

SANTOS, G.A. Contribution a l'étude des interactions matière organique et phosphore dans un sol ferrallitique. Nancy, Institut National Polytechnique de Lorraine, 148p. 2008 (Tese de Doutorado)

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas para o Sul do Brasil. Bento Gonçalves, RS: SOSBAI, 2014. 192p.

SUÁREZ, D. e MELGAREJO, L. M. Biología y germinación de semillas. Ed. 1. Universidad Nacional de Colombia. p. 24, 2011.

SWIFT, R.S. Macromolecular properties of soil humic substances: fact, fiction and opinion. Soil Sci. 164:790-802, 1999.

VINALE, F., SIVASITHAMPARAM, K., GHISALBERTI, E., MARRA, R., WOO, S. e LORITO, M. Trichoderma-plant-pathogen interactions. Soil Biology & Biochemistry, v. 40, p. 1-10, 2008a

MAPEAMENTO DE PIVÔS CENTRAIS E ANÁLISE DE PERFIL TEMPORAL POR MEIO DE NDVI EM UMA ÁREA NO ESTADO DO MATO GROSSO

Jessyca Fernanda dos Santos Duarte¹; Alvaro José Reis Ramos²; Felipe Hermógenes Moraes Garcia³

¹Discente de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. duarte.jessyca@gmail.com

²Discente de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande. alvaroramos85@hotmail.com

³Engenheiro Agrônomo. Universidade Federal Rural da Amazônia. felipegarcia25@hotmail.com

RESUMO

O levantamento de estatísticas para safras agrícolas é um requisito fundamental para o bom planejamento do processo produtivo, evitando perdas e otimizando a produtividade. Desta forma, os índices de vegetação são uma importante ferramenta amplamente utilizada para o monitoramento agrícola e as estimativas de produtividade. A aplicação do sensoriamento remoto é essencial para avaliação de grandes áreas, tornando viável o levantamento de estatísticas agrícolas tanto em escala estadual como nacional. O presente trabalho visou identificar a duração do ciclo produtivo de culturas agrícolas, em áreas irrigadas por pivôs centrais, a partir da análise de perfis temporais gerados pelos produtos do NDVI e MOD13Q1 em uma área localizada no estado do Mato Grosso. Foram identificados 197 pivôs centrais ao longo da área de estudo, abrangendo oito municípios mato-grossenses, totalizando 26.339,56 ha de área irrigada. Para a análise de perfil temporal, foram utilizadas as médias mensais dos valores máximos de NDVI extraídos para todos os pontos no período de setembro/2017 a setembro/2018. Foi possível observar que o ciclo da cultura durou em média quatro meses para o período estudado, ocorrendo o plantio em fevereiro e a colheita em maio, caracterizando-se como cultura anual. Por meio da análise de dados do censo agropecuário 2017, observou-se que a soja e o milho são os principais cultivos na região, principalmente no município de Sorriso, onde há maior aglomeração de pivôs centrais. Apesar do curto período analisado, os resultados mostram que a utilização do NDVI são satisfatórios para o monitoramento de safras agrícolas.

Palavras-chave: MODIS, NDVI, perfis temporais.

Área de Interesse do Simpósio: Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento

1. INTRODUÇÃO

Os levantamentos agrícolas têm sido realizados principalmente através de métodos convencionais e informações de órgãos governamentais, porém com a crescente disponibilização de dados de sensoriamento remoto tem sido possível realizar o monitoramento das áreas agrícolas através do uso desses dados (Oliveira et al., 2015).

O monitoramento de culturas agrícolas por imagens de satélites é amplamente realizado através da aplicação dos índices de vegetação, definidos como combinações de dados espectrais de duas ou mais bandas (Moreira, 2000). O mapa de colheita é considerado a informação mais completa para visualizar a variabilidade espacial das lavouras, considerando-se os fatores de produção (Molin, 2002).

Segundo Wiengand et al. (1991) e Tucker (1979), o uso de índices de vegetação para caracterizar e quantificar parâmetros biofísicos de culturas agrícolas permite reduzir a dimensão das informações multiespectrais, através de uma razão simples, fornecendo um dado altamente correlacionado aos parâmetros agrônômicos.

