



FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

WENDY PEREIRA MORAIS

CORRELAÇÃO ENTRE A VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E ÍNDICE DE VEGETAÇÃO OBTIDOS POR IMAGENS DE SATÉLITES ORBITAIS

Publicação nº: 12/2018

GOIANÉSIA/GO

2018



FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

WENDY PEREIRA MORAIS

**CORRELAÇÃO ENTRE A VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS DO SOLO E
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO OBTIDOS POR IMAGENS DE SATÉLITE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia da
Faculdade Evangélica de Goianésia, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia

PROF MSC. GUSTAVO HENRIQUE MENDES BRITO

GOIANÉSIA/GO

2018

**ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA
FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE AGRONOMIA**

**CORRELAÇÃO ENTRE A VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS DO SOLO E
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO OBTIDOS POR IMAGENS DE SATÉLITE**

WENDY PEREIRA MORAIS

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA APRESENTADA COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL EM AGRONOMIA.**

APROVADA POR:

GUSTAVO HENRIQUE MENDES BRITO, MESTRE
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG
ORIENTADOR

IVANDRO JOSÉ DE FREITAS ROCHA, ESPECIALISTA
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG
EXAMINADOR

RODRIGO FERNANDES DE SOUZA, MESTRE
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG
EXAMINADOR

Goianésia/GO, 14/06/2018

FICHA CATALOGRÁFICA

MORAIS, W. P. Correlação entre a variabilidade dos atributos do solo e índice de vegetação obtidos por imagens de satélite; Orientação de Gustavo Henrique Mendes Brito – Goianésia, 2018. 21p.

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia, 2018.

1. sensoriamento remoto, 2. parâmetros da cultura, 3. krigagem

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MORAIS, W. P. Correlação entre a variabilidade dos atributos do solo e índice de vegetação obtidos por imagens de satélite. Orientação de Gustavo Henrique Mendes Brito; Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2018, 21p. Monografia de Graduação.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: WENDY PEREIRA MORAIS

GRAU: BACHAREL

ANO: 2018

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: WENDY PEREIRA MORAIS

CPF: 701.549.281-43

Endereço: RUA SANTOS DUMMONT Nº 386, COVOÁ

Email: wendypereiramorais@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o dom da vida, e com isso a capacidade de enfrentar desafios que encontramos a cada dia, como esse tcc, que sem ele não seria capaz de encarar e prosperar com nada.

A minha família que sempre me apoiou durante todo esse percurso de graduação, e sempre acreditou em mim que eu era capaz de realizar minhas ambições.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo durante todo esse tempo e sempre nos suportou nos enjoo e nas brigas, sem eles não seria possível concluir essa etapa.

Aos professores que sempre nos apoiou e teve a paciência de passar seu conhecimento, em especial meu orientador que esteve comigo nesse desde o começo desse trabalho que abriu portas para uma área de grande importância para a agricultura, e sempre foi paciente comigo.

Todo mundo é um gênio. Mas, se você julgar um peixe por sua capacidade de subir em uma árvore, ela vai passar toda a sua vida acreditando que ele é um estúpido.

“Albert Einstein”

RESUMO

CORRELAÇÃO ENTRE A VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E ÍNDICE DE VEGETAÇÃO OBTIDOS POR IMAGENS DE SATÉLITES ORBITAIS

