ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DO MILHO POR MEIO DE IMAGENS LANDSAT 8 E 9 EM PROPRIEDADE RURAL DE NOVA MARINGÁ, MATO GROSSO

João Gabriel Calente Agapito [1], João Danilo Barbieri [2], Vanessa Rakel de Moraes Dias [3], Moisés Damasceno Souza [4], William Fenner [5], Rivanildo Dallacort [6], Rafael Cesar Tieppo [7]

[1]Graduando em Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Tangará da Serra-MT, joao.gabrielapito@unemat.br; [2] Pós-doutorando, Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), UNEMAT, joaodanilobarbieri@hotmail.com; [3] Doutora em Física Ambiental, UNEMAT, vanessadias@unemat.br; [4] Mestrando, PPGASP, UNEMAT, moises.damasceno@unemat.br; [5] Doutor em Agricultura Tropical, UNEMAT, william.fenner@unemat.br; [6] Doutor em Agronomia, UNEMAT, rivanildo@unemat.br; [7] Doutor em Engenharia de Sistemas Agrícola, UNEMAT, rafaelt@unemat.br.

RESUMO

Por meio do sensoriamento remoto é possível estimar parâmetros de interesse para agricultura, como biomassa e produtividade, em escala local e regional. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estimar a produtividade do milho em uma propriedade rural em Nova Maringá-MT, por meio de imagens de satélite. Foram utilizadas seis imagens Landsat 8 e 9 (227/069) sem a presença de nuvens, para a safra do milho de 2023. Foi executado o algoritmo METRIC e os modelos de estimativa da biomassa e da produtividade. Os valores de NDVI em 30/04 indicaram que o milho estava no ápice de sua biomassa. Os valores de biomassa seguiram a curva típica de crescimento da cultura. A produtividade avaliada em campo foi 7.020 kg ha^{-1}. Já a produtividade estimada por imagens de satélite foi 6.940,22 ± 767,19 kg ha^{-1}, subestimada em 1,14% em média.

Palavras-chave **—** Sensoriamento remoto, METRIC, biomassa, NDVI, agricultura.

ABSTRACT

Remote sensing enables the estimation of agricultural parameters of interest, such as biomass and productivity, on local and regional scales. The objective of this study was to estimate corn productivity at a farm in Nova Maringá-MT. Six cloud-free images from Landsat 8 and 9 satellites (path/row 227/069) were used for the 2023 corn harvest. The METRIC algorithm was implemented along with biomass and productivity estimation models. NDVI values on April 30 indicated that the corn was at its peak biomass. The biomass values followed the typical growth curve of the crop. The field-assessed productivity was 7,020 kg ha^{-1}, while the productivity estimated from satellite images was 6,940.22 ± 767.19 kg ha^{-1}, which was an average underestimation of 1.14%.

Key words **—** *Remote sensing, METRIC, biomass, NDVI, agriculture.*

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (Zea mays) tem grande relevância no Brasil, sendo umas das principais commodities que é produzida em vários estados do país. A estimativa da produtividade do milho é um dos importantes parâmetros a ser estudado, sendo de grande interesse tanto nacional quanto internacional, já que uma grande parcela da produção nacional é utilizada para abastecer outros países, além de abastecer a si próprio. As informações sobre produção e produtividade de uma lavoura são relevantes não somente para a lucratividade, mas também para o agricultor no processo de tomadas de decisão, como logística, armazenamento e escoamento da produção [1].

No Brasil existe uma segunda safra no ano, também conhecida como safrinha, para o calendário nacional agrícola do milho. Enquanto a primeira safra representa 40% da produção nacional, a segunda safra é responsável por 60% de toda a produção brasileira [2]. Assim compreende-se que existe uma necessidade de mensurar a capacidade de produção, pois vários setores são abastecidos com esses grãos, como as indústrias de ração para animais, ou mesmo de alimentos que irão abastecer a população. Atualmente, com o avanço da tecnologia, fazer tais estimativas se tornou viável.

Dessa forma, a utilização do sensoriamento remoto e modelos matemáticos se torna uma ferramenta da atualidade imprescindível na estimativa de produções de diversas culturas, pois proporciona maior versatilidade para identificar possíveis problemas e auxiliar na tomada de decisões, refletindo diretamente na lucratividade. Essa ferramenta vem se tornando cada vez mais presente nas grandes empresas da área agrícola do país, demostrando que com o passar do tempo o agronegócio está mais conectado com a tecnologia.