O levantamento de estatísticas agrícolas para previsão de safras é um requisito fundamental para o bom planejamento do processo produtivo, evitando perdas e otimizando a produtividade, assim, favorecendo preços justos (Rizzi e Rudorff, 2003). É crescente o número de pesquisas voltadas à estimativa da produtividade desenvolvidas integrando dados agrometeorológicos juntamente às imagens de sensoriamento remoto, através de modelos matemáticos (Rudorff e Batista, 1990, 1991; Fontana et al., 1998). É fundamental integrar o Sistema de informações geográficas (SIG) ao modelo para gerar prognósticos para grandes áreas, até mesmo a nível estadual e nacional (Berka e Rudorff, 2003).

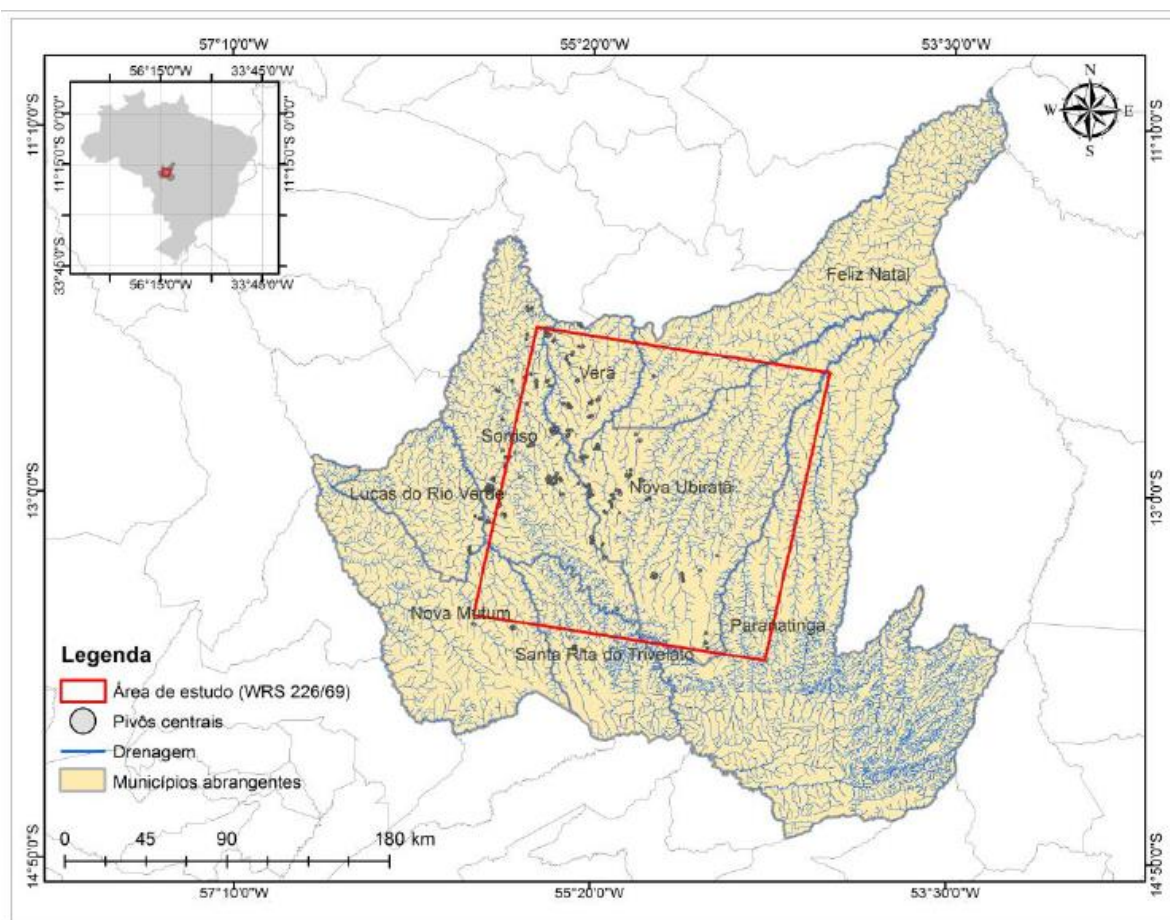
O objetivo do presente trabalho consiste em analisar o perfil temporal e identificar a duração do ciclo produtivo de culturas agrícolas em áreas irrigadas por pivôs centrais, a partir dos produtos do NDVI e MOD13Q1, em uma área localizada no estado do Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo;

