



ESTIMATIVA DA EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA EM PASTAGEM CONSORCIADA USANDO IMAGENS DE SATÉLITE

Palavras-Chave: Milheto, Braquiária, Integração lavoura-pecuária

Diogo Lourenço Oliveira da Silva (Aluno) [Feagri - Unicamp]

Yane de Freitas da Silva (Coorientadora) [Feagri - Unicamp]

Prof.Dr. Gleyce Kelly Dantas Araujo Figueiredo (Orientadora) [Feagri - Unicamp]

INTRODUÇÃO

A integração Lavoura-Pecuária (iLP) é um sistema que proporciona a maximização do fornecimento de alimento ao gado, aumento dos nutrientes no solo e também a produção agrícola.

O uso de duas espécies de pastagens em consórcio contribui para equilibrar e proporcionar uma produção de forragem no decorrer do ano, quando estas espécies são de ciclos diferentes (Cantarutti et al. 2002). A competição por radiação é normalmente o principal fator que limita o crescimento de espécies forrageiras em consórcio no iLP, embora a limitação por água e/ou nutrientes, muitas vezes, pode interagir ou até sobrepor-se à radiação na inibição do substrato herbáceo (Varella et al., 2018).

A eficiência fotossintética (EF) depende da interação da vegetação com o ambiente, que define como os processos de fotossíntese e transpiração serão afetados pelos elementos climáticos e edáficos ou como a estrutura do dossel das plantas influencia a quantidade de radiação incidente que atinge os seus diferentes estratos e a absorção por elas (Bonhomme, 2000). Para estimar a produtividade da vegetação utilizando o sensoriamento remoto segue-se a abordagem do uso da reflectância espectral para estimar a quantidade de Radiação Ativa Absorvida por fotossíntese (*Absorbed Photosynthetically Active Radiation* - APAR) (Choudhury, 1987), sendo validado os valores estimados com os dados obtidos em campo.

O objetivo do projeto foi estimar a eficiência fotossintética da pastagem em consórcio entre braquiária e milheto em um sistema de integração lavoura-pecuária.

METODOLOGIA

A área de estudo está localizada no oeste paulista, no município de Caiuá-SP, na Fazenda Campina, sendo uma área com início de integração lavoura-pecuária, composta por 200 hectares, divididos em 4 talhões de 50 hectares cada (Figura 1).

O solo da região é classificado como latossolo vermelho de textura arenosa (Rossi, 2017). O clima da região é classificado como Aw na classificação de Köppen (Rolim et al., 2007), caracterizado por períodos alternados de secas e temperaturas frias (entre maio e agosto) com temperaturas quentes e períodos úmidos (entre novembro e fevereiro). Durante o estudo, a precipitação total foi de 345,53 mm e a radiação solar global média foi de 26,35 MJ/m² (Figura 2).

A semeadura da área foi realizada em uma proporção de 15 kg/ha de milheto (*Pennisetum glaucum*) e 5 kg/ha de braquiária (*Urochloa ruziziensis*) com espaçamento de 17 cm entre linhas. Foram realizadas coletas mensais em 100 pontos amostrais distribuídos aleatoriamente em toda área (Figura 1), de maio a novembro, sendo coletados para cada um destes 1 m² de planta, para assim se obter dados de matéria seca. No momento da coleta foi realizada a pesagem de cada amostra, e então levada ao laboratório para ser realizada a separação das gramíneas, uma nova pesagem e a secagem destas.

