

## ANÁLISE DA CORRELAÇÃO LINEAR ENTRE A PRODUTIVIDADE DE MILHO E O NDVI, NO NOROESTE DO MATO GROSSO

LUIZA MARTINS TURCATTO<sup>1</sup>, FREDERIC HARTWIG BACK KOELLN<sup>2</sup>, DIOHNI SCHWENGBER<sup>3</sup>, RODRIGO SINAIDI ZANDONADI<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, (66) 999838319, luiza\_turcatto@hotmail.com

<sup>2,3</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Prof. Doutor, Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Sinop - MT

Apresentado no  
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

**RESUMO:** O mapeamento da variabilidade espacial de plantas e solo é utilizado como ferramenta fundamental para o gerenciamento agrícola no âmbito da agricultura de precisão. O objetivo deste trabalho foi avaliar a correlação linear de Pearson entre produtividade de Milho e NDVI obtidos a partir de imagens de satélite. O processo de avaliação dos dados se resumiu em quatro etapas: a aquisição dos dados brutos de produtividade, filtragem de dados e exportação em formato .shp. Na segunda etapa foi conduzida a seleção das imagens do satélite Landsat 8 disponíveis para livre acesso. Na terceira etapa, utilizou-se um programa SIG para a extração do valor de pixel do NDVI ponto a ponto partindo dos dados de produtividade filtrados. Na quarta etapa, a tabela de atributos de produtividade, adicionados os valores de NDVI foi exportada no formato .xlsx para a conduzir a análise de correlação. O talhão avaliado, de 64 ha, produtividade média de 101,16 sc.ha<sup>-1</sup>, apresentando coeficiente de variação de 11,31%, apresentou coeficiente de correlação de 0.6 significativa considerando o teste T a 1% de significância. A utilização da imagem proporcionou extração de informações importantes para o monitoramento da cultura, mas o tempo de varredura e a cobertura por nuvens impõe dificuldades na utilização da ferramenta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura de Precisão, Variabilidade de produtividade, Landsat8

## CORRELATION BETWEEN CORN YIELD AND NDVI, IN NORTHWEST OF MATO GROSSO

**ABSTRACT:** The mapping of spatial variability of plants and soil is used as a fundamental tool for agricultural management in the field of precision agriculture. The objective of this work was to evaluate the Pearson linear correlation between Maize and NDVI productivity obtained from satellite images. The data evaluation process was summarized in four steps: raw data acquisition, data filtering and export in .shp format. In the second step the selection of the Landsat 8 satellite images was carried out for free access. In the third step, a GIS program was used to extract the pixel value of the point-to-point NDVI from the filtered productivity data. In the fourth step, the productivity attributes table, added the NDVI values was exported in .xlsx format to conduct the correlation analysis. The evaluated field of 64 ha, with yield of 101,16 sc.ha<sup>-1</sup> and coefficient of variation of 11,31%, presented a coefficient of correlation of 0.6 significant at 1%. The imagery leverage valuable information regarding crop monitoring, however the time resolution and cloud coverage impose a great level of difficulty for usage of the technology.