A área escolhida para a análise abrange oito municípios do estado do Mato Grosso, os quais estão parcialmente inseridos na cena *Worldwide Reference System* (WRS) 226/69 (Figura 1). Mato Grosso pertence ao bioma amazônico e está inserido na Zona Intertropical, situado relativamente próximo ao Equador. Desta forma, há poucas variações climáticas entre as estações ao longo do ano, predominando-se temperaturas altas na maior parte do ano (Almeida Junior, 2015).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Aquisição de dados

As imagens do satélite Landsat 8 (sensor OLI), cena WRS 226/69, foram obtidas em 31/08/2018, período mais recente no qual apresentava menor cobertura de nuvens na região. Para a composição colorida foram utilizadas as bandas 4 (*Red*), 5 (*Near-InfraRed*) e 6 (*Short-Wave InfraRed I*). Foram adquiridas as séries temporais de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) provenientes do produto MOD13Q1 do sensor MODIS. Os dados encontram-se disponíveis em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Também foram adquiridos dados em formato *shapefile* dos pivôs centrais, mapeados e disponibilizados pela Agência Nacional da Água (ANA), referentes ao ano de 2014 (disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=328&currTab>). As demais bases cartográficas para confecção dos mapas foram adquiridas no acervo digital do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>. Por fim, foram baixadas as planilhas referentes aos dados preliminares do Censo Agropecuário 2017 (disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html).

Identificação e mapeamento dos pivôs centrais na área de estudo

Os dados adquiridos da ANA referem-se ao ano de 2014, desta forma, foi necessário atualizar o mapeamento dos pivôs através de imagens mais recentes da área de estudo. Desta forma, foi utilizada a composição colorida do Landsat para identificação e vetorização dos pivôs centrais que foram instalados após o ano de 2014.

Índice de vegetação – NDVI

Os índices de vegetação são úteis para explorar as propriedades espectrais da vegetação nas regiões do visível e do infravermelho próximo, no entanto, tais índices são influenciados por parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, como a biomassa e o índice de área foliar (Ponzoni e Shimabukuro, 2009). Os valores gerados pelo NDVI variam de -1 a 1, valores abaixo de zero e próximos a -1 correspondem a alvos que não se enquadram como vegetação, ou pode ser uma vegetação menos abundante que apresente baixa reflectância nas faixas do vermelho e infravermelho próximo; enquanto valores mais próximos de 1 apresentam vegetações com alta reflectância. A equação 1 referente ao NDVI está descrita a seguir.

$$NDVI = \frac{ivp - v}{ivp + v} \quad (1)$$

Em que:

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

ivp = infravermelho próximo

v = vermelho

O produto MOD13 contém os índices de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e EVI (*Enhanced Vegetation Index*). Neste estudo foi utilizado o produto MOD13Q1, em formato HDF, apresentando resolução de 250 m, disponibilizados em mosaicos em intervalos de 16 dias (reamostrados, corrigidos atmosféricamente e com presença mínima de nuvens). Foi utilizada uma série temporal referente ao período de um ano: setembro/2017 a setembro/2018. Para visualizar a área de estudo com um maior nível de detalhamento, o NDVI foi aplicado à imagem Landsat referente a setembro/2018.

Para análise dos perfis temporais, foram utilizadas as médias mensais dos valores de NDVI do produto MOD13Q1. Foram extraídos os valores máximos de NDVI de cada mês para todas as áreas irrigadas por pivôs centrais, por meio de ferramentas de geoprocessamento disponíveis no *software* ArcGis, e posteriormente, foram exportados para uma planilha eletrônica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 197 pivôs centrais distribuídos ao longo dos oito municípios da área de estudo, totalizando uma área de 26.339,56 ha (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de pivôs centrais mapeados e área total irrigada por

