

ANÁLISE DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM BACIA HIDROGRÁFICA USANDO SIG E DADOS MODIS*

Data de aceite: 15/12/2021

Ricardo Guimarães Andrade

Marcos Cicarini Hott

Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

Celso Bandeira de Melo Ribeiro

Com o aumento da população e a rápida mudança climática, a água tornou-se uma grande preocupação tanto em termos de meio ambiente como para a sociedade. É esperado que as mudanças climáticas intensifiquem o ciclo hidrológico e alterem a ET, com implicações para os serviços ecossistêmicos e de feedback para o clima regional e global (Mu et. al., 2007a). É sabido que mais da metade da energia solar absorvida pelas superfícies terrestres é usada para evaporar a água e que, a disponibilidade de água, é o principal fator de restrição para o crescimento da vegetação em mais de 40% da superfície terrestre com vegetação (Nemani et al., 2003; Mu et al., 2007b).

A quantificação da ET torna-se essencial para o entendimento das interações entre a energia da atmosfera e da superfície terrestre e os balanços hídricos regionais ou em escala de bacias hidrográficas. No entanto, os métodos convencionais de estimativa de ET têm por

base as medições pontuais *in situ*, tais como lisímetros (Mariano et al., 2015), torres de fluxos-eddy covariance (Moorhead et al., 2019) e razão de bowen (Buttar et al., 2018), sendo um fator limitante para análises da ET em larga escala. Assim, os modelos/algoritmos fundamentados em técnicas de sensoriamento remoto surgem como potencial alternativa para estimativa da ET regional ou global.

Os modelos de balanço de energia da superfície foram aplicados com sucesso em diversas regiões do mundo, sendo muito úteis no monitoramento dos recursos hídricos. Porém, um fator limitante seria a disponibilidade de dados contínuos de sensoriamento remoto com boa resolução espaço-temporal. Com intuito de amenizar tais limitações Cleugh et al (2007) desenvolveram um modelo associando produtos MODIS com a equação de Penman-Monteith. Posteriormente, esse modelo foi modificado por Mu et al. (2007a) e aprimorado o algoritmo por Mu et al. (2011) com a finalidade de produzir um produto de ET global mais preciso. Esse produto denominado por MOD16 pode ser usado para gerar estimativas da ET em escala de bacia hidrográfica e fornecer informações importantes para o gerenciamento de recursos hídricos. Diante do exposto, o presente estudo objetivou o uso do produto MOD16 para análise espaço-temporal da evapotranspiração na bacia do rio Paraíba.

A bacia do rio Paraibuna tem cerca de 170 km de extensão e com uma bacia de drenagem da ordem de 8.558 km² é considerado o maior afluente em volume de água da bacia do Paraíba do Sul, com intensa atividade agropecuária, notadamente, na produção de leite. No presente estudo utilizou-se do produto evapotranspiração (MOD16A2, versão 6) gerado a partir de dados do sensor MODIS/Terra para os tiles H14V11 e H13V11 no período de 22/03/2017 a 22/03/2018. Este produto foi obtido ao acessar o site da Land Process Distributed Active Archive Center (LP DAAC) da USGS por meio do link: <<https://lpdaac.usgs.gov/>>. Posteriormente, aplicou-se a ferramenta MRT (Modis Reprojection Tools) para conversão de formato HDF (formato original) para TIF. Em seguida, ao utilizar o ArcMap do software ARCGIS (versão 10.1) foi possível aplicar ferramentas de análise espacial para conversão de escala e filtragem dos dados pixel a pixel. Na Figura 1 visualizam-se, para a bacia do rio Paraibuna, as médias e desvios-padrão das estimativas de ET por meio do produto MOD16 no período de 03/2017 a 03/2018. Já na Figura 2 têm-se os mapas das médias mensais de ET no período de março de 2017 (Figura 2A) a março de 2018 (Figura 2M). A ET média de todo o período analisado na área da bacia foi de 3,05 mm d⁻¹.

