

Sensoriamento Remoto através da avaliação do comportamento do NDVI em soja de crescimento indeterminado

Juliana Azevedo Ruggiero Bueno¹, Fabiana Rocha¹, Francisco Mauricio Alves Francelino¹, Carmen Maria Coimbra Manhães¹, Mirian Peixoto Soares da Silva¹, Valdivino Veloso da Silva¹

¹ Professor EBTT do Campus avançado de Pedro Afons- IFTO. e-mail: juliana.ruggiero@ifto.edu.br

¹ Professor EBTT do Campus avançado de Pedro Afons- IFTO. e-mail: fabiana.rocha@ifto.edu.br

¹ Professor EBTT do Campus avançado de Pedro Afons- IFTO. e-mail: francisco.francelino@ifto.edu.br

¹ Professor EBTT do Campus avançado de Pedro Afons- IFTO. e-mail: carmen.manhaes@ifto.edu.br

¹ Professor EBTT do Campus avançado de Pedro Afons- IFTO. e-mail: mirian.silva@ifto.edu.br

¹ Professor EBTT do Campus avançado de Pedro Afons- IFTO. e-mail: valdivino.silva@ifto.edu.br

Resumo:

Dentre as cultivares de soja mais utilizadas, verifica-se uma tendência na preferência por aquelas precoces e de tipo de crescimento indeterminado, pois permitem a semeadura antecipada sem que haja redução na altura das plantas proporcionada pela reação ao fotoperíodo. O NDVI (Índice de Vegetação por diferença normalizada) tem sido utilizado na mensuração e análise dos espectros refletidos podendo ser utilizados para capturar informações sobre o estado fisiológico do dossel de plantas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento do NDVI no cultivar M8115 IPRO, durante o desenvolvimento do ciclo de crescimento indeterminado no município de Piraquê Tocantins. Os dados foram coletados da plataforma do INPE através do satélite Sentinel 2 caracterizando o ciclo de desenvolvimento vegetativo da variedade M8115 IPRO na região de Piraquê- TO de 100 dias. Os resultados observados demonstraram altos índices de NDVI (0,81) durante os estádios R1 R5 da soja, demonstrando que nesta fase ocorreu o maior acúmulo de biomassa e maior a potencialidade de captura de CO₂, pela planta. Os índices de NDVI na região de Piraquê são considerados altos para a cultura da soja refletindo em altas produtividades

Palavras-chave: Índice de Vegetação por diferença normalizada; agricultura de precisão; soja;

1 INTRODUÇÃO

Dentre as cultivares de soja mais utilizadas, verifica-se uma tendência na preferência por aquelas precoces e de tipo de crescimento indeterminado, pois permitem a semeadura antecipada sem que haja redução na altura das plantas proporcionada pela reação ao fotoperíodo. Na safra 2018/19 foram produzidos mais de 123.000 milhões de toneladas de soja no Brasil (Conab, 2019) e esta estimativa para safra 2019/20 e para ser maior. O setor Agrícola no ano de 2019 movimentou no país mais de 570 bilhões de reais (Agricultura, 2019) sendo responsável por uma grande parte do PIB brasileiro. Com algumas exceções, ano após ano, importantes avanços têm sido obtidos para alcançarmos uma maior produtividade. Dentro deste avanço a agricultura de precisão passa a ser uma tendência cada vez mais crescente no campo com uma projeção de gastos na agricultura em torno de 4,5 bilhões de dólares. Os avanços tecnológicos utilizados na agricultura de precisão estão diretamente ligados às novas tecnologias de equipamentos, produtos agrícolas, técnicas de manejo, softwares e mais recentemente o uso de sensoriamento remoto. O Sensoriamento remoto é um termo utilizado na área das ciências aplicadas que se refere à obtenção de imagens à distância, sobre a superfície terrestre

(Rudorff, 2012), no caso de sua utilização na agricultura, o sensoriamento se tornou uma ferramenta de comparação dos dados visuais, *in loco*, com os dados espaciais ou aéreos em diferentes escalas espaciais e temporais das áreas estudadas para contribuir com o monitoramento dos fatores bióticos e abióticos (Andrade et al, 2014). A utilização de imagem na predição de características da vegetação já está sendo amplamente utilizadas e a cada dia novos parâmetros para predição estão sendo incorporados.

