

PREDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE MILHO NA REGIÃO DO CERRADO UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE

RESUMO

Eduardo Vicente Oliveira

eduardo.ptc@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5651-3794>

UNICERP, Patrocínio, Minas Gerais, Brasil

Jorge Eduardo Ferreira Cunha

jorgeagronomia@yahoo.com.br

<https://orcid.org/0000-0002-3679-6376>

UNICERP, Patrocínio, Minas Gerais, Brasil

Dalton Luiz Benz

daltonbenz@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6783-681X>

UNICERP, Patrocínio, Minas Gerais, Brasil

INTRODUÇÃO: Na atualidade há uma crescente demanda de modernização no que se refere à produção de alimentos no mundo. A Agricultura de Precisão vem se destacando neste cenário por oferecer informação úteis de forma que, cada vez mais possa ser alcançado um alto índice de produção e valor agregado as culturas em especial nesse projeto a produção de milho.

OBJETIVO: Neste trabalho o objetivo foi avaliar o comportamento temporal do NDVI e a sua relação com a produtividade da cultura do milho com o intuito de gerar modelos de predição de produtividade nas populações de plantas e criar um modelo predição de safra para a cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS: Foi realizada a aquisição de uma imagem do sensor MSI-Sentinel 2, do mapeamento de formas de vertentes (Topodata) para gerar índices de vegetação, foi feito a relação temporal destes índices com parâmetros produtivos da cultura. Foi realizada análise manual em 20 pontos dentro da área. A análise de resultados foi feita a partir da descrição estatística e base literária. Foram utilizados apenas softwares abertos.

RESULTADOS: Utilizando análise de regressão, foi comparada a correlação do NDVI, média manual e a produtividade obtida, além disso ainda foi comparada a variação dos valores de NDVI ao redor numa área de 15 metros para comparar o quão variável foi o resultado da área trabalhada no projeto.

CONCLUSÃO: Foi possível observar que não houve correlação, porém, analisando cada um dos pontos de amostragem e a variação dos valores de NDVI ao redor em um raio de 15 metros foi encontrado outro resultado, quanto maior for a variação, maior é o índice de produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: NDVI; Agricultura de precisão; Milho; Predição.

Aprovado em: 16/01/2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.17648/2525-2771-v1n12-7>

Direito autoral:

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

STRATEGIES OF LEARNING USED BY HIGHER EDUCATION STUDENTS

ABSTRACT

INTRODUCTION: Over the years, the traditional teaching method that we are used to has been evaluated and discussed, and it was observed that it is associated with the difficulty of understanding and assimilation of the content by the students, and its efficiency is increasingly being questioned. The learning techniques performed by students favor the study and understanding of knowledge by them. In this way, the identification and use of these techniques favors to improve the teaching/learning process.

OBJECTIVE: Report the main learning techniques used by higher education students.

METHODS: The work consisted of the evaluation of learning strategies used by students of the veterinary medicine course who attended the discipline of veterinary physiology II. In addition to the questionnaires, a gamification game was also passed on for interaction between students. The questionnaire adapted from Maciel, Souza and Dantas (2015) included questions about the forms of study used by students to better understand the content. And the response options were organized from the *Likert* ladder with scores from 1 to 5.

RESULTS: Students have greater interest or ease in recreating the situations learned by applying knowledge in a practical way to what was explained by the teacher, linking them to everyday situations, thus managing to memorize the content more clearly.

CONCLUSION: The learning techniques favor the understanding and comprehension of the content by the students, and the forms of study applying the knowledge in practical situations are more carried out by the students.

KEYWORDS: Students; Eeaching; Study; Active Teaching Methodology.

INTRODUÇÃO

O agronegócio é uma das principais atividades da economia nacional e de vital importância para a balança comercial brasileira. No cenário agrícola brasileiro, o milho é o segundo grão mais cultivado e exportado, perdendo apenas para a soja, e além disto, o cereal é o principal componente para a produção de alimento animal, sendo a maior parte de sua produção voltada para um dos principais segmentos do comércio exterior do Brasil, a cadeia produtiva de carne animal, ressaltando a importância econômica e alimentar deste cereal (CONAB, 2022).

