

Geração de mapas de produtividade de milho (*Zea mays*) com índice de vegetação NDVI de imagens Landsat 8

João Fillipe Generoso Matias¹
Luciano Streck²
Damian Dulau Aguilar¹

¹ Universidade Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires - UNICEN
Caixa Postal 7200 Azul - BA, Argentina
jfgmatias@gmail.com damiandulau1@yahoo.com.ar

² Instituto Federal Catarinense Campus Santa Rosa do Sul – IFC Santa Rosa do Sul
Caixa Postal 04 - 88965-000 – Santa Rosa do Sul - SC, Brasil
streck@ifc-sombrio.edu.br

Abstract. Precision Agriculture is a relatively new concept of ground-plant-atmosphere management. The map of the harvest is the most complete information to view the spatial variability of the fields, so that the aim of this project is to analyze the viability of using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to determine zones with uniform productivity of corn and the correlation with the real productivity of the land, being able to calculate the production by zones to state different management zones for the next seasons. The study was made with date from a corn field in Baixa Grande do Ribeiro, Piauí; and a image of Landsat 8 OLI / TIRS with an atmospheric correction done with DOS (Dark Object Subtraction) method, of the date June 5th. Of 2014 in agreement with the vegetative peak of the crop. It was also made a classification of cluster K-means, that managed to identify three different management zones in the field. A correlation and lineal regression analysis was made between the productivity measured on the field and the one estimated with NDVI, getting coherent results. This work shows that it can be estimated the corn yield in different management zones based in NDVI and the average yield of the plot, because there is a direct relation between these parameters.

Palavras-chave: remote sensing, management zones, image processing, precision agriculture, sensoriamento remoto, zonas de manejo, processamento de imagens, agricultura de precisão

Introdução

Nos últimos tempos, ocorreram algumas mudanças na agricultura brasileira, entre elas o surgimento do sistema de semeadura direta (SSD) e da agricultura de precisão. O SSD é uma reprodução de um processo da natureza, que é a deposição continuada de restos vegetais sobre a superfície do solo, onde se decompõem, originando compostos orgânicos e reciclando os nutrientes. A agricultura de precisão já era praticada desde o início da agricultura quando se trabalhava em pequenas áreas manualmente, tratando de forma diferenciada cada planta ou pequenas áreas. Essas tecnologias promoveram significativas contribuições à produção agrícola, sendo que a primeira, principalmente, com relação ao controle da erosão e a segunda com relação ao uso racional de insumos e maior controle sobre a variabilidade do solo, mas ambas proporcionando incrementos nas produtividades das culturas e redução dos impactos ambientais. Guedes Filho (2009).

Agricultura de precisão é um conceito recente de manejo de solo-planta-atmosfera, se baseia em princípios de gerenciamento agrícola de informações sobre as variabilidades

(espacial e temporal) dos fatores de produção e da própria produtividade. O emprego dessa tecnologia justifica-se pelo fato de a maioria dos produtores agrícolas considera o solo uniforme para cada área de cultivo. Porém, cada área agrícola cultivada pode ter variações em seus atributos, tais como: variabilidade espacial do tipo de solo, da produtividade, das características físicas e da necessidade de nutrientes. Mercante et al. (2003).

Atualmente, as propriedades agrícolas brasileiras capazes de absorver as tecnologias da agricultura de precisão são de grande porte. Porém, a AP pode também ser praticada nas pequenas propriedades, uma vez que nessas, os campos também apresentam variabilidade espacial e temporal. Elas podem ser manejadas com precisão, sem ter que necessariamente utilizar as tecnologias de ponta oferecidas no mercado, mas sim fazer o uso do conhecimento da variabilidade dos fatores de produção, manejando esse conhecimento de acordo com os recursos disponíveis. Guedes Filho (2009).