Neste seguimento o NDVI (Índice de Vegetação por diferença normalizada) tem sido utilizado na mensuração e análise dos espectros refletidos podendo ser utilizados para capturar informações sobre o estado fisiológico do dossel de plantas, sendo que o NDVI mensura a área fotossintética do dossel (Pietragalla, Mullan e Mendonza, 2012). Um dossel saudável de uma lavoura, absorverá a maior parte da luz vermelha e reflete a maior parte da luz NIR, sendo que a clorofila absorve principalmente a luz azul e vermelha e o mesofilo da planta reflete a luz NIR, sendo a formula de $NDVI = (RNIR - RRed) / (RNIR + RRed)$ (Pietragalla e Veja, 2012). O NDVI é calculado a partir de medições das refletâncias da luz do infravermelha próxima (NIR) do espectro da imagem. Desta forma a Obtenção de imagens por satélite com uma discrepância temporal de até 2 dias, torna-se uma ferramenta extremamente importante para os produtores, onde a leitura do NDVI e sua interpretação correta passa a ser um meio para alcançar o objetivo acessível e com custo baixo.

Os dados do NDVI podem ser utilizados para previsão de rendimento de grãos em uma lavoura (Pitragalla e Veja, 2012) o que traz uma estimativa extremamente favorável ao agricultor do que ele pode esperar em sua propriedade em determinado estágio de desenvolvimento. A utilização do NDVI para acompanhamento de safras a cada ano que passa vem sendo amplamente utilizado, principalmente depois que o Brasil começou a disponibilizar as imagens de satélite gratuitamente através da plataforma do INPE. Contudo, a falta de informações sobre comportamento do NDVI em soja e em cultivares de diferente ciclo de crescimento no Norte do País demonstra a importância de obtenção de um referencial de dados que caracterizem espectralmente os estádios de desenvolvimento da cultura e sua condição fisiológica para estas região. Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi obter informações do comportamento da cultivar M8115 IPRO de crescimento indeterminado, nas leituras de NDVI, para estimativa dos valores coerentes para a região durante o desenvolvimento do ciclo de crescimento no município de Piraquê Tocantins.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no estado do Tocantins, localizada no município de Piraquê, ao longo da safra 2018/2019 com localização central de latitude -6,69347 e longitude -48.32662. A cultivar utilizada foi a M8115 IPRO, de tipo de crescimento indeterminado, com ciclo aproximado 100

dias na região estudada. Devido à sua grande aceitação comercial e com históricos de produtividade altas no Tocantins. O tipo de solo em que a cultura foi implantada foi Latossolo Vermelho-amarelo. O solo já apresentava saturação de Base de 68% sendo utilizada para plantio 100kg/ha de P₂O₅ e em cobertura 120 kg/ha de K₂O. Os tratos culturais foram padrão a cultura utilizando-se duas aplicações de fungicida duas aplicações de inseticidas e três aplicações de herbicida durante a condução da lavoura. A data de semeadura foi 14 de dezembro de 2018 e o espaçamento entre linhas foi de 0,5 metros. As condições de manejo e cultivo seguiram as recomendações técnicas do CESB 2017. A colheita iniciou-se dia 10 de março. As leituras de NDVI foram realizadas com o satélite Sentinel 2 com resolução de 10 metros, que calcula o NDVI a partir da equação $NDVI = (pivp - pv) / (pivp + pv)$, onde pivp é a reflectância no infravermelho próximo (0,725-1,1 μm) e pv é a reflectância no vermelho (0,58-0,68μm). Seus valores variam de -1 a 1 de modo que, quanto mais próximo de 1 mais sadia encontra-se a vegetação. As imagens coletadas tinham menos de 5% de cobertura de nuvens e estão descritas com suas características na Tabela1. Paralelamente as imagens foram feitas visitas in loco a lavoura para verificar o estágio de desenvolvimento. Os dados de mapa de colheita foram gerados pelo GS3 Jonh Deere (JD), acoplado a colhedeira modelo S660 da JD.

