

ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DE SOJA COM O SOFTWARE CyMP E IMAGENS DE SATÉLITE PARA O ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

HUMBERTO J. COMINETI¹, JERRY A. JOHANN², JONATHAN RICHETTI³, LAÍZA C. DE A. SILVA⁴, WILLYAN R. BECKER⁵, ALEX PALUDO⁶

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Bolsista Pibic, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel-PR, Fone: (045) 99993-9769, humbertocominetti@gmail.com.

² Engo Agrícola, Prof. Doutor, Docente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel-PR.

³ Engo Agrícola, Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO, Floreat –WA, Austrália.

⁴ Enga Agrícola, Mestre, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel-PR.

⁵ Engo Agrícola, Mestre, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel-PR.

⁶ Engo Agrícola, Mestre, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel-PR.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A cultura da soja é de extrema importância no agronegócio brasileiro, com extensas áreas de cultivo e sua relevância econômica. A estimativa da produtividade da soja é uma informação fundamental para o planejamento de operações agrícolas e da logística de escoamento, sendo necessário tecnologias capazes de monitorar grandes áreas com alta eficiência. A *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) utiliza um modelo para estimar produtividade de culturas agrícolas, que foi implementado no software *Crop-yield Modeling Platform* (CyMP). Sendo assim, avaliou-se o desempenho e a construção de estimativas de produtividade com o *software* CyMP para a safra de verão 2013/2014 de soja no estado do Paraná, utilizando dados agrometeorológicos do modelo *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) e imagens de satélite do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS). Como resultados, com o programa estimou-se a produtividade por pixels (250 x 250m) de área mapeada de soja, com produtividade que variou entre 707 e 5554 kg ha⁻¹ e média de 2795 kg ha⁻¹ no estado.

PALAVRAS-CHAVE: sensoriamento remoto, modelo fao, ecmwf.

ESTIMATED SOYBEAN YIELD WITH SOFTWARE CyMP AND SATELLITE IMAGES FOR PARANÁ'S STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The soy culture is extremely important in Brazilian agribusiness, with extensive areas of cultivation and economic relevance. The estimated soybean yield is a fundamental information for planning agricultural operations and flow logistics, requiring technologies capable of monitoring large areas with high efficiency. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) uses a model to estimate agricultural crop productivity that was implemented in the *Crop-yield Modeling Platform* (CyMP) software. However, the CyMP was developed to use remote sensing data to feed the input data of this model. Therefore, the objective of this work was to evaluate the performance and build yield estimates with CyMP software, for the

2013/2014 summer crop of soybeans, in the state of Paraná, using agrometeorological data from the European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) model and satellite images from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) sensor. As results, with the software the productivity per pixel (250 x 250m) of mapped soybean area was estimated, with yield ranging between 707 and 5554 kg ha⁻¹ and an average of 2795 kg ha⁻¹ in the state.

KEYWORDS: remote sensing, fao model, ecmwf.

INTRODUÇÃO: Com o advento de novas tecnologias do campo, cada vez mais aumenta a necessidade de um acompanhamento de grandes áreas agrícolas, em um curto período de tempo. Para obter informações acerca de áreas de cultivo, estimar suas produtividades com maior acurácia e em menor tempo, tem-se se utilizado do sensoriamento remoto. Este permite a obtenção de dados em grandes extensões de área de forma indireta sobre as características de desenvolvimento da cultura no campo, atividade está antes realizada, quase que exclusivamente, por visitas em campo das propriedades rurais. No entanto, para estimar a produtividade com maior exatidão é comum o uso de modelos para organizar e processar os dados coletados do campo. Por esse motivo, usou-se o *software* CyMP que tem implementado o modelo FAO de estimativa de produtividade, afim de verificar seu desempenho e exatidão em termos de produtividade de soja e suas métricas de precisão para o estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS: 1. *Construção da base de dados:* Utilizou-se 3 bases de dados: Imagem da Capacidade de Armazenamento de Água do Solo (CAD) (I), dados agrometeorológicos (ECMWF) (II) e imagens de satélite do sensor MODIS (III). Esses dados foram organizados, estudados, processados e recortados para área do estado do Paraná. Feito isso, o *dataset* pode ser utilizado no *software* para a geração das estimativas diárias. Tais estimativas geraram individualmente as métricas de precisão, Evapotranspiração da cultura (ETc), Balanço Hídrico (Dr), Evapotranspiração real (ETa), Produtividade Potencial Bruta (PPB) e a Produtividade Atingível (Ya) que visava a validação dos dados.