O mapa de colheita, em relação aos fatores de produção, é a informação mais completa para visualizar a variabilidade espacial das lavouras Molin (2002). eles são derivados a partir de dados coletados por uma colheitadeira que inclui um sistema de posicionamento global (GPS) com um sistema de sensores que calculam a quantidade de grãos colhidos. Albarenque (2011). Entretanto, várias outras ferramentas estão sendo propostas e testadas, visando identificar manchas com valores distintos de produção em uma área, como as fotografias aéreas, as imagens de satélite e a videografia. Molin (2002). O monitoramento de culturas agrícolas por imagens de satélites é a utilização dos índices de vegetação, definidos como combinações de dados espectrais de duas ou mais bandas. Moreira (2000).

A maioria dos índices de vegetação pode ser generalizada com uma derivação da reflectância de uma determinada superfície, a partir de certos comprimentos de onda. Essa derivação é função das propriedades óticas das folhas e das partículas do solo. No caso de vegetação óticamente densa, a derivação espectral, junto com os índices, é indicativo de abundância e de atividade dos absorvedores de radiação nas folhas. Portanto, os índices utilizados, baseados nas bandas do vermelho e do infravermelho próximo, como o NDVI, realizam a mensuração da quantidade de clorofila e da absorção de energia. Myneni et al. (1997).

O objetivo desse trabalho foi analisar a viabilidade do uso de índice NDVI para determinar áreas de homogênea produtividade de milho e sua correlação com a produtividade real, podendo assim estimar a produção por ambientes e estabelecer zonas de manejo para as próximas safras.

Metodologia de Trabalho

O trabalho foi conduzido com dados do lote 03 de milho segunda safra da Fazenda Ribeirão, localizada em Baixa Grande do Ribeiro, Piauí próximo à latitude de 08°00'00"S e longitude de 45°21'20"W, com altitude média de 480m. O clima da região é do tipo "Aw" no sistema Köppen, com temperatura média de 26,5 °C, precipitação anual de 1200 mm, com estação chuvosa de outubro a abril, sendo janeiro a março o trimestre mais chuvoso, com ocorrência de veranicos. O solo é classificado como Latossolo Amarelo, textura média Jacomine, (1986). A Figura 1 mostra a área de estudo.