**KEYWORDS:** Precision Agriculture, yield spatial variability, Landsat8

**INTRODUÇÃO:** A utilização de sensores na Agricultura de Precisão (AP) é imprescindível, de forma que essa prática visa caracterizar a variabilidade espacial e temporal do solo, do histórico de cultivo, do clima entre outras variáveis, com o objetivo de traçar decisões a serem tomadas em diferentes locais dentro do campo (COELHO, 2005). Emprega-se o Sensoriamento Remoto (SR) em conjunto com a AP, que é uma ferramenta capaz de coletar dados da superfície terrestre, por meio de sinais do espectro eletromagnético e, através do geoprocessamento, gerar índices espectrais de vegetação, fornecendo combinações lineares de dados espectrais como a vegetação vigorosa, auxiliando no monitoramento agrícola (RAMOS et al, 2010). Deve-se ressaltar que a utilização do SR na pesquisa e coleta de dados espaciais, é mais acessível, quando comparado com sensores ópticos terrestres, uma vez que, existem banco de dados de livre acesso. Porém, não se deve descartar a importância de sensores ópticos terrestres, sendo que a derivação na utilização destes, é mais ampla. Sabe-se que um dos índices mais utilizado na agricultura é o NDVI (índice de Vegetação por Diferença Normalizada). Martins (2017), avaliou vários índices de vegetação para a determinação de zonas de manejos sendo o NDVI o índice que apresentou melhor resultado. Portanto, envolvendo a necessidade da caracterização da variabilidade espacial de atributos ligados a produção de grãos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de imagens de satélite para estudar a correlação entre produtividade de Milho e NDVI na região noroeste de MT.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi conduzido em um talhão de 64 ha, em uma fazenda na região noroeste do estado de Mato Grosso. A semeadura do milho de híbrido 30F53VYH, foi realizada na data de 20/02/2016 e a colheita na data de 14/07/2016. Os dados de produtividade do talhão foram obtidos a partir do sistema de monitoramento embarcado na colhedora STS9770. O processamento dos dados de produtividades foi executado através do *software* FarmWorks (Trimble Navigation Limited, v.2016.04.00), onde, inicialmente fez-se a classificação dos pontos de produtividade em 5 classes, utilizando o método estatístico com 0,5 desvio padrão para agrupamento, seguido da filtragem. As imagens do satélite Landsat 8 (sensores OLI/TIRS), foram obtidas através site USGS Earth Explorer da NASA. O sensor possui resolução radiométrica de 16 bits e resolução espacial de 30 m. As imagens projetadas para Projeção/Datum WGS1984 Zone 21 S, recebidas em formato GeoTIFF, na órbita/ponto correspondente a 227/068. As imagens são produtos Nível 1 da mais alta qualidade, adequadas para análise de séries temporais em nível de pixel, calibrado radiometricamente e ortorretificada, usando pontos de controle de quantidade e dados de modelo digital de elevação (DEM) para corrigir o deslocamento de alívio (USGS). Para determinar a correlação entre a produtividade e a informação da resposta espectral fornecida pelo NDVI, foram selecionadas 3 imagens, livres de nuvens, nas datas de 10/04/2016, 28/05/2016 e 13/06/2016, correspondendo aproximadamente à 6, 14 e 16 semanas após semeadura respectivamente. De acordo com WEISMANN (2008), determinou-se que as fases de desenvolvimento da cultura, correspondiam, aproximadamente, aos estágios fenológico V10, R2 e R5, respectivamente. Segundo Rouse et al. (1973) apud Shiratsuchi et al (2014), desenvolveu-se NDVI utilizando a reflectância do infravermelho próximo (NIR) e a reflectância do vermelho (R), conforme equação (1), para determinação da resposta espectral.

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

em que,

NIR – Banda correspondente ao comprimento de onda do infravermelho próximo, e

R – Banda correspondente ao comprimento de onda do vermelho.

A elaboração do NDVI foi feita através do *software* QGIS, onde exige a entrada das bandas supracitadas e o nome do arquivo de saída. Em seguida, utilizou-se a ferramenta de classificação pelo método manual, que permite agrupar o NDVI em classes de valores, optando-se, nesta ocasião, pelo agrupamento em 5 classes, para análise visual e identificação de variabilidade. Os mapas de produtividade foram importados para o mesmo *software*, conduzindo a investigação da variabilidade da produtividade identificando visualmente áreas de alta e baixa produtividade e relação entre o NDVI nas 3 datas disponíveis. Em seguida, utilizou-se a ferramenta *Add grid values to points*, que atribui os

valores de NDVI, de acordo com as coordenadas dos pontos de produtividade. Por fim, fez-se a exportação da tabela de atributos dos valores obtidos, para o formato .xls, conduzindo a correlação linear de Pearson ( $r$ ), entre os dados de produtividade e o NDVI em diferentes datas. A significância dos coeficientes de correlação foi testada utilizando o teste T, com nível de 1% de significância (COSTA, 2010).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O mapa de produtividade filtrado é apresentado na Figura 1. Os parâmetros estipulados para filtrado de dados foram: fluxo de grão mínimo de 8 kg.s<sup>-1</sup> e máximo de 18 kg.s<sup>-1</sup>, produtividade mínima de 4200 kg.ha<sup>-1</sup> e máximo de 7800 kg.ha<sup>-1</sup>, umidade mínima do grão de 8 % e máxima de 18 % e velocidade de colheita mínima e máxima de 8 km.h<sup>-1</sup> e de 15 km.h<sup>-1</sup>. Por fim, exportou-se os mapas para o formato .shp, para facilitar a manipulação dos dados nas próximas etapas.

