

CALIBRAÇÃO DO ALGORITMO SEBAL PARA AS CONDIÇÕES DO ARENITO CAIUÁ

Maria Eduarda Siqueira Pinheiro (PIBIC/CNPq/FA/UEM), João Paulo Francisco (Orientador), e-mail: ra120422@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Ciências Agrônômicas / Umuarama, PR

Área e sub-área do conhecimento: Ciências Agrárias, Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e Solo

Palavras-chave: evapotranspiração; demanda hídrica; NDVI.

Resumo:

O objetivo desse trabalho foi calibrar o algoritmo SEBAL para imagens de satélites por meio de correlação com dados de Eddy Covariance em um sistema de integração lavoura pecuária. O estudo foi realizado no município de Maria Helena, estado do Paraná. Imagens dos satélites Landsat 8 foram utilizadas para calcular a evapotranspiração por meio do SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land). Os dados obtidos foram comparados com valores de evapotranspiração obtidos por meio de uma torre de fluxo instalado na área de estudo. Com a torre de fluxo foi possível obter a evapotranspiração de cultura, que foi utilizada para comparação com os valores obtidos com o SEBAL. Verificou-se que as diferenças no R_n , G , H e λET foram pequenas e que os valores de ET_c estimados com o SEBAL apresentaram correlação de 87% com os valores obtidos com o Eddy Covariance.

Introdução

Existe uma tendência natural de que haja o aumento do uso da água no futuro, não só pelo aumento populacional, mas pela utilização da mesma na agricultura irrigada. Globalmente, é importante notar que 40% do suprimento mundial de alimentos é produzido em terras irrigadas que cobrem apenas 20% das áreas cultivadas (TOUMI et al., 2016). Isso significa que o manejo da irrigação é de fundamental importância para otimizar o uso da água (PEREIRA et al., 2015). Segundo Lacerda et al. (2007) a irrigação só é rentável e sustentável, se realizada de forma adequada, por meio de técnicas que maximizem a eficiência do uso da terra e da água, promovendo assim, a redução de custos operacionais e impactos ambientais. O consumo de água pelas plantas pode ser estimado com a utilização de cálculos de evapotranspiração (ET), sendo esta a soma da evaporação e da transpiração. Em pequenas áreas o uso de estações meteorológicas é suficiente para a estimativa da, porém em grandes áreas outros métodos devem ser utilizados, como por exemplo a determinação por imagens de satélite. A variação espaço-temporal da evapotranspiração (ET) é a chave para melhorar a gestão da água sobre áreas agrícolas irrigadas (LI et al., 2021). Muitos métodos de sensoriamento remoto têm sido desenvolvidos para estimar a ET, dentre eles o mais utilizado é o *Surface Energy Balance Algorithm for Land* (SEBAL) (SILVA; DA SILVA; SANTOS, 2019). O SEBAL foi elaborado visando obter a evapotranspiração (ET) em escalas regionais. Diante disso, o objetivo desse

trabalho é calibrar o algoritmo SEBAL para imagens de satélites por meio de correlação com dados de Eddy Covariance e obtenção do balanço hídrico de um sistema de integração lavoura pecuária.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no município de Maria Helena, no estado do Paraná. De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), com média anual de temperatura de 24°C e precipitação de 1.600 mm (PEEL et al., 2007). O local de calibração do algoritmo SEBAL foi uma área de cultivo de soja em sistema de integração lavoura pecuária, com total de 25 ha.