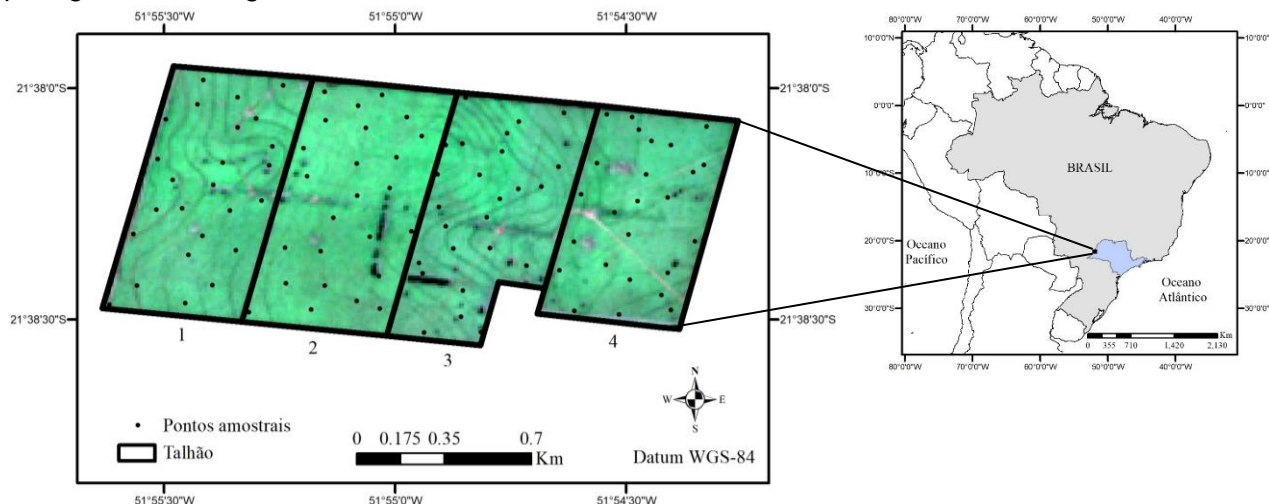


Figura 1. Localização da área de estudo e dos pontos amostrais separados por talhões com imagem do dia 11/08/2019 - Sentinel 2A.

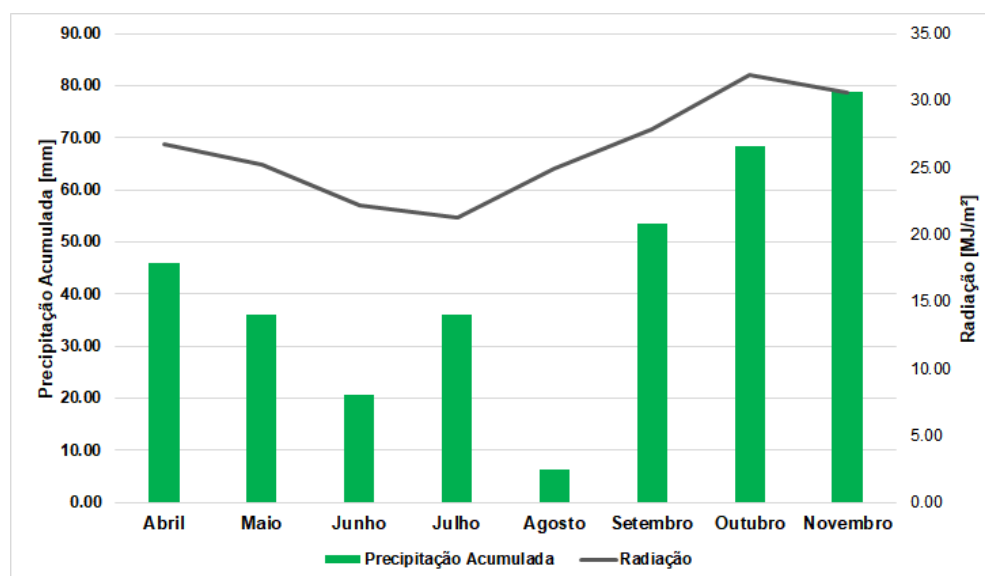


Figura 2. Dados agrometeorológicos obtidos via NASA/POWER (National Aeronautics and Space Administration – Prediction of World Energy Resources) no período de 01/04/2019 a 30/11/2019

Foram obtidos dados de radiação solar global (RS) por meio da plataforma da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) (<<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>>). Em seguida, calculou-se a Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR), que corresponde a 48% da radiação solar incidente (Frouin et al. 1995) e assim obteve-se as médias de PAR para cada mês estudado.