A partir dos dados fornecidos pela colhedora, utilizou-se de Sistema de Informação Geográfica SSTS Summit (Proagrica), o qual gerou os mapas através da krigagem baseado na fórmula da média ponderada, onde os ponderadores dependem da informação estrutural fornecida pelo variograma. Na Tabela 2 é demonstrado o variograma para gerar o mapa de colheita apresentado na Figura2

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de NDVI estão apresentados na Tabela 1, Figura 1 Figura 2 e na. Os estádios de desenvolvimento (ED) relacionados aos dias após a semeadura da medição do NDVI (DANDVI) e dias após a semeadura da análise do estágio de desenvolvimento (DAE-ED) estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1- Datas, valores e estádios de desenvolvimento de soja M8115 IPRO, das imagens utilizadas para o estudo de NDVI na região de Piraquê-TO.

Data	NDVI médio	DAS*	ED**
19/12	0.35	05	V1
27/12	0.52	08	V2
17/01	0.81	34	V7
02/02	0.60	63	R5
20/02	0.52	68	R6
09/03	0.21	113	R8

*Dias após a semeadura

**Estádios de desenvolvimento

Figura 1- Curva de NDVI relacionada a data de coleta das imagens de soja M8115 IPRO na região de Piraquê-TO.

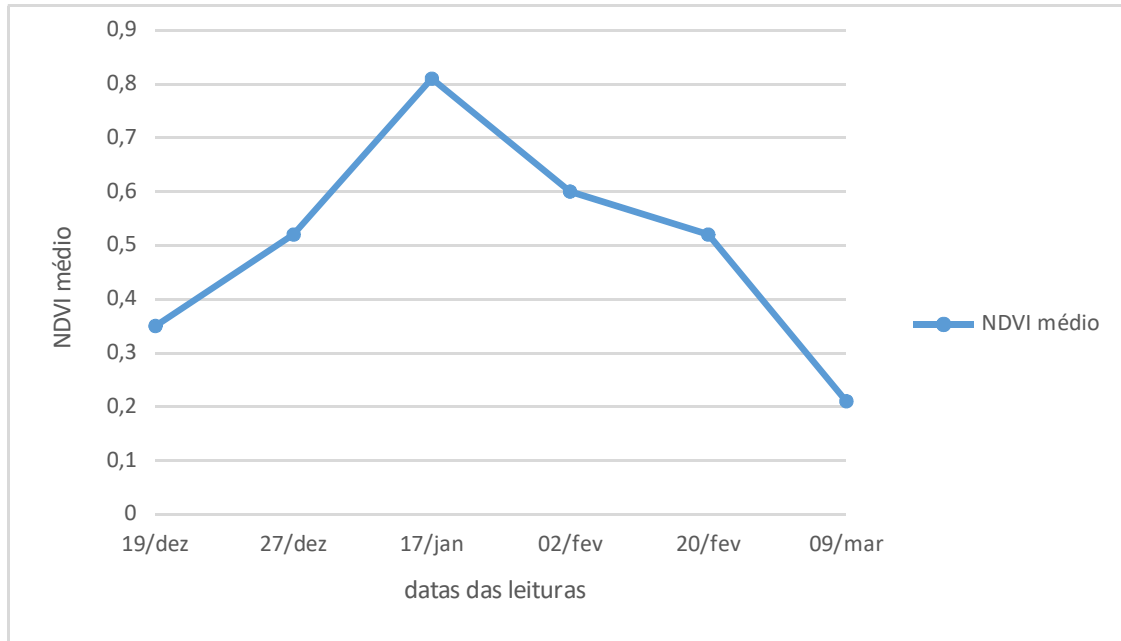
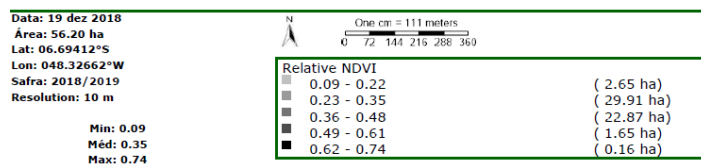
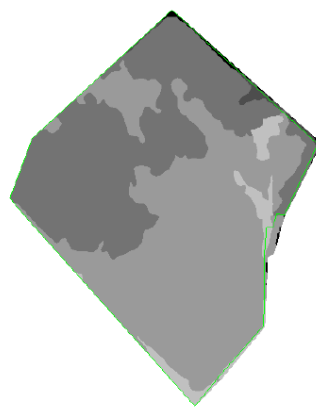
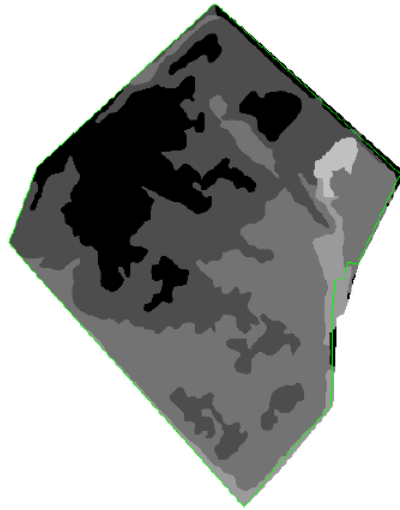