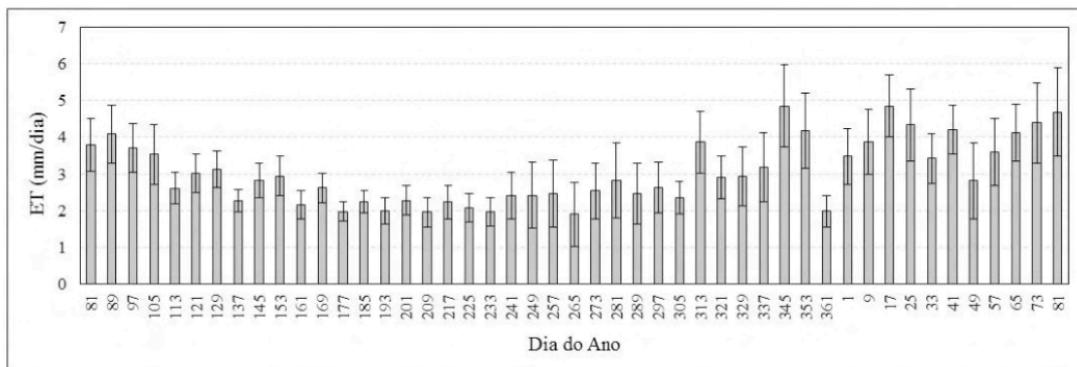


Figura 1 – Médias e desvios-padrão das estimativas de ET por meio do produto MOD16 para a bacia hidrográfica do rio Paraibuna no período de 03/2017 a 03/2018.

Nota-se que em todos os meses analisados há manchas escuras da classe “No data”, com destaque para os meses de abril de 2017 (Figura 2B) e fevereiro de 2018 (Figura 2L). Provavelmente, nesses meses, houve concentração de nuvens sobre boa parte da área da bacia do rio Paraibuna. Nesse caso, a classe “No data” pode ter influenciado nos valores médios de ET e respectivos desvios-padrão nos dias 97, 105 e 113 do ano de 2017 e nos dias 33, 41, 49 e 57 do ano de 2018 (Figura 1). Nos demais meses a classe “No data” concentrou-se sobre a região urbana do município de Juiz de Fora, MG.