Na evolução do uso de tecnologias na agricultura, a Agricultura de Precisão (AP) vem se destacando como uma ferramenta multidisciplinar para a gestão da variabilidade espacial e temporal das áreas agrícolas (ZHANG; WANG; WANG, 2002). Como aliado da AP na observação e mapeamento de variabilidades, surge o sensoriamento remoto (SR), que se destaca na como estratégia de obtenção de informação de forma não destrutiva das culturas, já que para a aquisição dos dados não há contato físico entre o sensor e o alvo (cultura) (BARBOSA; NOVO; MARTINS, 2019; BÉGUÉ et al., 2018). De maneira geral podemos dizer que o SR se implica na obtenção de informações a partir da detecção e mensuração das mudanças que um determinado objeto impõe aos campos de força que o circundam, sejam estes campos eletromagnéticos, acústicos ou potenciais. Para as plantas, o índice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) é bastante utilizado por este ser uma medida indireta entre medidas de biomassa e atividade fotossintética da planta (BARBOSA; NOVO; MARTINS, 2019; WALL; LAROCQUE; LÉGER, 2008).

O NDVI é um acrônimo da expressão inglesa *Normalized Difference Vegetation Index* que pode ser traduzido para Índice de Vegetação por Diferença Normalizada e foi proposto por Rouse (1973). De forma prática podemos dizer que o NDVI é um índice que faz análises da condição da vegetação coletada por meio do sensoriamento remoto, esse índice tem sido muito utilizado na agricultura de precisão para o gerenciamento de plantações permite várias aplicações que diminuem as perdas e aumentam a produtividade.

A cultura do milho se destaca quanto à utilização do sensoriamento remoto (MATIAS; STRECK; AGUILAR, 2015). A utilização destas tecnologias se resalta principalmente no levantamento da variabilidade espacial do vigor da cultura por meio de índices de vegetação,

no auxílio na recomendação de adubação nitrogenada em doses variadas, na definição de zonas de manejo, e ainda, na predição de produtividade com base na reflectância da cultura (OLIVEIRA, 2017).

Existem vários métodos para se monitorar a produtividade de culturas, alguns menos sofisticados, como no caso da simples pesagem da produção de um talhão, e outros mais aprimorados, como a pesagem de tanques graneliros separados da colhedeira. Já o método mais assertivo é a geração de mapas de produtividade a partir de sensores embutidos na colhedora (MATIAS; STRECK; AGUILAR, 2015; MOLIN, 2014). Estes geram um conjunto de diversos pontos por talhão, com cada ponto representando uma determinada área em que foi colhido uma quantidade de grãos de forma georreferenciada. Um dado também importante a ser levantado é a umidade dos grãos, o que também é realizado por sensores da colhedeira, já que a produtividade é informada com base em grãos secos, e também pelo fato da umidade ser uma fonte de variabilidade espacial da massa de grãos.

Com base nestes preceitos, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento temporal do NDVI e a sua relação com a produtividade da cultura do milho, visando a possibilidade de gerar modelos de predição de produtividade nas populações de plantas e criar um modelo predição de safra para a cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A Figura 1 representa a área de plantio de milho do Unicerp (Figura 1), em Patrocínio, Minas Gerais, mais especificamente, na região do cerrado mineiro. Patrocínio se destaca como município de grande produção agrícola, principalmente de café arábica e das culturas anuais soja e milho.

Nesta área, o clima predominante é subquente do tipo Cwa segundo a classificação de Koppen, com médias de temperatura anuais entre 19 e 27 °C e pluviosidade em torno de 1500mm. É caracterizado um período mais quente e chuvoso em contraste ao meio do ano com temperaturas mais amenas e com tempo seco.

Quanto ao solo, a predominância da área é de Latossolos bem estruturados de cor vermelha, podendo ocorrer em áreas de maior declividade manchas de Cambissolos e nas regiões mais próximas aos leitos de rios Gleissolos. A área analisada neste estudo foi a parte alta mais plana da área de plantio de cereais na fazenda do Unicerp – Patrocínio-MG. O objetivo desta escolha foi excluir possíveis manchas de outras classes de solo para que o estudo se baseasse no comportamento do milho em Latossolos, que predominam em todo o cerrado.

