

Estudo da Evapotranspiração Sobre o Impacto de Preservação de uma Unidade de Área Protegida no Pantanal Mato-Grossense

Study of Evapotranspiration on the Impact of Preservation of a Unit of Protected Area in the Pantanal Mato-Grossense

Fábio Rodrigues Vinhal de Oliveira^{*a}; Victor Hugo de Moraes Danelichen^a

^aUniversidade de Cuiabá, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Ambientais. MT, Brasil.

*E-mail: fabiovinhal1@gmail.com.

Resumo

O pantanal brasileiro está presente nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul que possui diversidade florística e animal, é a maior planície alagada do mundo. A preservação no bioma é de suma importância para manter e progredir a diversidade do local, perante isso, a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) no bioma pantanal tem o objetivo de preservar localidades que a evapotranspiração está sendo mais intensa com diferente espaço de tempo. A presente pesquisa apresenta por meio de resultados captados pelo sensoriamento remoto a respeito pelo índice de vegetação da diferença normalizada, chamado de NDVI, esse índice quantifica e qualifica o resultado da vegetação na região. Para o método de mapeamento da área foi utilizado o sensoriamento remoto, o satélite utilizado foi o TERRA/AQUA, e para determinação dos cálculos foi usada softwares de GIS (Sistema de Informação Geográfica) onde abrange sensores orbitais necessárias para a pesquisa. O sensor do satélite MOD16 contribui com algoritmo de entrada de Índice de Área Foliar (LAI), fração de Radiação Fotossinteticamente (fPAR) e abrangendo albedo de classificação de uso da terra oriundos do sensor MODIS coleção 5 sendo séries temporais com intervalo de 8 e 16 dias do MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer).

Palavras-chave: Pantanal. NDVI. MOD16. MODIS. RPPN.

Abstract

The wetland in Brazilian is present in the states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul that has floristic and animal diversity, it is the largest flooded plain in the world. Preservation in the biome is of paramount importance to maintain and progress the diversity of the place, in view of this, the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) in the wetland biome that aims to preserve locations where evapotranspiration is being more intense with different spaces. of time. The present research presents, through results captured by remote sensing, regarding the normalized difference vegetation index, called NDVI, this index quantifies and qualifies the result of vegetation in the region. Remote sensing was used for the area mapping method, the satellite used was TERRA/AQUA, and GIS software (Geographic Information System) was used to determine the calculations, covering orbital sensors necessary for the research. The MOD16 satellite sensor contributes with an input algorithm of Leaf Area Index (LAI), Photosynthetically Radiation Fraction (fPAR) and covering land use classification albedo from the MODIS sensor collection 5 being time series with interval of 8 and 16 days of the MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer).

Keywords: Pantanal. NDVI. MOD16. MODIS. RPPN.

1 Introdução

O pantanal brasileiro tem 500 mil km² da Bacia do Alto Paraguai, sendo 210 mil km² divididos nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Este bioma consta como patrimônio nacional na Constituição Federal de 1988 (FERREIRA, 2012).

Uma característica fundamental no Pantanal é o regime de inundações (RIBEIRO *et al.*, 2018). Desta forma, na planície a declividade é aproximadamente de 1 a 2 cm por km no sentido norte-sul e 6 a 12 no sentido leste-oeste, desta forma funcionando como uma grande “esponja” durante o período das chuvas que escoam lentamente (NUNES DA CUNHA; JUNK, 2004).

Por isso, planejando a preservação e proteção de uma porção do Pantanal, foi criado em 1997 a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) SESC Pantanal, localizada em Barão de Melgaço (109 km de Cuiabá) no nordeste do pantanal de Mato Grosso, que ocupa uma área de 1076 km²

(DANELICHEN *et al.*, 2019). A RPPN SESC Pantanal foi reconhecida como “*site Ramsar*”, termo designado para área prioritária para conservação da biodiversidade, pela convenção sobre zonas úmidas de importância internacional, conhecida como convenção de Ramsar (CORDEIRO, 2004; BRANDÃO *et al.*, 2011).

Nesse contexto o sensoriamento remoto é uma ferramenta indispensável de obtenção de informações em diferentes escalas temporais e espaciais (FISCHER *et al.*, 2017), onde envolve o melhor entendimento do alvo desejado remotamente, conseqüentemente por um tipo de veículo (drone, satélite, VANT e entre outros), ou seja, a compreensão de lugares de difíceis acessos é facilmente explorada por essa ferramenta (SHIMABUKURO *et al.*, 2017).