Figura 2- NDVI relacionada a data de coleta das imagens de soja M8115 IPRO na região de Piraquê-TO.



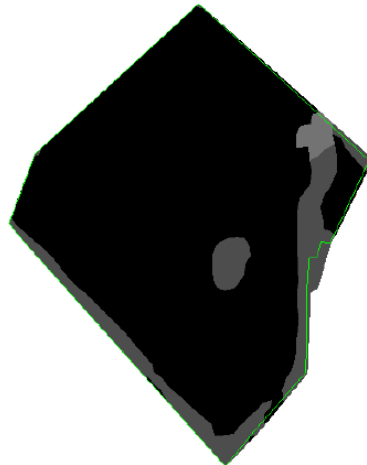


Data: 27 dez 2018
Filho Área: 56.20 ha
Lat: 06.69412°S
Lon: 048.32662°W
Safra: 2018/2019
Resolution: 10 m

Min: 0.11
Méd: 0.52
Max: 0.73

N
 One cm = 111 meters
 0 72 144 216 288 360

Relative NDVI	
0.11 - 0.23	(0.79 ha)
0.24 - 0.36	(2.78 ha)
0.37 - 0.49	(20.15 ha)
0.5 - 0.61	(21.26 ha)
0.62 - 0.73	(12.25 ha)

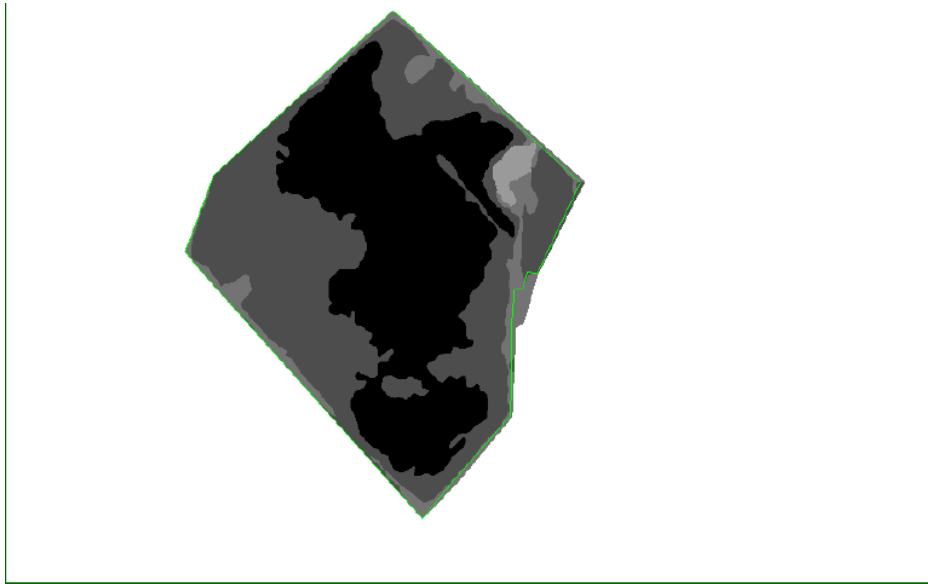


Data: 17 jan 2019
Área: 56.20 ha
Lat: 06.69412°S
Lon: 048.32662°W
Safra: 2019
Resolution: 30 m

Min: 0.21
Méd: 0.81
Max: 0.88

N
 One cm = 111 meters
 0 72 144 216 288 360

Relative NDVI	
0.21 - 0.34	(0.27 ha)
0.35 - 0.48	(0.42 ha)
0.49 - 0.62	(2.14 ha)
0.63 - 0.75	(6.42 ha)
0.76 - 0.88	(47.99 ha)