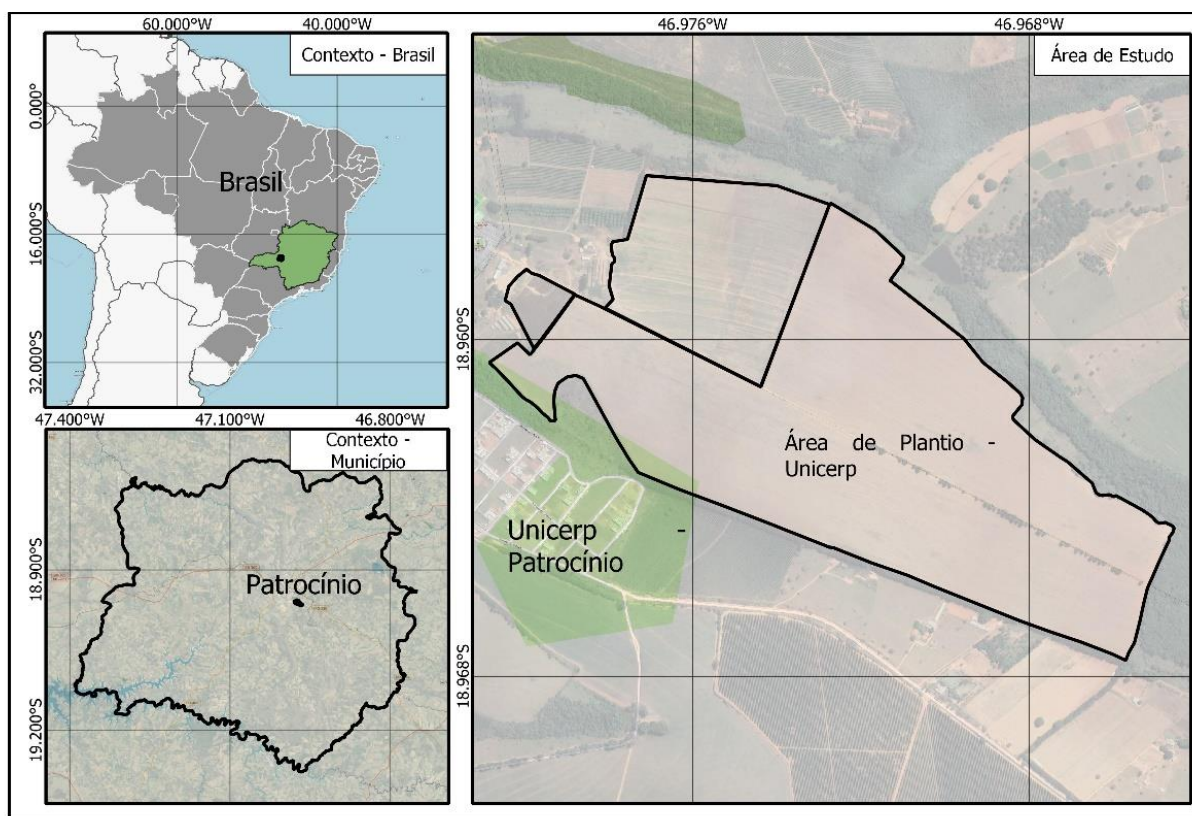


Figura 1. Localização da área de estudo (Patrocínio, Minas Gerais)

Inicialmente, foram realizados os procedimentos computacionais de processamento e estatística foram a partir dos softwares QGIS Excel. Estes procedimentos foram realizados utilizando imagens multiespectrais adquiridas junto à plataforma *EarthExplorer* (USGS – NASA), captadas pelo sensor MSI a bordo do satélite Sentinel-2 (*European Spatial Agency*).

As imagens foram pré-processadas as imagens adquiridas do Sentinel-2 no software QGIS, a partir do plugin *Semi Automatic Classification Plugin* (SCP), conforme os dados do arquivo MTL fornecido junto a imagem visando a correção atmosférica e radiométrica das imagens. Após isto foi realizado o cálculo do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) (Rouse, 1971), conforme descrito na equação 1:

Equação 1. NDVI

$$NDVI = \frac{IVP - Ver}{IVP + Ver}$$

Onde: IVP = Banda do Infravermelho próximo (Banda 8 do Sentinel) e Ver = Banda do Vermelho (Banda 4 do Sentinel).