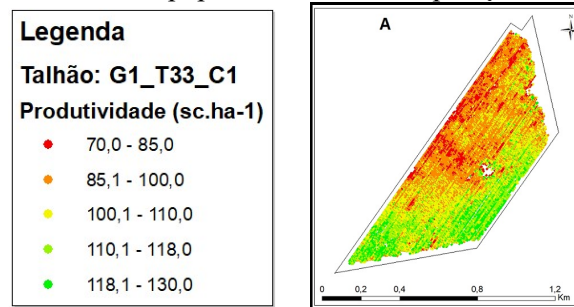


FIGURA 1. Mapa de produtividade de milho depois de filtragem de dados.

Houve bastante restrição quando a disponibilidade das imagens, dado que o satélite Landsat 8 registra uma nova imagem a cada 16 dias e a presença de nuvem eliminou outras imagens registradas em datas mais próximas. A imagem na data 10/04/2016 (Figura 2.A), exibiu nuvem na parte superior direita, onde afetava aproximadamente 50 pontos de produtividade, em que foram excluídos. A comparação visual entre os NDVI e o mapa de produtividade exibiu uma relação nítida da variabilidade espacial, para a imagem na data de 28/05/2016 (Figura 2.B). Os pontos com maior produtividade correspondem a pontos com maiores valores de NDVI, diferentes das outras duas datas avaliadas. Na Figura 2, são apresentados os mapas de NDVI nas três datas avaliadas, sendo as Figuras A, B e C, NDVI referente as datas de 10/04/2016, 28/05/2016 e 13/06/2016 respectivamente.

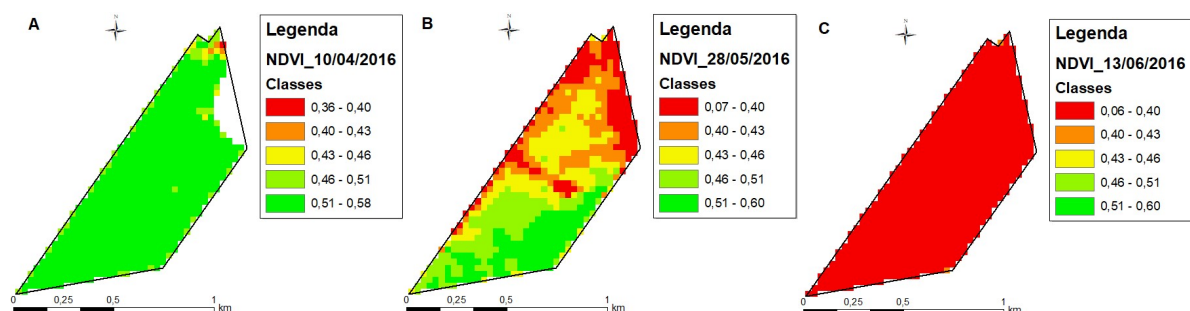


FIGURA 2 - Mapas de NDVI referente a data 10/04/2016 (A); 28/05/2016 (B); e 13/06/2016 (C).

