







NDVI e EVI Aplicados à Análise da Dinâmica Temporal da Cobertura Vegetal e Usos da Terra da Bacia do Córrego Padre Inácio – Mato Grosso, Brasil

NDVI and EVI Applied to the Analysis of the Temporal Dynamics of Vegetation Cover and Land Uses of the Padre Inácio – Mato Grosso River Basin, Brazil

Camila Calazans da Silva Luz¹ , Alexander Webber Perlandim Ramos² ,
Cleber Aparecido de Barros³ , Sandra Mara Alves da Silva Neves⁴ ,
João dos Santos Vila da Silva⁵  & Edineia Aparecida dos Santos Galvanin⁶ 

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, Curso de Agronomia, Cáceres, MT, Brasil

²Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belo Horizonte, MG, Brasil

³Universidade do Estado de Mato Grosso, Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra, MT, Brasil

⁴Universidade do Estado de Mato Grosso, Curso de Geografia, Cáceres, MT, Brasil

⁵Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP, Brasil.

⁶Universidade Estadual Paulista, Departamento de Geografia, Ourinhos, SP, Brasil

E-mails: camila_agronomia@hotmail.com; webber.unemat@gmail.com; cleberapbarros@hotmail.com; ssneves@unemat.br; joao.vila@embrapa.br; edineia.galvanin@unesp.br

Resumo

O objetivo deste estudo é aplicar os índices de vegetação Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) e Enhanced Vegetation Index (EVI) para análise da dinâmica temporal da cobertura vegetal e dos usos da terra da Bacia Hidrográfica do Córrego Padre Inácio, no Estado de Mato Grosso. O estudo é desenvolvido na perspectiva de que os dados e informações geradas contribuam para a conservação ambiental do bioma Pantanal, a qual a bacia é contribuinte hídrica. Para tal, foram gerados os dados de cobertura vegetal e dos usos da terra, para o ano de 2016; extração dos dados de NDVI e EVI para o período de 16 anos; verificação a campo para correções e validação; cálculos das curvas médias das classes para cada índice e confecção dos perfis médios. Quatro classes de cobertura vegetal e usos da terra foram identificadas na bacia: Agricultura na Região de Savana (Ac.S); Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Fa); Pastagem plantada na Região de Savana (Ap.S) e Savana Arborizada com Presença de Savana Florestada (Sa+Sd). A Ap.S ocupou áreas originalmente de Fa e Sa+Sd, sendo que as práticas de manejo contribuíram para a aceleração da degradação na bacia, fato evidenciado pelo baixo índice de biomassa. Atualmente a Ac.S (cana-de-açúcar, majoritariamente) tem se expandido, ocupando as áreas de Ap.S degradadas. A baixa densidade da vegetação nativa no entorno dos cursos hídricos sinaliza o descumprimento das normas do Código Florestal. Dessa maneira, é urgente a adoção de práticas de manejo conservacionistas e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes dos cursos hídricos, caso contrário, as práticas agropecuárias desenvolvidas na bacia se tornarão inviáveis, provocando o surgimento e a intensificação de problemas ambientais.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Conservação ambiental; Pantanal

Abstract

The aim of this study is to apply the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Enhanced Vegetation Index (EVI) to analyze the temporal dynamics of vegetation cover and land uses of the Padre Inácio river basin, in the State of Mato Grosso. The study is developed in the perspective that the data and information generated contribute to the environmental conservation of the Pantanal biome, which the basin is a water contributor. For this purpose, data on vegetation cover and land uses were generated for the year 2016; extraction of NDVI and EVI data for the period of 16 years; field verification for corrections and validation; calculations of the average curves of the classes for each index and preparation of the average profiles. Four classes of vegetation cover and land uses were identified in the basin: Agriculture in the Savannah Region (Ac.S); Alluvial Semidecidual Seasonal Forest (Fa); Pasture planted in the Region of Savannah (Ap.S) and Wooded Savannah with Presence of Forested Savannah (Sa+Sd). Ap.S originally occupied areas of Fa and Sa+Sd, and management practices contributed to the acceleration of degradation in the basin, a fact evidenced by the low biomass index. Currently Ac.S (sugarcane, mostly) has expanded, occupying the degraded Ap.S areas. The low density of native vegetation around the water courses signals non-compliance with forest code standards. Thus, it is urgent to take conservation management practices and recover the Permanent Preservation Areas of water courses, otherwise, the agricultural practices developed in the basin will become unviable, causing the emergence and intensification of environmental problems.

Keywords: Remote Sensing; Environmental Conservation; Pantanal

1 Introdução

A Bacia Hidrográfica do Córrego Padre Inácio (BHCPI) vem passando por intenso processo de pressão antrópica relacionada principalmente à produção agropecuária, que constitui a base econômica dos municípios da região sudoeste mato-grossense, onde a bacia encontra-se inserida (Dassoller *et al.* 2014). A problemática que cerca esses sistemas de produção é a descaracterização da paisagem natural e interferência em sua dinâmica.

Nesse contexto, devido à necessidade contínua de avaliação e acompanhamento dos recursos naturais, imprescindíveis à sociedade, técnicas como índices de vegetação têm sido empregadas, surgindo como importantes indicadores de qualidade ambiental (Costa, Ribeiro & Albuquerque 2020; Demarchi, Piroli & Zimback 2011). Esses índices são gerados a partir de dados oriundos de sensores remotos e são ferramentas importantes para o monitoramento de alterações ambientais (Lima *et al.* 2013).

Segundo Trancoso (2013), “os índices de vegetação foram propostos para a análise do sinal refletido pela vegetação a partir da resposta espectral de comprimentos de onda combinados, sendo que normalmente são utilizados os comprimentos vermelho (0,6 - 0,7 μ m) e infravermelho próximo (0,7 - 1,1 μ m)”.

A base teórica dos índices provém da análise das curvas de assinatura espectral da reflectância das folhas (Trancoso 2013). Na região do espectro do infravermelho próximo a radiação é quase totalmente refletida, em contrapartida na região do visível há uma baixa reflexão devido a absorção pelos pigmentos fotossintéticos (Huete *et al.* 2002).