Este índice é bastante confiável quanto à leitura de vegetações pôr o infravermelho próximo ser altamente refletido pelo mesófilo foliar, fazendo deste uma medida indireta da biomassa ou área foliar, enquanto o espectro vermelho é grandemente absorvido pela planta com finalidades fotossintéticas, fazendo este uma medida indiretamente proporcional da fotossíntese (BARBOSA; NOVO; MARTINS, 2019; TEAL et al., 2006).

Posteriormente foi realizada uma estimativa da produtividade em campo, conforme o método proposto por Bach *et al.* (2014), o qual mostrou a assertividade quanto à predição na colheita do milho. O híbrido de milho estudado foi o Morgan MG593 PWU.

No presente caso, o direcionamento de pontos de coleta foi estipulado conforme a variabilidade espacial previamente observada através de imagens de satélite, selecionando pontos com NDVI's baixos, médios e altos. Em campo, com auxílio do receptor GNSS, foram coletados conjuntos de 10 espigas aleatórias por ponto em vinte pontos conforme direcionamento, como pode ser observado na Figura 2.

Neste momento, também foram mensurados o espaçamento real e a densidade aparente, levando em conta falhas de plantio de cada ponto, o que permitiu a estimativa final da produtividade com base no *stand* especificamente para cada ponto. Como constatado, as amostras constaram de 10 espigas coletadas aleatoriamente, as quais foram debulhadas e sua umidade medida para fins de correção, a qual foi realizada em todos os pontos para 14%, gerando um padrão entre as amostras. Feito este processo, o valor obtido foi extrapolado para quilogramas por hectare com base na população de plantas por hectare, considerando-se 1 espiga por planta, padrão do material, obtendo-se assim a produtividade estimada em cada ponto a partir de amostragem em campo.