Imagens de índice de vegetação do *Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI (MOD 13) e da Fração da Radiação Fotossinteticamente Ativa - FPAR (MOD 15) do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* - MODIS/Terra com 250 metros de resolução espacial para

o NDVI e 500 metros para o FPAR foram adquiridos na plataforma *Google Earth Engine* - GEE (Gorelick et al., 2017).

Com as imagens provenientes do GEE, utilizou-se o *software* QGIS para a extração dos dados do raster de FPAR e NDVI com a localização dos 100 pontos de coleta, obtendo assim o valor exato para cada ponto das variáveis acima citadas. Com os dados de FPAR para cada ponto e as médias de PAR para cada mês analisado, efetuou-se o cálculo da Radiação Fotossinteticamente Ativa incidente (PAR_i), (Kumar e Monteith, 1981), por meio da equação (1).

$$PAR_i = FPAR * PAR \quad (1)$$

Analogamente à obtenção da FPAR, obteve-se imagens do NDVI e os valores para os respectivos pontos de coleta por meio do *software* QGIS. Obtendo assim imagens do NDVI da área no período de estudo. Após a obtenção do NDVI e da PAR_i foi possível calcular a Radiação Fotossinteticamente Ativa Absorvida (APAR), (Monteith, 1977) obtida pela equação (2):

$$APAR = PAR_i * NDVI \quad (2)$$

Por fim, com os dados de APAR (MJ/m²) e os dados de matéria seca (g/m²) coletados em campo é possível encontrar a eficiência fotossintética (EF) de cada ponto, sendo a EF a razão da matéria seca (MS) e a Radiação Fotossinteticamente Ativa Absorvida (APAR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de NDVI obtidos em abril (Figura 3A) são baixos, demonstrando que o solo estava exposto devido à colheita da soja e a semeadura das pastagens consorciadas.

Já em maio (Figura 3B), o milho, que possui um crescimento elevado nos primeiros dias após a emergência, estava em pleno crescimento, ocasionando então uma resposta de NDVI mais alta, principalmente por não ter ocorrido o pastejo na área, na data de aquisição da imagem. Para junho (Figura 3C), ocorreram a entrada de gado na área, com intensidade de pastejo diferente para cada talhão, os talhões 1 e 2, tiveram também uma roçagem mecânica a fim de padronizar o tamanho do milho para a área, o que explica a queda de NDVI para o mês.

A variação dentro dos talhões pode ser explicada pela disposição dos animais ao longo de cada talhão, como podemos ver no mês de julho (Figura 3D), o qual demonstra que a pastagem está em processo de estabelecimento novamente, o que é explicado por Dos Reis et al. (2020) com imagens de altas resoluções. A partir de agosto, temos a presença predominante de braquiária, e assim valores médios de NDVI (Figura 3E). Em novembro, temos uma quantidade maior de precipitação, retirada dos animais da área e maior NDVI, conseqüentemente (Figura 3H).