Os dados meteorológicos de superfície utilizados, temperatura do ar (°C) e velocidade do vento (m s^{-1}), foram coletados de sensores instalados numa torre de fluxo do equipamento Eddy Covariance, nos mesmos horários da passagem do satélite, para realização da validação do SEBAL. As cenas utilizadas foram geradas pelo sensor OLI_TIRS a bordo do satélite LandSat 8, correspondentes a órbita-ponto 223-80 e distribuídas pelo Departamento do Interior dos Estados Unidos e coletadas no endereço eletrônico: [<https://earthexplorer.usgs.gov/>]. As imagens do sensor OLI são compostas por 9 bandas, com resoluções espaciais de 30 metros para as bandas 1-7 e 9, e de 15 metros para banda 8 (pancromática). As imagens do sensor TIRS são compostas pelas bandas 10 e 11, com resolução espacial de 90 metros. A resolução temporal do satélite Landsat 8 é de 16 dias e a resolução radiométrica de 16 bits. As datas de tomada das imagens foram, em 2022, 09/12 e 27/12, em 2023, 05/02, 10/04, 12/05 e 29/06, as quais referem-se aos Dias Julianos (DJ) 343, 361, 36, 100, 132 e 180, respectivamente. As etapas para execução do algoritmo SEBAL estão descritos com detalhes em Allen et al. (2005). Inicialmente, os números digitais da imagem foram convertidos para radiância utilizando-se os parâmetros recomendados por Chander et al. (2007). Correções atmosféricas foram aplicadas nas imagens de radiância com o objetivo de remover os efeitos de absorção, espalhamento e reflexão que a atmosfera exerce sobre a radiação, obtendo, assim, as imagens de reflectância de superfície. Os dados de evapotranspiração para calibração do algoritmo SEBAL foram obtidos por meio do método de Eddy Covariance. Os parâmetros para processar a evapotranspiração (ET) por meio do método de Eddy Covariance foram obtidos por meio de sensores de alta frequência, desta forma um anemômetro Sônico mediu os três componentes do vento (U_x , U_y e U_z) e um analisador de gases EC150 realizou as medidas de vapor d'água e CO_2 na escala de frequência 20 Hz.

Resultados e Discussão

O índice NDVI obtido para o dia juliano 343 foi de 0,52, sendo observado aumento até o dia juliano 36, quando foi observado o valor de 0,83. Esses valores indicam a reflectância, ou seja, no NDVI igual a 0,87 a cultura da soja estava em seu máximo desenvolvimento vegetativo e com biomassa elevada. Após o dia juliano 36, o NDVI diminuiu, coincidindo com a senescência das plantas de soja e colheita. Após a colheita, a área ficou com palhada no solo, diminuindo o NDVI para valores abaixo

de 0,30. Porém, foi verificado novo aumento de NDVI, com pico de 0,79 no dia juliano 180. Esse pico ocorreu em virtude do cultivo de aveia após a colheita da soja, portanto a biomassa vegetal nesse período foi superior quando comparado os dias julianos 100 e 132.

A comparação das componentes do balanço de energia estimadas pelo modelo SEBAL e as medidas observacionais são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Estatísticas dos componentes do balanço de energia (valores médios medidos e estimados ($W m^{-2}$), diferença da estimativa (%), R_n , G , H e λET , coeficiente de correlação e significância obtidos em área de integração lavoura pecuária

	2022		2023				Correlação	α
	341	361	36	100	132	180		
Saldo de Radiação (Rn)								
Medido	725,7	830,6	708,3	656,8	550,3	421,6	0,986	0,05
Estimado	768,3	880,4	720,9	686,7	570,2	435,5		
Dif. (%)	5,87	5,99	1,77	4,55	3,61	3,29		
Fluxo de calor sensível no solo (G)								
Medido	96,5	56,2	32,5	89,5	48,3	51,8	0,850	0,12
Estimado	88,3	60,3	35,1	70,3	51,3	53,3		
Dif. (%)	8,49	7,26	8,00	27,31	6,21	2,89		
fluxo de calor sensível no ar (H)								
Medido	156,2	102,7	141,2	80,2	148,8	180,2	0,735	0,13
Estimado	210,5	165,5	123,6	99,3	236,0	140,6		
Dif. (%)	34,76	61,15	14,24	23,81	58,6	28,17		
fluxo de calor latente (λET)								
Medido	365,8	319,7	440,3	280,6	401,5	356,2	0,791	0,13
Estimado	355,2	360,8	510,6	336,2	341,5	405,2		
Dif. (%)	2,89	12,86	15,96	19,814	17,57	13,76		

Verificou-se que as medidas de R_n , G , H e λET obtidas por meio do modelo apresentaram, em sua maioria valores com pequenas diferenças. O maior valor de correção verificado foi para o saldo de radiação (R_n), com 0,986 e o menor foi para o fluxo de calor sensível no ar (H) com valor de 0,735. Este último apresentou as maiores diferenças, chegando a uma diferença de 61,15%, a maior verificada, para o dia juliano 361. A estimativa da ET_c por meio do SEBAL em função da ET_c observada na torre de fluxo, revelou um R^2 de aproximadamente 87%, logo 13% das variações da ET_c estimada por meio do SEBAL não são explicadas pela variação da ET_c observada (Figura 1).