De acordo com Marchiorato (2008) a resposta espectral de culturas anuais varia de acordo com seu estágio fenológico, antes de atingir a fase de desenvolvimento reprodutiva, a resposta espectral para os índices de vegetação apresenta grande influência do solo. Quando o ciclo fenológico da cultura entra no estágio reprodutivo, a resposta espectral corresponde a vegetação verde, porém no final do ciclo, da cultura a resposta corresponde a vegetação senescente e ao solo. Diante do exposto, a correlação entre as variáveis resultou em correlação positiva, com exceção da data de 13/06/2016, que resultou em  $r$  igual a -0,06. Nessa data a senescência da cultura já estava avançada, apresentando baixa resposta de NDVI e permitindo que o solo interferisse na resposta do dossel. Já para a imagem referente ao dia 28/05/2016, correspondente ao estágio R2, com 14 semanas após emergência ideal para avaliação, conforme Silva et al (2009), apresentou maior  $r$  (0,60), sendo estatisticamente significativo (Tabela 1). Observa-se que apesar do  $r$  ser significativo para a imagem da data 10/04/2016, o valor é mais baixo

que o  $r$  apresentado na data 28/05. Isso se deve ao fato de que a cultura não se encontra no estágio de melhor resposta de NDVI para avaliação de produtividade.

TABELA 1. Correlação entre NDVI e a produtividade do milho para o talhão avaliado.

|                   | $r$   | $P$ -valor |
|-------------------|-------|------------|
| NDVI - 10/04/2016 | 0,24  | < 0,001    |
| NDVI - 28/05/2016 | 0,60  | < 0,001    |
| NDVI - 13/06/2016 | -0,06 | 0,004      |

**CONCLUSÕES:** A utilização de imagens de satélite com resolução de 30m proporcionam extrair informações importantes para o no monitoramento das culturas. Porém a tempo de varredura do satélite e cobertura por nuvens, impõe dificuldade na utilização da ferramenta.

## REFERENCIAS:

COELHO, A. M. **Agricultura de Precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas.** Disponível em: [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/18887/1/Doc\\_46.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/18887/1/Doc_46.pdf). Acessado: 06 abr. 2018. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005.

COSTA, G. G. O. **Intervalo de confiança e teste de significância bootstrap para coeficiente de correlação linear referente à hipótese de um valor não nulo.** Acessado: 02/05/2018. Disponível em: <http://www.revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/viewFile/855/309>.

MARCHIORATO, Ivo Aurélio. **Mapas de variabilidade do potencial de produtividade obtidos por satélites como instrumentos auxiliares às decisões sobre o manejo de nematoides na cultura de soja.** Jaboticabal, SP, 2008. Originalmente apresentada como tese de doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, 2008.

MARTINS, R. C. **DEFINIÇÃO DE ZONAS DE MANEJO POR ÍNDICES DE VEGETAÇÃO OBTIDOS POR SENSORIAMENTO REMOTO E MAPAS DE PRODUTIVIDADE.** Dissertação de mestrado. Santa Maria, RS, Brasil. 2017.

RAMOS, R. R. D.; LOPES, H. L.; JUNIOR, J. C. F. M.; CANDEIAS, A. L. B.; FILHO, J. A. S. **Aplicação do índice da vegetação por diferença normalizada (ndvi) na avaliação de áreas degradadas e potenciais para unidades de conservação.** In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 3., 2010. Recife. p. 001 – 006.

SHIRATSUCHI, L. S.; BRANDÃO, Z. N.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. C.; DUCATI, J. R.; OLIVEIRA, R. P. O.; VILELA, M. F. **Sensoriamento Remoto: conceitos básicos e aplicações na Agricultura de Precisão.** Cap.4. EMBRAPA, Brasília, DF. 2014.

SILVA, M. A. V.; ANDRADE, V. M. S.; OLIVEIRA, E. C. O.; FERREIRA, W. P. M.; COSTA, J. M. N. **AValiação da estimativa da biomassa da cultura do milho obtida com base no NDVI.** In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2009. Belo Horizonte. Disponível em: [http://sbagro.org.br/anais\\_congresso\\_2009/cba2009/402.pdf](http://sbagro.org.br/anais_congresso_2009/cba2009/402.pdf). Acesso em: 06 abr. 2018.

USGS. United States Geological Survey. Desenvolvido pelo Department of the Interior EUA, em 1987. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/landsat-processing-details>. Acessado: 06 abr. 2018.

WEISMANN, M. **Fases de desenvolvimento da cultura do milho.** Adaptado de FANCELLI (1986) e Iowa State University Extension. 2008. Acessado: 06 abr. 2018. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/4fb3e56aa8c56.pdf>