2. *Formatação das imagens obtidas:* Com as métricas de precisão geradas, necessitou-se agrupar-las para a efetuar a interpretação dos dados. Para isso, utilizou-se a ferramenta “Estatísticas descritivas (Perfil)” do CyMP que permite que todas as imagens temporais da métrica de interesse sejam agrupadas em uma única imagem, fazendo a soma ou a média de todos os pixels dessas imagens. Sendo assim, as imagens de (ETc), (Dr) e (ETa) foram agrupadas em imagens médias, pois representam valores em (mm) referentes a precipitação e evapotranspiração que ocorreram durante o ciclo da cultura de soja em 2013/2014. As variáveis (ETc) e (ETa) variam de 0 – 100 mm e (Dr) de -100 – 100 mm. A (PPB) e (Ya), representam, respectivamente, a Produtividade Potencial Bruta e a Produtividade Atingível, em kg ha⁻¹, e são estimadas diariamente e ao final somadas para compor a produtividade total da cultura.

3. *Validação:* Para avaliar a exatidão do modelo utilizado, foram utilizados dados de campo coletados por (BECKER, 2017), para o ano-safra analisado. Os dados estimados de (Ya) foram avaliados com os dados de campo, por meio do Coeficiente de Correlação de Pearson (r), Equação 1:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^n (y - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

em que,

n - número de dados;

x e *y* - valores medidos das variáveis observadas e obtidas a partir do gráfico de dispersão;

\bar{x} e \bar{y} - valores médios das variáveis observadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Realizadas as estimativas diárias e adquiridas as métricas de precisão, seus resultados foram analisados e interpretados. A Evapotranspiração da Cultura (ETc) representa a máxima evapotranspiração que a cultura pode atingir, variando de 0 a 100. A ETc média diária, para a safra 2013/2014, variou de 0 a 10mm por dia e a Evapotranspiração Real (ETa) na sua grande maioria entre 0 e 5mm (Figura 1a e 1b, respectivamente). O balanço hídrico (Dr) é a variação da água armazenada ou do esgotamento dessa água (RICHETTI, 2014). Com Dr é possível determinar se a cultura está em estresse hídrico ou não e, dessa forma, se seu desenvolvimento será ou não prejudicado (PALOSCHI, 2016). Dessa forma, foi obtida a imagem média de Dr (Figura 1c) indicando que o ano-safra finalizou em média em déficit hídrico, pois possui em sua maioria pixels de valores negativos. A Produtividade Potencial Bruta (PPB) estima a produtividade máxima em kg/ha⁻¹ para cada pixel, que depende da latitude, da temperatura e do dia do ano (PALOSCHI, 2016). Portanto, na safra de 2013/2014 observou-se o potencial produtivo de soja no estado do Paraná (Figura 1c). Com a imagem de Produtividade Atingível (Ya) (Figura 1d), executou-se as operações de estatísticas básicas (Tabela 1) e validação dos dados em comparação com os dados coletados a campo com a Equação 1, obtendo r com valor de 0,497 e produtividade média de 2795 kg ha⁻¹. Entretanto, os valores de produtividade obtidos por (BECKER, 2017) foram coletados a campo e continham apenas informações da produtividade média das lavouras informadas pelos produtores, pois esses não tinham conhecimento sobre a produtividade em cada ponto da lavoura. Sendo assim, já era esperado uma diferença entre esses dados e a imagem de Ya, pois essa informa a produtividade pixel a pixel.

TABELA 1. Estatísticas básicas dos mapas de produtividade Ya e dados de campo.

Produtividade	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV
Ya Estimada	2192	2795	4018	532	19%
Dados de Campo	1983	3121	3719	417	13%
Diferença	-208	326	-299	-115	-6%

DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação.