Assim, em áreas de elevada densidade vegetacional a discrepância entre as respostas de radiação nas regiões do vermelho e infravermelho próximo são altas, desse modo, quando há ausência de vegetação o contraste é baixo, não ocorrendo absorção da radiação na faixa do vermelho por pigmentos fotossinteticamente ativos (Huete *et al.* 1997 *apud* Trancoso 2013).

Dentre os índices mais citados na bibliografia brasileira está o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) que, de forma geral, apresenta maior sensibilidade à presença de clorofila e outros pigmentos responsáveis pela absorção da radiação solar na banda do vermelho, enquanto o Enhanced Vegetation Index (EVI) é mais sensível à variação da estrutura do dossel, incluindo o Índice de Área Foliar, a fisionomia da planta e a arquitetura do dossel (Galvanin *et al.* 2014; Gao *et al.* 2000; Huete *et al.* 2002).

Para Huete *et al.* (1997), o NDVI é de uso frequente em diversas áreas, em parte devido às suas propriedades de “proporção”, que permitem a correção e cancelamento de ruídos causados pela mudança dos ângulos do sol, topografia,

nuvens ou sombras e condições atmosféricas. Nesse viés, Kuplich, Moreira & Fontana (2013) salientam que a análise de séries de índices de vegetação são importantes no reconhecimento de padrões e na determinação de mudanças ou anomalias associadas a perturbações antrópicas nos espaços naturais.

Segundo Risso *et al.* (2009) o comportamento espectro-temporal distinto frente às espécies vegetais com diferenças no índice de biomassa durante o pico de desenvolvimento pode facilitar a identificação de culturas agrícolas e áreas naturais. Os autores ressaltam ainda que por meio de imagens obtidas por sensores orbitais há uma oportunidade do entendimento da dinâmica das principais fisionomias em escala temporal através de suas curvas características.

O sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) está a bordo dos satélites Aqua e Terra, através desse sensor é gerado um valor de NDVI e EVI a cada dezesseis dias, para toda a superfície terrestre (National Aeronautics and Space Administration 2016). Devido a esta periodicidade, torna-se possível acompanhar o comportamento fenológico dos diferentes tipos de cobertura da terra. De acordo com Oliveira (2020), os dados do MODIS, fornecem um valor de NDVI e EVI para cada pixel da superfície terrestre, e são gerados na projeção sinusoidal contínua, que mantém a área projetada igual à área original da superfície terrestre.

Ante o exposto, o objetivo deste estudo é aplicar os índices de vegetação NDVI e EVI para análise da dinâmica temporal da cobertura vegetal e dos usos da terra da Bacia Hidrográfica do Córrego Padre Inácio, no estado de Mato Grosso, na perspectiva de que os dados e informações geradas contribuam para a conservação ambiental do bioma Pantanal, a qual a bacia é contribuinte hídrica.

2 Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

Com uma extensão territorial de 1.726,53 km², a Bacia Hidrográfica do Córrego Padre Inácio (BHCPI) está localizada na região Sudoeste de planejamento do Estado de Mato Grosso (Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral do Mato Grosso 2017), distribuída nos municípios de Cáceres (74,79%), Mirassol D'Oeste (17,20%) e Curvelândia (8,01%), abrangendo os biomas Pantanal e Cerrado (Dassoller *et al.* 2014) (Figura 1).

2.2 Procedimentos Metodológicos

Para a geração dos dados de cobertura vegetal e dos usos da terra foram obtidas no sítio do Serviço Geológico Americano (United States Geological Survey 2016) imagens