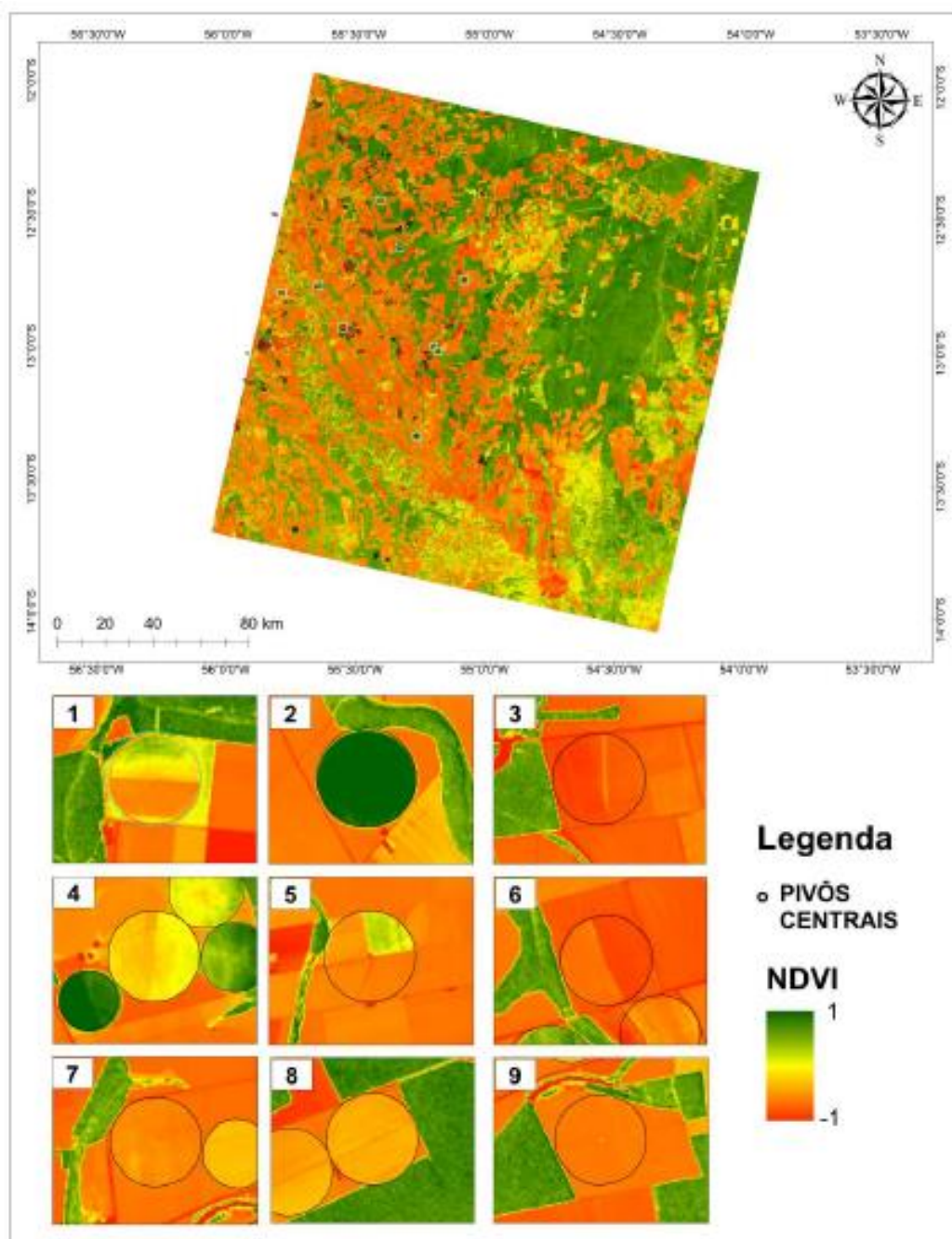
municípios.

Município	Pivôs centrais	Área total irrigada (ha)
Sorriso	84	11278,27
Nova Ubiratã	52	7422,05
Vera	42	5346,25
Lucas do Rio Verde	7	861,638
Nova Mutum	5	552,01
Santa Rita do Trivelato	5	582,05
Paranatinga	1	156,2
Feliz Natal	1	141,09

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Pode-se observar que Sorriso, Nova Ubiratã e Vera somam 90% do total de área irrigada por pivô central. Enquanto os demais municípios apresentam poucos pivôs centrais isolados. Na figura 2, está apresentado o NDVI gerado para a área de estudo e a espacialização dos pivôs centrais, bem como são observados os nove pivôs centrais que apresentam as maiores áreas em hectares.

Figura 2 – Mapa de NDVI para setembro/2018 e as maiores áreas de pivôs centrais.