Técnicas de sensoriamento remoto desempenham um papel importante no campo em diagnósticos como a estimativa da evapotranspiração [3], da produtividade, avaliação nutricional, detecção de pragas e doenças, previsão do tempo e avaliação da necessidade hídrica das plantas obtidas em sitio especifico [4].

Tais ferramentas são de grande utilidade já que podem demonstrar os avanços e a reduções que ocorrem durante os

anos, isso possibilita ter uma referência de como a cultura se comportou em relação a sua produtividade. As estimativas influem diretamente no comportamento dos preços internos e externos dos produtos. Conhecer com exatidão a extensão da área cultivada e a produtividade esperada é um trunfo tanto para o setor público quanto para o privado [5].

Ademais, com o sensorialmente remoto é possível ter parâmetros mais precisos e estimar grandes áreas ou áreas especificas, como uma propriedade, sendo possível estimar outras variáveis biofísicas de interesse, além da biomassa e produtividade: evapotranspiração, estresse hídrico, vigor nas plantas, avaliação do estádio fenológico [6]. Dessa forma se torna uma ferramenta muito útil para o monitoramento da produção agrícola.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi estimar a produtividade do milho em propriedade rural no município de Nova Maringá, Mato Grosso, utilizando o algoritmo METRIC e imagens do satélite Landsat-8 e 9, na safra do milho de 2023.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na propriedade rural, localizada nas coordenadas geográficas 13°40’12,29’’ S e 57°14’22,54’’ O, a uma elevação de 479 metros, município de Nova Maringá-MT (Figura 1). A base econômica do município é a agricultura, culturas perenes e de subsistência, pecuária e extrativismo vegetal [7].

O plantio do milho segunda safra na propriedade ocorreu em 05 de fevereiro e a colheita em 17 de junho de 2023.

Para a estimativa da biomassa e produtividade foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 8 e 9 (órbita/ponto 227/069) do United States of Geological Survey (USGS) (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Foram obtidas seis imagens sem a presença de nuvens durante o ciclo da cultura do milho (05/03, 30/04, 16/05, 24/05, 01/06 e 09/06).

Para o processamento das imagens e execução do algoritmo Mapping Evapotranspiration at High Resolution with Internalized Calibration (METRIC) para estimar a fração evaporativa [8] e, a partir dela, estimar a biomassa e a produtividade do milho [8; 9], foi utilizado o Model Maker do software Erdas Imagine® versão 9.2.

Os dados meteorológicos necessários como entrada nos modelos matemáticos foram obtidos da estação meteorológica do Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CETEGEO-SR), Universidade do Estado de Mato Grosso, instalada na propriedade rural.

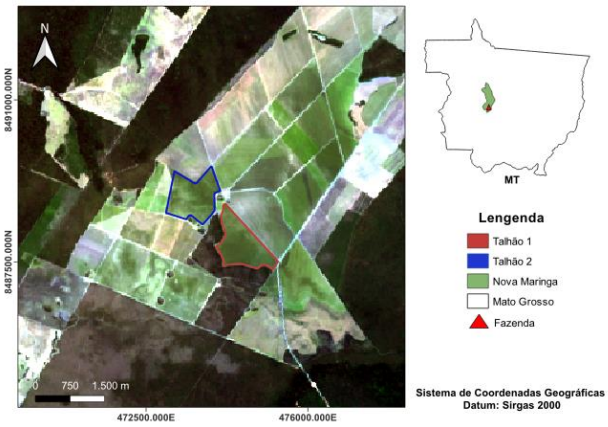

Figura 1. Localização da propriedade rural em Nova Maringá-MT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de biomassa seguiram a curva típica de crescimento da cultura, considerando as respectivas datas de aquisição das imagens de satélite (Tabela 1). Sendo que o pico da produção de biomassa foi em 30/04, com média 79% maior quando comparada com a última data avaliada no final do desenvolvimento da cultura (Figura 2).

Os valores de NDVI confirmaram que nos dias 30/04 e 16/05 o milho estava no ápice de sua biomassa e em 09/06 o milho já estava, provavelmente, em ponto de murcha permanente.