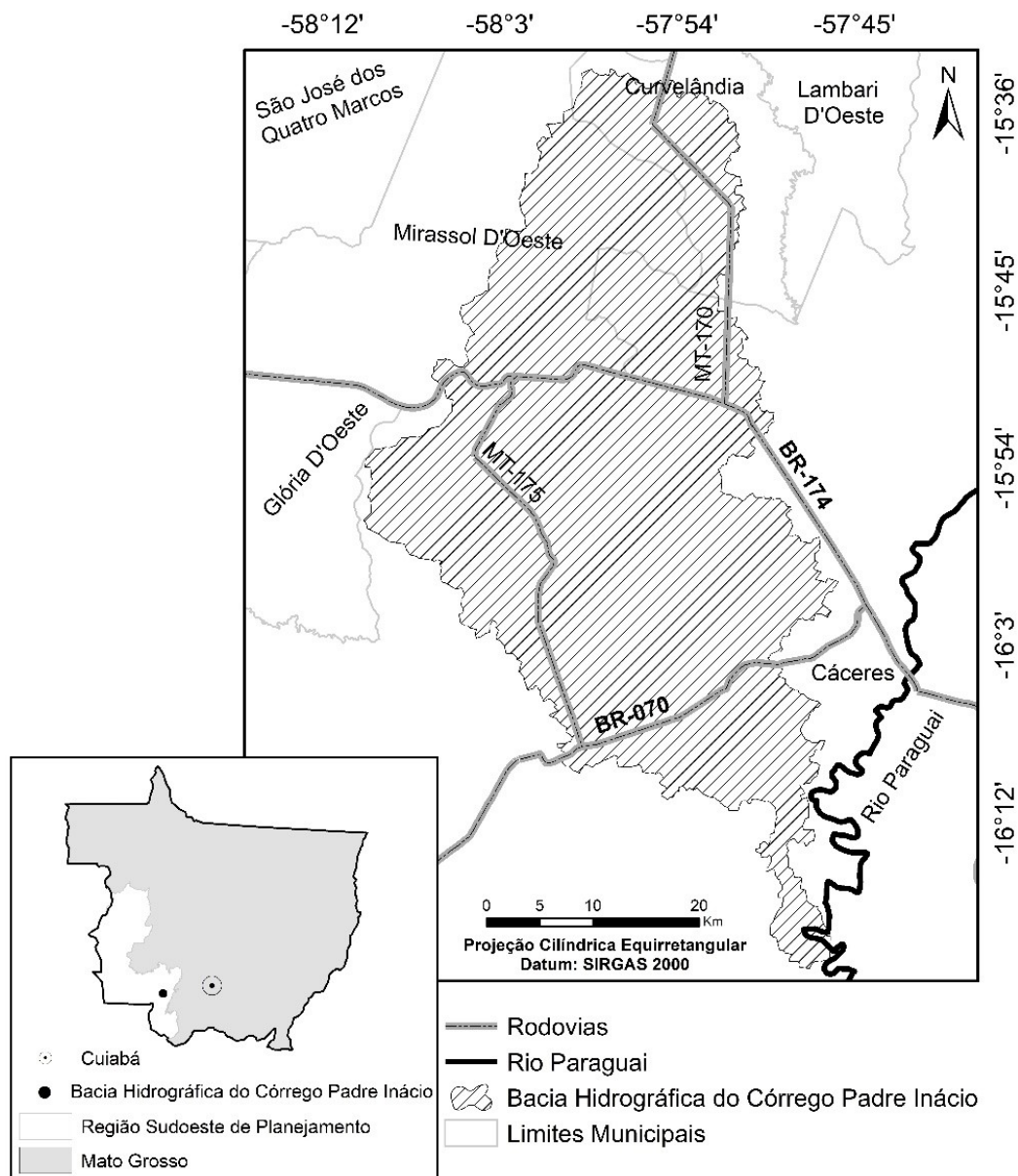


Figura 1. Bacia Hidrográfica do Córrego Padre Inácio (BHCPi) nos contextos estadual, regional e municipal.

Bases cartográficas: Agência Nacional de Águas (Agência Nacional de Águas 2012) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2016).

Elaboração: Os autores (2020).

referentes à órbita 228, pontos 70 e 71, do satélite Landsat 8 (bandas 4, 5 e 6), sensor Operational Land Imager (OLI), de 2016, com resolução espacial de 30 metros.

No programa Spring (Câmara *et al.* 1996), versão 5.3, foram realizados os processos de recorte, utilizando o arquivo vetorial do limite da bacia hidrográfica de estudo como máscara, que foi obtida no sítio da Agência Nacional de Águas (ANA) (Agência Nacional de Águas

2012), e segmentação, em que foi empregado o método de crescimento de região, cujo valor de limiar de similaridade e de área definidos foi de 30. Na classificação supervisionada, foi utilizado o algoritmo Bhattacharya, que utiliza a distância espectral para aferir a separabilidade entre classes espectrais, utilizando-se o critério de distância mínima com limiar de aceitação de 99,99% (Silva *et al.* 2020; Xaud & Epiphanyo 2014).

Foram definidas, com base no Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) (Silva *et al.* 2007), quatro classes de cobertura vegetal e usos da terra, sendo elas: Agricultura na Região de Savana (Ac.S); Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Fa); Pastagem plantada na Região de Savana (Ap.S) e Savana Arborizada com Presença de Savana Florestada (Sa+Sd).

Para a validação do mapeamento (verdade terrestre) realizou-se trabalhos de campo em 40 pontos distribuídos aleatoriamente nas margens das estradas situadas no território da bacia para verificação e correção de dados. Também foram realizadas consultas ao acervo de registros fotográficos e trabalhos a campo do grupo de pesquisa em Sensoriamento Remoto, Ensino e Pesquisa em Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso (Grupo de Pesquisa em Sensoriamento Remoto, Ensino e Pesquisa em Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso 2016), Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP (Ministério do Meio Ambiente 1997) e do Atlas de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2017).

Posteriormente, foram extraídas as curvas do comportamento espectro temporal dos índices NDVI e EVI do período de 2000 a 2016, por meio do Sistema de Análise Temporal da Vegetação (SATVeg) (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2016), gerado a partir de imagens de satélite EOS AM-1 (Terra), sensor MODIS, com resolução espacial de 250 m e temporal de 16 dias (National Aeronautics and Space Administration 2016), utilizando-se amostragem aleatória e estratificada por classe temática de cobertura vegetal e usos da terra, definidas anteriormente.

Os valores obtidos foram filtrados através do método Savitzky-Golay (Savitzky & Golay 1964). A partir das curvas individuais de cada amostra das classes de cobertura vegetal e uso da terra foram calculadas as curvas médias de cada classe em diferentes datas para o NDVI e EVI, sendo confeccionados os perfis médios.

Os comportamentos das curvas dos índices foram padronizados, no intuito de facilitar interpretação, por meio da Equação 1:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

Onde:

- Z = Valor padronizado
- X = Amostra a ser padronizada
- μ = Média da população
- σ = Desvio padrão da população

3 Resultados e Discussão

Verificou-se na Bacia Hidrográfica do Córrego do Padre Inácio a ocorrência das classes antrópicas Agricultura na Região de Savana (Ac.S) e Pastagem plantada na Região de Savana (Ap.S) e das classes de formação vegetal natural Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Fa) e Savana Arborizada com Presença de Savana Florestada (Sa+Sd), cujos valores de NDVI e EVI variaram de acordo com a sazonalidade regional (Figuras 2 e 3).

As curvas de ambos os índices evidenciaram a ocorrência de comportamentos cíclicos, resultantes da sazonalidade climática que reflete na biomassa verde de cada classe. No entanto, as curvas de ambos os índices possuem amplitudes distintas para cada classe, o que permite identificá-las conforme suas características.

Na classe Ac.S na BHCPI a cultura predominante é a cana-de-açúcar, cujas curvas características de NDVI e EVI apresentaram picos extremos em escala anual, sendo que os menores valores ocorreram em épocas de plantio e colheita, e aumentaram, de forma gradual, em período de crescimento vegetativo (Figura 4).

Verificou-se que no período de 2000 a 2012 a expansão da cana-de-açúcar ocorreu sobre as pastagens, porém nos anos de 2013 e 2014 esta foi substituída por outras culturas, como soja e milho, mas estas não se estabeleceram, resultando no retorno do plantio da cana-de-açúcar. Essa característica pode estar relacionada ao sistema de manejo da cultura, pois após o plantio, a lavoura de cana-de-açúcar permite de três a seis colheitas consecutivas, com o término do ciclo, o produtor tem a opção de renovar o plantio ou proceder à rotação com outras culturas.

Esse sistema de manejo envolve operações como: retirada da cana (entre setembro e outubro), destruição da soqueira, calagem, preparo do solo, plantio da cultura anual, colheita (entre fevereiro e março) e novo plantio de cana logo em seguida (Santiago & Rossetto 2010).