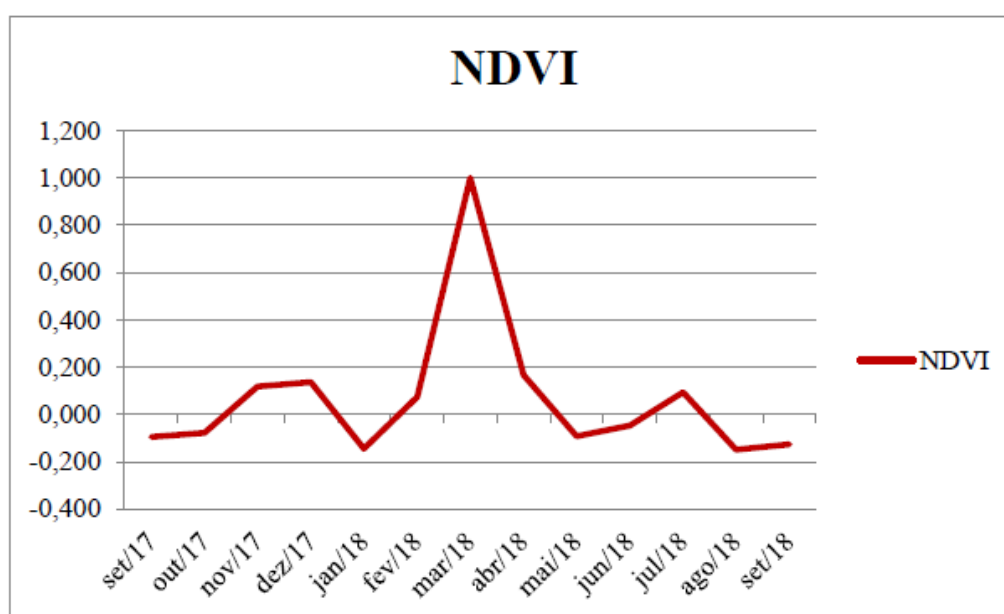


Legenda: (1) Vera, 229,61ha; (2) Sorriso, 246,28ha; (3) Nova Ubiratã, 213,23ha; (4) Sorriso, 211,77ha; (5) Sorriso, 211,70ha; (6) Sorriso, 210,08ha; (7) Nova Ubiratã, 205,78ha; (8) Vera, 212,72ha; (9) Nova Ubiratã, 207,38ha.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Na Figura 3 está representado o perfil temporal de NDVI do produto MOD13Q1 para o período analisado, pode-se observar a duração do ciclo da cultura, o plantio ocorreu no mês de fevereiro de 2018, onde observamos o aumento da curva do índice de vegetação. O NDVI atingiu o seu valor máximo em abril, ou seja, época de maior vigor vegetativo das culturas e anterior à maturação das mesmas. Por fim, a colheita ocorreu no final de maio de 2018, onde notamos a diminuição no valor do NDVI, totalizando um ciclo de 4 meses.

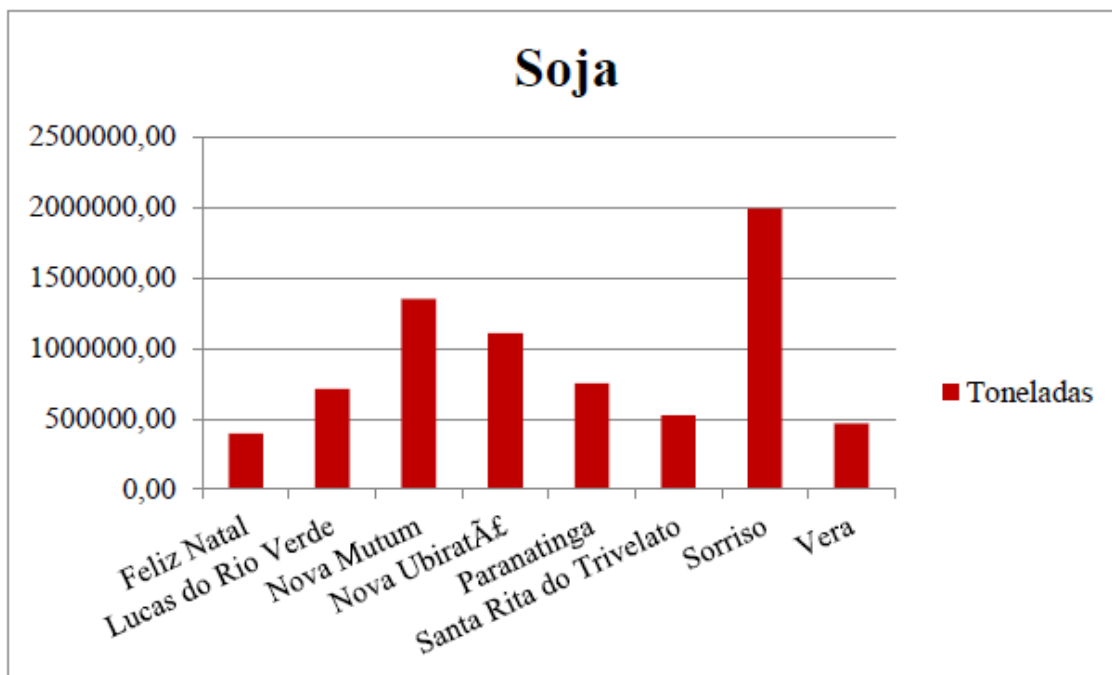
Figura 3 – Perfil temporal de NDVI do produto MOD13Q1 para a safra 2017/2018.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