Os índices de vegetação são produtos do sensoriamento remoto que possibilita a coleta de dados da superfície terrestre, serve para auxiliar na identificação de alguns parâmetros da cultura, entre eles a clorofila produzida pelas folhas e outros tecidos vegetais, são pigmentos verdes que atuam como fotorreceptores da luz, e absorve mais a luz vermelha e azul. O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) é mais sensível na presença de pigmentos fotossintéticos como a clorofila e se relaciona com a quantidade de massa vegetal. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o comportamento espectral de uma área de cultivo convencional da cana-de-açúcar e correlacionar os valores do NDVI com os atributos do solo. Fez-se o uso de imagens de sensoriamento remoto NDVI obtidas pelo satélite Landsat 8, de uma área de 182,4 ha localizada no município de Goianésia, e foi observado o seu comportamento espectral da cultura no período avaliado. Para realizar a correlação as imagens foram cruzadas com os mapas de krigagem dos atributos do solo para se obter os resultados. O comportamento espectral do NDVI durante os meses avaliados mostrou uma grande variação, pois nos estágios iniciais vemos uma acelerada elevação de seus valores sendo motivado pelo regime de chuvas durante os primeiros meses de avaliação. A correlação entre os atributos do solo com o NDVI não apresentou uma correlação significativa motivo as imagens de datas diferentes podem influenciar nos resultados.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, parâmetros da cultura, krigagem.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Área de coleta das análises e obtenção das imagens.....	12
FIGURA 2: Área das coletas das amostras com a grade georreferenciada.....	14
FIGURA 3: Comportamento espectral do NDVI durante o ciclo da cana até 321 DAP.....	15
FIGURA 4: Precipitação do ano de 2016 da área de estudo (mm).....	16
FIGURA 5: Mapa do NDVI da área do experimento: A. avaliação aos 30 DAP fase de brotação, B. Avaliação aos 114 DAP fase de perfilhamento, C. Avaliação aos 146 DAP fase de perfilhamento e crescimento, D. Avaliação aos 242 DAP fase de máximo desenvolvimento.....	17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	12
2.2 – COLETA DE DADOS E PROCESSAMENTO DAS IMAGENS	12
2.3 – AMOSTRAGEM GEORREFERENCIADA E ANÁLISE QUÍMICA	13
2.4 – ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE NDVI E OS ATRIBUTOS QUÍMICOS	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4. CONCLUSÕES.....	19
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar tem se mostrado uma das alternativas para a produção de biocombustíveis, devido ao grande potencial na produção de açúcar e etanol, e além das unidades de produção conseguirem fazer energia elétrica com seus resíduos contribuindo com a redução de custo. Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar com uma produção estimada da safra de 2017/18 em média de 647,6 milhões de toneladas em uma área estimada de 8,84 milhões de hectares (CONAB 2017)

O sensoriamento remoto é uma geotecnologia que possibilita a coleta de dados da superfície terrestre, por meio da captação e registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2011). Estes dados são disponibilizados como imagens e podem ser utilizados no monitoramento dos recursos naturais, mapeamento de reservas legais, mapeamento de produtividade, aptidão agrícola, entre outras aplicações em escala global ou local (MOLIM et al., 2015).

Com isso, quando se pretende estudar a cobertura vegetal por intermédio das imagens de sensoriamento remoto, as características e comportamentos espectrais das folhas são de suma importância, pois as mesmas são função de sua composição química, morfologia e estrutura interna (SILVA et al., 2012; PONZONI et al., 2012). As clorofilas produzidas pelas folhas e outros tecidos vegetais, são pigmentos verdes que atuam como fotorreceptores da luz no processo de fotossíntese, quando a folha está no seu estado de fotossíntese ela absorve mais a luz vermelha e azul do que no estado de envelhecimento onde há pouca absorção da luz (HONDA; JORGE, 2013; LIRA et al., 2009).

Os índices de vegetação que são uma combinação entre duas ou mais bandas espectrais que evidenciam algum componente de interesse, podem auxiliar na identificação de algum parâmetro na cultura reduzindo ou eliminando a interferência do solo. Entre estes índices, o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), é mais sensível na presença de pigmentos fotossintéticos como a clorofila e se relaciona principalmente com a quantidade de massa vegetal. (MOLIM et al. 2015; BERNADI et al. 2014)

O NDVI que possui valores variando de -1 a +1 se baseia na diferença de absorção dos tecidos fotossintéticos ativos nos comprimentos de onda do vermelho e do infravermelho próximo, sendo mais sensível do que outros índices a presença de pigmentos de clorofila, bem como, se correlaciona com o monitoramento das mudanças fenológicas e variação da biomassa (CAPAROCCI, et al., 2018; ARAUJO et al. 2017; POELKING, 2007; HUETE et al., 2002).

A resolução espectral das faixas do vermelho e do infravermelho próximo variam respectivamente de 0,63 μm a 0,90 μm , esse comprimento de onda apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal, permitindo a identificação de áreas agrícolas e também apresenta grande absorção de energia nos corpos de água (CARMINATO et. al. 2015).