NDVI					
05/03	30/04	16/05	24/05	01/06	09/06
0,21 (±0,22)	0,87 (±0,05)	0,81 (±0,03)	0,30 (±0,31)	0,21 (±0,23)	0,16 (±0,18)
Biomassa (kg ha^{-1})					
99,93 (±15,12)	372,73 (±39,00)	329,93 (±19,86)	199,19 (±32,09)	96,57 (±21,04)	78,89 (±10,91)

Tabela 1. Médias (±DP) do NDVI (adimensional) e biomassa (kg ha^{-1} dia^{-1}), 2023.

A produtividade avaliada em campo, obtida pela colheita dos grãos por mecanização, foi de 117 sacas por hectare, ou seja, 7.020 kg ha^{-1}. Já a produtividade estimada por imagens de satélite foi 6.940,22 ± 767,19 kg ha^{-1}, subestimada em 1,14% em média (Figura 3).

Esta subestimativa também foi observada em outras pesquisas, como a que analisou 17 pivôs de milho irrigado e tiveram a produtividade real subestimada de 0,35% a 12,64% [10]. Assim como a pesquisa que observou subestimativa média de 0,27% em pivôs irrigados na safra 2011 [11].

Segundo estes resultados, há um potencial nessa metodologia para antecipar a estimativa da produtividade antes da colheita, possibilitando o planejamento adequado das operações de transporte e armazenamento de grãos [10]. No entanto, os modelos que utilizam uma relação estatística

entre índices de vegetação e produtividade apresentam a limitação de requerer validações regionais com medições de campo, o que torna o processo trabalhoso e dispendioso [11].

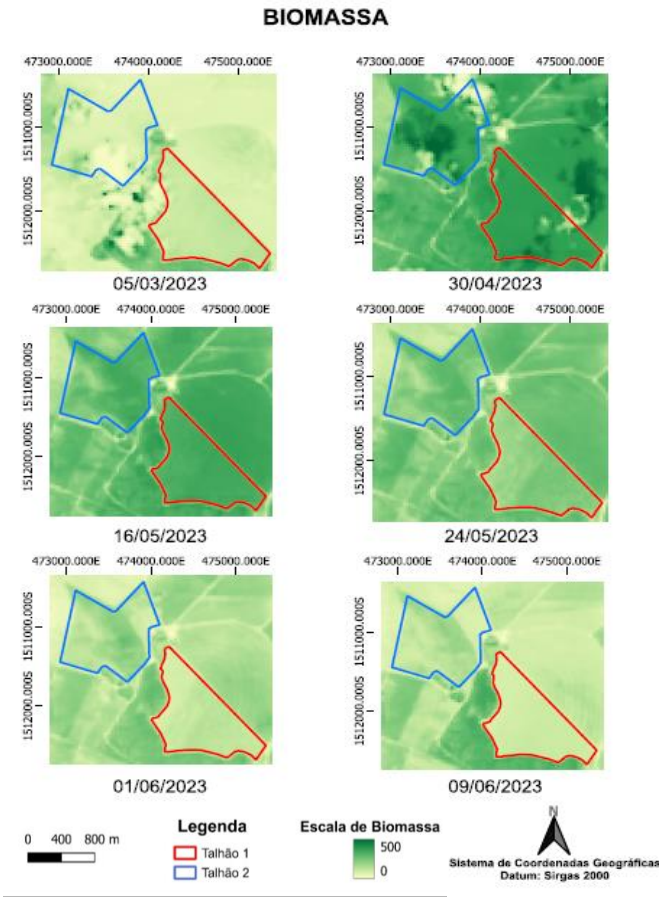

Figura 2. Distribuição espacial da Biomassa (Kg ha^{-1} dia^{-1}) na propriedade rural, Nova Maringá-MT.

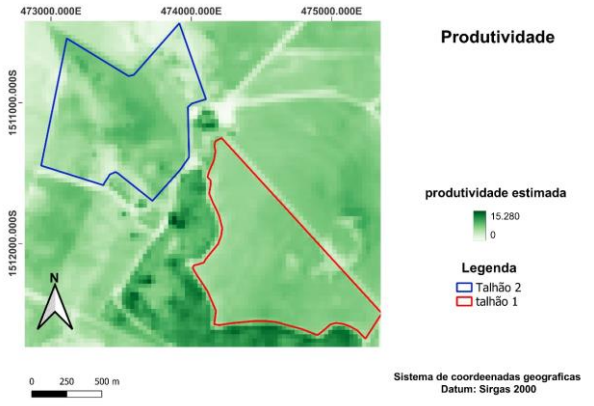

Figura 3. Distribuição espacial da Produtividade Estimada (Kg ha^{-1}) propriedade rural, Nova Maringá-MT.