O satélite TERRA foi lançado em 18 de dezembro de 1999, com passagem às 10:30 h da manhã no equador, sendo ele de cunho do programa da NASA, o Earth Observing System (EOS) que envolveu as agências aeroespaciais do

Canadá e Japão. Seu objetivo é contribuir para pesquisas sobre a dinâmica atmosférica global e suas interações com a superfície terrestre e oceano, na qual possui 36 bandas espectrais no sensor MODIS com resoluções de 250m e 500m (PAULA *et al.*, 2016).

Posto isto, a evapotranspiração (ET) conceitua-se como a quantidade de água das chuvas sobre a superfície terrestre, na qual retorna à atmosfera pelos efeitos da perda de água do solo por evaporação e perda de água da planta por transpiração (BIUDES *et al.*, 2015). ET é apontada como um dos mais importantes fatores reguladores do clima, em que relaciona a troca de energia e a hidrologia em escalas local e global (RUHOFF *et al.*, 2012).

Deste modo, a ET é o segundo maior componente do ciclo hidrológico terrestre em escala global, representando cerca de 60% da precipitação (MU *et al.*, 2011). Baseado nisso, a ET também tem sua característica de ser um importante fluxo de energia, pois relaciona utilização de mais da metade da energia solar total absorvida pela superfície terrestre (DANELICHEN, 2015).

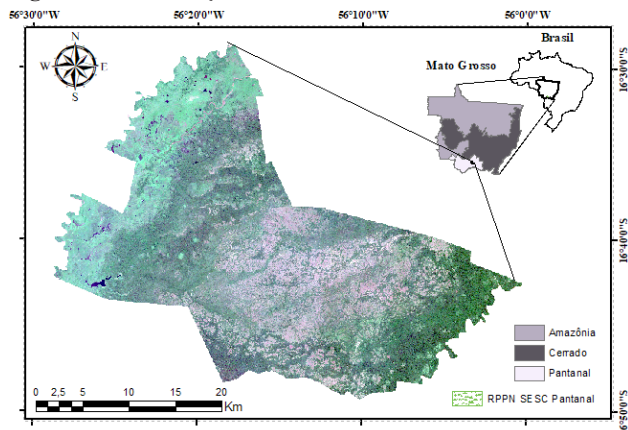
Sendo assim, o objetivo do estudo foi apresentar o impacto da ET em uma RPPN referente a dinâmica de período de tempo desde sua criação, expondo seu comportamento nos períodos de cheia e seca, por meio da ferramenta de sensoriamento remoto.

2 Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O estudo foi elaborado na Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN SESC Pantanal, localizada na cidade de Barão de Melgaço – MT, distante 160 km da capital Cuiabá – MT. Gleissolo Háptico Ta Distrófico é a classificação do solo local (MACHADO *et al.*, 2015). A média de precipitação anual e temperatura da região é de 1.400mm e 26,1°C com uma estação seca pronunciada que se estende de maio a setembro (BIUDES *et al.*, 2012).

Figura 1 - Identificação da RPPN Sesc Pantanal



Fonte: Dados da pesquisa

2.2 Dados Sensor Orbital

O sensor MOD16 (MU *et al.*, 2011, 2013) possui algoritmo que constitui dados de entrada o LAI (índice de área foliar), fPAR (fração de radiação fotossinteticamente ativa (PAR)), albedo de classificação de uso da terra oriundos do sensor MODIS coleção 5, séries temporais com intervalo de 8 e 16 dias do MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer abordo dos satélites TERRA/AQUA) foram utilizadas para a calibração dos modelos de fluxo de calor no solo com uma janela local para cada área de estudo de 250 x 250 m.

Essas séries foram construídas por meio do preenchimento de controle de qualidade de valores sinalizados errôneos (QC). Os produtos de índice de área foliar – LAI (MOD15A2), temperatura da superfície – Ts (MOD11A2) e albedo – α (MCD43A) foram gerados em um intervalo de 8 dias, enquanto o índice de vegetação da diferença normalizada – NDVI (MOD13Q1) em um intervalo de 16 dias. Os produtos do MODIS são publicados pelo centro de dados EROS do Active Archive Center (EDC DAAC, http://daac.ornl.gov/cgi-bin/MODIS/GLBVIZ_1_Glb/modis_subset_order_global_col5.pl).