Os perfis médios de NDVI e EVI da classe Ap.S, que é predominante na paisagem da BHCPI, variaram de 0,3 nos meses secos a 0,7 nos meses chuvosos, permanecendo em boa parte do ciclo, entre 0,5 e 0,6 (Figura 5).

O padrão apresentado revela baixa biomassa ao longo do ano, o que pode indicar degradação das pastagens, pois o “pastejo mal conduzido, aliado ao estresse ambiental, também leva à degradação da pastagem” (Peron & Evangelista 2004). Outro fator a ser considerado, segundo Dias Filho (1998) é o superpastejo ou pastejo prematuro das áreas, que podem contribuir em grande parte para o aumento das perdas de nutrientes por erosão e lixiviação, resultando na degradação prematura dessas áreas.

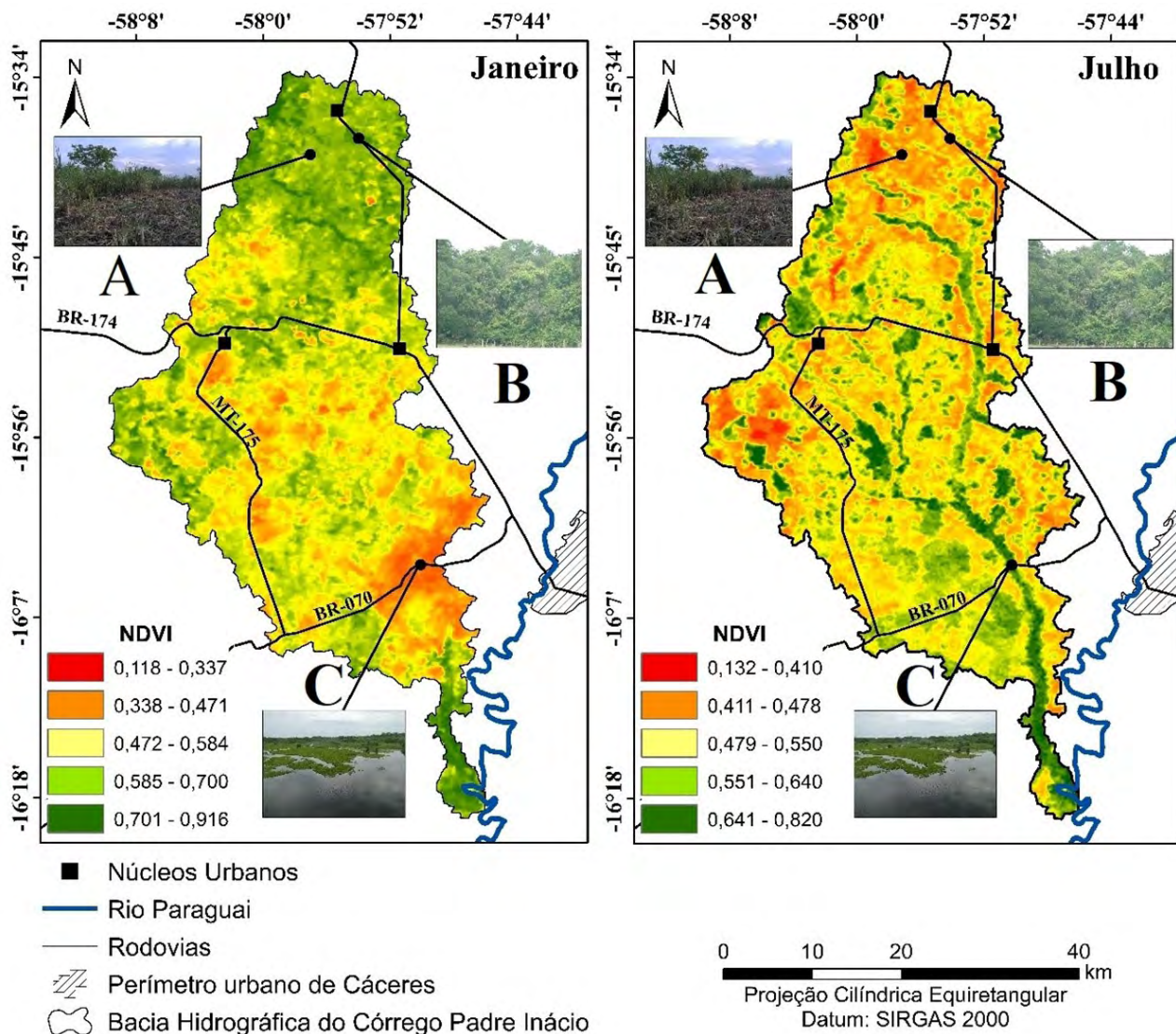


Figura 2 Condições da biomassa aferidas pelo NDVI na BHCPI, nos períodos chuvoso (Janeiro) e seco (Julho) no ano de 2016. A - Savana Florestada degradada; B - Savana Florestada; e C - Área do Pantanal inundada.

Bases cartográficas: Agência Nacional de Águas (Agência Nacional de Águas 2012) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2016).

Elaboração: Os autores (2020).

Este estado crítico indicado nos índices de vegetação da Ap.S é preocupante, pois a exposição do solo e a redução da cobertura vegetal são fatores desencadeantes dos processos erosivos, podendo ocasionar prejuízos ao ambiente e ao setor agrícola, devido à perda de solo, assoreamento dos cursos d'água, compactação entre outros (Bertoni & Lombardi Neto 1999; Neves *et al.* 2011). Isso pode explicar algumas características observadas nos dados da série temporal, que mostra uma mudança gradual no uso da terra ao longo dos anos, como é o caso

da Ap.S que tem ocupado as áreas de vegetação natural e nas áreas mais antigas está sendo substituída pela Ac.S, mais especificamente a cana-de-açúcar. Politano *et al.* (1983), Barros *et al.* (1987) e Campos *et al.* (1993), em estudos sobre a expansão canavieira no estado de São Paulo, constataram que grande parte das áreas com cana-de-açúcar foram ocupadas anteriormente por outras culturas, padrão semelhante ao encontrado na bacia de estudo, logo pode estar acontecendo o mesmo processo de sucessão.