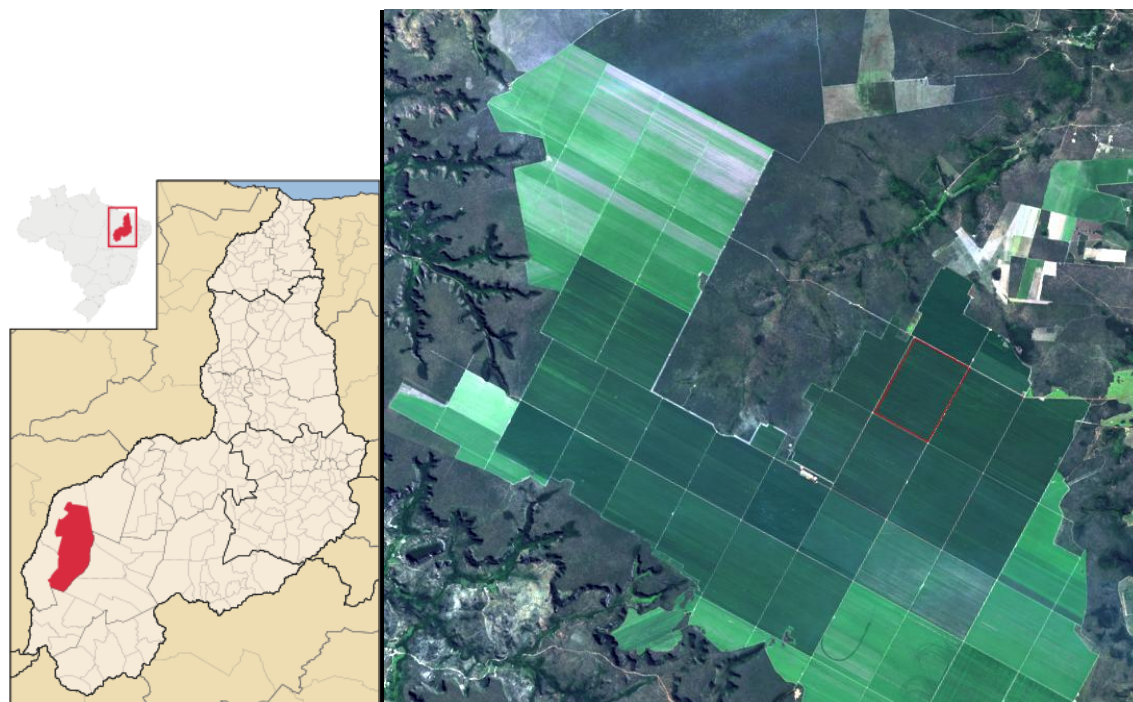


Figura 1. Localização da área de estudo, o Município de Baixa Grande do Ribeiro – PI e lote 3 em destaque da Risa Fazenda Ribeirão.

A cultivar de milho utilizada foi a DKB 310 RR da Monsanto, devido a sua grande adaptação e aceitação pelos produtores dessa região do cerrado. A data de semeadura foi 19 de fevereiro de 2014 o espaçamento entre linhas foi de 0,55 metros e as condições de manejo do cultivo seguiram as recomendações técnicas da Monsanto para essa cultivar.

Foi utilizado uma imagem Landsat 8 OLI/TIRS que possui resolução radiométrica de 12 bits, 30 m de resolução espacial nas bandas correspondente ao espectro visível - RGB, infravermelho próximo – IVP e infravermelho médio - IVM também possui uma banda termal com 60m de resolução espacial, possui orbita polar descendente e sincronizada com o sol por ser um sensor passivo. A imagem foi adquirida através do site do USGS Earth Explorer da NASA disponível em (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), para data 06/05/2014 selecionada na época próxima ao máximo estágio vegetativo do milho. A imagem correspondente a fila e coluna 220/66 e esta disponível no nível 1 de correção dos dados e se encontra no formato “Geotiff”.

A correção da imagem foi realizada com base na metodologia proposta pela USGS (2013) para as imagens de Landsat 8 disponível em (http://landsat.usgs.gov/calibration_notices.php) e a correção de superfície foi realizada pelo método DOS (*Dark Object Subtraction*) proposto por Chavez (1988) .

O índice de vegetação utilizado no trabalho foi o NDVI que é definido pela seguinte equação $NDVI = \frac{\text{Infravermelho Próximo} - \text{Vermelho}}{\text{Infravermelho Próximo} + \text{Vermelho}}$, que para as bandas de Landsat 8 seria $NDVI = \frac{B5 - B4}{B5 + B4}$, após obtido o índice de vegetação foi comparado a média do índice NDVI com a produtividade media do lote e estimado os valores de produtividade máxima e mínima, realizando após uma análise de regressão para obtenção da formula de regressão e extrapolação da produtividade para todos os pixels do lote.

Com a estimação da Produtividade NDVI foi realizado um processamento com o programa MZA (*Management Zone Analyst*) que classifica os pixels em um numero ótimo de zonas de manejo levando em consideração a entropia da classificação normalizada e a performance difusa das variáveis indicando o melhor número de classe a ser trabalhada.

Em termos gerais o MZA agrupa dados espaciais em classe de verossimilhança pelo procedimento de análise de Cluster não supervisionado *K-means*, dando como resultado final a formação de vários grupos de dados classificados com o critério de máxima homogeneidade entre dados dentro de um grupo e máxima heterogeneidade entre grupos de dados. Fridgen et al. (2004).

Com a definição das zonas de manejo estimadas pela produtividade NDVI, se comparou as médias NDVI com as obtidas pelos mapas de rendimento no lote, para os rendimentos baixos, médios e altos.

A análise dos dados foi feita com o software estatístico InfoStat/P. Di Rienzo et al.(2014). Realizou-se a análise de correlação linear de Pearson entre a produtividade a campo e a produtividade estimada com NDVI, visando observar a existência desta entre as produtividades e o índice NDVI, após foi realizado a análise de regressão linear para obter equação de regressão.