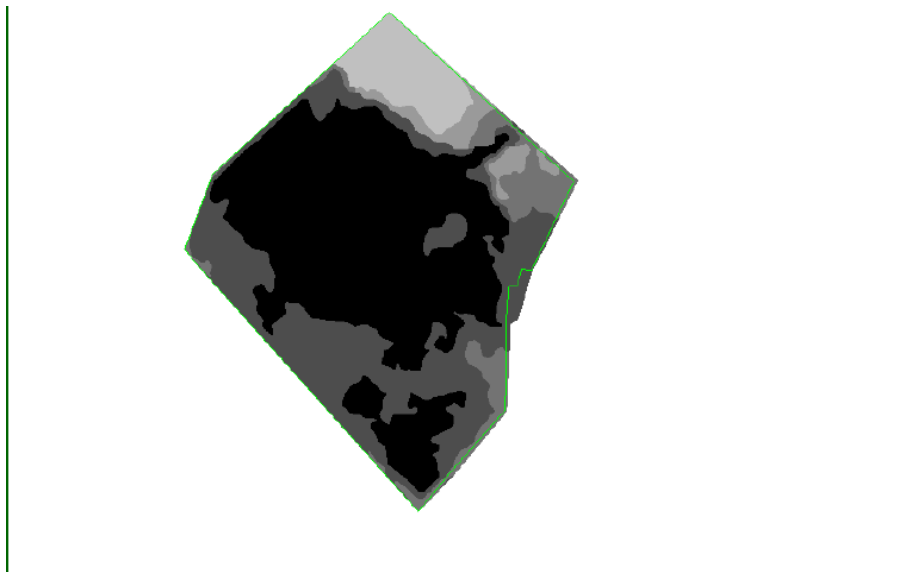


Data: 02 fev 2019
Área: 56.20 ha
Lat: 06.69412°S
Lon: 048.32662°W
Safra: 2019
Resolution: 10 m

Min: 0.23
Méd: 0.60
Max: 0.70

One cm = 111 meters
 0 72 144 216 288 360

Relative NDVI	
0.23 - 0.32	(0.34 ha)
0.33 - 0.42	(0.45 ha)
0.43 - 0.52	(5.04 ha)
0.53 - 0.61	(25.41 ha)
0.62 - 0.7	(26.00 ha)