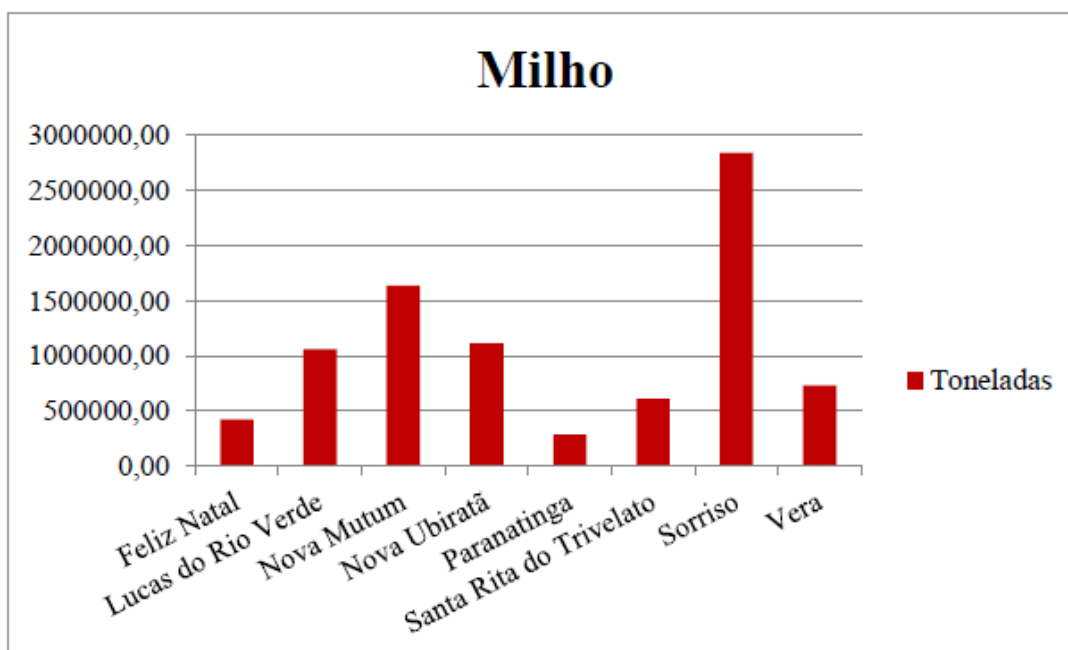
O resultado do perfil temporal de NDVI mostra que o plantio foi realizado entre o final do período chuvoso e início do período seco em Mato Grosso. O ciclo de quatro meses da cultura observado na figura 3 caracteriza-se como cultura anual. Para afirmar qual(is) cultura(s) são cultivadas na área de estudo seria necessário obter dados de campo. No entanto, dados de produtividade em toneladas, obtidos a partir do Censo Agropecuário do IBGE (2017), mostram que as principais culturas cultivadas nos oito municípios analisados são a soja (*Glycine max* L.) e o milho (*Zea mays* L.), figuras 4 e 5, respectivamente.

Figura 4 – Produtividade de soja em toneladas por município.



Fonte: Adaptado do Censo Agropecuário 2017.

Figura 5 – Produtividade de milho em toneladas por município.