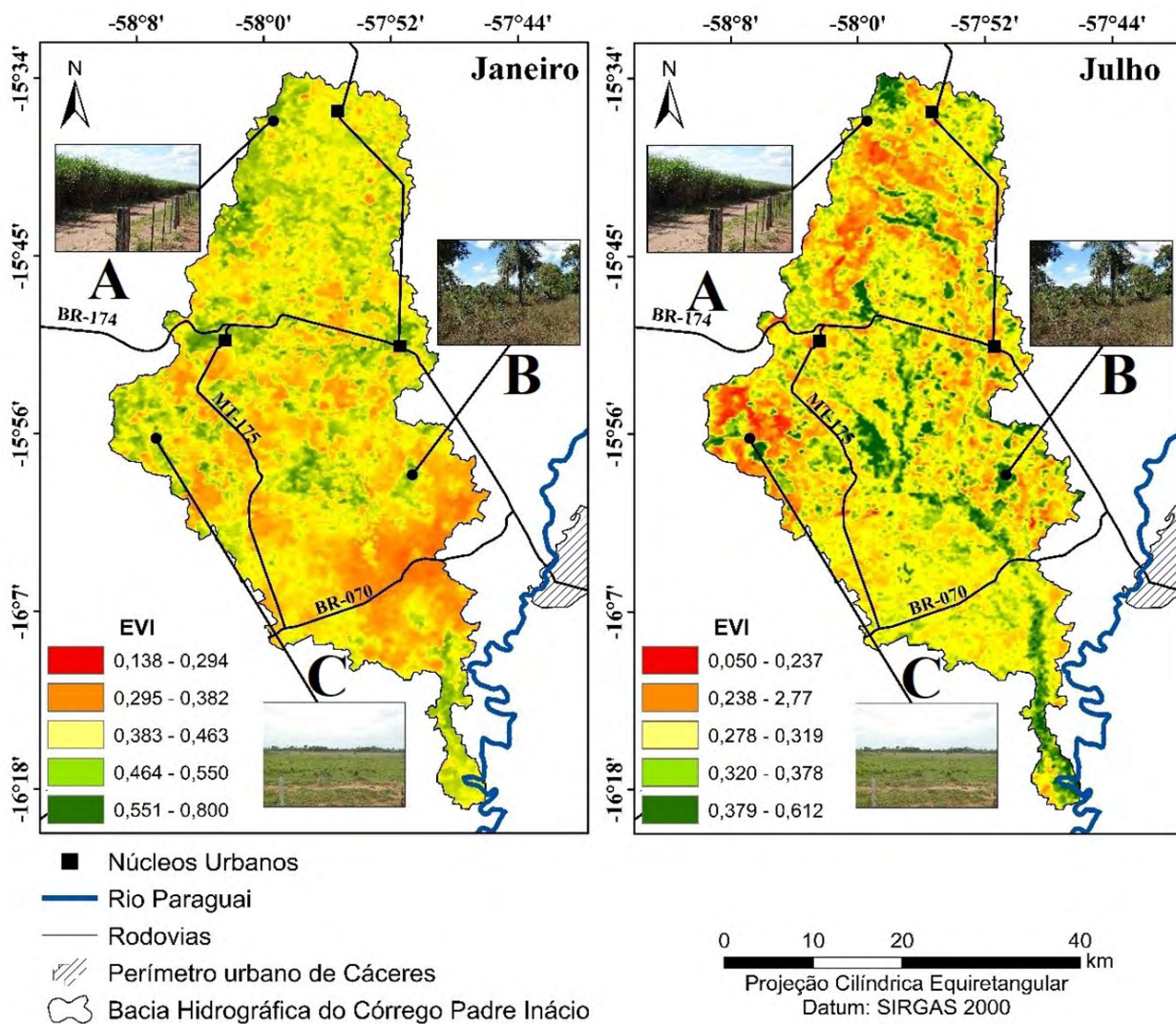


Figura 3 Condições da biomassa aferidas pelo EVI na BHCPI, nos períodos chuvoso (Janeiro) e seco (Julho) no ano de 2016. A - Plantação de cana-de-açúcar; B - Savana Arborizada; e C - Pastagem degradada.

Bases cartográficas: Agência Nacional de Águas (Agência Nacional de Águas 2012) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2016).

Elaboração: Os autores (2020).

Nos fragmentos de Fa os dois índices mostraram variações sazonais, o NDVI variou de 0,5, nos meses mais secos, a 0,9, nos de ocorrência de maior volume de água, enquanto o EVI variou 0,1 (seco) a 0,9 (úmido), conforme pode ser observado na Figura 6. A constatação do exposto foi realizada em campo, onde foi observado que a vegetação remanescente apresenta como característica marcante a perda parcial de suas folhas, em torno de 20 a 50%, em épocas de menor incidência de chuvas e temperaturas mais altas (Ministério de Minas e Energia 1982).

Os perfis médios de NDVI e EVI da classe Sa+Sd evidenciaram que os menores valores foram registrados

entre os meses de agosto e outubro (Figura 7), podendo estar relacionados com o estresse hídrico. Resultados semelhantes foram encontrados por Becerra et al (2009) ao estudar a influência das variáveis ambientais com o padrão de distribuição espacial na região das savanas tropicais.

Conforme aumenta a disponibilidade de água, maior é a biomassa verde, conseqüentemente ocorre o aumento dos valores dos índices, em torno de 0,7 a 0,8, cuja curva característica é semelhante às áreas de pastagens plantadas não degradadas na bacia. Essas áreas apresentam índices que variam de 0,5 a 0,6 nos períodos de maior demanda hídrica um pouco abaixo do que seria considerado normal para cultura 0,7 e 0,8.

