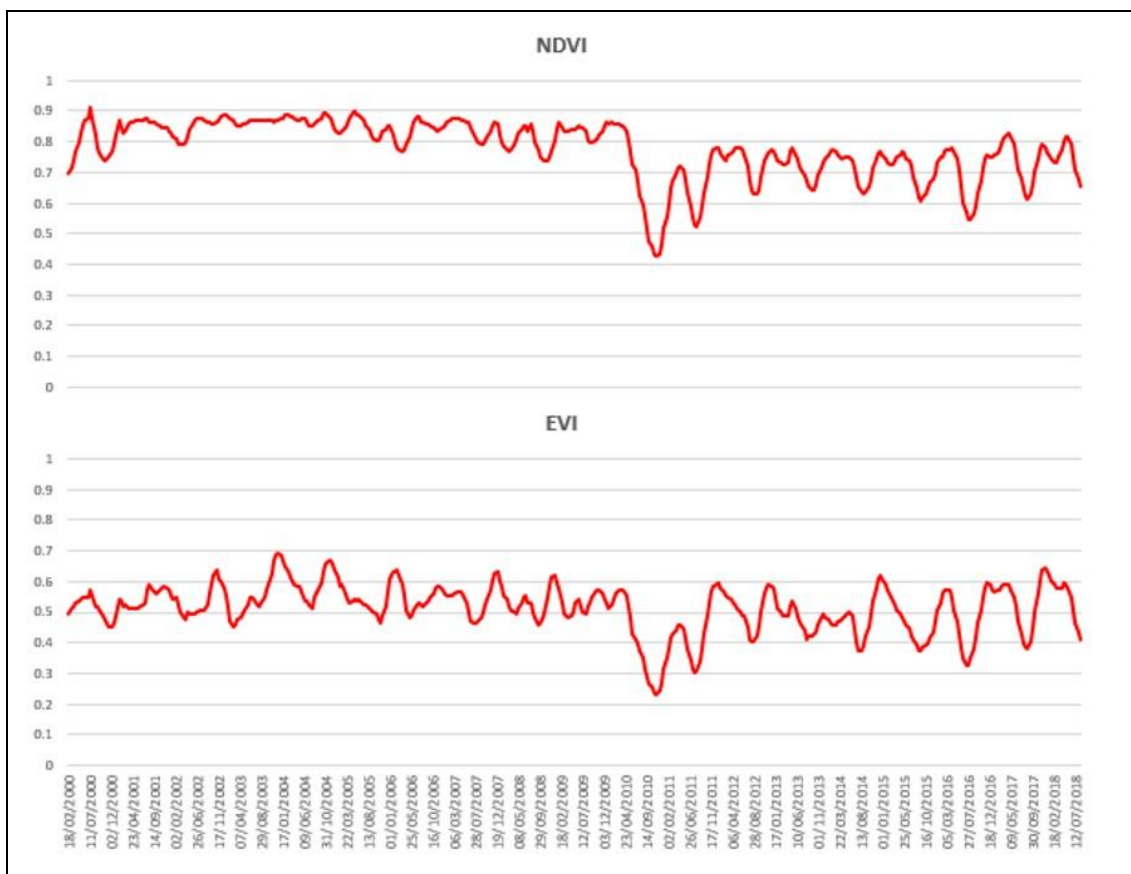


Fonte: SATVeg, 2018.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta os valores dos NVDI e EVI, no período de 2000 a 2018, para a propriedade embargada por desmatamento de parte da vegetação existente.