Com base no exposto, o objetivo com este trabalho foi avaliar o comportamento espectral de uma área de cultivo convencional com cana-de-açúcar e correlacionar os valores de NDVI com os atributos do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi realizado na fazenda Pontinha, da empresa Jalles Machado localizada no município de Goianésia, Goiás. A fazenda possui 182,41 ha e está localizada entre as coordenadas geográficas de 15°18'29" S, 48°53'41" W (Figura 1). Na propriedade é cultivada a cana-de-açúcar da variedade CTC9003 e CTC15, altitude média de 640m, clima da região é tropical úmido, com estações de verões chuvosos e invernos quente e secos, com temperatura variando de 20° C a 25°C, a cana é de primeiro corte onde o seu plantio ocorreu em fevereiro de 2016, a cultura foi implantada após preparo convencional do solo no qual foram feitas todas as correções e adubações rotineiras.

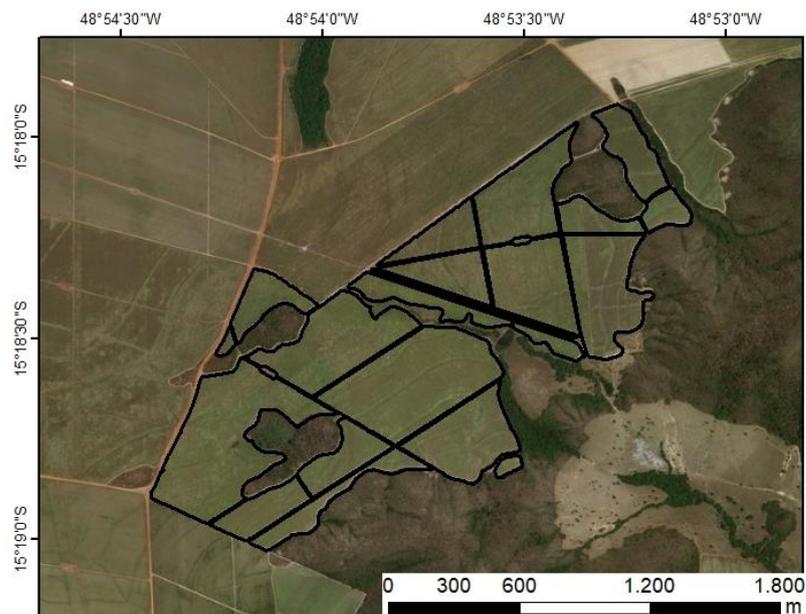


FIGURA 1. Área de coleta das análises e obtenção das imagens.

2.2 – COLETA DE DADOS E PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 OLI para os anos de 2016/2017, órbita 222, ponto 71 disponibilizados de forma gratuita pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS – U.S Geological Survey) (USGS, 2017). Foi adotada a primeira imagem disponível após o período de transplante da cultura (02/02/2016 a

09/02/2016) e obtidas novas cenas a cada 16 dias, que corresponde a resolução temporal do satélite.

Todas as imagens obtidas passaram por um refinamento para definir quais cenas foram utilizadas em função da visibilidade (atmosfera livre de presença de nuvens), qualidade do imageamento do sensor (sem ruídos) e homogeneidade do período de captura da cena.

Foi realizada a transformação dos números digitais das bandas vermelho e infravermelho próximo em reflectância utilizadas as equações 1 e 2 propostas pelo *United States Geological Survey – USGS* no guia do produto Landsat 8 (USGS, 2015).

$$\rho_{\lambda'} = M_p * Q_{cal} + A_p, \quad (1)$$

Onde $\rho_{\lambda'}$ é a reflectância planetária do topo da atmosfera (TOA) sem correção do ângulo solar; M_p é o fator multiplicativo redimensionado da reflectância para a banda vermelha e infravermelha próxima; Q_{cal} o número digital do pixel; A_p o fator aditivo redimensionado da reflectância para a banda vermelha e infravermelha próxima (Eq. 2).

$$\rho_{\lambda} = \frac{\rho_{\lambda'}}{\text{Sen}(\theta_{SE})}, \quad (2)$$

Onde ρ_{λ} é a reflectância do topo da atmosfera (TOA); θ_{SE} é o ângulo de elevação solar

O NDVI foi calculado a partir da equação 3 proposta por Rouse et al., (1973).

$$NDVI = \frac{(\rho_{ivp} - \rho_v)}{(\rho_{ivp} + \rho_v)}, \quad (3)$$

Onde ρ_{ivp} a reflectância na banda do infravermelho próximo, ρ_v a reflectância na banda do vermelho para as imagens Landsat.