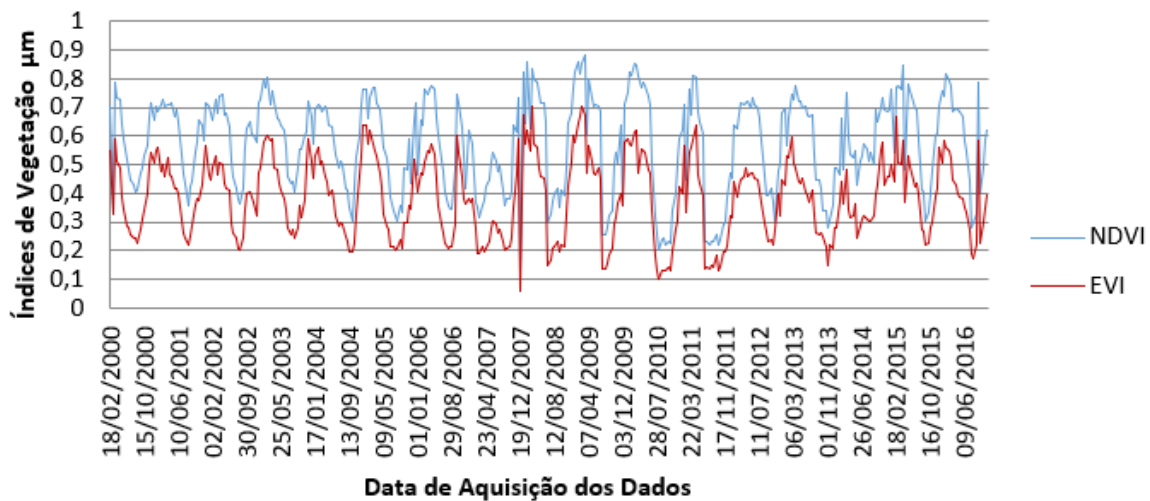


Figura 4 Curvas características de perfil médio padronizado do NDVI e EVI para a classe Ac.S.

Base de dados: Sistema de Análise Temporal da Vegetação – SATVeg (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2016).

Organização: Os autores (2020).

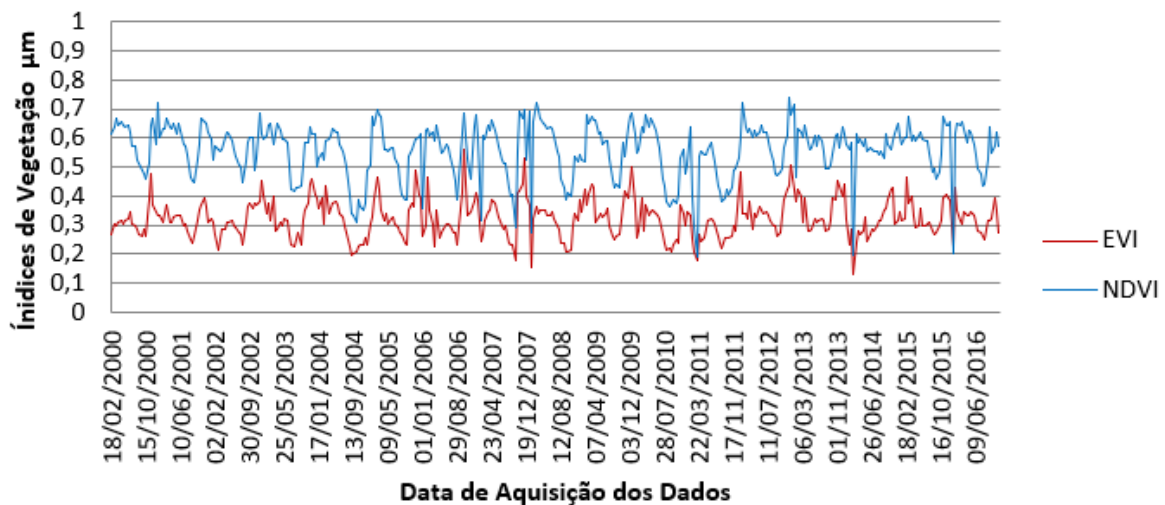


Figura 5 Curvas características de perfil médio padronizado do NDVI e EVI para a classe Ap.S.

Base de dados: Sistema de Análise Temporal da Vegetação – SATVeg (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2016).

Organização: Os autores (2020).

Na bacia de estudo a classe Sa+Sd encontra-se distribuída em pequenos fragmentos, tendo sido suprimida ao longo dos anos em virtude do plantio de pastagens. De acordo com Viana (1995) e Dassoller *et al.* (2014) isso tende a provocar o declínio regional de biodiversidade, sendo que quanto mais fragmentadas e perturbadas, mais custoso será a restauração e manutenção da biodiversidade nesses ambientes. Dassoller *et al.* (2014) apontaram que o aumento da produtividade da pecuária na bacia está associado a um viés expansionista, que desconsidera as capacidades

ambientais dos diferentes ecossistemas que formam uma paisagem natural, o que culmina em desequilíbrios.

Esses dados são preocupantes devido o desrespeito quanto a conservação da vegetação em Áreas de Preservação Permanentes (APPs) na bacia. O artigo 4º da Lei 12.651/2012 (Brasil 2012) prevê que as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima, variando de acordo com a espessura do curso d'água devem ser preservadas (Dassoller *et al.* 2014).

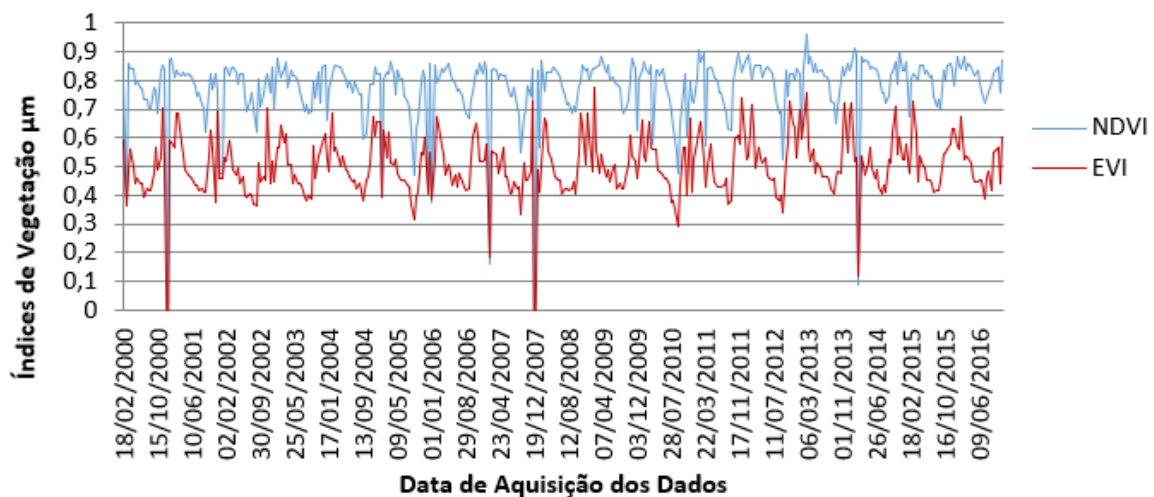


Figura 6 Curvas características de perfil médio padronizado do NDVI e EVI para a classe Floresta.