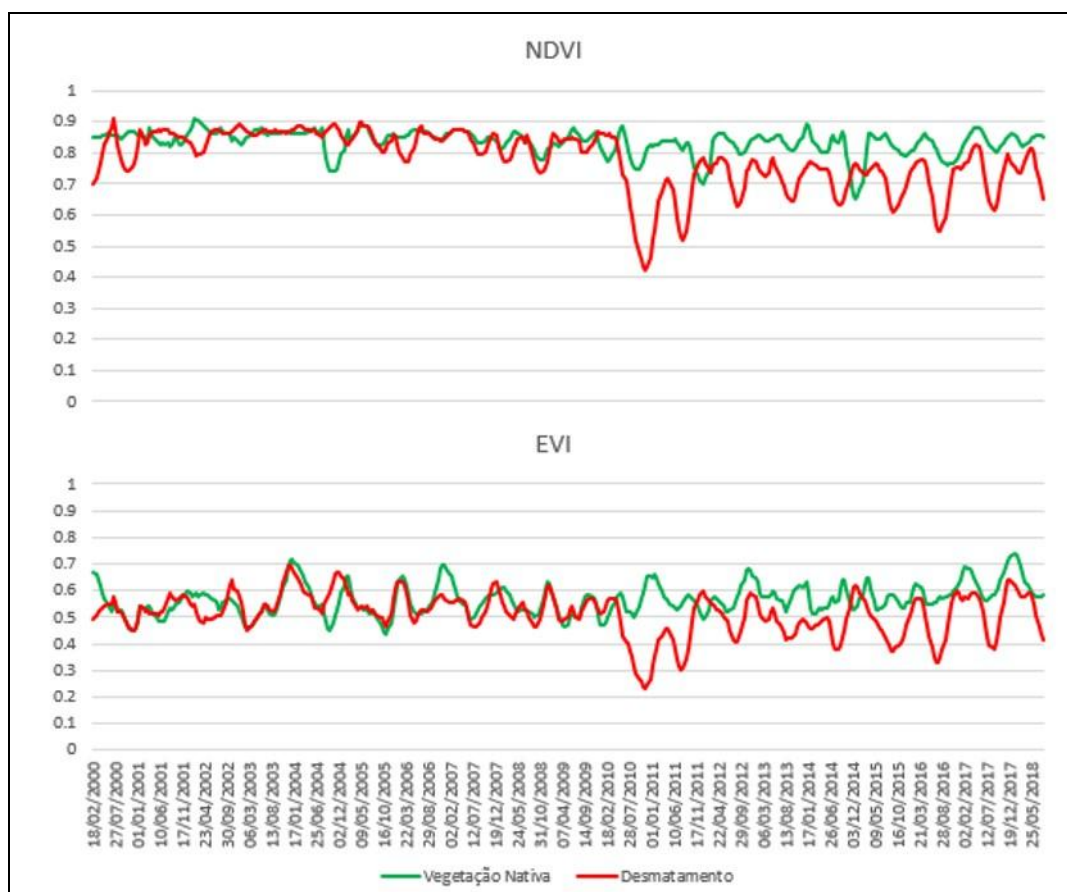
**Figura 3.** NDVI e EVI para a propriedade embargada.



Os menores valores ocorreram em novembro de 2010, os quais 0,4241 e 0,2292 para o NDVI e EVI, respectivamente. Observa-se que houve diminuição dos valores dos índices no período que antecede ao de atuação do IBAMA, em 2011. O valor médio para o NDVI anterior ao desmatamento (no ano de 2010), antes de 2010 foi 0,84, diminuindo para 0,71 nos anos seguintes, representando uma redução de 16%. O mesmo ocorreu com o EVI, o qual reduziu 12%, passando de 0,54, antes do desmatamento, para 0,48, logo após esse período.

Nos anos que se seguiram ao desmatamento pode-se identificar leve regeneração da vegetação, representado pelo aumento dos valores de EVI e NDVI, contudo ainda é inferior a condição anterior ao desmatamento.

O desmatamento pode ser confirmado ainda ao comparar os valores dos índices, ao longo dos anos, em áreas que sofreram desmatamento com aquelas, na mesma localidade, que permaneceram com a vegetação nativa, tal como apresentado na Figura 5.

**Figura 5.** Desmatamento x Vegetação Nativa da propriedade embargada.

Com isso é possível verificar que a redução do índice não está relacionada a eventos naturais que afetam uma região, a exemplos de secas. Percebe-se que os valores do NDVI e EVI para as áreas analisadas são próximos até o ano de 2010, se mantendo constante para a vegetação nativa a partir desse período, e reduzindo na área onde foi desmatada, evidenciando dessa forma, que houve alteração no uso do solo.

## CONCLUSÃO

Observou-se que os valores do EVI são sempre inferiores ao do NDVI. Apesar da literatura indicar o melhor desempenho do EVI, devido a maior sensibilidade na altura do dossel das plantas e menor interferência do solo e atmosfera, os dois índices apresentaram comportamentos similares.

