



Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e
Geografia – FAENG
Curso de Graduação em Engenharia Ambiental



ÍNDICES DE VEGETAÇÃO APLICADOS À IDENTIFICAÇÃO DE TIPOS DE CULTURA

Stella de Menezes de Souza

CAMPO GRANDE-MS
Agosto de 2017



Curso de Graduação em Engenharia Ambiental / UFMS



ÍNDICES DE VEGETAÇÃO APLICADOS Á IDENTIFICAÇÃO DE TIPOS DE CULTURA

Stella de Menezes de Souza

Trabalho desenvolvido durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II como parte da avaliação do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Antonio Conceição Paranhos Filho

Coorientador: César Claudio Cáceres Encina

Campo Grande –MS
Agosto de 2017



Curso de Graduação em Engenharia Ambiental / UFMS



ÍNDICES DE VEGETAÇÃO APLICADOS À IDENTIFICAÇÃO DE TIPOS DE CULTURA

Stella de Menezes de Souza

Trabalho desenvolvido durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II como parte da avaliação do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Aprovado em _____ de _____ de _____.

Prof. Dr. ANTONIO CONCEIÇÃO PARANHOS FILHO

Orientador – FAENG/UFMS

Prof. Dr. CÉSAR CLAUDIO CÁCERES ENCINA

Orientador – FAENG/UFMS

Prof. Dr. ALEX MARCEL MELOTTO

Orientador – FAENG/UFMS

Campo Grande –MS
Agosto de 2017

De Souza, Stella de Menezes

Índices de Vegetação Aplicados à Produção de Soja e Milho. Campo Grande, MS: UFMS/Engenharia Ambiental, 2017.

VIII, 31 p.; 30 cm.

Orientador: Antônio Conceição Paranhos Filho

Trabalho de Conclusão de Curso – UFMS/Engenharia Ambiental, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 28-31.

Sensoriamento remoto, 2. Geotecnologias, 3. NDVI. I. Paranhos Filho, Antonio Conceição. II. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Engenharia Ambiental. III. Índices de Vegetação Aplicados à Produção de Soja e Milho.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Gilberto Ferreira de Souza e Neila de Menezes de Souza, que investiram e acreditaram em mim mesmo quando nem eu mesma acreditei.

Ao meu irmão, Fabricio de Menezes de Souza, que por muitas vezes precisou perder algum privilégio para que eu pudesse ser mantida aqui.

Aos meus avós, Humberto, Edir, Walda, Juvenal e Venina (in memoria), tios, primos, e a todos que sempre torceram por mim.

Ao meu professor de matemática, Kaléu Freitas, cujo incentivo e desafios despertaram meu interesse pela engenharia e me trouxeram até aqui.

Esta conquista é nossa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade, sobretudo por me permitir continuar vivendo após o dia 01/05/2016 para seguir minha jornada na Terra, mostrando que ainda tenho muito que aprender e surpreender.

Aos meus pais e familiares por todo apoio, incentivo, compreensão e carinho a mim dedicados.

Aos meus amigos pela compreensão em minhas inúmeras ausências, por não desistirem de mim.

Ao meu orientador, Antonio Paranhos, pela paciência e prontidão de sempre.

Ao coorientador César Cáceres por ser um verdadeiro anjo terrestre em minha jornada de TCC, por sua disposição em ajudar.

Ao Doutor Alex Marcel Melotto por todo o apoio e incentivo, pelas palavras amigas e colaboração.

Agradecemos à APROSOJA MS por disponibilizar os dados necessários para a composição deste trabalho, em especial à engenheira Ana Beatriz Paiva.

Meus sinceros agradecimentos a todos vocês!

RESUMO

Com a crescente utilização do sensoriamento remoto na agricultura de precisão, os índices de vegetação se mostram um instrumento de grande auxílio na análise de dados agrícolas, contrastando áreas de diferentes configurações. Este trabalho objetiva analisar a qualidade de dois importantes índices (NDVI e SAVI) aplicados à produção agrícola de soja e milho, destacando aquele que apresentar maior contraste entre as áreas de solo exposto e cobertura vegetal. Os resultados mostram grande utilidade de tais índices para o manejo agrícola, sendo o NDVI aquele que melhor representa a cobertura vegetal nas imagens.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto; Geotecnologias; NDVI.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	OBJETIVOS	10
2.1.	Objetivo Geral	10
2.2.	Objetivos Específicos	10
3.	JUSTIFICATIVA	11
4.	METODOLOGIA	12
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6.	CONCLUSÃO	24
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos e o desenvolvimento da tecnologia, diversas atividades vem sendo aprimoradas, tornando possível obter maiores informações em um curto intervalo de tempo, que potencializam os processos e aumentam sua qualidade. Cada vez mais são priorizados produtos e serviços que gastem o menor tempo possível para serem processados.