Base de dados: Sistema de Análise Temporal da Vegetação – SATVeg (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2016).

Organização: Os autores (2020).

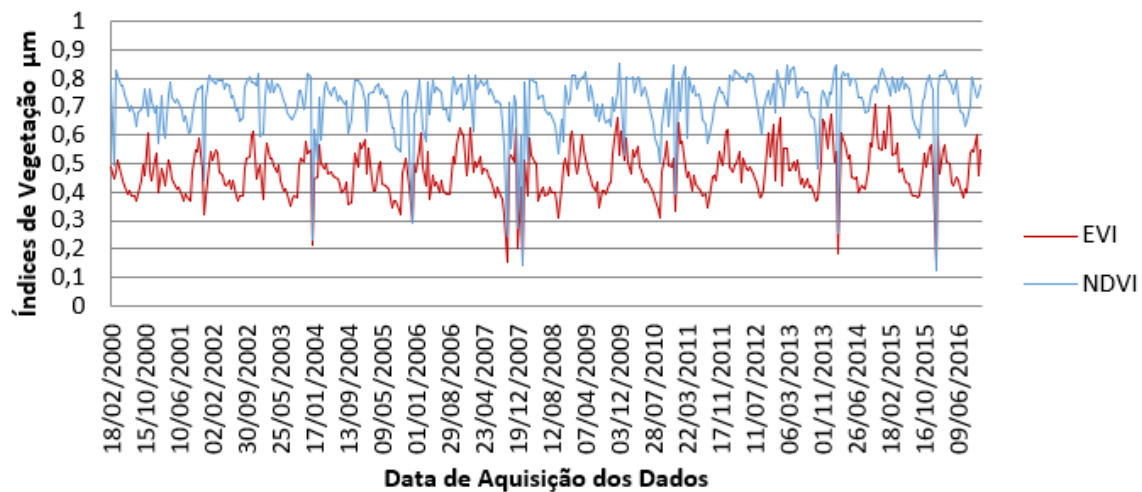


Figura 7 Curvas características de perfil médio padronizado do NDVI e EVI para a classe Savana.

Base de dados: Sistema de Análise Temporal da Vegetação – SATVeg (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2016).

Organização: Os autores (2020)

Verificou-se na bacia que ocorre o uso conflitante em APPs, sendo muitas vezes usadas como bebedouros, criadouros e pastoreio de animais, ameaçando diretamente a biodiversidade e conservação das nascentes e córregos que compõem a bacia.

Os resultados obtidos neste estudo servem como alerta sobre a importância da adoção de medidas conservacionistas, uma vez que houve o avanço dos usos antrópicos

sobre as áreas remanescentes de vegetação natural, além da diminuição da vegetação em torno dos cursos hídricos, em desacordo com a legislação ambiental brasileira.

4 Considerações Finais

O desenvolvimento da atividade pecuária na BHCPI ocorreu com o avanço da cultura sobre áreas vegetadas,

resultando na fragmentação e supressão das classes Floresta Estacional Semidecidual Aluvial e Savana Arborizada com Presença de Savana Florestada.

A classe Agricultura na Região de Savana, majoritariamente composta da cultura da cana-de-açúcar, expandiu-se ocupando áreas anteriormente destinadas ao desenvolvimento de pastagens, que encontravam-se em fase de degradação, fato evidenciado pelo baixo índice de biomassa.

Os resultados deste estudo evidenciam a necessidade da adoção de práticas de manejo adequadas e de recuperação das Áreas de Preservação Permanente, visando à manutenção da atividade agropecuária e a conservação ambiental.