2.3 – AMOSTRAGEM GEORREFERENCIADA E ANÁLISE QUÍMICA

A amostragem georreferenciada foi realizada a partir da determinação de uma grade regular 200x200m, ou seja, um ponto a cada 4 ha com profundidade de 0-20 e

20-40 cm, conforme apresentado na Figura 1. Cada ponto foi georreferenciado utilizando aparelho de Sistema de Posicionamento Global, com o sistema de correção diferencial em tempo real via satélite geostacionário, com serviço fornecido pelo próprio fabricante do GPS.

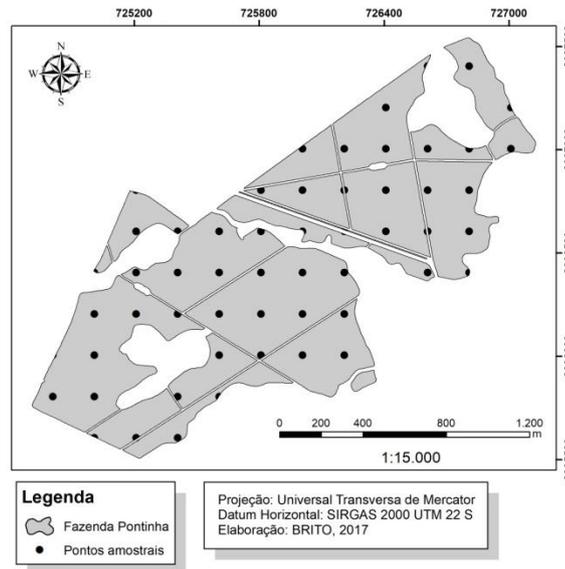


FIGURA 2: Área das coletas das amostras com a grade georreferenciada

Em um raio de um metro em torno de cada ponto amostral foram coletadas cinco amostras simples, tendo como objetivo formar amostra composta para análise química do solo. Em seguida cada foi encaminhada para o laboratório de análise de solos para determinar valores de cálcio(CA), magnésio(Mg), Ph, potássio(K), alumínio(AL), capacidade de troca de cátions(CTC), Argila, matéria orgânica(MO), Saturação por bases(V).

2.4 – ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE NDVI E OS ATRIBUTOS QUÍMICOS

Para realizar a análise dos produtos do índice de vegetação, as imagens foram cruzadas com os mapas de krigagem dos atributos do solo gerados, com sentido de averiguar a correlação dos atributos químicos e físicos do solo com as imagens do índice de vegetação (NDVI).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado variações nos valores médios de NDVI durante o ano de 2016, com queda acentuada nos valores médios a partir de 146 DAP dias após o plantio (Figura 3). Possivelmente estas variações nos valores do NDVI ao longo dos estádios de desenvolvimento da cana, se deu, entre outros fatores, as mudanças fenológicas que ocorrem durante o ciclo da cultura e o regime de chuvas da região.