Resultados e Discussão

Com a Classificação de Cluster não supervisionada *K-means* com máxima homogeneidade dentro das classes e máxima heterogeneidade entre as classes se logrou identificar 3 distintas zonas de manejo dentro do lote separas em alta, média e baixa produtividade com médias 8.62, 8.51e 8.39t/ha respectivamente. A figura 2 mostra a classificação em classes de manejo obtidas com MZA.

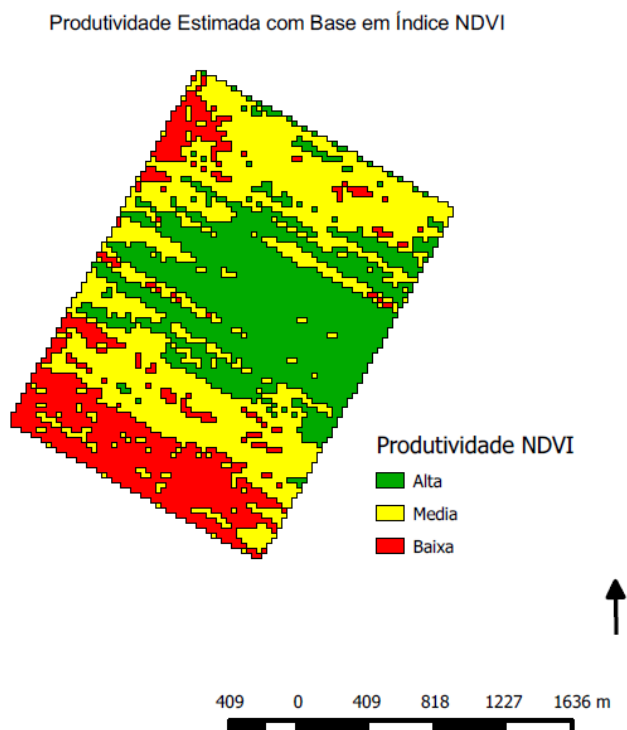


Figura 2. Classes de Manejo de produtividade NDVI, obtidas pela análise em MZA.

Os valores da extração da produtividade média obtidas pelas colhedoras em casa zona de manejo definidas por MZA são mostrados na tabela 1.

Tabela 1. Produtividades médias estimada com NDVI e obtida a campo para as distintas classes de MZA

Classes MZA	Produtividade NDVI (t/ha)	Produtividade Campo (t/ha)
Alta	8.62	8.64
Média	8.51	8.49
Baixa	8.39	8.33

Podemos observar que existe uma relação clara entre os valores médios estimados por NDVI e os valores reais obtidos pelas colhedoras nas condições do estudo, a correlação de Pearson entre esses valores é mostrada na tabela 2.

Tabela 2. Coeficiente de Correlação de Pearson entre a produtividade obtida a campo e a produtividade estimada com Índice NDVI, mostra uma alta correlação positiva entre as variáveis ao nível de significância ($p < 0.01$).

Correlação de Pearson				
Variável 1	Variável 2	n	Pearson	p-Valor
Produtividade Campo	Produtividade NDVI	3	1.00	0.0041

Na figura 3 se observa os resultados obtidos com a análise de regressão linear entre a produtividade obtida a campo e a produtividade estimada com Índice NDVI com um $R^2=1$ a um nível de significância ($p < 0.01$) que indica alta correlação entre as variáveis.

