

Relação entre índices de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e mapas de produtividade na cultura do milho

Pedro Manoel de Carvalho¹ e Helton Aparecido Rosa²

Resumo: A agricultura de precisão vem ganhando cada vez mais espaço na agricultura moderna. A criação de tecnologias permite o produtor a tomar decisões que afetam diretamente a produtividade, por intermédio do sensoriamento remoto e programas de computação, avanços esses que são determinantes na taxa produtiva da propriedade. O objetivo desse trabalho foi recolher mapas de produtividade obtidos por meio da acoplagem de sensores de fluxo de massa na colhedora, relacionando-os com índices de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Através da coleta de imagens nas bandas 4 e 8 do satélite Sentinel-2, calculou-se o comportamento espectral da vegetação da área em estudos separados em três meses diferentes. Escolheu-se preferencialmente os estágios fenológicos nas fases vegetativas mais avançadas, já que será possível uma melhor análise pois nesses estágios, as plantas possuem maior quantidade de folhas, mais clorofila e realizam mais fotossíntese. Os raios solares que incidem sobre o dossel, são absorvidos em maior número devido à clorofila, influem em uma maior taxa de reflectância e por isso são mais facilmente captados pelas imagens. Na safra de milho 17/18, foram captadas imagens dos meses de maio, junho e julho procurando analisar diferentes fases fenológicas da cultura. Áreas com baixos valores de NDVI influenciaram em menor nível de produtividade, enquanto que as zonas com maiores valores apresentaram maior produção de grãos por hectare. Isso se deve ao fato de que a clorofila é importante indicador de saúde foliar que resultará em maior rendimento na colheita.

Palavras-chave: comportamento espectral, produtividade, sensoriamento remoto

Relations Between Spectral Signatures and Productivity Maps

Abstract: Precision farming has been gaining more and more space in modern agriculture. The creation of technologies allows the producer to make decisions that directly affect productivity, through remote sensing and computer programs. Advances that are determinant in the productive rate of the property. The objective of this work was to collect productivity maps obtained through the coupling of mass flow sensors in the harvester, relating them to vegetation indexes by normalized difference (NDVI). Through the collection of images in bands 4 and 8 of the Sentinel-2 satellite, the spectral behavior of the area's vegetation is calculated in separate studies in three different months. Phenological stages are preferentially chosen in the more advanced vegetative phases, since a better analysis is possible because in these stages, the plants have more leaves, more chlorophyll and more photosynthesis. The solar rays that fall on the canopy, are absorbed in greater number due to the chlorophyll, influence in a higher rate of reflectance and for this reason they are more easily captured by the images. In the 17/18 corn harvest, images from the months of May, June and July were analyzed, looking for different phenological phases of the crop. Areas with low NDVI values influenced lower levels of productivity, while areas with higher values showed higher grain

¹Acadêmico do curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz – Pr. Manolo_carvalho@hotmail.com

² Engenheiro Agrícola. Doutorando em Engenharia Agrícola (UNIOESTE). Professor do Curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz – PR. helton.rosa@hotmail.com

yield per hectare. This is due to the fact that chlorophyll is an important indicator of foliar health that will result in higher harvest yield.

Key words: spectral behavior, productivity, remote sensing.

Introdução

Os avanços tecnológicos na área da informática e sensoriamento remoto, levaram à criação de um manejo preciso para as propriedades produtoras de alimentos. Os índices de vegetação captados por meio de imagens de satélite, analisadas pela sua relação de comprimentos de onda e reflectância no vermelho e infravermelho próximo, podem indicar o comportamento espectral do vegetal, prevendo seu potencial produtivo.

Dessa maneira, segundo Veiverberg (2016), é possível prever a produção da safra, facilitando a tomada de decisão do produtor para as safras seguintes ou até mesmo antes da criação do mapa de produção. Facilita-se o manejo do talhão através da observação de pequenas parcelas, analisando cada ponto da propriedade separadamente, fazendo com que a área homogênea, se torne heterogênea.

O mapa de produtividade, captado através de um sensor acoplado à máquina colhedora, permite a coleta de dados de produção de cada ponto do talhão, podendo ser comparada com os índices gerados por programas de computador e imagens de satélite (MOLIN, 2000). Esse mapa define áreas do talhão, produzindo um banco de informações necessárias para a análise e classificando as regiões por faixas (MARTINS, 2017).

Para a realização das análises subsequentes é necessário a utilização do sensoriamento remoto para obtenção das imagens da área estudada, para uma futura previsão de produtividade, já que obtém a imagem do talhão com suas respectivas amostras espectrais. Segundo Motomya et al. (2012), os dados de sensoriamento remoto em campo podem fornecer informações detalhadas sobre parâmetros biofísicos e fisiológicos ligados à produtividade, apresentando potencial para o monitoramento destes parâmetros ao longo de todo ciclo da cultura.

Para Ponpozi (2002), esta tecnologia permite analisar a evolução fisiológica e biológica das plantas, através do dossel da vegetação, que compreende a formação de toda parte aérea, analisando o comportamento espectral da mesma, possibilitando o cálculo dos índices de vegetação. Através dessa ferramenta em conjunto com as ondas do infravermelho e vermelho visível, calcula-se a atividade fotossintética da planta por meio do pigmento clorofila que absorve os raios solares e as transforma em energia para planta, refletindo o restante da energia excedente para o espaço, captados pelos equipamentos infravermelhos.