2.3 Coleta e Processamento de Dados

Com base no algoritmo do sensor MOD16 do satélite TERRA, foi construído um banco de dados de imagens da RPPN SESC Pantanal, foram extraídas da National Aeronautics and Space Administration (NASA) juntamente com a United States Geological Survey (USGS) no endereço eletrônico (<https://www.usgs.gov/>). Essas imagens são correspondentes todos os meses dos anos de 2001, 2009 e 2018 especificamente, referenciado ao datum WGS-84 zona 21S (Figura 1).

Os dados oriundos da NASA são de formatação de arquivo “HDFEOS”, em que consiste numa compactação e *download* mais eficaz, a localização da área de estudo de acordo com a projeção cartográfica sinusoidal é descrita por “MT h12v10” (MU *et al.*, 2013), porém foi indispensável processar essas informações, como, converter os dados para a extensão “GEOTIFF”, redefinir a projeção cartográfica em WGS84, corrigir o fator de escala em mm/dia e definir a delimitação da área de estudo. O processamento de dados foi realizado pelo *software* de Sistema de Informações Geográficas ArcGIS 10.4.

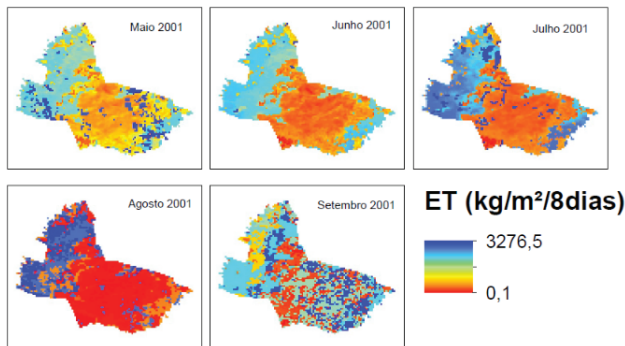
O fator de escala definido pela resolução espacial e temporal consiste em quantificar e analisar por Kg/m²/8dias (MU *et al.*, 2013).

3 Resultados e Discussão

A precipitação média anual apresentou acúmulo entre 1.100 e 1200 mm, observa-se que as temperaturas médias do verão variaram entre 27°C e 28°C e que durante a estação de inverno, de 22°C e 23°C, os períodos nessa região são

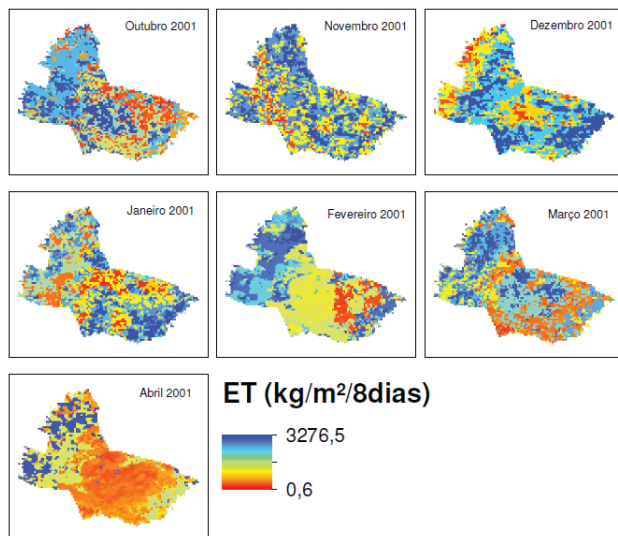
definidos entre seca e chuvosa (DANELICHEN, 2015), sendo a seca nos meses de maio a setembro e a chuvosa decorrendo de outubro a abril (HASENACK et al., 2003). Os períodos de seca e chuvosa apresentaram uma mudança na estimativa da evapotranspiração (ET) ao longo do tempo, as análises foram baseadas em intervalos de 9 anos, do ano de 2001 a 2018 (Figura 2 a 7).