Os avanços tecnológicos tornaram possível o monitoramento da Terra por meio de imagens fornecidas por sensores que utilizam radiação eletromagnética e se localizam a uma distância remota da área de captação. Os sensores trabalham com base em respostas obtidas da interação do material com a radiação eletromagnética. Essa técnica, denominada sensoriamento remoto (PRUIT, 1960 apud MENESES, 2012) possibilita o acompanhamento das mudanças ambientais do planeta. Através do sensoriamento remoto, obtêm-se melhores informações acerca dos recursos terrestres, sendo eles renováveis ou não.

As técnicas do sensoriamento remoto são importantes no campo e várias aplicações podem ser abordadas através delas, como estimativa da biomassa, e produtividade da cultura, monitoramento do estresse hídrico, entre outros. As diversas características que possuem as imagens de sensores remotos possibilitam sua utilização nas mais variadas aplicações, desde estudos globais até estudos pontuais em escalas detalhadas como o ambiente urbano ou a agricultura de precisão (AP) (SHIRATSUCHI et al., 2014).

A agricultura de precisão (LINSLEY e BAUER, 1929 apud EMBRAPA, 2014) é um conjunto de ações voltadas para a gestão e otimização da agricultura, considerando a não uniformidade da produção no espaço e no tempo (MOLIN, 2004). As crescentes demandas de mercado, aliadas ao aumento de concorrência exigem constantes inovações tecnológicas. Assim, as técnicas de sensoriamento remoto apresentam grande relevância por permitirem a obtenção de dados do campo de maneira rápida e à distância, estando presente desde a estimativa da produtividade até o levantamento de déficit hídrico das plantas (SHIRATSUCHI et al., 2014).

As propriedades de refletância de cada faixa do eletromagnético podem ser mais bem avaliadas por meio de índices matemáticos de diferentes bandas

espectrais (ATZBERGER, 2013), que medem as atividades da vegetação utilizando, em especial, as faixas do visível e infravermelho próximo (NIR), que são os chamados índices de vegetação (IVs). Diversos IVs podem ser aplicados conforme as informações que se deseja obter, como quantidade e condições da vegetação, efeitos da exposição do solo, biomassa (BORATTO et al., 2013), entre outros.

De acordo com Boratto *et al.* (2013), a modelagem dos IVs é baseada no comportamento da refletância da vegetação na região do visível, a densidade vegetal interfere diretamente na refletância em função da absorção da radiação pelos pigmentos fotossintetizantes, quanto maior a densidade vegetal, maior a refletância devido ao espalhamento nas diferentes camadas das folhas.

Com o intuito de avaliar a resposta das culturas de soja e milho às radiações eletromagnéticas, foram aplicados os índices SAVI (*Índice de Vegetação Ajustado ao Solo*) e NDVI (*Índice de Vegetação por Diferença Normalizada*). Ambos são os mais citados na literatura e indicados para estudos que analisam o comportamento da vegetação em determinada área. Tais índices medem a resposta da vegetação às radiações do vermelho e infravermelho próximo, e apresentam maiores valores conforme a densidade da vegetação.

O NDVI está fundamentado no comportamento antagônico que as bandas do vermelho e infravermelho próximo apresentam diante da refletância da vegetação. Quanto maior for a densidade de cobertura vegetal em uma determinada área, menor a refletância na região do visível (vermelho) e maior será no infravermelho próximo (PONZONI & SHIMABUKURO, 2007). Os valores de NDVI variam de -1 a 1, onde os valores próximos a 1 representam maior densidade de cobertura vegetal. A água apresenta valores negativos próximos a -1, pois o valor da refletância na banda 3 é maior em relação à banda 4. A vegetação esparsa e rala representa valores positivos, porém, não muito elevados (Melo 2011).