79 Segundo Moraes (2002), qualquer corpo que tenha temperatura acima de 0 graus
80 Kelvin, possui fonte de energia eletromagnética, o que permite sua captação, já que os
81 mesmos absorvem e emitem radiação. Assim, a energia emitida ou recebida, está associada a
82 seu comprimento de onda ou frequência, podendo ser ordenada de maneira contínua. Essa
83 transmitância ordenada pode ser definida como espectro eletromagnético, que divide e indica
84 o comportamento dos objetos à cada comprimento de onda. No caso das plantas, cada
85 comprimento de onda no espectro, apresentará diferentes níveis de refletância, podendo ser
86 realizada mesmo em comprimentos de onda que o olho humano não é capaz de observar.

87 Para Lira et al. (2011), a realização dos cálculos de índice de vegetação, é realizada
88 através da diferença do comportamento da vegetação da região do vermelho e infravermelho
89 próximo, já que na região do visível a refletância das folhas é baixa devido a absorção da
90 energia eletromagnética pela clorofila, enquanto na região do infravermelho próximo a
91 refletância é alta e através dessa diferença é possível analisar a discrepância dos dados
92 obtidos.

93 Segundo Moreira (2005), a vegetação é caracterizada por uma intensa absorção devido
94 ao pigmento da clorofila na região do vermelho (0,58 a 0,68 μm) e por intensa refletância na
95 faixa do infravermelho próximo (0,76 a 1,35 μm) determinadas pelas estruturas celulares das
96 folhas responsáveis pela fotossíntese, determinando a assinatura espectral da mesma.

97 Para Borato et al. (2013) os maiores valores de (índice de vegetação por diferença
98 normalizada) NDVI se resume à áreas de vegetação com maior vigor, enquanto os menores
99 valores, representam as áreas de vegetação estressada, menos densas ou até mesmo ausentes.
100 Esses valores matemáticos variam entre -1 e 1. Quanto maior o valor, mais saudável e ativa é
101 a planta, contrariamente, quanto mais próximo de -1, menos saudável é a planta, podendo indicar
102 problemas fitossanitários ou a indisponibilidade de água para realização de processos vitais,
103 bem como o final de ciclo da cultura quando há presença de folhas descoradas.

104 Para Moreira e Rudorff (2002) o comportamento espectral se resume ao comportamento
105 da refletância de um objeto ao longo do espectro eletromagnético, ou seja, diferencia-se por
106 meio de sua forma, intensidade e localização de cada banda de absorção. Como a
107 pigmentação da clorofila é responsável pela quantidade de energia eletromagnética absorvida
108 ou refletida, a saúde foliar da folha poderia indicar a assinatura espectral desta planta, sob
109 influência de diferentes comprimentos de onda. Assim pode-se constatar que quanto mais
110 saudável e íntegra uma planta, maior sua atividade fotossintética, destacando sua refletância
111 espectral de plantas danificadas.

O objetivo desse trabalho é estudar se o comportamento espectral de faixas amostrais se relacionam com a produção, observando se as porções com maiores valores de NDVI culminaram em maiores rendimentos em t/ha.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado numa área rural situada no município de Tupãssi-Paraná nas coordenadas 24°42'19.01"S e 53°28'24.52"O. As variedades de milho utilizadas foram a DKB290, P3380 e P4285. Na extensão de 63,33 ha foi iniciado o plantio no dia 15 de fevereiro de 2017. O rendimento total da área foi de 410,5 toneladas.

No dia da colheita, foi acoplado na máquina colhedora, um sensor de fluxo de massa, que por quantidade de grãos obtidos, formou um mapa da área do talhão, com seus respectivos números produtivos.

O mapa de produtividade foi processado no programa farms works, onde foi realizada análise de rendimento seco da lavoura em estudo. Após a adição do mapa, mudou-se o modo de visualização para fazer uma média precisa dos pontos produtivos.

A partir desses parâmetros, comparou-se os níveis dos comportamentos espectrais da vegetação, que foram calculados após a obtenção das imagens do satélite Sentinel-2, com os níveis produtivos de cada ponto do talhão em estudo. Esse satélite foi escolhido pela resolução da imagem de 10m x 10m, facilita a identificação de objetos em uma imagem, inclusive a vegetação (SECO, 2017).

O talhão em estudo foi recortado com base no formato do shapefile da colhedora e em seguida calculou-se os índices de vegetação.

Os cálculos do NDVI foram realizados através da operação que diferencia os níveis de refletância nos intervalos fotocrômicos do vermelho visível (RED) e do infravermelho próximo (NIR) (LEITE et al., 2017).

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

Onde: NIR – Reflectância no Infravermelho Próximo (nm)

RED – Reflectância no Vermelho Visível (nm)

Através do cálculo de diferença normalizada desses comprimentos de onda, obteve-se os resultados desejados e a criação de um mapa temático com as legendas de NDVI, que

145 permitiu o contraste de cores para diferenciação de níveis espectrais de vegetação no espaço
146 geográfico estudado.