O uso de séries temporais do sensor MODIS para dois índices de vegetação (EVI e NDVI) mostrou-se eficiente na detecção na ocorrência de desmatamentos. Observou-se ainda que a obtenção da quadrícula pura pode influenciar na clareza dos resultados. Além de que, quanto mais drástica a modificação, ocorrida na propriedade embargada, mais evidente é a leitura dos dados.

O monitoramento de desmatamento baseado nos perfis temporais dos índices EVI e NDVI pode auxiliar o processo de fiscalização, à medida que, ao ser observada incoerência entre os dados, seja isolado ou comparados com a vegetação nativa típica da localidade, seria realizada uma visita a campo para verificação. Dessa forma, diante da quantidade de propriedades rurais existentes, os esforços, bem como os custos para monitoramento seriam reduzidos.

## REFERÊNCIAS

- BECERRA, J. A. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; ALVALÁ, R. C. S. Relação do padrão sazonal da vegetação com a precipitação na região de Cerrado da Amazônia Legal, usando índices espectrais de vegetação. **Revista Brasileira de Meteorologia** n. 24, p. 125-134, 2009.
- BEZERRA et al. Multitemporal analysis of vegetation indices for the superior region of the Moxotó River hydrographic basin. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 7, n. 5, p. 272-283, 2017.
- BORGES, E. F.; SANO, E. E. Caracterização fenológica da cobertura vegetal do oeste da Bahia a partir de séries temporais de EVI do sensor MODIS. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 66, p. 1265-1280, 2014.
- CHAVES, M. E. D.; LÁZARO, A. S.; NASSUR, O. A. C.; CONCEIÇÃO, F. G. Utilização dos índices de vegetação EVI e NDVI como ferramenta de análise da dinâmica da vegetação no Parque Nacional da Serra da Canastra-MG. In Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, XVI, Foz do Iguaçu, abril. 2013.
- EPIPHANIO, J. C. N.; GLERIANI, J. M.; FORMAGGIO, A. R.; RUDORFF, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 31, p. 445-454, 1996.
- FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; ROCHA, G. F.; NEMAYER, M. Desmatamentos no bioma Cerrado: uma análise temporal (2001-2005) com base nos dados MODIS - MOD13Q1. In 13º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, Florianópolis, Abril, 2007.
- HUETE, A.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, n. 83, p. 195-213, 2002.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Siscom**. Disponível em: <<http://siscom.ibama.gov.br/>>. Acesso em: 29 ago. 2018.
- IPEA. O que é? Amazônia Legal. 2008. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&id=2154:catid=28&Itemid](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2154:catid=28&Itemid)>. Acesso em: 12/09/2018.
- LIESENBERG, V.; PONZONI, F. J.; GALVÃO L. S. Análise da dinâmica sazonal e separabilidade espectral de algumas fitofisionomias do cerrado com índices de vegetação dos sensores MODIS/TERRA e AQUA. **R. Árvore**, n. 31, p. 295-305, 2007.
- LYON, J. G.; YUAN, D.; LUNETTA, R. S.; ELVIDGE, C. D. A change detection experiment using vegetation índices. **Photogrammetric Engineering e Remote Sensing**, n. 64, p. 143-150, 1998.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado) e Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm)**. Brasília: MMA, 2018.
- PEREIRA et al, Análise multitemporal do Índice de Vegetação da cidade de Corumbá-MS . In: Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande-MS, p.602 -608, 2014.
- RIBEIRO, E. P.; NOBREGA, R.S.N.; MOTA FILHO, F. O.; MOREIRA, E. B. M. Estimativa dos índices de vegetação na detecção de mudanças ambientais na bacia hidrográfica do Rio Pajeú. **Geosul** n. 31, p. 59-92, 2016.

RISSO et al. Potencialidade dos índices de vegetação EVI e NDVI dos produtos MODIS na separabilidade espectral de áreas de soja . In: Anais do XIV Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal-Brasil, p;379-386, 2009.

SATVeg - Sistema de Análise Temporal da Vegetação. Disponível em: <<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html>>. Acesso em: 01 set. 2018.

SHIMABUKURO, Y. E.; RUDORFF, B. F. T. Dados do sensor MODIS para o mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal e uso da terra. In Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 1, Campo Grande, Novembro, 2006.