O SAVI possui um melhor desempenho para áreas com baixa cobertura vegetal, e se mostra sensível a variações de tipo de solo (Meneses, 2010).

2. OBJETIVOS

2.1. *Objetivo Geral*

- Avaliar a resposta das culturas de soja e milho, em propriedades na região de Maracaju-MS no ano de 2017, aos índices de vegetação.

2.2. *Objetivos Específicos*

- Identificar os talhões de cultura de soja e milho em propriedades do município de Maracaju-MS;
- Comparar os índices de vegetação e destacar aquele que melhor diferencia os tipos de talhões identificados.

3. JUSTIFICATIVA

O registro de imagens é muito importante no processo de acompanhamento da produção, permitindo a obtenção mais rápida dos dados e com um nível de detalhes mais elevado. A precisão e confiabilidade das imagens geram bons resultados e facilitam o trabalho no campo.

A utilização de imagens de satélite tem se tornado cada vez mais comum, devido ao baixo custo de seus produtos e por permitir acompanhar as mudanças climáticas e prever seus efeitos, além de que a resolução espacial dos sensores torna distâncias mínimas como sendo distintas (ROSENDO, 2005).

A agricultura é uma atividade que apresenta extrema dependência de fatores climáticos e os efeitos desses fatores incidem na produtividade e manejo das culturas (LIMA, 2002). O monitoramento das atividades agropecuárias permite acompanhar o andamento dos plantios e desenvolvimento das culturas, bem como possibilita a adoção de eventuais medidas preventivas que sejam necessárias. Portanto, se mostra uma alternativa muito favorável, uma vez que pode evitar perdas materiais e econômicas com a previsão de mudanças ambientais.

Os índices de vegetação são transformações lineares de bandas espectrais, geralmente na faixa do vermelho e infravermelho próximo, que realçam os componentes espectrais da vegetação e se correlacionam com os parâmetros biofísicos da mesma (EPIPHÂNIO, 1996). São mais sensíveis em relação a parâmetros biofísicos (ASRAR et al., 1984 apud EPIPHÂNIO et al., 1996), como exposição do solo e biomassa, podendo, em alguns casos, minimizar efeitos indesejáveis do solo ou da atmosfera (HUETE et al., 1994 apud EPIPHÂNIO et al., 1996).

5. METODOLOGIA

Área de estudo

A área de pesquisa corresponde a propriedades situadas no entorno do Município de Maracaju, distante cerca de 160 km de Campo Grande, capital do Estado. O município tem uma população estimada em mais de 41 mil habitantes, PIB per capita de 43.180 e economia concentrada na agropecuária (IBGE, 2010), destacando-se dentro e fora do estado.

Localiza-se a uma latitude 21°36'52" Sul e a uma longitude 55°10'06" Oeste, e seu solo predominante é o latossolo de textura argilosa, com fertilidade variável. Possui ainda uma altitude de 384 m, por possuir parte formada em região de planalto, apresenta fortes tendências à erosão e assoreamento. O clima de influência é o tropical úmido e sub-úmido, com temperaturas entre 20°C a 24°C (Prefeitura de Maracaju, 2017).

Foram analisadas 30 propriedades para cada caso, e as imagens utilizadas foram registradas entre 2 e 3 meses após o plantio, data em que se pode observar uma maior presença de vegetação.



Figura 1 - Localização do município de Maracaju – MS. Fonte: IBGE (2010)

Aquisição e Processamento de imagens

Para a composição deste trabalho foram adquiridas imagens gratuitas do sensor Landsat-8 em formato GeoTIFF, sendo utilizadas a imagem de 09/01/2017 para análise de soja e a imagem de 15/04/2017 para estudo da cultura do milho. a fim de compor os dados necessários para aplicação de índices de vegetação. As imagens foram adquiridas no site da USGS (<https://www.usgs.gov/>), e a cena utilizada foi a órbita 225 ponto 75, que abrange todas as propriedades analisadas. Serão adotados índices de vegetação para aplicações agrícolas, que medem o desenvolvimento de parâmetros biofísicos ao longo do tempo. Ambas as imagens serão submetidas aos índices.