147 Os valores encontrados foram legendados entre intervalos entre 1 e -1 que indicam
148 proporcionalmente o nível de saúde e estágio fenológico da planta, através da captação de seu
149 comportamento espectral, pelo cálculo. Quanto mais próximo de 1 mais sadio é o
150 vegetal (BERTOLIN, 2016).

151 Após a obtenção dos índices de vegetação que são dados entre 1 e -1, analisa-se os
152 dados produtivos em diferentes coordenadas geográficas. Os pontos com maiores médias de
153 NDVI foram comparados com os rendimentos mais satisfatórios.

154 Os parâmetros obtidos foram adicionados no modo de impressão para adicionar as
155 coordenadas, legendas e escalas no mapa.

156 As extensões que representam as classes produtivas foram recortadas e cada uma foi
157 renomeada. A que indica 0 t/ha foi nomeada como classe muito baixa de rendimento. As áreas
158 que apresentavam 4,9 t/ha foram classificadas como baixa, 5,8 t/ha ficou sendo conhecido
159 como médio, 6,5 t/ha alto e 7,9 t/ha muito alto, já que acusa as maiores taxas produtivas.

160 Para cada classe do mapa de rendimento, calculou-se o NDVI nas determinadas
161 extensões, em todas as imagens de satélite recolhidas. As regiões que possuíram alto
162 rendimento foram recortadas do mapa de produtividade, calculando o comportamento
163 espectral desta área no dia 1 de maio, 10 de junho, 30 de junho e 20 de julho. O mesmo foi
164 feito para as demais classificações produtivas.

165 Na sequência, para cada delimitação do mapa produtivo, as médias de NDVI de cada
166 pixel da imagem foram calculadas. Cada pixel da imagem 10mx10m obtinha um número de
167 índice de vegetação. Por meio da coleta desses números, observou-se as médias deste índice
168 nas porções dos rendimentos. Os resultados com médias de pixels altas de NDVI devem
169 se relacionar às classes produtoras superiores.

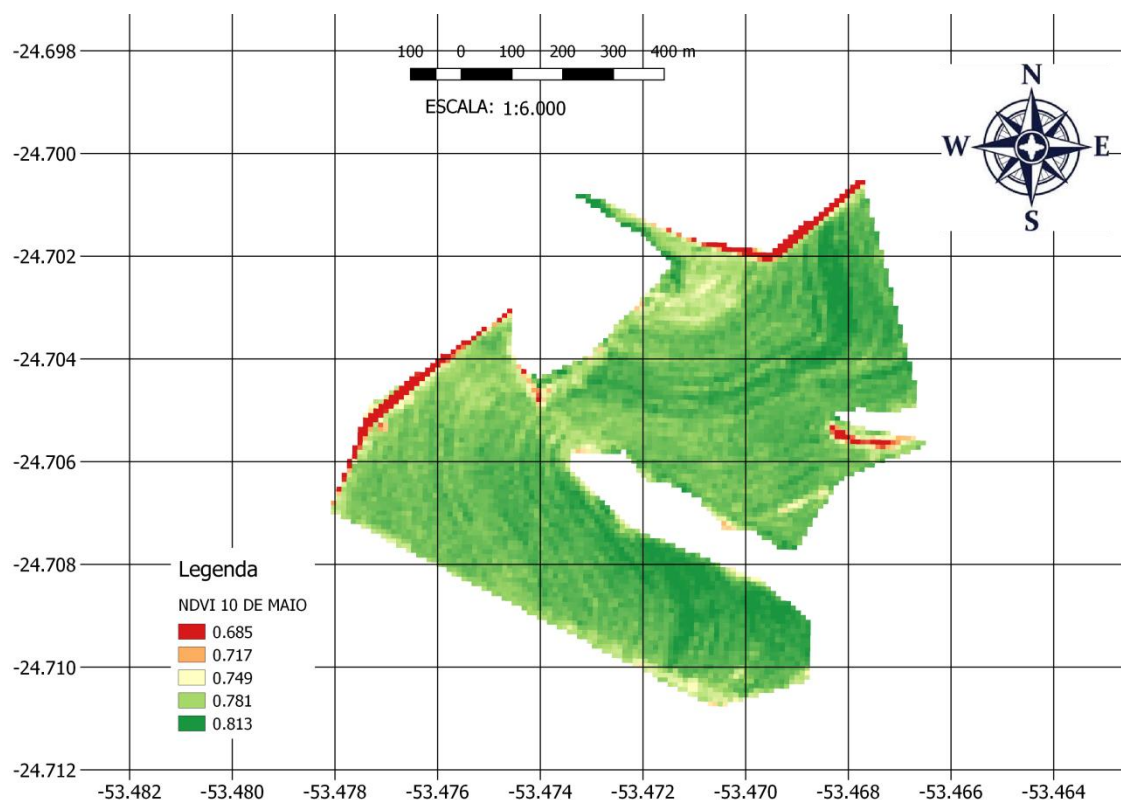
170 Com auxílio do excel, foi realizada análise de regressão linear entre os dados médios
171 de produtividade para cada faixa e os dados médios de NDVI. A data escolhida para a
172 regressão apresentava estágio fenológico mais avançado em relação às outras, o que facilitou
173 a relação dos dados.