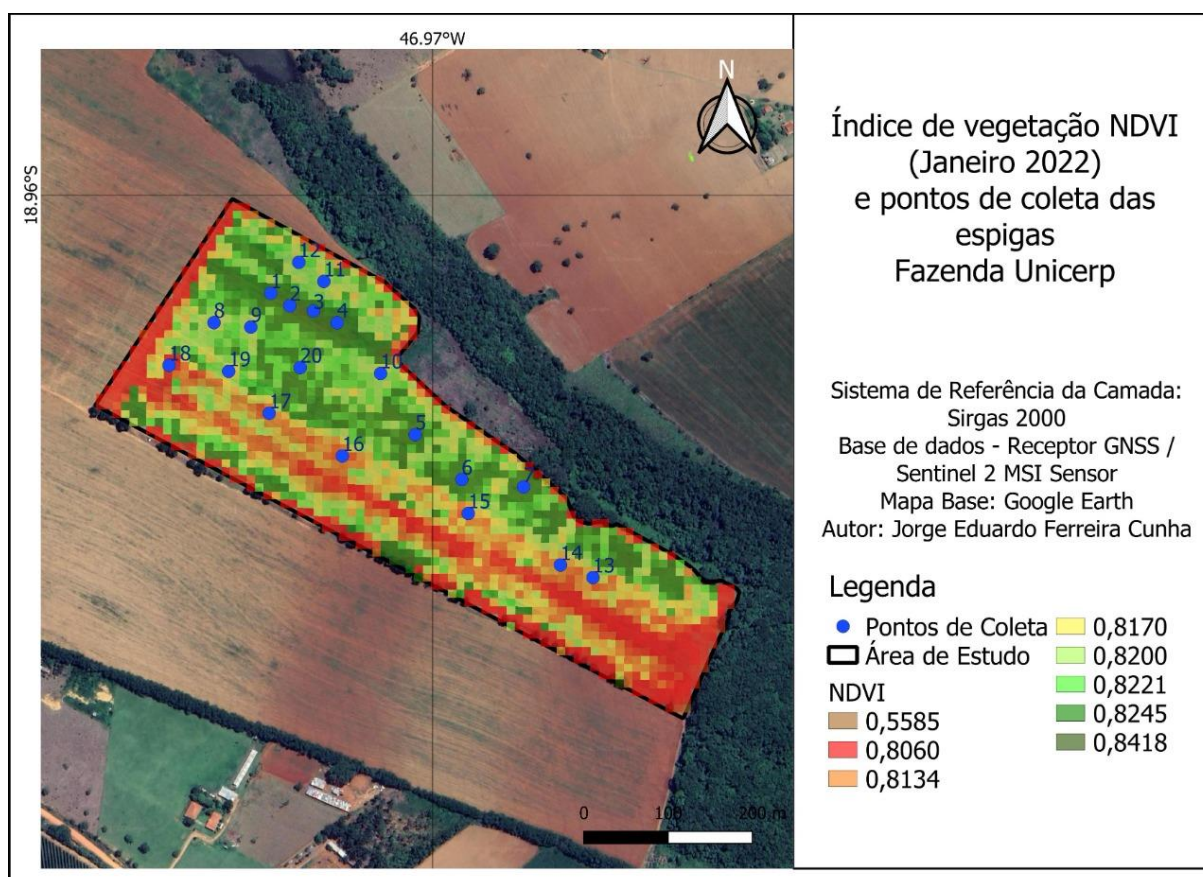


Figura 2. Índice de vegetação NDVI (janeiro 2022) e pontos de coleta das espigas na fazenda Experimental da Unicerp.

Já as medidas de NDVI a serem comparadas com a estimativa *in situ* foram obtidas a partir de uma sequência metodológica criada para o presente trabalho, conforme descrito a seguir:

Foi gerado um raio de prospecção de 20 metros ao redor de cada ponto a partir da ferramenta Amortecedor (*Buffer*), nativa do QGIS. Dentro da área de cada círculo obtido foi realizado o levantamento das estatísticas descritivas: média, coeficiente de variação e desvio padrão, os três relativos à variável NDVI, utilizando-se da extração nativa “Estatísticas Zonais”.

Obtidas as medidas estatísticas, foi realizada a regressão linear entre as variáveis:

“Variabilidade do NDVI x Produtividade” e “Média do NDVI x Produtividade”, utilizando-se o software Excel, buscando correlacionar as variáveis e dar significado à existência ou não destas relações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados analisados no presente estudo não foi observada correlação direta entre os valores médios de NDVI e a produtividade estimada em campo, com R^2 na regressão próximo de 0. No entanto, quando comparados a variabilidade do NDVI dentro do amortecedor com a produtividade, observamos uma correlação linear positiva com $R^2=0,7888$, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 3.