5 Referências

- Agência Nacional de Águas 2012, 'Base cartográficas vetoriais', acesso em 25 de jan. de 2016, <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/solicitacaoBaseDados.asp>>.
- Barros, Z.X., Cardoso, L.G. & Targa, L.A. 1987, 'Utilização de fotografias aéreas em ocupação do solo por cobertura vegetal', *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, pp. 598-603.
- Becerra, J.A.B., Shimabukuro, Y.E. & Alvalá, R.C.S. 2009, '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*, vol. 24, no. 2, pp. 125-134.
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. 1999, *Conservação do Solo*, Ícone, São Paulo.
- Brasil. 2012, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 - Institui o novo Código Florestal Brasileiro, acesso em 20 nov. 2016, <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>.
- Câmara, G., Souza, R.C.M., Freitas, U.M. & Garrido, J. 1996, 'Spring: Integrating remote sensing and gis by object-oriented data modelling', *Computers & Graphics*, vol. 20, no. 3, pp. 395-403.
- Campos, S., Castro, R., Cardoso, L.G., Barros, Z.X. & Curi, P.R. 1993, 'Agrupamentos das divisões regionais agrícolas com relação à cobertura vegetal do estado de São Paulo, em 1990', *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, pp. 329-338.
- Costa, G.J.A., Ribeiro, K.V. & Albuquerque, E.L.S. 2020, 'Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) na avaliação da cobertura vegetal do município de regeneração, estado do Piauí, Brasil', *Geonordeste*, vol. 31, no. 2, pp. 230-246.
- Dassoller, T.F., Neves, S.M.A.S., Neves, R.J. & Paiva, S.L.P. 2014, 'Identificação de conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente na bacia hidrográfica córrego Padre Inácio, Mato Grosso', *Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, pp. 426-435.
- Demarchi, J.C., Piroli, E.L. & Zimback, C.R.L. 2011, 'Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo - SP usando imagens Landsat-5', *Ra'ega*, vol. 21, no. 1, pp. 234-271.
- Dias Filho, M.B. 1998, 'Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação', in L.E. Dias & J.W.V. Mello (eds), *Recuperação de áreas degradadas*, Departamento de Solos-UFV & Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, Viçosa, pp. 135-149.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2016, 'Sistema de Análise Temporal da Vegetação - SATVeg', acesso em 02 set. 2016, <<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html>>.
- Galvanin, E.A.S., Neves, S.M.A.S., Cruz, C.B.M., Neves, R.J., Jesus, P.H.H. & Kreitlow, J.P. 2014, 'Avaliação dos índices de vegetação NDVI, SR e TVI na discriminação de fitofisionomias dos ambientes do pantanal de Cáceres/MT', *Ciência Florestal*, vol. 24, no. 3, pp. 707-715.
- Gao, X., Huete, A.R., Ni, W. & Miura, T. 2000, 'Optical-Biophysical Relationships of Vegetation Spectra without Background Contamination', *Remote Sensing of Environment*, vol. 74, no. 1, pp. 609-620.
- Grupo de Pesquisa em Sensoriamento Remoto, Ensino e Pesquisa em Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso 2016, 'Acervo de fotografias de trabalho de campo', acesso em 14 de jun. de 2019, <<http://www2.unemat.br/labgeo/index.php?past=galeria>>.
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E.P., Gao, X. & Ferreira, L.G. 2002, 'Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices', *Remote Sensing of Environment*, vol. 83, no. 2, pp. 195-213.
- Huete, A., Liu, H.Q., Batchily, K. & Leween, W.A. 1997, 'Comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS', *Remote Sensing of Environment*, vol. 59, no. 2, pp. 440-451.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2016, 'Malhas territoriais', acesso em 23 fev. 2016, <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=27413&t=acesso-ao-produto>>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2017, *Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil 2014 - 2010 - 2012 - 2014*, IBGE, Rio de Janeiro.
- Kuplich, T.M., Moreira, A. & Fontana, D.C. 2013, 'Série temporal de índice de vegetação sobre diferentes tipologias vegetais no Rio Grande do Sul', *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 17, no. 10, pp. 1116-1123.
- Lima, G.C., Silva, M.L.N., Curi, N., Silva, M.A., Oliveira, A.H., Avanzi, J.C. & Ummus, M.E. 2013, 'Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN)', *Ambi-Água*, vol. 8, no. 2, pp. 204-214.
- Ministério das Minas e Energia 1982, *Projeto RADAMBRASIL, Levantamento de recursos naturais, 27. Folha SE. 21 Corumbá e parte da Folha SE. 20; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*, MMA, Rio de Janeiro.
- Ministério do Meio Ambiente 1997, *Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP)*. Programa Nacional do Meio Ambiente - PNMA, Brasília.
- National Aeronautics and Space Administration 2016, 'MODIS - Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer', acesso

- em 05 de jan. 2020, <<https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments/modis>>.
- Neves, S.M.A.S., Nunes, M.C.M. & Neves, R.J. 2011, 'Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídios às atividades agropecuárias e turísticas municipais', *Boletim Goiano de Geografia*, vol. 31, no. 2, pp. 55-68.
- Oliveira, E.N.F. 2020, 'Uma abordagem semisupervisionada para classificação de pastagens usando séries temporais de NDVI', Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás.
- Peron, A.J. & Evangelista, A.R. 2004, 'Degradação de pastagens em regiões de cerrado', *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 28, no. 3, pp. 655-661.
- Politano, W., Corsini, P.C., Lopes, L.R., Sacchi, E. & Paro, P.S. 1983, 'Caracterização por fotointerpretação da ocupação do solo no município de Monte Alto-SP', *Engenharia Agrícola*, vol. 7, no. 1, pp. 17-25.
- Risso, J., Rizzi, R., Epiphanyo, R.D.V., Formaggio, A.R., Shimabukuro, Y.E. & Fernandes, S.L. 2009, 'Potencialidades dos índices de vegetação EVI e NDVI dos produtos MODIS na separabilidade espectral de áreas de soja', *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pp. 379-386.
- Santiago, A.D. & Rossetto, R. 2010, acesso em 23 de jan. de 2016, <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_75_22122006154841.html>.
- Savitzky, A. & Golay, M.J.E. 1964, 'Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures', *Analytical Chemistry*, vol. 36, no. 2, pp. 1627-1639.
- Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral do Mato Grosso 2017, *Plano de Longo Prazo de Mato Grosso: Macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos, estratégias e linhas estruturantes*, Central de Texto, Cuiabá.
- Silva, G.J.O., Neves, S.M.A.S., Ramos, A.W.P. & Miranda, M.R.S. 2020, 'Estado de conservação das áreas de preservação permanente de nascentes da bacia hidrográfica do rio Jauru/MT-Brasil', *Revista Cerrados*, vol. 18, no. 1, pp. 3-22.
- Silva, J.S.V., Abdon, M.M., Silva, A.M. & Souza, L.A. 2007, 'Banco de dados de vegetação do projeto Probio-Pantanal', *Congresso Brasileiro de Cartografia*, pp. 1643-1652.
- Trancoso, R. 2013, 'Análise comparativa de índices de vegetação por categoria territorial nos estados do Pará e do Mato Grosso', *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pp. 3344-3351.
- United States Geological Survey 2016, 'Portal de Catálogo de Dados Científicos', acesso em 08 mar. de 2016, <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>.
- Viana, V.M. 1995, 'Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensamente cultivadas', in G.A.B. Fonseca, M. Schmink, L.P.S. Pinto & F. Brito (eds), *Abordagens Interdisciplinares para a Conservação da Biodiversidade e Dinâmica do Uso da Terra no Novo Mundo*, Conservation International do Brasil/UFGM/University of Florida, Gainesville, pp. 135-154.
- Xaud, M.R. & Epiphanyo, J.C.N. 2014, 'Dinâmica do uso e cobertura da terra no sudeste de Roraima utilizando técnicas de detecção de mudanças', *Acta Amazônica*, vol. 44, no. 1, pp. 107-120.

Recebido em: 10/06/2020

Aprovado em: 10/05/2021

Como citar:

Luz, C.C.S., Ramos, A.W.P., Barros, C.A., Neves, S.M.A.S., Silva, J.S.V. & Galvanin, E.A.S. 2021, 'NDVI e EVI Aplicados à Análise da Dinâmica Temporal da Cobertura Vegetal e Usos da Terra da Bacia do Córrego Padre Inácio-Mato Grosso, Brasil', *Anuário do Instituto de Geociências*, vol. 44: 35438. https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_35438