174 **Resultados e Discussão**

175 No dia 1 de maio de 2017, o milho apresentava-se em estágio fenológico avançado e
176 foi realizado a primeira análise espectral da mesma. Os valores de índice de vegetação por
177 diferença normalizada (Figura 1) oscilam entre 0,685 e 0,813, indicando a evolução da cultura
178 no talhão observado. Os valores entre 0,781 e 0,813, podem indicar pontos com maiores

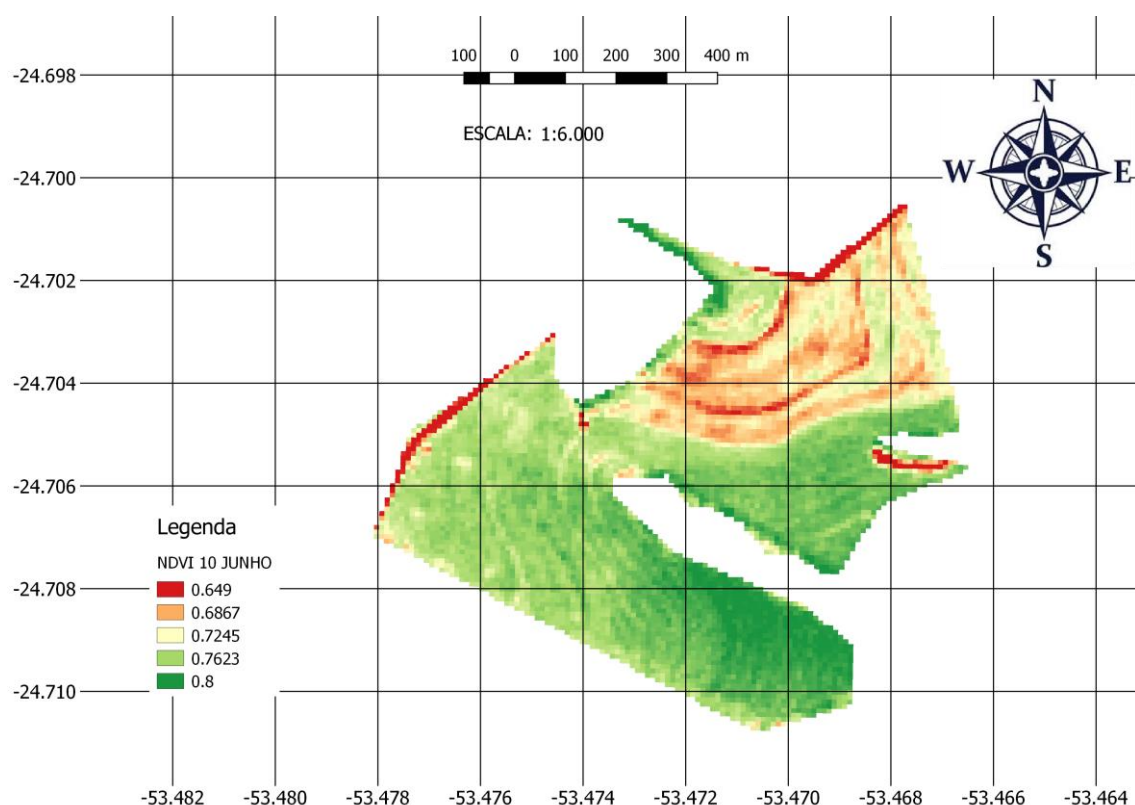
potenciais produtivos. As faixas com tonalidades de verde escuro representam também porções mais saudáveis e com maior porte, saturando o NDVI (SILVA et al., 2009).

Figura 1- Índice por diferença normalizada do talhão em estudo.



Em 10 de junho de 2017 (Figura 2), as amostras variaram entre 0,649 à 0,8. Algumas superfícies das áreas da delimitação apresentaram degradação. Conforme (Centeno, 2016) isso pode ser explicado porque há menor absorção das radiações do vermelho e violeta e menor refletância das ondas da cor verde e dos raios no infravermelho próximo.