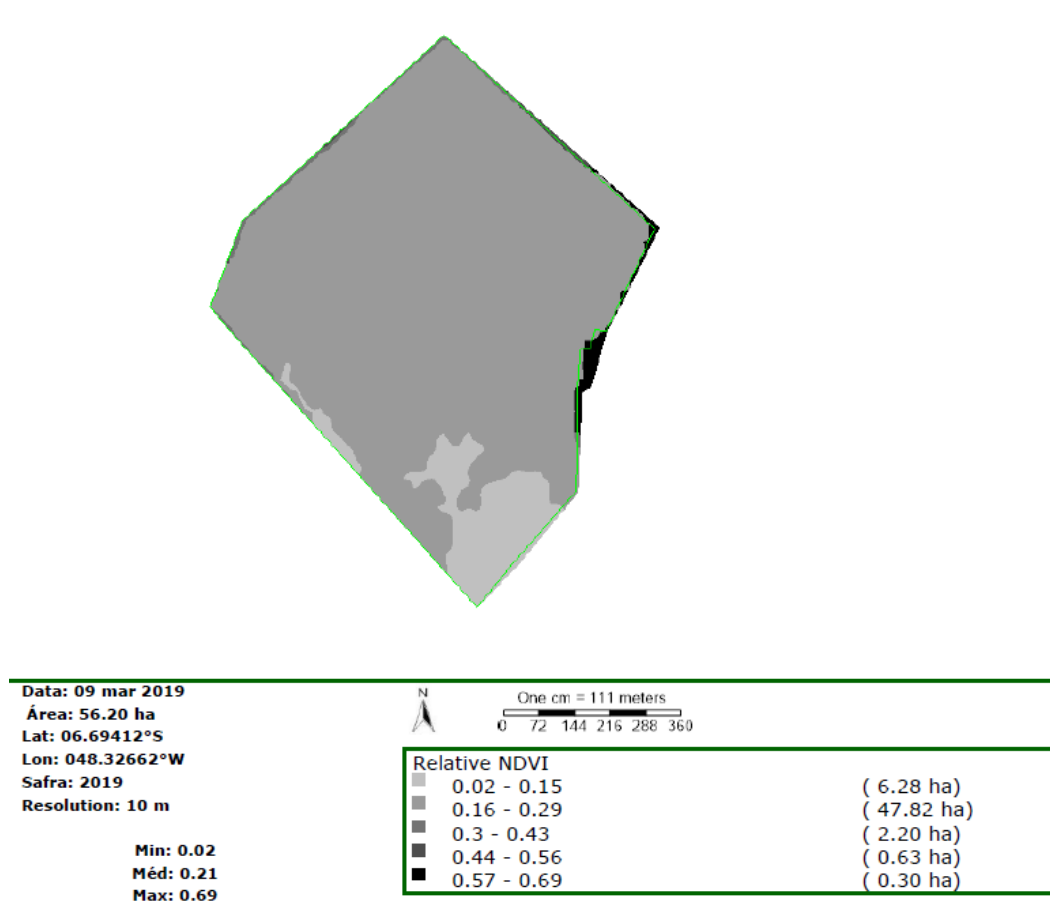


Data: 20 fev 2019
Área: 56.20 ha
Lat: 06.69412°S
Lon: 048.32662°W
Safra: 2019
Resolution: 10 m

Min: 0.04
Méd: 0.52
Max: 0.69

One cm = 111 meters
 0 72 144 216 288 360

Relative NDVI	
0.04 - 0.17	(4.31 ha)
0.18 - 0.3	(2.15 ha)
0.31 - 0.43	(4.99 ha)
0.44 - 0.56	(16.36 ha)
0.57 - 0.69	(29.43 ha)



A análise dos dados de NDVI no decorrer do ciclo da cultura condiz com o desenvolvimento fenológico da cultura obedecendo uma lógica de crescimento do NDVI com o desenvolvimento da cultura (Oldoni et al, 2013; Fontona et al, 2000). Os maiores índices de desenvolvimento da cultura condizem com os estádios de de R1 a R5, quando a planta está em maior atividade fotossintética.

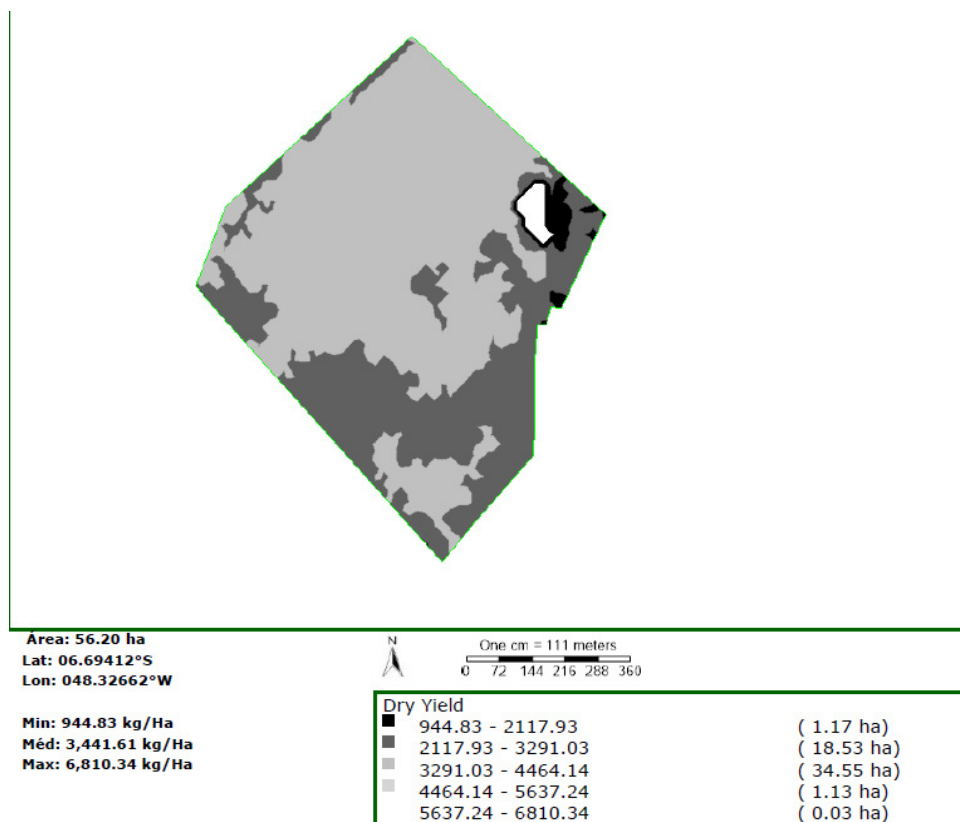
O NDVI é uma medida sensível a disponibilidade hídrica da planta, contudo tendo em vista a boa disponibilidade hídrica para a vegetação no referido período, as variações de NDVI observadas deveram-se às alterações morfológicas e fisiológicas das plantas.