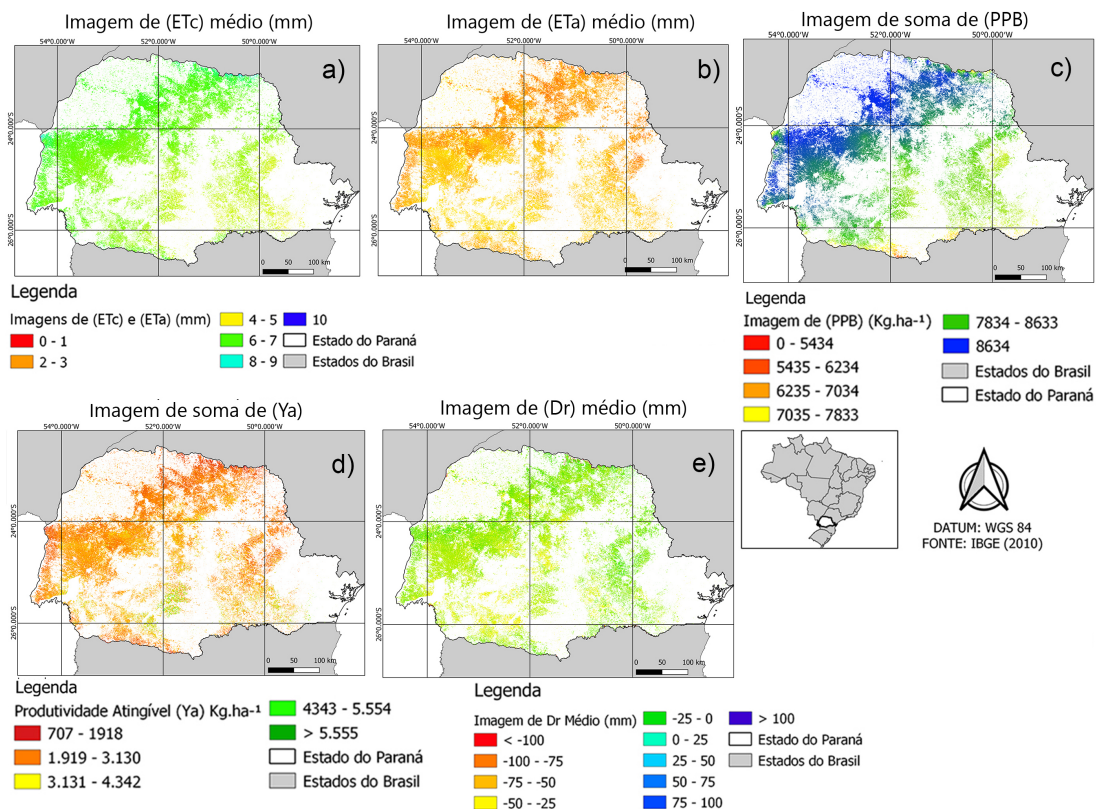


FIGURA 1. Imagem de (a) (ETc), (b) (ETa), (c) (Dr), (d) (PPB) e (e) (Ya) diários 2013/2014.

CONCLUSÕES: A partir da metodologia aplicada, dos dados utilizados e dos resultados obtidos foi possível concluir que o *software* CyMP apresenta moderada correlação com os dados reais, onde os indicadores estatísticos comprovaram a subestimação dos dados reais, obtendo como resultado a produtividade média de 2795 kg ha⁻¹ para o Estado do Paraná na safra 2013/2014. Além disso, as métricas de precisão indicam resultados precisos na extensão territorial do estado, evidenciando o déficit hídrico conforme apontado pela Agência de Notícias do Paraná (2014).

AGRADECIMENTOS: Ao Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) e ao Núcleo de Pesquisa em Geotecnologias e Ciência de Dados (GeoScience) pertencente à UNIOESTE/Campus Cascavel, pela infraestrutura disponibilizada para elaboração da pesquisa. À UNIOESTE e CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. **Paraná deve colher 22,7 milhões de toneladas de grãos na safra de verão.** Curitiba, Paraná: AEN, 2014. Disponível em: '<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=78894&tit=Parana-vai-colher-safra-recorde-de-soja-a-maior-producao-da-historia>'. Acesso em: 10 jul. 2019.

ALLEN, R. G.; PEREIRA L. S.; RAES, D. & Martin SMITH M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements.** Rome: Editora FAO, 1998. 300p.

BECKER, W. R. **Estimativa de datas do ciclo da cultura da soja, no estado do Paraná, por meio de imagens MODIS.** 46p. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2013.

BECKER, W. R. **Análise do padrão sazonal de imagens de índice de vegetação do sensor MODIS para culturas agrícolas.** 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2013.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília, v. 6, n.12, p. 100-121, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Perspectivas Agrícolas OCDE-FAO: Brasil superará a Estados Unidos como el mayor productor de soja para 2026.** Santiago, Chile: FAO, 2017. 142p. Disponível em: '<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/979790/>'. Acesso em: 10 jul. 2019.

JOHANN, J. A. **Calibração de Dados Agrometeorológicos e Estimativa de Área e Produtividade de Culturas Agrícolas de Verão no Estado do Paraná.** 201p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

PALOSCHI, R. A. **Software aplicado a modelos de estimativa de produtividade agrícola.** 82p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

PALUDO, A. **Google Earth Engine para mapeamento de culturas agrícolas no Paraná.** 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

RICHETTI, J. **Uso de geotecnologias em modelos de estimativa de produtividade de soja no estado do Paraná.** 45p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.