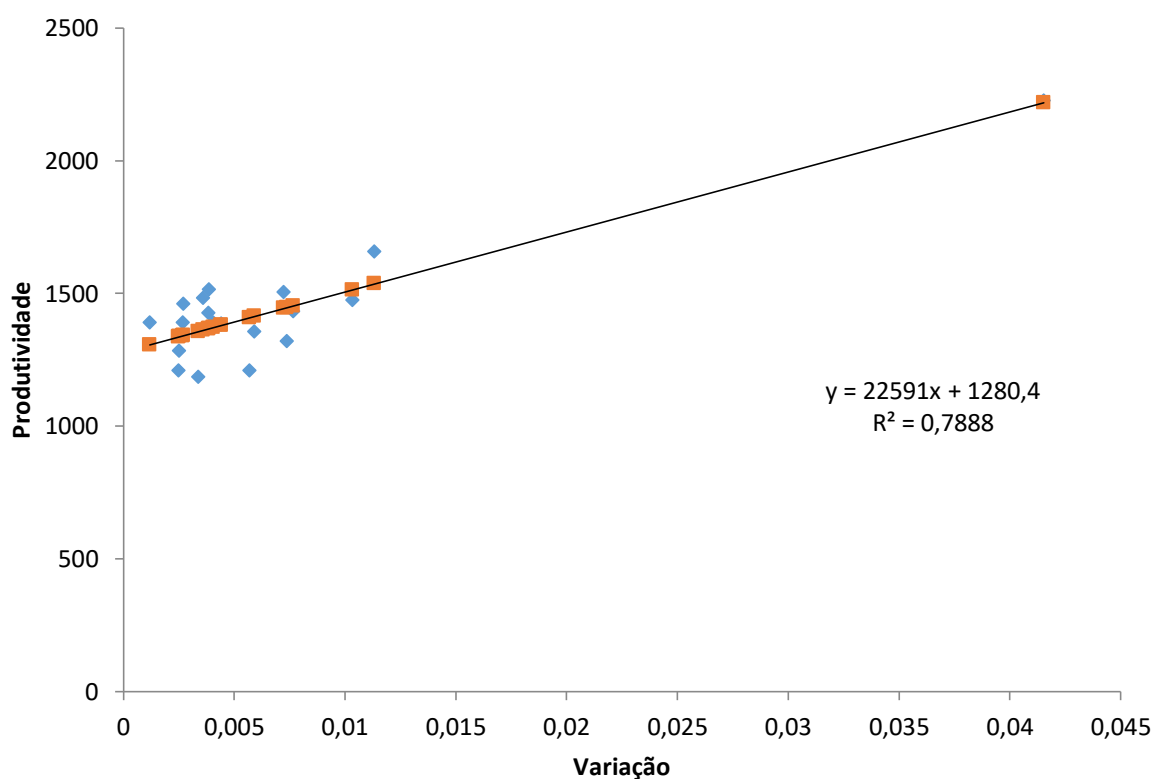


Figura 3. Regressão Linear entre Produtividade e Variação do NDVI.

Embora em alguns estudos tenha-se observado uma correlação direta entre o NDVI e a produtividade para a cultura do milho, sabe-se também que existe um ponto de saturação do NDVI pelo aumento da vegetação, a partir do qual um mesmo NDVI pode corresponder a produtividades bem distintas, impossibilitando a predição da produtividade, sendo esta característica também associada ao estágio fenológico da planta, por esta atingir uma área foliar suficiente para tal comportamento (BERTOLIN et al., 2017; FONTANA1 et al., 2019; GITELSON, 2004; OLIVEIRA, 2017).

Nessa situação considera-se que a grande área foliar torna o NDVI insensível às variações da vegetação, tornando-o uma ferramenta ruim para o processo de predição da produtividade.

No entanto, o presente trabalho aponta que as variações do NDVI quanto à média, embora pequenas, quando mensuradas na forma de variabilidade, foram capazes de correlacionar com a produtividade, indicando que esta seja uma possibilidade de uso para a ferramenta. De forma pontual, quanto maior a variação do NDVI em relação à média (desvio padrão), maior foi a produtividade do milho, o que se pode explicar pela existência de variações maiores no sentido positivo em relação à saturada média da unidade em questão.

Ressalta-se que alguns autores já apontaram o desvio padrão do NDVI como importante métrica para a classificação de variáveis, como classificação de uso e ocupação do solo, embora não diretamente para a cultura do milho (BECKER et al., 2019; GUTTERRES et al., 2019). Os resultados aqui apresentados corroboram com a ideia de que este possa ser um importante parâmetro para mensuração da produtividade do milho a partir do sensoriamento remoto.

CONCLUSÃO

Não foi possível observar correlação direta entre produtividade e o valor de NDVI e desta forma, também foi impossibilitada a montagem de um modelo de predição no presente caso. No entanto, pode-se observar correlação entre as variações internas nos valores de NDVI e a produtividade estimada, que indica a possibilidade do uso da variabilidade em atividades de predição de safra, especialmente em áreas onde haja saturação do índice NDVI. De toda forma, mais estudos são necessários para verificar se este comportamento com relação à variabilidade é recorrente em outras áreas.

FINANCIAMENTOS

Este trabalho faz parte do Programa de Iniciação Científica do UNICERP (PROIC), financiado pela Fundação Comunitária, Educacional e Comunitária de Patrocínio - FUNCECP.

REFERÊNCIAS

CONAB; Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – (2022) – Brasília:** Conab, 2022. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> ISSN 2318-6852.

BACH, Celso Luiz; NESI, Cristiano Nunes; TAFFAREL, Elvys; CHIAPINOTTO, Ivan Carlos. Metodologia para estimativa de produtividade em lavouras de milho, trigo, sorgo e feijão. **Boletim Técnico Nº 193 - Epagri**, [S. l.], 2014.

BARBOSA, Claudio C. F.; NOVO, Evlyn M. L. M.; MARTINS, Vitor S. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. [s.l: s.n.]. Disponível em: www.inpe.br.