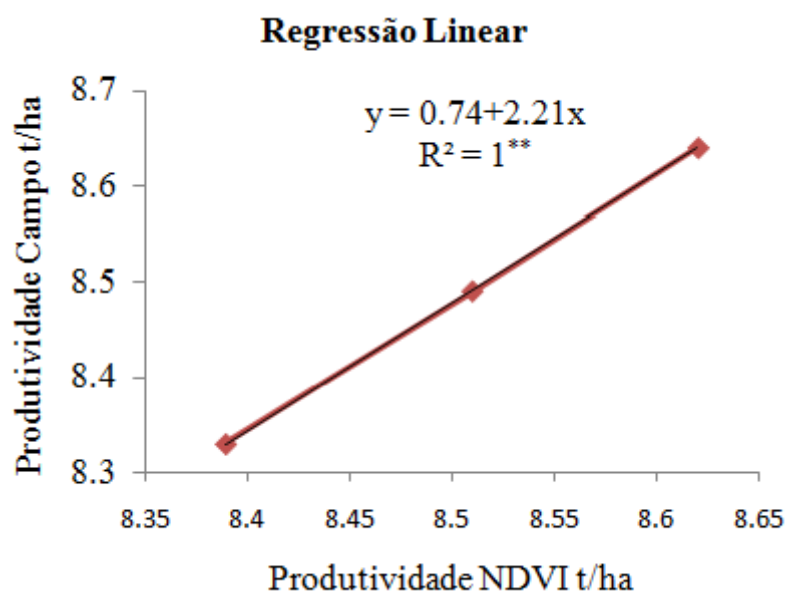


Figura 3. Regressão entre a produtividade obtida a campo e a produtividade estimada com Índice NDVI. ** nível de significância ($p < 0.01$).

Os resultados preliminares obtidos com o trabalho permitem encontrar distintas zonas de manejo e estimar a produtividade nessas zonas com base no índice NDVI, mas se necessita ainda intensificar os esforços futuros para realizar estudos que validem o método.

Conclusões

Com o presente trabalho se pode estimar o rendimento de milho em distintas zonas de manejo com base no índice de vegetação NDVI e no rendimento médio total do lote.

Pode-se observar que existe uma relação direta entre a produtividade obtida a campo e a produtividade estimada com Índice NDVI, sendo que as variações no índice NDVI se relacionaram com diferentes rendimentos.

Encontrou-se uma regressão linear altamente significativa entre produtividade obtida a campo e a produtividade estimada com Índice NDVI com um R^2 elevado (1,00), dessa forma é possível estimar em situações onde não exista a disponibilidade de monitores de colheita,

zonas com distintas produtividades servindo como base para auxiliar na toma de decisões para a próxima safra.

Agradecimentos

A Empresa Risa Agricultura e ao Engenheiro Agrônomo Damião Ackler Campos da Risa Fazenda Ribeirão pelo fornecimento dos dados utilizados no trabalho e pelo constante estímulo ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Referências Bibliográficas

Albarenque, S. M. Vélez, J. P. **Técnicas para el procesamiento de mapas de rendimiento** – Estación Experimental Agropecuaria Paraná, Centro Regional Entre Ríos INTA. 1a ed. - Yuto: Ediciones INTA, 2011.

Chavez Jr., P.S. **An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data**. Remote Sensing of Environment, v. 24, p. 459-479, 1988.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. **InfoStat versión 2013**. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponível em: <<http://www.infostat.com.ar>>. Acesso em: 01 de outubro de 2014.

Fridgen, J.J., N.R. Kitchen, K.A. Sudduth, S.T. Drummond, W.J. Wiebold, and C.W. Fraisse. **Management zone analyst (MZA): software for subfield management zone delineation**. Agronomy Journal. 96: 100-108. 2004.

Guedes Filho, O. **Variabilidade espacial e temporal de mapas de colheita e atributos do solo em um sistema de semeadura direta**. 97 fls. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas. 2009.

Jacomine, P.K. T. **Levantamento exploratório de reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Embrapa. SNLCS/SUDENE-DRN, Rio de Janeiro, v.1, p. 91-95, 1986.

Köppen, W. **Versuche einer classification der climate**. Geogr. Z., v.6, p.657-679, 1918.

Mercante, E.; Opazo, M.A.U.; Souza, E.G. **Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, n.27, p.1149-1159, 2003.

Molin, J.P. **Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade**. Engenharia Agrícola, n.22, p.83-92, 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**. 2000. 114 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2000.

Myneni, R.B.; Ramakrishna, R.; Nemani, R.R.; Running, S.W. **Estimation of global leaf area index and absorbed par using radiative transfer models**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Boston, v.35, p.1380-1393, 1997.