Fonte: Adaptado do Censo Agropecuário 2017.

O município de Sorriso, além de apresentar o maior número e área de pivôs centrais entre os municípios analisados, também lidera a produção de soja e milho, ultrapassando 2.000.000 t. Seguido por Nova Mutum, que apesar de apresentar poucos pivôs centrais dentro da área de estudo, aparece como segundo lugar com a produção de soja e milho em torno de 1.500.000 t. em contrapartida, Vera apesar de ser o terceiro município com maior área irrigada, está em posições mais baixas no quesito produtividade. Há algumas hipóteses para explicar estes cenários opostos, um deles seria a desativação de pivôs centrais, resultando na diminuição da produtividade, o período em que foram obtidas as informações pelo IBGE, ou ainda os cultivos podem estar sendo realizados em outros sistemas de irrigação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostraram que apesar da baixa resolução espacial dos sensores MODIS (250 m), a alta periodicidade das imagens possibilitam analisar perfis temporais e estimar o ciclo de culturas agrícolas, e a partir daí, auxiliar no monitoramento e planejamento da produção.

A média mensal dos valores de NDVI demonstrou que para o período analisado ocorreu um ciclo anual, de fevereiro a maio, entre o final do período chuvoso e o início do período seco, época propícia para o cultivo de culturas como a soja e o milho. Desta forma, dados do Censo Agropecuário corroboram para os resultados deste trabalho, podendo-se estimar que grande parte das áreas de pivôs centrais é composta por milho e soja, devido a sua alta produtividade e predominância na área de estudo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JUNIOR, N. L. **Estudo De Clima Urbano:** Uma Proposta Metodológica. Dissertação (Mestrado em Física e Meio ambiente). Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT. 94p. 2005.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Metadata.** Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=328&currTab>> Acesso em: 18 out. 2018.

BERKA, L.M.S.; RUDORFF, B.F.T. Estimativa de área plantada com soja através de imagens Landsat em municípios do norte do Paraná. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,

11., Belo Horizonte. 2003. **Anais...** São José dos Campos: INPE. p. 27-31. 2003. Disponível na biblioteca digital URLib <lagavulin.ltid.inpe.br:1905/col/ltid.inpe.br/sbsr/2003/03.27.11.57/doc/01_469.PDF> Acesso em: 18 out. 2018.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H. Alterações micrometeorológicas na cultura da soja submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 5. 661-669p. 1992.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados preliminares. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html> Acessado em 20 out. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas Digitais**. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>> Acesso em: 20 out. 2018.

MOLIN, J.P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**, n.22. 83-92p. 2002.

MOREIRA, R.C. **Influência do posicionamento e da largura de bandas de sensores remotos e dos efeitos atmosféricos na determinação de índices de vegetação**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 114p. 2000.

OLIVEIRA, T. C., FERREIRA, E., DANTAS, A. A. A. Análise de perfis temporais a partir de produtos do índice de vegetação NDVI e suas relações com o coeficiente de cultura (Kc) em áreas de soja irrigada, em Planura-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. João Pessoa. 2015. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese. 127 p. 2009.

RIZZI, R.; RUDORFF, B.F.T. Imagens Landsat na estimativa de área plantada com soja em municípios do Rio Grande do sul. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11, Belo Horizonte. 2003. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 231-238p. 2003. Disponível na biblioteca digital URLib <http://lagavulin.ltid.inpe.br:1905/col/ltid.inpe.br/sbsr/2003/03.27.11.57/doc/01_411.PDF> Acesso em: 20 out. 2018.

RUDORFF, B. F. T.; BATISTA, G.T. Yield estimation of sugarcane based on Agrometeorological-spectral models. **Remote Sensing of Environment**, v. 33, n. 3. 183-192p. 1990.

_____. Wheat yield estimation at the farm level using TM Landsat and agrometeorological data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 12, n. 12. 2477-2484p. 1991.

TUCKER, C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. **Remote Sensing of Environment**, v. 8. 127– 150p. 1979.

USGS – United States Geological Survey. **Earth Explorer**. Disponível em: < <https://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em: 20 out. 2018.

WIENGAND, C. L.; RICHARDSON, A. J.; ESCOBAR, D. E. Vegetation indices in crop assessment. **Remote Sensing of Environment**, v. 35, n. 2, p.105-109, 1991.