Figura 2 - Níveis de evapotranspiração no período de seca 2001



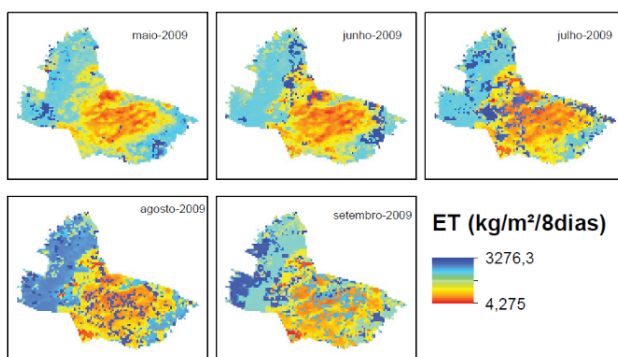
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 3 - Níveis de evapotranspiração no período chuvoso 2001



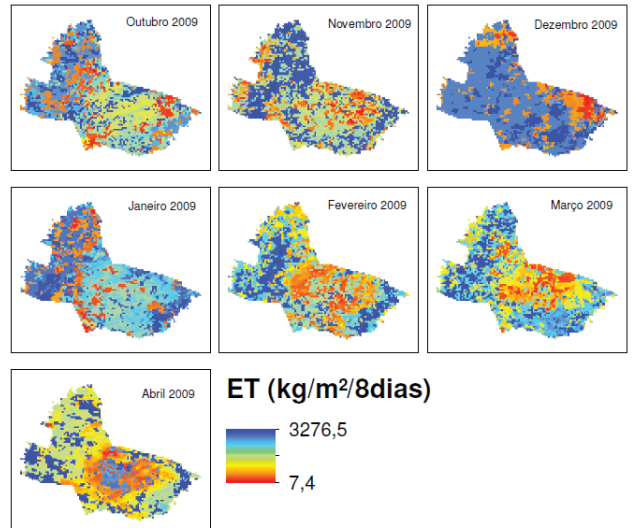
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 4 - Níveis de evapotranspiração no período de seca 2009



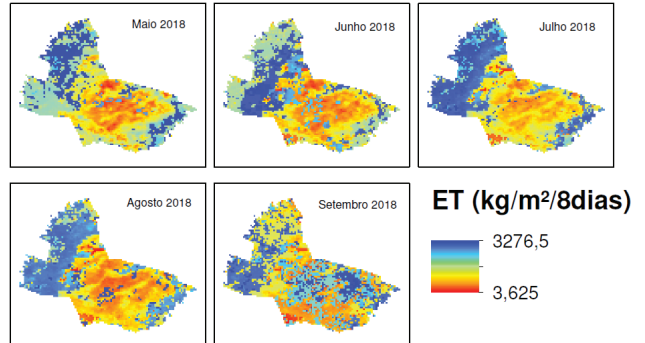
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 5 - Níveis de evapotranspiração no período de seca 2009



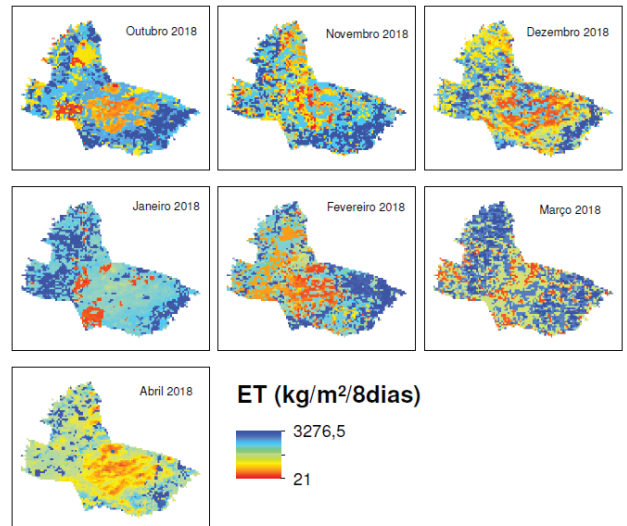
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 6 - Níveis de evapotranspiração no período de seca 2018



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 7 - Níveis de evapotranspiração no período de seca 2018