Os dados das 60 propriedades (ao todo) foram obtidos por colaboração da APROSOJA MS. Foram disponibilizados dois arquivos, um deles relacionado ao cultivo de soja e outro referente ao cultivo de milho. Os arquivos continham as coordenadas geográficas das propriedades, bem como seus nomes e datas de início de plantio. Para as plantações de soja, o início de plantio em todas as propriedades variava entre os dias da segunda quinzena do mês de outubro de 2016. O plantio de milho teve início na primeira quinzena de fevereiro de 2017 em todas as propriedades.

Através dessas informações foi possível estimar que cerca de dois meses após o plantio era o tempo adequado para a data das imagens que seriam adquiridas para composição das cenas. As datas das imagens relacionadas às produções de soja e milho, respectivamente, são: 09/01/2017 e 15/04/2017. O plantio de soja em 2016 se iniciou no segundo semestre do mês de outubro para todas as propriedades escolhidas. O plantio de milho teve início na primeira quinzena de fevereiro do ano de 2017.

O Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) foi proposto por Huete e Jackson em 1987 e apresenta a seguinte equação:

$$\text{SAVI} = ((\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red} + \text{L})) * (1 + \text{L})$$

Onde:

L: sensibilidade do índice a variações de refletância dos tipos de solo;

NIR: Fluxo radiante no infravermelho próximo;

Red: Determina o fluxo radiante na região do visível.

Para áreas de cobertura vegetal intermediária, L é tipicamente em torno de 0,5, já para áreas com baixa densidade de cobertura vegetal o valor de L é de 0,25 e, em áreas de baixa cobertura, adota-se 1. Para este trabalho foram realizados testes com as três opções de valores de L e foi escolhido o valor de 0,25 por apresentar os melhores resultados, já que nas datas das imagens a vegetação se mostra bastante densa. O fator (1 + L) assegura que o intervalo de valores de SAVI seja entre -1,5 e 1,5 (Meneses, 2014).

Também foi utilizado o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Para o cálculo foram utilizadas as bandas correspondentes às faixas do vermelho e infravermelho próximos ao espectro eletromagnético. Para o cálculo do índice de vegetação foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$$

Onde:

NDVI: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada;

NIR: Refletância correspondente à banda do infravermelho próximo;

R: Refletância correspondente à banda do vermelho.

Para o processamento digital da cena será utilizado o QGIS 2.8.2 (SUTTON, 2009), um *software* livre e gratuito que apresenta várias funções, entre elas a edição das imagens adquiridas.

No QGis (SUTTON, 2009), realizou-se a união das bandas B1 a B7, e mudança do sistema de referência de coordenadas para autm zone 21 S. A composição foi feita em multibanda colorida, com as bandas 5, 6 e 4 para os itens Banda vermelha, Banda verde e Banda azul, respectivamente.

Os cálculos dos índices de vegetação foram feitos através da função *Calculadora raster* do QGis. Tanto para o cálculo do NDVI como para o SAVI, as

bandas utilizadas foram banda 5 que corresponde ao infravermelho próximo e banda 4 correspondente ao vermelho do espectro eletromagnético.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram uma área bastante densa de vegetação (Figuras 2 e 3) para os meses escolhidos para análise, os cálculos apresentam-se dentro dos valores esperados. Para a constante L no índice SAVI, o valor de 0,25 (vegetação altamente densa) foi o que apresentou resultados mais próximos em comparação aos dados de NDVI (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