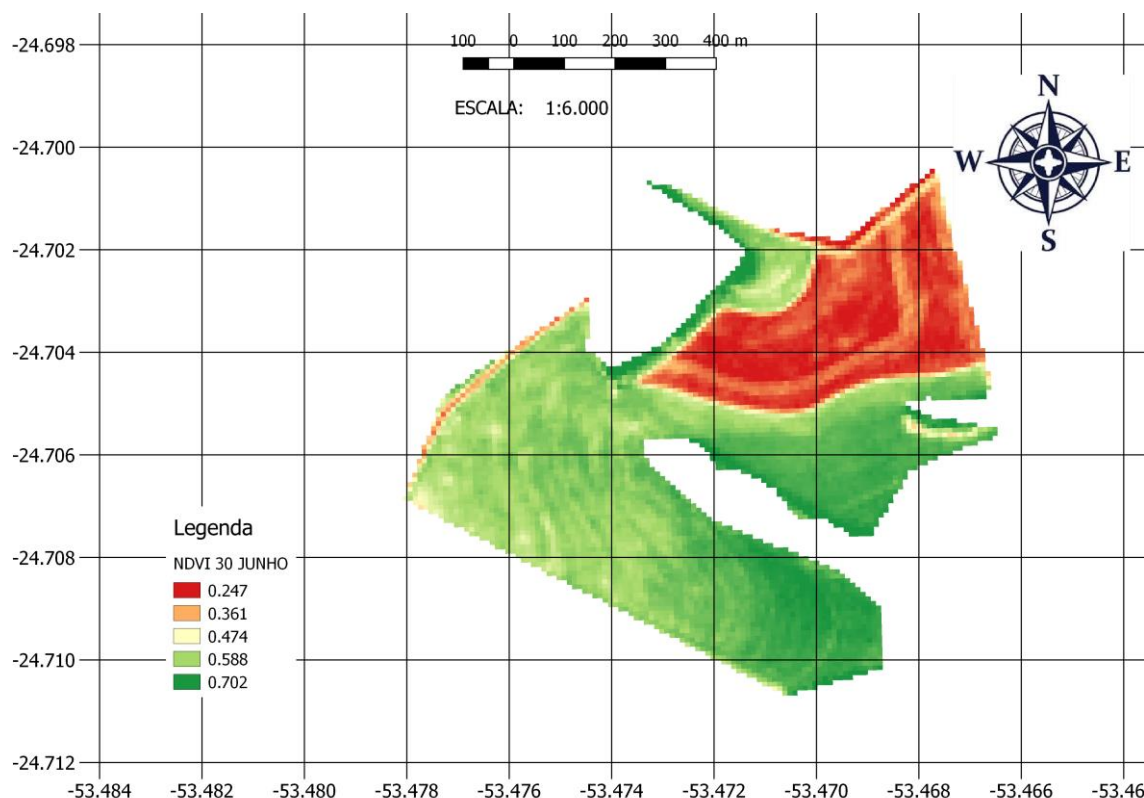
Figura 2- Índice por diferença normalizada do talhão em estudo.



Em 30 de junho de 2017 (Figura 3) a imagem acusa que os pontos danificados continuaram o processo de degradação apresentando valores de NDVI de 0,247. Para Rodrigues (2015), as extensões com medidas abaixo ou igual a 0,3 apontam representação baixa de biomassa e também indica solo exposto. As médias de 0,5 acusa sanidade vulnerável e acima ou igual 0,7 simula alta taxa de vegetação.

O período que representa o final do crescimento vegetativo, floração e formação de grãos representou valores de NDVI de 0,7. O início da senescência e maturação fisiológica se situa na faixa de 0,2 e 0,4 (BARIANI et al., 2015). Em relação ao mapa anterior do dia 10 de junho, as extensões deterioradas representavam índice de 0,649 à 0,7245, que 20 dias após apresentaram valores de 0,247 à 0,474, destacando porções que aumentaram níveis de senescência.

Figura 3- Índice por diferença normalizada do talhão em estudo.