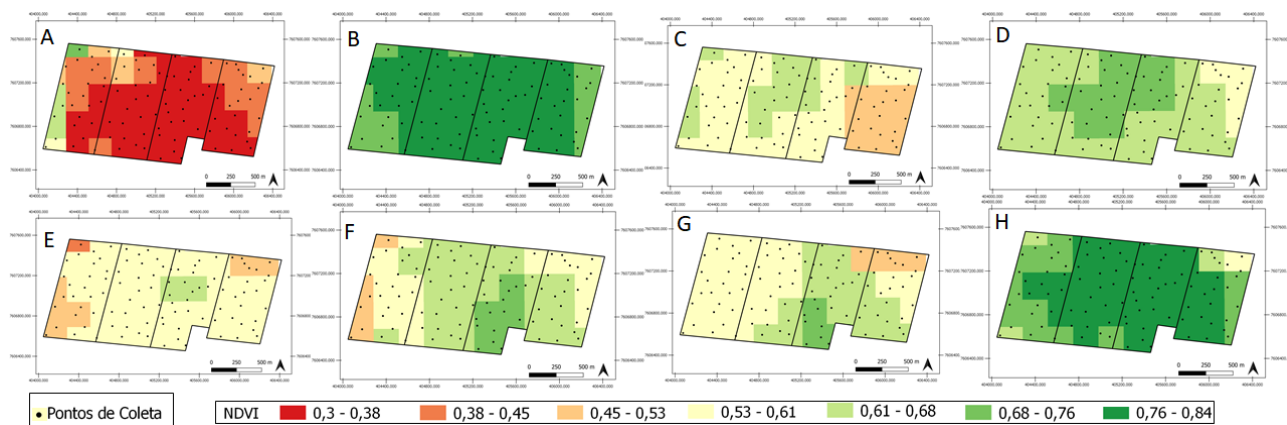


Figura 3. Comportamento espacial do NDVI para a área de estudo para os quatro primeiros meses do ciclo da pastagem consorciada, sendo A. abril, B. maio, C. junho, D. julho, E. agosto, F. setembro, G. outubro e H. novembro.

Como a eficiência fotossintética pode ser estimada pelos produtos do MODIS como FPAR e NDVI, foi relevante observar espacialmente como o NDVI se comporta na área de estudo. A eficiência fotossintética, por sua vez, tem um valor maior em abril (Figura 4), o que pode ser explicado devido à presença de restos culturais da última cultura antes da pastagem, no caso a soja. Não houve cálculo da eficiência fotossintética para os talhões 3 e 4 em junho, pois não houve a coleta de biomassa devido a presença de animais na área.

O maior pastejo do gado na área pode influenciar a eficiência fotossintética (Costa et al., 2004), o que podemos observar na Figura 4, no mês de agosto, o qual nos quatro talhões tivemos menores EF. As práticas de manejo das pastagens consorciadas e a intensidade de pastejo nessas áreas influenciam a EF (Alves, et al., 2021), com a disposição do milho entre maio e junho e da braquiária entre setembro e novembro (Dos Reis et al., 2021), tendo a predominância do consórcio em julho e agosto, podemos observar que a braquiária teve um acréscimo da EF em relação a pastagem mista e ao milho em pleno desenvolvimento, o que pode ser explicado pelo sombreamento do milho não influenciar nas características produtivas e fisiológicas da braquiária e não interferir na EF (Carvalho et al., 2018).