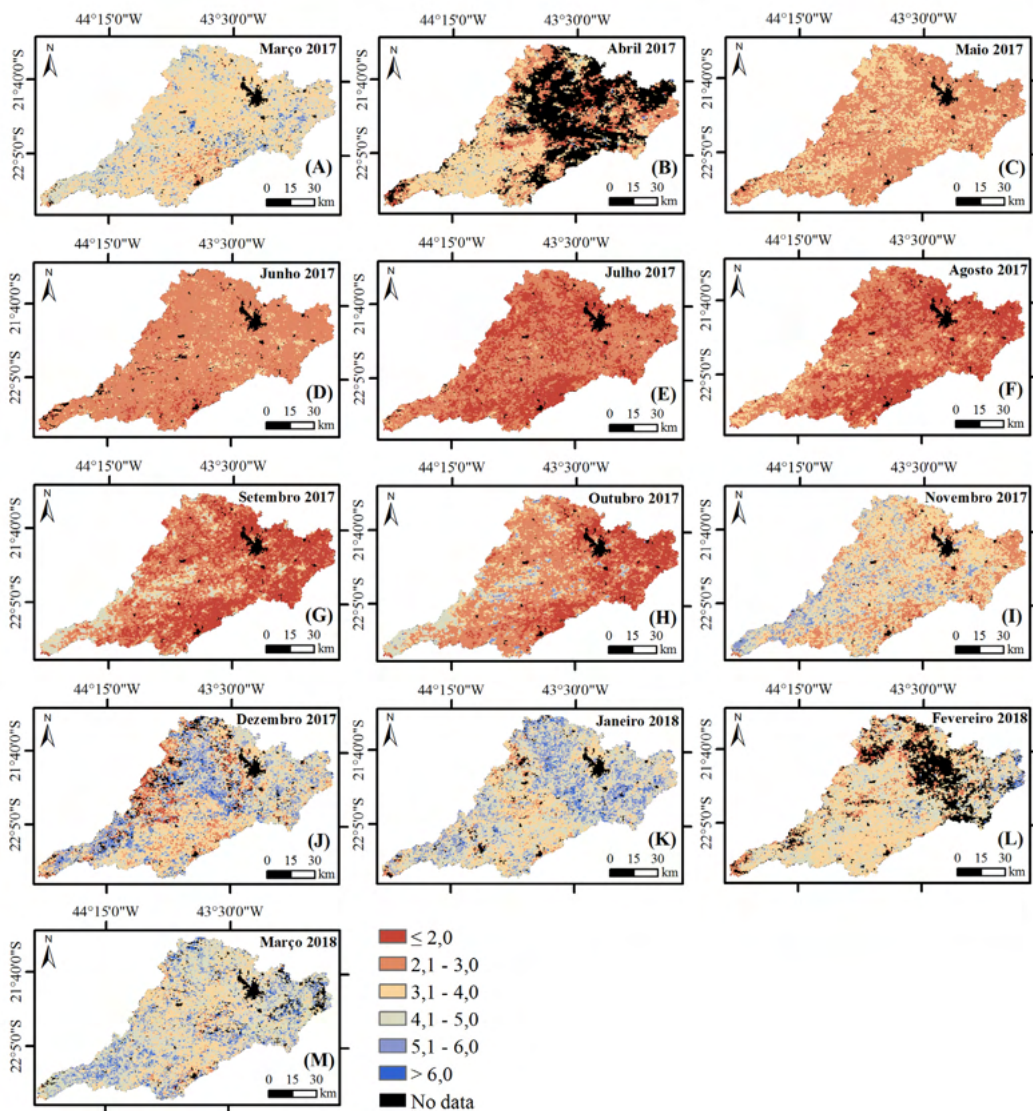


Figura 2 – Mapa das médias mensais das estimativas de ET por meio do produto MOD16 para a bacia hidrográfica do rio Paraibuna no período de março de 2017 (Figura 2A) a março de 2018 (Figura 2M).

Conforme mostram as Figuras 1 e 2, os meses novembro, dezembro, janeiro e março em termos de abrangência territorial, foram os que apresentaram valores de ET $\geq 4,50$ mm d⁻¹. Por outro lado, o inverso foi observado nos meses de julho, agosto e setembro em que predominaram os valores de ET $\leq 2,50$ mm d⁻¹. Além dos fatores da sazonalidade da precipitação, os valores espaço-temporais da ET também podem ser influenciados pelo tipo e abrangência das classes de uso e cobertura da terra. Silva e Zaidan (2011) aplicaram método de classificação supervisionada em imagens Landsat 5 visando a geração do

mapa de uso e cobertura da terra na bacia do rio Paraibuna. Conforme resultados dos autores cerca de 42% da bacia é coberta por pastagens, 28% por florestas, 27% por terras agrícolas e cerca de 3% corresponderia à soma de solo exposto e estéril, solo urbano ou construído e corpos d'água. A classe pastagens predomina na bacia do rio Paraibuna (Silva e Zaidan, 2011) e, nessa classe, os valores médios de ET variando de 0,50 a 2,50 mm d⁻¹ e entre 2,00 e 4,50 mm d⁻¹ predominaram nos períodos seco e chuvoso, respectivamente. Ao estimar a ET por meio de técnicas de sensoriamento remoto em áreas de pastagens da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, Andrade et al. (2018) obtiveram, em período predominante de estação seca do ano, valores de ET variando de 0,50 a 3,50 mm d⁻¹, com média de 1,90 mm d⁻¹. Em pastagens com indicativos de degradação na bacia hidrográfica do Alto Tocantins, Andrade et al. (2016) encontraram, para o período mais seco do ano, valores médios de ET variando entre 1,05 mm d⁻¹ (classe forte degradação) e 1,50 mm d⁻¹ (classe baixa degradação). As áreas de florestas se referem à segunda classe de maior predominância na bacia do rio Paraibuna (Silva e Zaidan, 2011). Geralmente, no período seco a ET da floresta é maior em relação às áreas de pastagens pelo fato da floresta possuir maior profundidade efetiva do sistema radicular (Z). No caso das pastagens, as raízes exploram no máximo 1,00 m de camada de solo. Já a floresta pode ter sistema radicular atingindo vários metros de profundidade no solo e com isso ser capaz de retirar mais água do solo para suprir a demanda de água para a atmosfera por meio dos processos da ET.