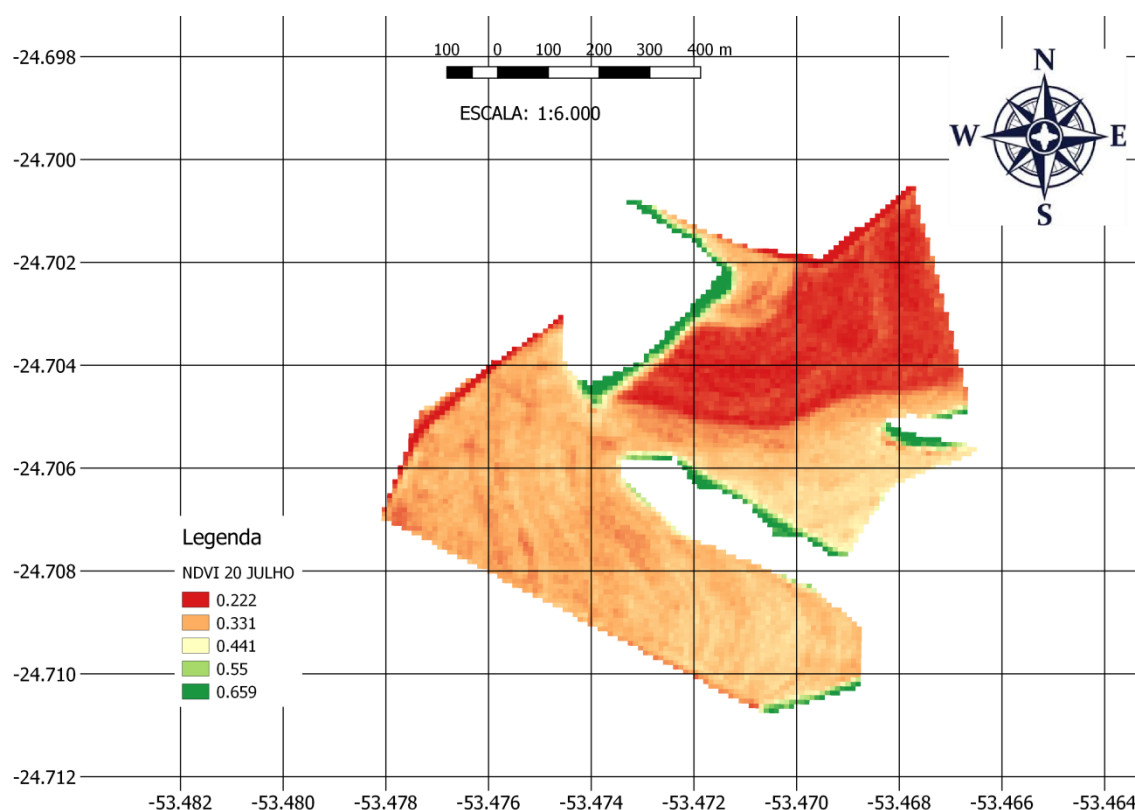


A análise do dia 20 de julho (Figura 4), indica que a cultura do milho encontrava-se em fase final do ciclo, em momento que antecedia à colheita que foi realizada entre os dias 31 de julho e 8 de agosto de 2017. As taxas variaram entre 0,222 e 0,441. As áreas verdes representam as reservas florestais ao redor da propriedade, concluindo que dentro do talhão estudado, os níveis variam entre 0,222 e 0,441.

Os números menores indicam possivelmente localidades deterioradas durante o ciclo e apontam maior presença de solo, já que as plantas não desenvolveram folhas e porte suficiente durante o ciclo. Não houve fechamento do dossel que seria o conjunto da parte aérea de uma vegetação (SILVA e FIORESI 2015).

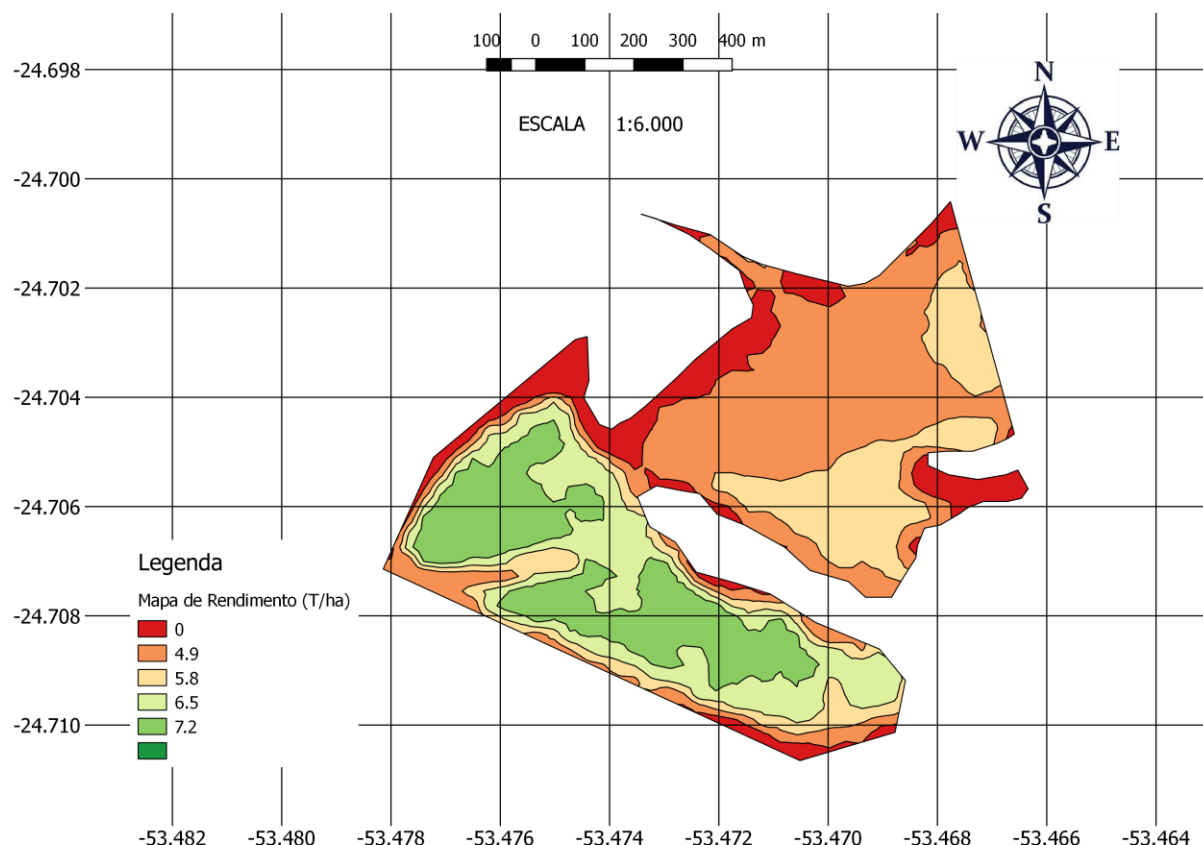
As zonas com maiores valores diminuíram em relação à imagem interior, pois se aproximam à fase final e estão constantemente diminuindo a taxa de absorção. A medida que a cultura se desenvolve, a quantidade de pigmentos tende à reduzir, apresentando assinaturas espectrais maiores na fase vegetativa e menores na fase reprodutiva (KUIAWSKI et al., 2017).

Figura 4- Índice por diferença normalizada do talhão em estudo.