Fonte: Dados da pesquisa

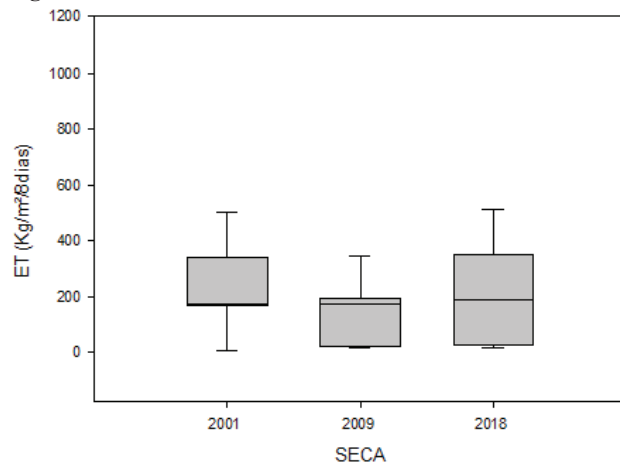
Após a área de estudo se tornar uma RPPN, notou-se que a ET obteve ganho substancial tanto no período de seca, quanto no período chuvoso. Ao passar dos anos a taxa mínima de

ET na seca saiu de 0,1 kg/m²/8dias para 3,625 kg/m²/8dias (Figura 2 e 6) e no período chuvoso saiu de 0,6 kg/m²/8dias para 21 kg/m²/8dias (Figura 3 e 7).

Ruhoff et al. (2017) em seus estudos apresentou que em área de campos e pastagens, em modo que com os dados de sensor orbital constituído da sua equação descreve que λTc correspondeu a mais de 86% de média anual de ET, enquanto que λEs representou aproximadamente 16%, (em função dos menores valores de LAI durante todo o ano), ou seja, constata-se um aumento de λEs e λEc durante os meses de inverno (maio a setembro) em função do aumento de RH de forma consistente com o aumento de disponibilidade hídrica e maiores volumes de precipitação. De modo geral verificou-se que o controle de variância da ET com o algoritmo MOD16 apresentou vínculo com as condições de uso e cobertura da terra (RUHOFF *et al.*, 2017).

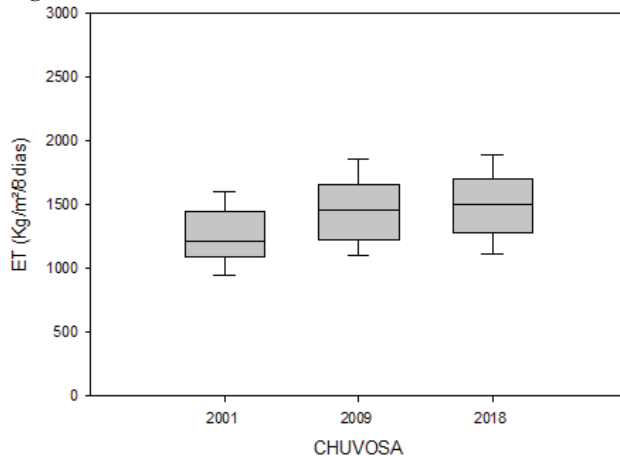
Os dados provenientes do MOD16 ocorreram variância na estação de seca, porém na estação chuvosa quase não houve variação, ou seja, na região no período mais crítico, a ET teve seu ganho substancial (Figuras 8 e 9).

Figura 8 - Dinâmica de seca da ET de 2001 a 2018



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 9 - Dinâmica de chuvosa da ET de 2001 a 2018



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 8 evidencia a quantidade de ET, na qual obteve um pequeno avanço entre 2001 e 2009, porém seu crescimento

exponencial foi entre 2009 e 2018. Os dados levantados na estação chuvosa mostram uma pequena progressão entre os anos de 2001 e 2009, já entre 2009 e 2018 essa variação foi quase que imperceptível.

Depois da implantação da RPPN observou-se de forma geral um considerável ganho de ET principalmente no período de seca entre os anos de 2009 e 2018, devido ao crescimento vegetativo desde 1997 (criação da reserva), ou seja, no período mais crítico Danelichen (2015) evidenciou que o NDVI apresentou um aumento de 24%, 0,12, do período anterior à criação da reserva, desta forma expondo a efetividade de preservação do local de estudo.

4 Conclusão

A evapotranspiração proporcionada pela ferramenta de sensoriamento remoto constituiu 18 anos de estudo, constatou-se um ganho significativo de 97,66% nas mínimas de seca de ET entre os anos de 2001 a 2009, logo se manteve em 84,80% entre os anos de 2009 a 2018 cumprindo-se a estabilidade analisada. Deste modo, a dinâmica de evapotranspiração em regiões passivas de áreas alagadas (pantanal) instituída com RPPN apresentou um aumento apreciável em períodos de seca.