Quando há uma maior frequência de imagens de satélite ao longo do desenvolvimento da cultura, as previsões de produtividade são mais precisas. Contudo, a presença de nuvens nas imagens ainda é um desafio significativo para os pesquisadores [12], dificultando a obtenção de uma sequência completa de imagens durante todo o ciclo da cultura.

Porém, com o lançamento do satélite Landsat 9 com os mesmos sensores do 8, apesar de ambos terem um período de revisada de 16 dias, estão sincronizados para fornecerem imagens a cada 8 dias, o que tornou possível melhorar a estimativa que antes era feita apenas com imagens Landsat 8 [1].

Outra alternativa é utilizar imagens de satélites com intervalos de revisita mais curtos, como as imagens MODIS que são gratuitas, ou ainda aquelas que podem ser adquiridas com um determinado custo financeiro. Contudo, ao utilizar imagens MODIS, acarretaria em menor resolução espacial. Hoje, existem satélites com resolução espacial melhor, revisita mais frequente e imagens gratuitas, como o Sentinel-2, porém a ausência da banda termal impede a aplicação do modelo de estimativa da fração evaporativa utilizado neste estudo.

4. CONCLUSÕES

Com a obtenção de imagens dos dois satélites, Landsat 8 e 9, a utilização do algorítmo Metric e dos modelos de estimativa de biomassa e produtividade, foi possível calcular a biomassa, apresentando uma curva padrão para o ciclo do milho, e calcular a produtividade, com subestimativa de 1,14% em média, assim se tornando uma ferramenta prática e econômica no monitoramento da produção de milho segunda safra no Mato Grosso.

5. REFERÊNCIAS

[1] W. R. Clarindo et al. Estimativa de produtividade da cultura do milho safrinha por imagens de satélite Landsat 8. *Enciclopédia Biosfera*, v. 19, n. 40, p. 212, 2023.

[2] A. E. Souza et al. Estudo da produção do milho no Brasil. *South American Development Society Journal*, v. 4, n. 11, p. 182, 2018.

[3] J. G. Barreto et al. Utilização do algoritmo SEBAL na estimativa da Evapotranspiração em diferentes coberturas na região de Tangará da Serra, Mato Grosso. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, v. 20, n. 2, p. 90–103, 2023.

[4] L. S. Shiratsuchi et al. Sensoriamento remoto: conceitos básicos e aplicações na agricultura de precisão. In: Bernardi, A. C. C. et al. (Ed.). Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 58-73. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-

/publicacao/1003275/sensoriamento-remoto-conceitos-basicos-e-aplicacoes-na-agricultura-de-precisao. Acesso em: 17 out. 2024.

[5] D. C. Figueiredo. Projeto GeoSafras sistema de previsao de safras da Conab. *Revista de Política Agrícola*, v. 14, n. 1, 110-120, 2005.

[6] Z. N. Brandão. Estimativa da produtividade e estado nutricional da cultura do algodão irrigado via técnicas de sensoriamento remoto. 2009. 152 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

[7] Município De Nova Maringá. Economia. 2024. Disponível em: https://www.novamaringa.mt.gov.br/Nossa-Cidade/Economia/. Acesso em: 29 out. 2024.

[8] W. G. M. Bastiaanssen and S. Ali. A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across the Indus Basin, Pakistan. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 94, n. 3, p. 321-340, 2003.

[9] A. H. C. Teixeira et al. Water productivity assessment by using MODIS images and agrometeorological data in the Petrolina municipality, Brazil. *Proceedings*, v. 8531, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XIV; 85310G, 2012.

[10] N. O. Bertolin et al. Predição da Produtividade de Milho Irrigado com Auxílio de Imagens de Satélite. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 11, n. 4, p. 1627-1638, 2017.

[11] L. A. M. Oliveira et al. Estimativa de Produção em Áreas Irrigadas sob o Cultivo da Cultura do Milho utilizando Imagens de Satélite. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 10, n. 1, p. 400-409, 2016.

[12] G. L. Araújo et al. Modelos para a Estimativa da Produção de Biomassa aplicados à Cultura do Milho. *Revista Pensar Acadêmico*, v. 12, n. 1, p. 43-56, 2015.