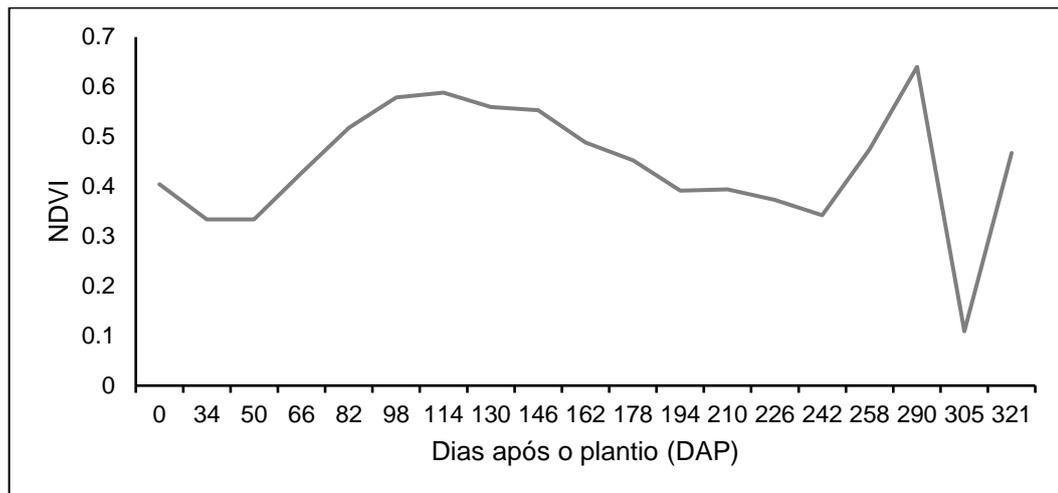


FIGURA 3: Comportamento espectral do NDVI durante o ciclo da cana até 321 DAP.

Souza e Silva (2016) analisaram perfis temporais NDVI em diferentes usos do solo no município de Goiana-PE, e observaram variações do NDVI para a cana-de-açúcar e outras culturas coerentes com o regime de chuvas da região, e afirmam que o ciclo fenológico da cana-de-açúcar pode ser afetado pelo regime de chuvas ao longo dos seus estádios de desenvolvimento.

Em uma área de cana-de-açúcar no Norte Fluminense Esteves et al. (2012) observaram um período de baixa disponibilidade hídrica na região e a sua correlação com as variações dos valores de NDVI, sendo a umidade do solo fortemente relacionada com o índice de vegetação.

Para corroborar com as afirmações dos trabalhos correlatos, ao analisar o regime de chuva da região em estudo (Figura 2), onde vemos a concentração de chuvas nos meses de outubro a março, com pouca ou nenhuma chuva nos meses seguintes, observa-se que o regime de chuvas se concentra em maior quantidade no

mês de janeiro tendo uma má distribuição de chuvas durante esse ano causando uma variação nos valores observados do NDVI.

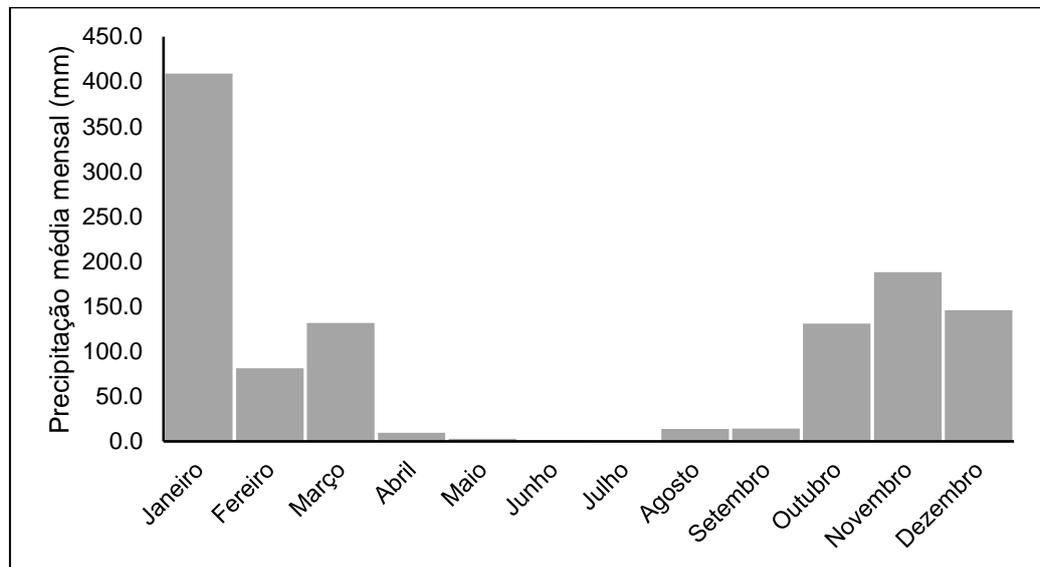


FIGURA 4: Precipitação do ano de 2016 da área de estudo (mm)

Para Junior et al. (2018) onde avaliou a cultivar da cana de açúcar RB867515 de primeiro corte durante o ano agrícola 2013/2014, dividiu-se o ciclo da cana em quatro fases brotação, perfilhamento e crescimento, máximo desenvolvimento e maturação, onde as chuvas se acumulavam nos meses de janeiro a março observou-se que as fases em que a cana de açúcar apresenta maior necessidade hídrica são nas fases de perfilhamento e crescimento 61 a 178 DAP, e o máximo desenvolvimento 179 a 360 DAP, a fase de brotação não houve uma necessidade alta de água por conta da própria cultura ainda está rebrotando.