Referências

- BIUDES, M.S. *et al.* Mudança no microclima provocada pela conversão de floresta de Cambará em pastagem no norte do Pantanal. *Rev. Ciênc. Agro-Amb.*, v.10, n.1, p.61-68, 2012.
- BIUDES, M.S. *et al.* Patterns of energy exchange for tropical ecosystems across a climate gradient in Mato Grosso, Brazil. *Agricul. Forest Meteorol.*, v.202, p.112-124, 2015.
- BRANDÃO, L.G. *et al.* Plano de manejo da Reserva Particular de Patrimônio Natural SESC Pantanal. *Serviço Social do Comércio*, 2011.
- CORDEIRO, J.L.P. Estrutura e heterogeneidade de paisagem de uma unidade de conservação no nordeste do pantanal (RPPN SESC PANTANAL), Mato Grosso, Brasil: efeitos sobre a distribuição e densidade de antas (*Tapirus terrestris*) e de cervos-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*). Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- CORINGA, E.A.O.; COUTO, E.G.; TORRADO, P.V. Geoquímica de solos do Pantanal Norte, Mato Grosso. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.38, n.6, p.1784-1793, 2014.
- DANELICHEN, V.H.M. *et al.* Assessment of land use in a conservation unit in the brazilian pantanal by remote sensing. *Australian J. Bas. Appl. Scie.*, v.13, p.141-150, 2019.
- DANELICHEN, V.H.M. Balanço de energia em unidade de conservação no pantanal mato-grossense por sensoriamento remoto. Tese (Doutorado em Física Ambiental) –Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2015.
- FERREIRA, A.B. Pantanal Mato-Grossense: considerações sobre a proteção constitucional para um desenvolvimento econômico sustentável. *Interações*, v.14, n.1, p.11-20, 2013.
- FISHER, J.B. *et al.* The future of evapotranspiration. *Water Res. Res.*, v.53, p.2618–2626, 2017.
- HASENACK, H.; CORDEIRO, J. L. P.; HOFMANN, G. S. O

Clima da RPPN SESC-Pantanal. p.27, 2003.

MACHADO, N.G. *et al.* Soil nutrients and vegetation structure in a neotropical seasonal wetland. *Appl. Ecol. Environ. Res.*, v.13, n.2, p.289-305, 2015.

MU, Q.; ZHAO, M.; RUNNING, S.W. Improvements to a MODIS global terrestrial evapotranspiration a logarithm. Remote Sensing of Environment. Numerical Terradynamic Simulation Group, *Department of Ecosystem and Conservation Sciences*, The University of Montana, Missoula, MT 59812, USA, 2011.

MU, Q.; ZHAO, M.; RUNNING, S.W. MODIS Global Terrestrial Evapotranspiration (ET) Product (NASA MOD16A2/A3) Algorithm Theoretical Basis Document Collection 5. 2013. Disponível em: <https://modis-land.gsfc.nasa.gov/pdf/MOD16ATBD.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

NUNES DA CUNHA, C.; JUNK, W.J. Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia divergens* in Pantanal grasslands. *Appl. Vegetation Scie.*, v.7, p.103-110, 2004.

PAULA, V. H.; PAI, A. D. Descrição dos produtos de sensor modis (moderate resolution imaging spectroradiometer)

embarcados no satélite terra e aqua. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA FATEC DE BOTUCATU, 2016.

RIBEIRO, A. A. *et al.* Structural Blocks as Flood Control in Brazilian Pantanal. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v.41, p.434-444, 2018.

RUHOFF, A.L. *et al.* A MODIS-Based Energy Balance to Estimate Evapotranspiration for Clear-Sky Days in Brazilian Tropical Savannas. *Remote Sensing*, v.4, p.703-725, 2012.

RUHOFF, A.L.; ADAMATTI, D.S.; MOREIRA, A.A. O que controla o processo de evapotranspiração no algoritmo MOD16? In: WHORKSHOP BRASILEIRO DE MICROMETEOROLOGIA, 2017.

SHIMABUKURO, Y.E.; PONZONI, F.J. Mistura espectral: modelo linear e aplicações. São Paulo: *Oficina de Textos*, 2017.

SHIMABUKURO, Y.E.; RUDORFF, B.F.T. Dados do sensor MODIS para mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal e uso da terra. SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, p.929-938, 2006.