

Aplicação do método Zona Agroecológica - ZAE espectral para a estimativa da produtividade de cafeeiros em Areado - MG .

Sérgio Ap. F. JÚNIOR¹; Thomé S. ALMEIDA²

RESUMO

Tendo em vista a importância social e econômica do café, diversas formas de melhorar sua produção são criadas e postas em práticas todos os anos. E com a necessidade do produtor de prever a produção para se posicionar melhor no mercado há a necessidade dessa estimativa de produção. Com isso os autores do trabalho tiveram como objetivo estimar a produtividade de café da fazenda Santa Helena em Areado-MG, utilizando o modelo de estimativa agrometeorológico-espectral. Que tem como base de funcionamento, dados agrometeorológicos e dados de sensoriamento remoto. Este modelo de estimativa de produtividade se adequou bem as características da fazenda no Sul de Minas.

INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos primários mais comercializados no mundo, ficando atrás somente do petróleo. Seu cultivo, transporte, industrialização e comércio promovem milhões de empregos em todo o mundo, segundo o Ministério da Agricultura. Este produto tem significada importância econômica para diversos países principalmente para o Brasil que é o maior produtor de café do mundo segundo dados da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento).

No âmbito nacional o estado que mais se destaca é Minas Gerais, com uma produção de 50% de toda a safra nacional. No ano de 2014 o estado mesmo com

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus XXX. Muzambinho/MG - E-mail:

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus XXX. Passos/MG - E-mail:

uma baixa na produção de 18,1% produziu cerca de 22,6 milhões de sacas segundo a CONAB, e gerou entorno de 4 milhões de empregos diretos e indiretos.

Dada toda essa importância social e econômica o monitoramento da cultura se faz também muito importante. Devido a grande concorrência no mercado nacional e internacional, e para que os produtores criem estratégias para serem competitivos, é necessária uma estimativa da produtividade. A estimativa de produtividade é feita por especialistas e especuladores da área utilizando de conhecimentos empíricos. Essa estimativa se torna subjetiva a realidade devido a diversas formas de manejo, e localidades das lavouras. A produtividade do cafeeiro deve-se a fatores morfológicos, fisiológicos, de manejo e também climáticos.

Há outros métodos de estimativas utilizados hoje em dia como o método de modelos agrometeorológicos, que relacionam a produtividade dos cafeeiros, com os fatores climáticos, como temperatura, umidade, radiação solar e pluviosidade (SANTOS e CAMARGO, 2006). Porém esses modelos são limitados por conta da diversidade das características das lavouras, como adensamento, manejo, tipos de solo, bienalidade e cultivares diferentes.

Por conta dessas limitações foram criados modelos agrometeorológicos-espectrais que relacionam os fatores climáticos com dados espectrais via sensoriamento remoto, como parâmetros como o índice de área foliar. A partir desses dados obtidos através do sensoriamento remoto, criam-se formas de aprimorar essa estimativa relacionando dados climáticos com dados espectrais.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo estimar a produtividade de cafeeiros na fazenda Santa Helena na região de Areado-MG, utilizando o modelo da Zona Agroecológica, adicionando o fator espectral, a partir de sensoriamento remoto para a estimativa do índice de área foliar. Obtenção de dados do sensor MODIS para estimar o índice de área foliar para os cafeeiros da fazenda, e também adaptar e calibrar para a fazenda o modelo agrometeorológico-espectral para obter a estimativa da produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo pertence a região de Areado no estado de Minas Gerais. A região do projeto é considerada apta, segundo o zoneamento agrometeorológico para a cultura do café (Sediyama et. al., 2001), podendo apresentar, em algumas ocasiões, restrições devido a baixas temperaturas e geadas. A área possui plantio

em sequeiro de *Coffea arabica* L. (cultivar Catuaí), com plantas com média de idade de 10 anos e espaçamento de 3,5 x 0,75m. Com manejo mecanizado da lavoura.

Para a estimativa do IAF da cultura cafeeira foram utilizados os produtos de Índice de Vegetação NDVI do sensor MODIS identificados por MOD13Q1 a bordo do satélite TERRA, fornecidos com o período de retorno de 16 dias e resolução espacial de 250 m, cedidos gratuitamente pela Earth Observing System (EOS/NASA) no site www.modis.gsfc.nasa.gov. Foram utilizadas as imagens no período de 2005 a 2013.