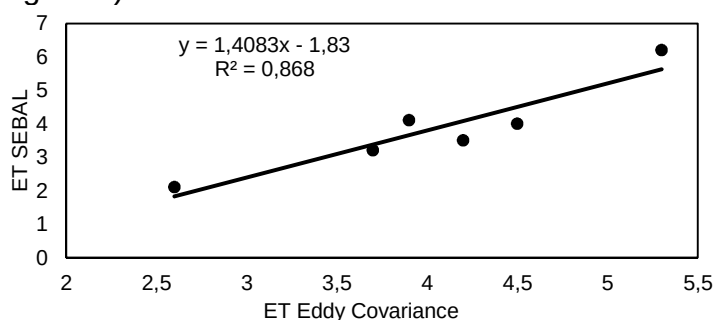


Figura 1. Evapotranspiração diária estimada por meio do algoritmo SEBAL em função da evapotranspiração obtida pela torre de fluxo.

Por meio da Figura 1 percebe-se que a ET_c estimada pelo SEBAL acompanha linearmente os valores obtidos por meio da torre de fluxo, metodologia do Eddy Covariance, no entanto, é preciso de realizar a correlação com mais pontos para ser possível afirmar que o algoritmo SEBAL possa ser utilizado sem calibração para as condições do noroeste do Paraná.

A distribuição espacial da evapotranspiração diária (mm d^{-1}) para o dia juliano 341 está apresentada na Figura 2.

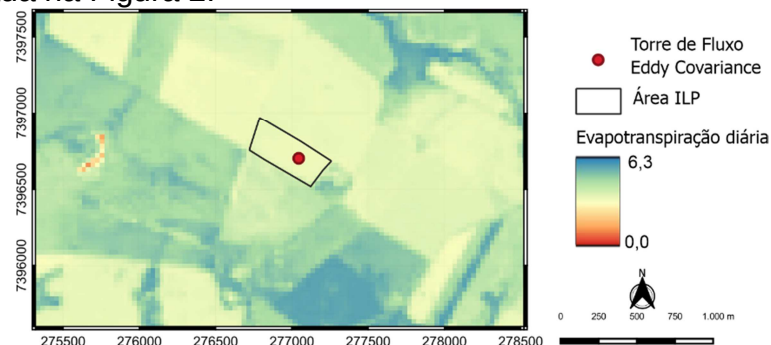


Figura 2. Distribuição espacial da evapotranspiração diária (mm dia^{-1}) n dia juliano 341

Os maiores valores de ET diária verificados foram de $6,3 \text{ mm d}^{-1}$, verificadas em áreas de mata. No interior da área estudada e no pixel onde se encontrava a torre de fluxo, o valor de ET obtida pelo algoritmo SEBAL foi de $3,2 \text{ mm d}^{-1}$, sendo o valor observado na torre de fluxo de $3,7 \text{ mm d}^{-1}$.

Conclusões

O algoritmo SEBAL aplicado a imagens do sensor OLI_TIRS estimou de forma aceitável o balanço de energia na superfície.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fundação Araucária e Universidade Estadual de Maringá.

Referências

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M.; AB, W. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. **Irrigation and Drainage**, v. 300, n. 56, p. 1–15, 1998. Disponível em: https://www.scsccourt.org/complexcivil/105cv049053/volume3/172618e_5xagwax8.pdf f. Acesso em: 02 ago de 2023.

CHANDER, G.; MARKHAM, B.L.; BARSİ, J.A. Revised Landsat-5 thematic mapper radiometric calibration. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v.4, p.490-494, 2007. <http://dx.doi.org/10.1109/LGRS.2007.898285>

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and earth system sciences**

32º Encontro Anual de Iniciação Científica
12º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



23 e 24 de Novembro de 2023

discussions, v. 11, n. 5, p. 1633–1644, 2007. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/11/1633/2007/>. Acesso em: 02 de ago de 2023.