O rendimento seco do talhão é suavizado para gerar médias de pontos produtivos. Os valores de produtividade são gerados em toneladas por hectare. O valor mais baixo é zero pois existem áreas de reserva, que não foram colhidas. Os pontos extraídos variaram entre 4,9 e 7,2 toneladas por hectare (Figura 5). Os espaços que possuem tonalidades verdes indicam maior produtividade e os pontos vermelhos apresentam baixos resultados.

Na hora da colheita, conforme a colhedora segue o caminho, o sistema de GPS indica a posição da mesma e das áreas já extraídas. Neste sentido, a máquina analisa os dados de rendimento por pontos que representa uma pequena amostra da lavoura. O dado mais relevante é a quantidade e peso de grãos obtidos através do sistema de fluxo de massa que acusa esses valores por hectare colhidos em cada ponto do talhão e é necessário para conhecer a posição espacial e a produtividade deste ponto (BARATO, 2014). Este procedimento gera o rendimento seco do talhão, indicando a quantidade de grãos em t/ha para cada amostra espacial colhida.

Figura 5- Rendimento suavizado.

Para correlacionar os índices de produtividade com os de vegetação por diferença normalizada, as faixas de rendimento na colheita foram separadas entre: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Para cada porção recortada foi realizado o cálculo de NDVI para as quatro imagens, procurando quantificar os níveis espectrais por pixels da imagem, com o intuito de criar uma regressão linear para confirmar as relações entre os dados.

A Tabela 1 indica as classificações produtivas e os respectivos valores de médias de NDVI para cada subclasse do mapa de rendimento, computado no mês de junho no dia 30.

Tabela 1 - Valores médios de NDVI por classe para a data de 30/06/2017.

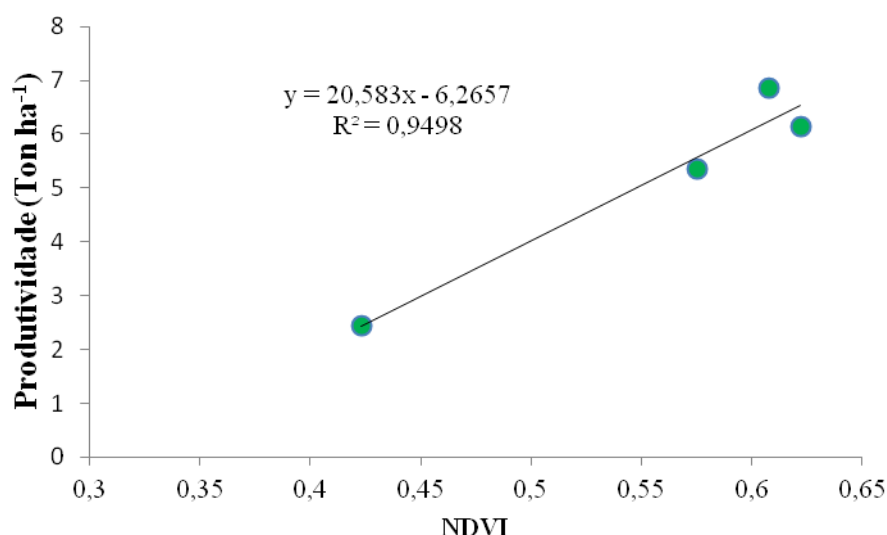
Classe	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
NDVI médio	0,561	0,423	0,575	0,622	0,608

As médias dos pixels contendo valores muito altos de NDVI são comparados com as porções de maior rendimento (7,2 t/ha). Os valores altos de índice de vegetação foram relacionadas com a classe alta do mapa de rendimento. Os índices médios relacionaram-se com zonas de 5,8 t/ha. Baixas taxas de NDVI compara-se com áreas de 4,9

t/ha e valor nulo de produtividade relacionou-se com médias muito baixa de absorção e refletância.

Na Figura 6 apresenta-se a análise de regressão linear simples entre os dados médios de NDVI (data 30/06) e a produtividade média de milho na área do estudo. Verifica-se que o ajuste possui um $R^2 = 0,94$, o que indica que em aproximadamente 94% os dados de produtividade são explicados pelo valor do NDVI médio dessa imagem (RODRIGUES, 2015).

Figura 6 - Regressão linear simples entre os dados médios de NDVI (data 30/06) e a produtividade média do milho.



A imagem do dia 30 de junho representava a cultura do milho em estágio antecedendo a senescência e, devido seus valores, e foi o que mais realçou a relação entre NDVI e rendimento, justificando seu uso para a equação de regressão.

Observa-se que valores da faixa muito baixo foram recortados da regressão pelo motivo de que nos aos redores desta há presença de mato, que significa que a máquina não recolheu estas extensões e iriam acarretar em confusões nos dados.

O GPS acoplado à máquina colhedora apresentou erros de posição explicando o fato de que não houve rendimento nas áreas de mata ciliar. Devido ao processo de automação dos aparelhos no procedimento de obtenção dos dados de rendimento, há ocorrência de erros de posicionamento, que culminam em dados de produtividade improvavelmente altos e baixas, cálculo de incorreto da largura da plataforma, distância dos pontos não coincidentes (MENEGATTI e MOLIN, 2004).

Dessa maneira, foi possível observar somente as áreas de interesse, que foram as parcelas realmente colhidas, gerando dados proporcionais de produção e índices de vegetação.