De forma geral, o produto MOD16 possibilitou consistentes estimativas de evapotranspiração na bacia do rio Paraibuna. Contudo, a classe “No data” ocorreu em todos os meses analisados, principalmente nos meses de abril de 2017 e fevereiro de 2018. Além disso, a ET média da bacia, no período analisado, foi de 3,05 mm d⁻¹. Esse valor pode ter sido influenciado pela predominância das áreas de pastagens e remanescentes florestais na bacia.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. G.; HOTT, M. C.; MAGALHÃES JUNIOR, W. C. P. Estimativa da evapotranspiração em áreas de pastagens usando algoritmo SEBAL e imagens Landsat 5 – TM. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 1, n. 2, p. 362-372, 2018.

*ANDRADE, R. G.; HOTT, M. C.; MAGALHAES JUNIOR, W. C. P., RIBEIRO, C. B. M. Análise espaço-temporal da evapotranspiração na bacia do rio Paraibuna usando o produto MOD16. In: **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 4, 3406-3416, 2020.

ANDRADE, R. G.; TEIXEIRA, A. H. C.; LEIVAS, J. F.; NOGUEIRA, S. F. Analysis of evapotranspiration and biomass in pastures with degradation indicatives in the Upper Tocantins River Basin, in **Brazilian Savanna. Revista Ceres**, v. 63, n. 6, p. 754-760, 2016.

BUTTAR, N. A.; YONGGUANG, H.; SHABBIR, A.; LAKHIAR, I. A.; ULLAH, I.; ALI, A.; ALEEM, M.; YASIN, M. A. Estimation of evapotranspiration using Bowen ratio method. **IFAC-PapersOnLine**, v. 51, n. 17, p. 807-810, 2018.

CLEUGH, H. A.; LEUNING, R.; MU, Q.; RUNNING, S. W. Regional evaporation estimates from flux tower and MODIS satellite data. **Remote Sensing of Environment**, v. 106, p. 285-304, 2007.

MARIANO, D. C.; FARIA, R. T.; FREITAS, P. S. L.; LENA, B. P.; JOHANN, A. L. Construction and calibration of a bar weighing lysimeter. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 3, p. 271-278, 2015.

MOORHEAD, J. E.; MAREK, G. W.; GOWDA, P. H.; LIN, X.; COLAIZZI, P. D.; EVETT, S. R.; KUTIKOFF, S. Evaluation of Evapotranspiration from Eddy Covariance Using Large Weighing Lysimeters. **Agronomy**, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2019.

MU, Q. Z.; HEINSCH, F. A.; ZHAO, M. S.; RUNNING, S. W. Development of a global evapotranspiration algorithm based on MODIS and global meteorology data. **Remote Sensing of Environment**, v. 111, n. 4, p. 519-536, 2007a.

MU, Q.; ZHAO, M.; HEINSCH, F. A.; LIU, M.; TIAN, H.; RUNNING, S. W. Evaluating water stress controls on primary production in biogeochemical and remote sensing based models. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v. 112, G01012, 2007b.

MU, Q. Z.; ZHAO, M. S.; RUNNING, S.W. Improvements to a MODIS global terrestrial evapotranspiration algorithm. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, n. 8, p. 1781-1800, 2011.

NEMANI, R. R.; KEELING, C.; HASHIMOTO, H.; JOLLY, W. M.; PIPER, S.; TUCKER, C. MYNENI, R.; RUNNING, S. W. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. **Science**, v. 300, p. 1560-1563, 2003.

SILVA, A. C.; ZAIDAN, R. T. Zoneamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Paraibuna por imagens do satélite Landsat 5. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 7263-7270.