Os dados climáticos utilizados no balanço hídrico foram obtidos através de uma estação meteorológica implantada na fazenda, tais como temperaturas média, mínima e máxima do ar (°C), velocidade do vento a 2 metros de altura (km.dia⁻¹), umidade relativa do ar (%), radiação solar (kJ.m².dia⁻¹) e precipitação pluvial (mm.dia⁻¹).

Para o cálculo da evapotranspiração e balanço hídrico foram utilizados os métodos de Penman-Monteith (FAO-56) e Thornthwaite e Mather de 1955. O modelo utilizado para a estimativa da produtividade do café foi o sugerido por Santos e Camargo (2006), descrito na equação 1.

$$\text{Equação 1- } P_{est} = \left[\left(1 - kr_0 \left(\frac{P_{aa}}{P_p} \right) \right) \times \left[1 - \left(kr \left(1 - \frac{ET}{ET_c} \right) \right) \right] \right] \times P_p$$

em que, P_{est} - produtividade estimada (kg.ha-1), P_{aa} - produtividade do ano anterior (kg.ha-1), P_p - produtividade potencial da cultura (kg.ha-1), ET - evapotranspiração real (mm.dia-1), ET_c - evapotranspiração da cultura (mm.dia-1), kr_0 - coeficiente de penalização relativo à produtividade do ano anterior, kr - coeficiente de resposta da cultura relativo ao suprimento de água para cada estagio da cultura.

Os dados de evapotranspiração real e da cultura foram acumulados por um período de 16 dias, seguindo a resolução temporal dos dados espectrais. Para cada período de 16 dias foram calibrados os valores de kr , seguindo as fases fenológicas da cultura, descrito por Camargo e Camargo (2001) e para cada ano o fator de penalização pela produção do ano anterior considerou o coeficiente de sensibilidade (kr_0) em relação à produtividade do ano anterior (P_{aa}) e a produtividade potencial (P_p).

Para o cálculo da produtividade potencial (P_p) foi utilizada o método da Zona Agroecológica desenvolvida por Doorenbos e Kassam (1979) onde é estimado os

valores de IAF por equações empíricas, sendo calculados por um período de 16 em 16 dias, referentes à resolução temporal dos dados espectrais de acordo com CHOUDHURY et al, (1994).

$$\text{Equação 2- } IAF = -2\ln(1 - F_{cor})$$

$$\text{Equação 3- } F_{cor} = 1 - \left(\frac{NDVI_{max} - NDVI}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^{0,6}$$

em que o NDVImax e NDVImin são respectivamente os valores de NDVI máximo e mínimo da imagem e NDVI o valor do índice no pixel. F_{cor} é o fator de cobertura do solo.

Para validar os dados de produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico espectral, foram utilizados dados reais de produtividade da fazenda pertencente ao bando de dados da Cooxupé.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra a variação do NDVI durante todo o período de estudo. Os maiores valores do índice ocorreram nos períodos de setembro a maio do ano seguinte. Esse resultado indica uma maior atividade fotossintética da cultura durante os períodos da florada (setembro) à maturação dos frutos (abril/maio) e início da colheita, quando se observa uma queda brusca no valor do NDVI devido a desflora do cafeeiro.

O NDVI apresentou forte relação com o regime de chuvas da região, onde se observa que o aumento do índice coincide com o início da fase chuvosa, podendo ser um indício do período da florada. Segundo ZACHARIAS et al, (2008) o início da florada se dá com um acúmulo de evapotranspiração potencial de 335 mm e uma precipitação de no mínimo 7 mm.

A Figura 2 representa a comparação da produtividade real com a produtividade estimada pelo modelo. Na safra 2009/2010 a produtividade estimada pelo modelo não acompanhou a curva de produtividade real, em que a produtividade real foi menor em relação a safra anterior, e a produtividade estimada foi maior em relação a safra anterior. Isso pode ter ocorrido, pois no ano de 2010 houve falha de dados pela estação meteorológica. Na safra 2013 o modelo penalizou a produtividade o que fez com que a mesma fosse bem inferior a real. Nos demais anos o modelo acompanhou a curva de produtividade, mostrando-se

eficiente. Observa-se na figura 3 que a variação da produtividade modelada seguiu as tendências da produtividade real, onde a análise de regressão indicou um coeficiente de determinação R^2 de 0,71, indicando um bom ajuste dos valores estimados pelo modelo comparados com os dados de produtividade real.