Esteves et al. (2012) cita em seu trabalho o uso do NDVI para o monitoramento da cana de açúcar de primeiro corte, nos 128 a 149 dias acompanhados observou-se que a cana de açúcar sofreu um estresse hídrico por conta da falta de chuvas no período, resultando em uma queda do NDVI mostrando que ele é relacionado à umidade do solo, pois durante o período de estiagem a cobertura vegetal sofre diretamente os impactos da queda da umidade do solo.

Ribeiro et al. (2015) analisaram as variações de parâmetros biofísicos da cana-de-açúcar em áreas irrigadas por pivô central no município de Jaíba-MG, e observaram durante duas safras (2009/10 e 2011/11) que os valores de NDVI diminuem no sentido das fases de desenvolvimento vegetativo e maturação pois nelas

há uma menor absorção de luz pelas plantas já estarem com tecidos mais desenvolvidos.

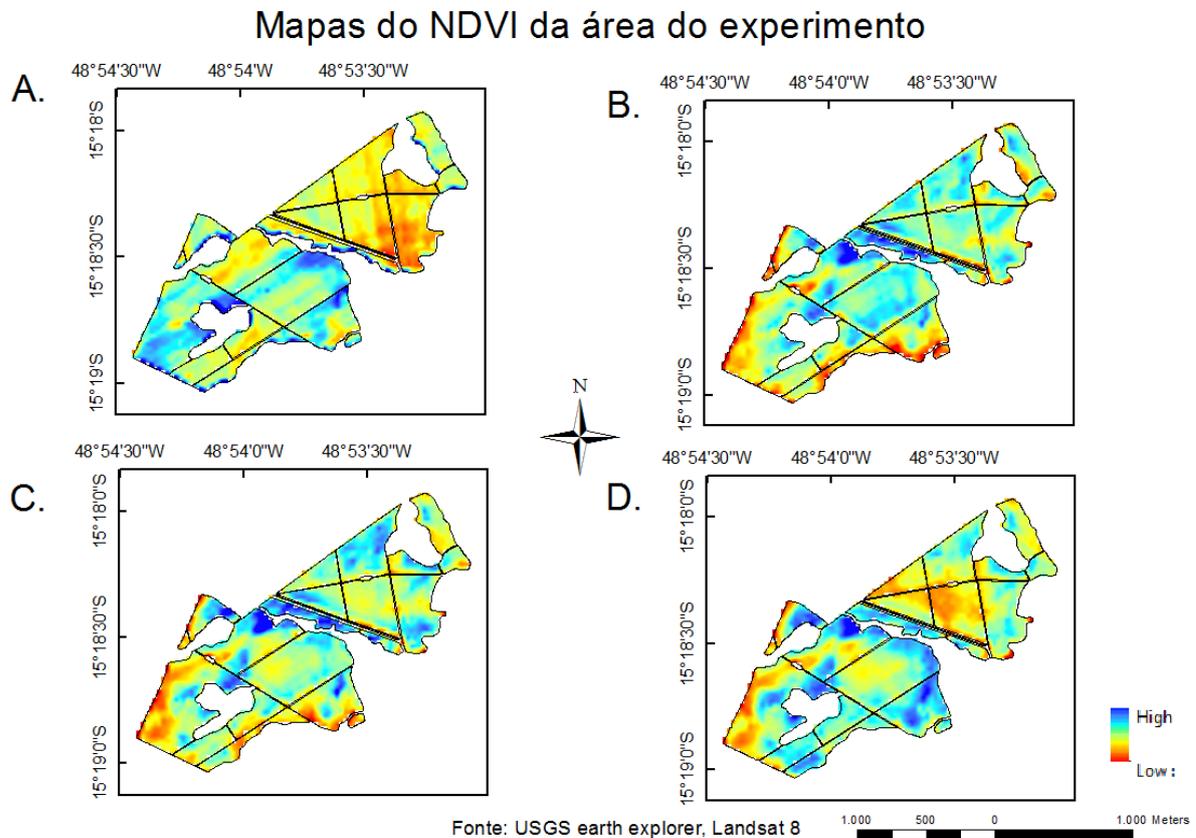


FIGURA 5: Mapa do NDVI da área do experimento: A. avaliação aos 30 DAP fase de brotação, B. Avaliação aos 114 DAP fase de perfilhamento, C. Avaliação aos 146 DAP fase de perfilhamento e crescimento, D. Avaliação aos 242 DAP fase de máximo desenvolvimento.

Foram avaliados os atributos do solo em duas profundidades distintas uma de 0-20 cm e outra de 20-40 cm, cada atributo foi correlacionado com o NDVI em suas respectivas datas. Nota-se que o NDVI apresentou baixa correlação com os atributos avaliados, alguns apresentaram correlação negativa, como exemplo o cálcio, potássio, magnésio, o PH do solo e a saturação de base. Paranhos et al. (2014) cita que o coeficiente de correlação de Pearson varia de 1 a -1, o sinal indica a direção, se a correlação é positiva a reta no gráfico de dispersão será crescente ou negativa a reta será decrescente e o tamanho da variável indica a força de correlação.