BECKER, Willyan Ronaldo; CAON, Ivã Luis; CATTANI, Carlos Eduardo Vizzotto; MERCANTE, Erivelto; JOHANN, Jerry Adriani; GANASCINI, Diandra; PRUDENTE, Victor Hugo Rohden. Mediana E Desvio Padrão Do Perfil Espectro-Temporal De Ndvi Como Parametros De Classificação. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, [S. l.], p. 1–4, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2019/papers/mediana-e-desvio-padrao-do-perfil-espectro-temporal-de-ndvi-como-parametros-de-classificacao>.

BÉGUÉ, Agnès et al. Remote sensing and cropping practices: A review. **Remote Sensing**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 1–32, 2018. DOI: 10.3390/rs10010099.

BERTOLIN, Natalia de Oliveira; FILGUEIRAS, Roberto; VENANCIO, Luan Peroni; MANTOVANI, Everardo Chartuni. Predição Da Produtividade De Milho Irrigado Com Auxílio De Imagens De Satélite. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. 1627–1638, 2017. DOI: 10.7127/rbai.v11n400567.

DE SOUZA, Aguinaldo Eduardo; DOS REIS, João Gilberto Mendes; RAYMUNDO, Julio Cezar; PINTO, Roberta Soral. Estudo Da Produção Do Milho No Brasil. **South American Development Society Journal**, [S. l.], v. 4, n. 11, p. 182, 2018. DOI: 10.24325/issn.2446-5763.v4i11p182-194.

FONTANA1, Denise Cybis; SANTOS, Leonardo Nascimento Do; DALMAGO, Genei Antonio; SCHIRMBECK, Juliano; SCHIRMBECK, Lucimara. NDVI E ALGUNS FATORES DE VARIABILIDADE. **Anais do simpósio brasileiro de sensoriamento remoto**, [S. l.], p. 1–4, 2019.

GITELSON, Anatoly A. Wide Dynamic Range Vegetation Index for Remote Quantification of Biophysical Characteristics of Vegetation. **Journal of Plant Physiology**, [S. l.], v. 161, n. 2, p. 165–173, 2004. DOI: 10.1078/0176-1617-01176.

GUTTERRES, Daniele; OGLIARI, Pinto; FONTANA, Denise Cybis; BREMM, Carolina; FACCIO, Paulo César De. Ndvi Como Indicador De Diferenças Na Estrutura Da Vegetação Em Pastagens Naturais Do Bioma Pampa. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, [S. l.], p. 1311–1314, 2019.

MATIAS, João Fillipe Generoso; STRECK, Luciano; AGUILAR, Damian Dulau. Geração de mapas de produtividade de milho (Zea mays) com índice de vegetação NDVI de imagens Landsat 8. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, [S. l.], n. 2009, p. 157–162, 2015. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0035.pdf>.

MOLIN, José Paulo. Geração E Interpretação De Mapas De Produtividade Para Agricultura De Precisão. [S. l.], v. 58, n. 12, p. 7250–7, 2014. Disponível em: http://www.ler.esalq.usp.br/download/CLP_2000.01.PDF.

OLIVEIRA, Mailson Freire De. Modelos de predição de produtividade da cultura do milho por meio de NDVI em arranjos espaciais. [S. l.], p. 44, 2017.

TEAL, R. K.; TUBANA, B.; GIRMA, K.; FREEMAN, K. W.; ARNALL, D. B.; WALSH, O.; RAUN, W. R. In-season prediction of corn grain yield potential using normalized difference vegetation index. **Agronomy Journal**, [S. l.], v. 98, n. 6, p. 1488–1494, 2006. DOI: 10.2134/agronj2006.0103.

WALL, Lenny; LAROCQUE, Denis; LÉGER, Pierre Majorique. The early explanatory power of NDVI in crop yield modelling. **International Journal of Remote Sensing**, [S. l.], v. 29, n. 8, p. 2211–2225, 2008. DOI: 10.1080/01431160701395252.

ZHANG, Naiqian; WANG, Maohua; WANG, Ning. Precision agriculture - A worldwide overview. In: COMPUTERS AND ELECTRONICS IN AGRICULTURE 2002, **Anais [...]**. : Elsevier, 2002. p. 113–132. DOI: 10.1016/S0168-1699(02)00096-0.