Entre os estádios V1 a R5 foi observada os maiores aumentos nos valores de NDVI ao longo do ciclo (76%). Os valores de NDVI encontrados nos estádios V7 e R5 são considerados altos para soja, sendo que acima de 0,80 o qual indica um excelente desenvolvimento e alta atividade fotossintética. Rodrigues et al (2013) citam que quanto maior o valor do NDVI, maior a biomassa, maior a potencialidade de captura de CO₂. Entre R5 e R8, observou-se o decréscimo do NDVI médio.

Os maiores índices de NDVI verificados e citados na literatura são encontrados nas fases R1 até R5, justificando-se seu aumento devido à alta atividade fisiológica e fotossintética das plantas. As reduções observadas nos últimos estágios são decorrentes da finalização do ciclo da planta com

redução significativa fotossintética, senescência e queda das folhas. Os altos índices de NDVI apresentados na figura são confirmados através do mapa de colheita, o qual demonstra altas produtividades de soja conforme apresentado na Figura 3. As áreas onde os valores de leitura de NDVI davam elevados (acima de 0,82), demonstrando a correlação com

Figura 3- Mapa de produtividade da variedade M8115 em 10 de março de 2019, média de produtividade de 3.441 kg/ha em 56,20 ha.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O NDVI máximo obtido no ciclo da soja cultivar M8115 IPRO no município de Piraquê se deu no estágio R1a R5 0,82. Os valores de NDVI médio encontrados na região de Piraquê são considerados altos para a cultura da soja e servem como referência. Os dados de NDVI no decorrer do ciclo da soja estão se demonstrando um ótimo índice de verificação das condições de vitalidade da lavoura e posteriormente produções altas de soja. Novas

avaliações de NDVI devem ser feitas ao longo das safras seguintes visando obter um padrão do perfil espectral de cultivares de soja de tipo de crescimento determinado, nesta região.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. v. 8, p. 01, 2019.
- ANDRADE et al, Uso do sensoriamento remoto na obtenção de parâmetros biofísicos em plantios de soja BERNARDI, AC de C. et al. Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. **Embrapa Instrumentação-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB, Acompanhamento da safra brasileira grãos. **Acesso em**, v. 4, 2019.
- FONTANA, Denise Cybers et al. Estimativa da radiação fotos sinteticamente ativa absorvida pela cultura da soja através de dados do sensor Modais. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p. 563-571, 2012.
- NEIVERTH, W. et al. NDVI de estádios fenológicos da soja BRS 284 de crescimento indeterminado em casa de vegetação. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., 2013, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 204-209.(Embrapa Soja. Documentos, 339)., 2013.
- OLDONI¹, Lucas et al. Acompanhamento da cultura da soja através do índice de vegetação NDVI para 35 municípios localizados no oeste do Paraná. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, v. 16, p. 460-467, 2013.
- PIETRAGALLA, Julian; MULLAN, Daniel; MENDOZA, R. Sereno. Spectral reflectance. **Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping; CIMMYT: Mexico City, Mexico**, 2012.
- PIETRAGALLA, Julian; VEGA, A. Madrigal. Normalized difference vegetation index. **Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. CIMMYT, Mexico DF**, p. 37-40, 2012.
- RODRIGUES, Celso Pinheiro et al. NDVI e fluxo de CO₂ em lavoura de soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 1, 2012.
- RUDORFF, BERNARDO FT. Produtos de sensoriamento remoto. **Divisão de Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos-SP. Disponível em:**<<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>>. v. 10, 2012.