Nesse sentido alguns valores apresentaram média correlação com o NDVI, a saturação de base (V%) apresentou valores consideráveis nos primeiros meses de

avaliação. Silva e Morais (2016) demonstra que o aumento da saturação de base no solo eleva o PH, diminui o teor de alumínio e aumenta a concentração de nitrogênio na parte aérea da planta. Conseqüentemente aumentando o teor da vegetação influenciando diretamente nos valores de NDVI.

Zanzarine et al. (2013) esteve avaliando o coeficiente de variação entre o NDVI com os atributos: argila, fósforo (P) e PH; esses valores apresentaram baixa variabilidade. Sendo assim ele concluiu que para correlacionar o NDVI aos atributos do solo usa-se a análise de dependência espacial, pelo o motivo que uma imagem do mesmo sensor de outra data pode influenciar os resultados com diferentes análises.

4. CONCLUSÕES

Os maiores valores médios de NDVI se encontram no estágio de desenvolvimento do perfilhamento e crescimento, época em que a cultura necessita uma maior necessidade hídrica, o NDVI está correlacionado com a umidade do solo pois nesse período em que foi avaliado ainda havia a incidência de chuvas nesse período, tendo uma melhor resposta da cultivar às chuvas aumentando sua vegetação consequentemente elevando os valores do NDVI nessa época.

É possível determinar o comportamento espectral da cana-de-açúcar durante o seu ciclo fenológico a partir das análises de imagens de sensoriamento remoto.