Conclusões

Áreas com baixos valores de NDVI influenciaram em menor nível de produtividade, enquanto que as zonas com maiores valores apresentaram maior produção de grãos por hectare. Isso se deve ao fato de que a clorofila é importante indicador de saúde foliar que resultará em maior rendimento na colheita.

O índice de vegetação por diferença normalizada é uma ferramenta importante de previsão produtiva. O mapa de rendimento pode ser um fator necessário para uma comparação concreta entre os índices de vegetação e as taxas produtivas.

Referências

- BARATO, M.A. **Definição de zonas de manejo em lavouras agrícolas a partir de mapas de produtividade**: estudo de caso. 2014. 70 f. Dissertação de mestrado – UFSM, Santa Maria RS, 2014.
- BARIANI, C.J.M.V; FELICE, R.D; BARIANI, N.M.V. et al. **Sensoriamento remoto de estádios fenológicos de culturas agrícolas irrigadas utilizando NDVI**. 2015. 1-2 f. UFP, Itaquí, RS.
- BERTOLIN, N.O. **Predição da produtividade de milho irrigado com auxílio de imagens de satélite**. 2016. 27 f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade federal de viçosa. Viçosa, Minas Gerais.
- BORATTO, I.M.P, GOMIDE, R.L. Aplicação dos Índices de Vegetação NDVI, SAVI e IAF na Caracterização da Cobertura Vegetativa da Região Norte de Minas Gerais. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE
- CENTENO, J.A.S. **Sensoriamento remoto 1**. 2016. 52 f. Aula. UFPR 2016.
- KUIAWSKI, A.C.M.B; SAFANELLI, J.L; BOTTEGA, E.L; NETO A.M.O; GUERRA,N. Vegetation indexes and delineation of management zones for soybean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 2, p. 168-177, abril./Jun. 2017.
- LEITE,A.P; SANTOS,G.R; SANTOS, J.E.O . Análise Temporal dos Índices de Vegetação NDVI e SAVI na Estação Experimental, de Itatinga Utilizando Imagens Landsat 8. **Revista Brasileira de Energia Renováveis**, 1-18. 2º trimestre de 2017.
- LIRA, V.M.; SILVA, B.B; NETO, J.D; AZEVEDO, C.A.V; FRANCO, E.S. Variação sazonal da cobertura vegetal em áreas do submédio São Francisco a partir de dados NDVI e imagens landsat- 5. **Enciclopédia Biosfera**, Campina Grande, UFCG, vol.7, n.12; 2011.

MARTINS, R.C. **Definição de Zonas de Manejo por Índices de Vegetação Obtidos por Sensoriamento Remoto e Mapas de Produtividade**. 61f.Dissertação de mestrado-Santa Maria, RS, 2017.

MENEGATTI, L.A.A.; MOLIN, J. Remoção de erros em mapas de produtividade via filtragem de dados brutos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.126-134, 2004.

MOLIN, J.P. **Geração e Interpretação de Mapa de Produtividade para Agricultura de Precisão. Agricultura de Precisão**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2000.

MORAES, E.C. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE: **Fundamentos de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos, 2002.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ªedição. 2005. Editora UFV.320p.

MOREIRA,M.A e RUDORFF,B.F.T. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE: **Fundamentos de Sensoriamento Remoto aplicado à agricultura**. São José dos Campos, 2002.

MOTOMYIA, A.V.A; MOLIN.J.P; MOTMOYIA.W.R; BAIO,F.H. Mapeamento de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada em Lavoura de Algodão. **Pesquisa agropecuária tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 112-118, jan./mar. 2012

PONPOZI, F.J. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE: **Fundamentos do Sensoriamento Remoto Diagnosticando a Mata Atlântica**. São José dos Campos, 2002.

RODRIGUES, L.H. Regressão Linear Simples Capítulo 16, **Estatística Básica (Bussab&Morettin, 8a Edição) 10a AULA** – 18/05/2015 MAE229 - Ano letivo 2015.

RODRIGUES, M e RODRIGUES, B. Aplicação do índice da vegetação por diferença normalizada (NDVI) em imagens CBERS 2B no município de BOTUCATU-SP. **BioEng**, Tupã, v.6 n.3, p. 139-147, Set/Dez., 2012.

SECO, M.A.P.O. **Comportamento espectral de plantas comoFerramenta de determinação metodológica para monitoramento de espécies invasoras**. Tese de doutorado. UEM, Maringá, 2017.

SILVA, C.A.V. **Uso do Sensoriamento Remoto através de Índices de Vegetação NDVI, SAVI e IAF na microrregião de Itamaracá – PE**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 3079-3085.

SILVA, D.A.A.; FIORESI, D. Perfil de NDVI em estádios de Desenvolvimento de soja em função de diferentes plantas. Centro científico conhecer. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11, n22, P. 2340, 2015.

406 VEIVERBERG, K.T. **Delineamento de Zonas Potenciais Para manejo Diferenciado em**
407 **Nível de Talhão a Partir de Colheita e de Imagens de Satélite.** 2016. 55f. Dissertação de
408 mestrado. Pós graduação em Agricultura de Precisão. Santa Maria, RS, 2016.