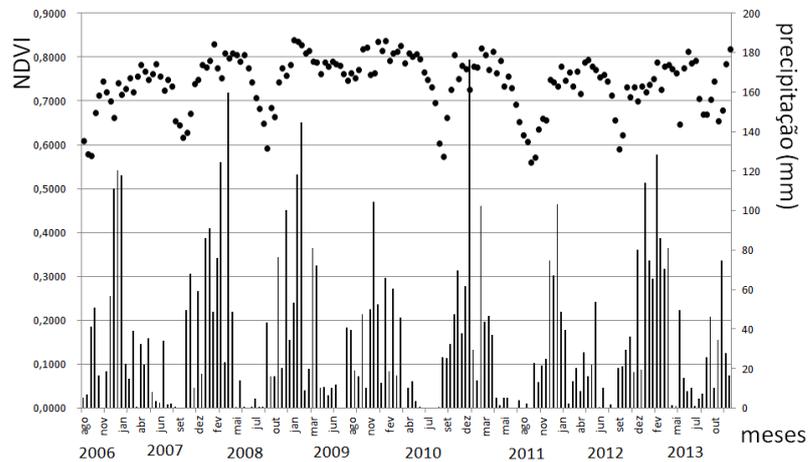


Figura 1 - Variação do NDVI da cultura cafeeira e precipitação acumulada (16 dias) no período de 2006 a 2013.

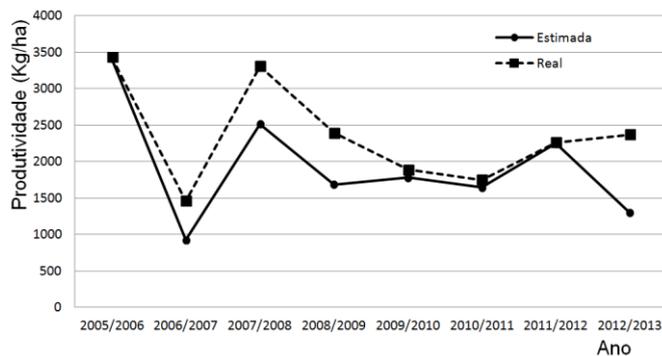


Figura 2- Variação da produtividade real e produtividade estimada.

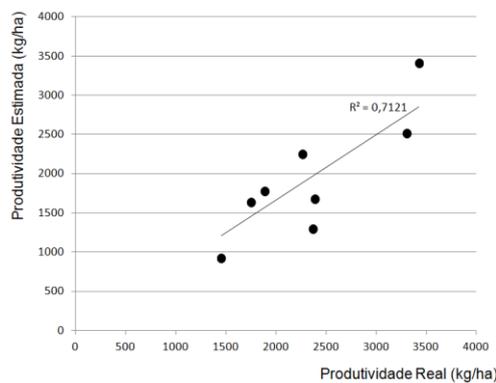


Figura 3- Análise de regressão linear.

CONCLUSÕES

Os índices de vegetação NDVI apresentaram variações de acordo com as fases fenológicas da cultura e regime hídrico da região.

A produtividade estimada pelo modelo acompanhou a curva da produtividade real em alguns anos. Já em outros anos ficou falha por conta de falhas de dados, e penalização excessiva em relação ao ano anterior.

Com ajustes no modelo, ele se mostrou eficiente para a região, e possivelmente possui uma boa capacidade de se adequar para diversas regiões.

REFERÊNCIAS

ALLEN R.G.; PEREIRA L.S.; RAES D.; SMITH M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. **FAO irrigation and drainage paper** no. 56. FAO, Roma, Itália, 1998.

CHOUHDURY, B.J.; AHAMED, N.U.; IDSO, S.B.; REGINATO, R.J.; DAUGHTRY, C.S.T. Relations between evaporation coefficients and vegetation indices studied by model simulations. **Remote Sensing of Environment**, v. 50, n. 1,1-17, 1994.

SANTOS, M. A.; CAMARGO, M.B.P. Parametrização de modelo agrometeorológico de estimativa de produtividade do cafeeiro nas condições do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n.1, p.173-183, 2006.

SEDIYAMA, G. C.; MELO JUNIOR, J. C. F.; SANTOS, A. R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; HAMAKAWA, P. J.; COSTA, J. M. N.; COSTA, L. C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*coffea arábica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v. 9, n. 3. (Edição especial: Zoneamento Agrícola) p.501-509, 2001.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New Jersey: Centerton, p. 104, 1955.

ZACHARIAS, A. O.; CAMARGO M. B. P.; FAZUOLI, L.C. Modelo agrometeorológico de estimativa do início da florada plena do cafeeiro. **Bragantia**. v.67, n.1, p. 249-256, 2008.