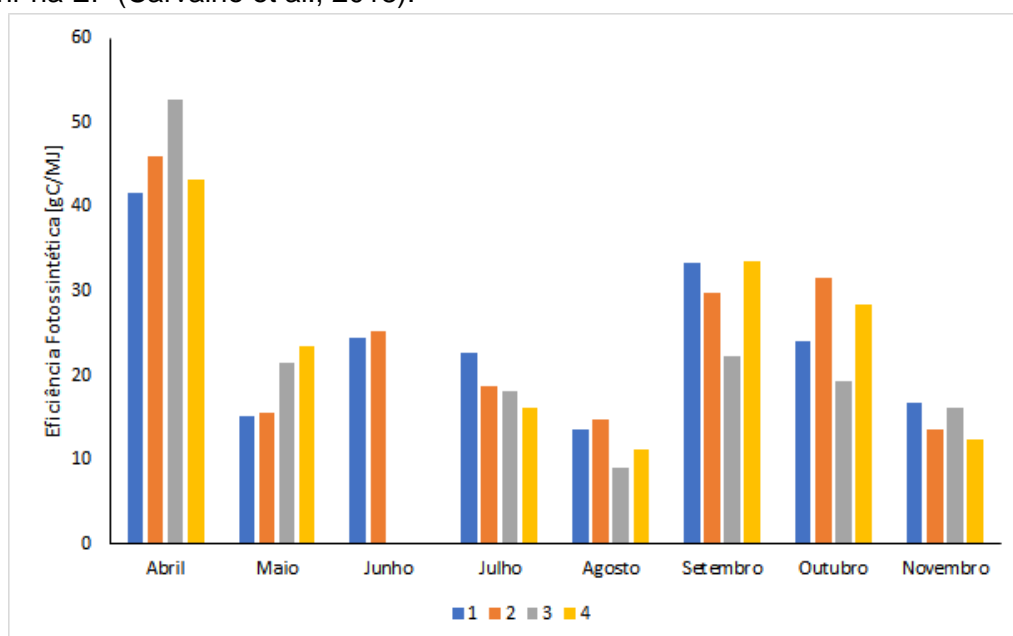


Figura 4. Eficiência fotossintética média dos pontos amostrais calculada para cada talhão por mês.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a eficiência fotossintética pode ser determinada por meio do sensoriamento remoto via imagens de satélites utilizando os produtos do MODIS (FPAR e NDVI) e também com dados de estações meteorológicas, para pastagens consorciadas.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, C. P. et al. Respostas morfofisiológicas das plantas forrageiras sob manejo de cultivo e pastejo: Uma revisão. **Research, Society and development**, [S. l.], p. 1-12, 22 maio 2021. DOI <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15405>.

BONHOMME, R. Beware of comparing RUE values calculated from PAR vs. solar radiation or absorbed vs. intercepted radiation. **Field Crops Research**, v. 68, p. 247-252, 2000.

CANTARUTTI, R.B.; TARRÉ, R.M.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; REZENDE, C.P.; PEREIRA, J.M.; BRAGA, J.M.; GOMIDE, J.A.; FERREIRA, E.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. The

effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen system dynamics in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of the south of Bahia, Brasil. **Nutrient Cycling in Agrossystems**, v. 64, p. 257-271, 2002.

CARVALHO, A.P.S. et al. Respostas fisiológicas do capim-marandu sob pastejo em lotação contínua em sistema silvipastoril. **Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária**, [s. l.], 4 jun. 2018.

COSTA, N. L. et al. Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. **Embrapa**, [s. l.], 2004

DOS REIS, A.A.; WERNER, J.P.S.; SILVA, B.C.; FIGUEIREDO, G.K.D.A.; ANTUNES, J.F.G.; ESQUERDO, J.C.D.M.; COUTINHO, A.C.; LAMPARELLI, R.A.C.; ROCHA, J.V.; MAGALHÃES, P.S.G. 2020. "Monitoring Pasture Aboveground Biomass and Canopy Height in an Integrated Crop–Livestock System Using Textural Information from PlanetScope Imagery" **Remote Sensing**, 12, n. 16: 2534.

FROUIN, R.; PINKER, R.T. Estimating photosynthetically active radiation (PAR) at the earth's surface from satellite observations, **Remote Sensing Environment**, v. 51, p. 98-107, 1995.

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: análise geoespacial em escala planetária para todos. **Remote Sens. Ambiente**, p. 18-27, 2017.

KUMAR, M.; MONTEITH, J. Remote sensing of crop growth In: SMITH, H. (Ed.). Plants and the daylight spectrum. **Londres: Academic Press**, 1981. p.133-144.

MONTEITH, J.L. (1977) **Climate and Efficiency of Crop Production in Britain**. Philosophical Transactions of the Royal Society London B, 281, 277-294.

ROSSI M. 2017. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado, Vol. 1. São Paulo (Brasil): Instituto Florestal. p. 118.

VARELLA, A.C.; BARRO, R.S.; PONTES, L.S.; SILVA, J.L.S.; SILVA, V.P.; SAIBRO, J.C.; MAIA, M.B. Manejo de pastagens subtropicais e temperadas para a integração floresta-pecuária. **Embrapa: ILPF inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. 2018.