As avaliações do NDVI ocorreram de forma periódica, onde estes obtiveram valores diferentes a cada avaliação, os mapas de krigagem geraram valores absolutos que não se alteraram e para correlacionar os atributos físicos químicos do solo não se mostrou eficaz o método de Pearson obtendo valores de baixa correlação, sendo necessário utilizar outro método para correlação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU K. M. P.; COUTINHO L. M. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem. **VÉRTICES**, Campos dos Goytacazes/RJ, v.16, n.1, p. 173-198, 2014.
- ARAÚJO, G. L.; ALMEIDA T. S.; MANTOVANI E. C.; OLIVEIRA L. A. M.; AZEREDO R. A. Respostas espectrais e análise do índice de vegetação normalizado (NDVI) na cultura do milho irrigado. In: **Anais do Seminário Científico da FACIG**, n. 1. 2017, São José dos Campos SP. 2017.
- BERNARDI, A. C. C; NAIME J. M.; RESENDE A. V.; BASSOI L. H.; INAMASU R. Y. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. 1º edição. Brasília DF. Embrapa Livros técnicos, 2014.
- CARMINATO, L. P.; LEITE, G. T. D.; PAMBOUKIAN, S. V. D. Utilização de Imagens de Sensoriamento Remoto em Projetos de Geoprocessamento. In: **CONGRESSO ALICE BRASIL, vol 5**. 2015, São Paulo SP. 2015. p. 5-5
- CHAVES, M. E. D. **Uso de dados multitemporais de índices de vegetação para a identificação de culturas agrícolas no Triângulo Mineiro/Alto**. Paranaíba-MG. 2014. 107 p. Originalmente apresentado como dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CONAB CNDA. 2017. Acompanhamento da safra brasileira Cana-de-açúcar. v4 - Safra 2017/2018, n. 1 – Primeiro levantamento, abril 2017. Ed. Conab, CONAB. Brasília.
- DE ANDRADE JUNIOR, A. S.; NOLETO, D. H.; BASTOS, E. A.; MOURA, M. S. B.; ANJOS, J. C. R. Demanda hídrica da cana-de-açúcar, por balanço de energia, na microrregião de Teresina, Piauí. **Agrometeoros**, v. 25, n. 1, 2018.
- ESTEVES, B. S.; SOUSA, E. F.; MENDONÇA, J. C.; LOUSADA, L. L.; MUNIZ, R. A.; SILVA, R. M. Variações do albedo, NDVI e SAVI durante um ciclo da cana-de-açúcar no Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.4, p.663-670, 2012.
- FARIAS, M. O.; CANDEIAS, A. L. B.; OLIVEIRA, L. M. M.; ALMEIDA, D. N. O.; JUNIOR, J. R. T. Variabilidade espaço-temporal da cobertura do solo por índices de vegetação e água no Agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 3, p. 091-099, 2017.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação ao Sensoriamento Remoto**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- GIOTTO, E.; CARDOSO, VIANA C. D.; SEBEM E. **Agricultura de Precisão com o Sistema CR Campeiro 7** Volume I. Santa Maria RS: UFSM–Laboratório de Geomática. Editora eletrônica Ministério da Educação. 2013.

- HONDA, B.; JORGE, L. A. C. Computação aplicada a agricultura de precisão. **Revista Científica Eletrônica UNISEB**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, 2013.
- LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. H.; AVANZI, J. C.; UMMUS, M. E. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). **Revista Ambiente e Água**, v. 8, n. 2, p. 204, 2013.
- LIRA V.; SILVA B. B.; NETO J. D.; FARIAS M. S. S.; BEZERRA M. V. C.; FRANCO E. S.; CENTENO, C. R. M. Análise espectral de índice de vegetação em área irrigada com cana-de-açúcar. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 113-120, 2009.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA T.; ROSA A. N. C. S.; SANO E. E.; SOUZA E. B.; BAPTISTA G. M. M.; BRITES R. S. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. vol 1. Brasília DF. UNB/CNPq, 2012.
- MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. **Agricultura de precisão**. 1 ed. São Paulo SP. Oficina de Textos, 2015.
- PARANHOS R., FIGUEIREDO FILHO D. B., ROCHA, E. C., JÚNIOR, J. A.S., NEVES, J. A. B., SANTOS, M. L. W. D. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson: O retorno. **Leviathan**, São Paulo, 2014. Caderno de pesquisa política. n. 8, p. 66-95, 2014.
- PEREIRA, C. C.; MARIANO, Z. F.; WACHHOLZ, F.; CABRAL, J. B. P. Avaliação da temperatura de superfície continental (TSC) e o uso da terra na bacia da usina hidrelétrica de barra dos coqueiros (GO), por meio do sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.18, p.92-107, 2016.
- RIBEIRO R. B.; FILGUEIRAS R.; RAMOS M. C. A.; NASCIMENTO C. R. Análise temporal das variações de parâmetros biofísicos da cana-de-açúcar em Jaíba-MG. **Nativa**, v. 3, n. 3, p. 150-155, 2015.
- SILVA, R. D. C. L.; MORAIS, F. I. O. Interação do fósforo e da saturação por bases na composição mineral da soja e nas características químicas de um argissolo do cerrado de redenção (PA). **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, n. 41, p. 145-155, 2016.
- ZANZARINI, F. V.; PISSARRA T. C. T.; BRANDÃO F. J. C.; TEIXEIRA D. D. B. Correlação espacial do índice de vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM+ com atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 608-614. 2013.