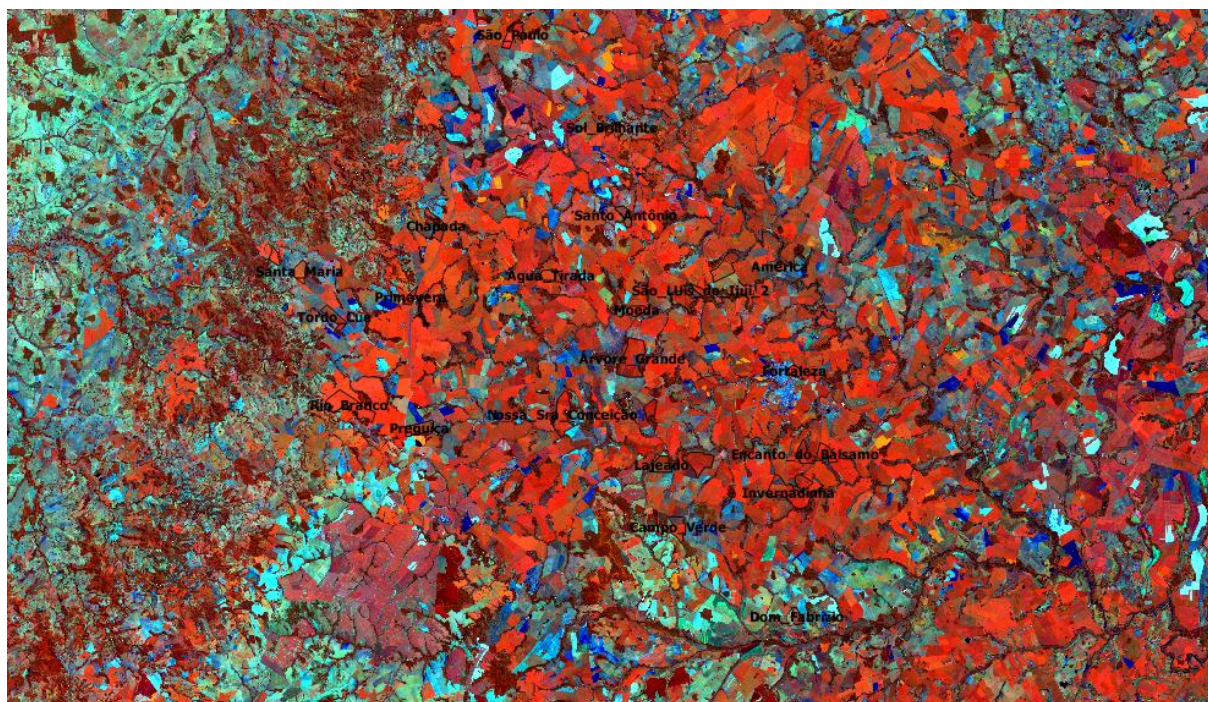


Figura 2 - Composição multibanda colorida para a área de estudo, correspondente à imagem tirada em 15/04/17.



Figura 3 - Composição falsa-cor para análise da área em estudo, correspondente à imagem captada em 09/01/2017.

Para o cultivo de milho, o NDVI apresentou-se com valores médios entre 0,43 e 0,52 (Tabela 1). Os valores de soja ficaram aproximadamente entre 0,47 e 0,63 (Tabela2).

NOME	MÉDIA
Faz Sol Brilhante	0.42702780772875
Faz Santo Antônio	0.43295014921261
Faz Lajeado	0.44100483381886
Faz Dom Fabrizio	0.44316873222952
Faz Tordo Cue	0.44518140740936
Faz Conquista	0.4479737983478
Faz Campo Verde	0.44867969614414
Faz Chapada	0.45123360376483
Faz Árvore Grande	0.45378099849205
Faz Boa Esperança	0.45460951125877
Faz Preguiça	0.46279249664544
Faz São Luis do Ijuí	0.46703261755416
Faz Água Boa	0.46829624137066
Faz Barro Preto	0.47242845073213
Faz Santa Maria	0.47404174463333
Faz Invernadinha	0.47760820396489
Faz Floresta 2	0.47933717254722
Faz Encanto do Bálamo	0.48233962352164
faz Ibiatan	0.4840687807019
Faz N Sa Conceição	0.48564326125691
Faz Água Tirada	0.49251676831336
Faz São Luis do Ijuí 2	0.49626223553253
Faz América	0.49743897915415
Faz Primavera	0.50337824437792
Faz Moeda	0.50479394915807
Faz Capão da Folha	0.51096252555595
Faz São Paulo	0.51430380129379
Faz Rio Branco	0.51825063116998
Faz Bálamo	0.51963845445912
Faz Fortaleza	0.52119271092724

Tabela 1 - Valores médio de NDVI para propriedades com cultivo de milho.

NOME	MÉDIA
Faz Santo Andre	0.47269813469173
Faz Pejusara	0.48537914470356
Faz Santa Lucia	0.51845277933949
Faz Guariroba	0.55688666958187
Faz Capão Alto	0.55764281641444
Faz Santa Maria	0.5612197442747
Faz Serenata	0.56276456785856
Faz Comporta	0.56611335583449
Faz Santa Sofia	0.5682416999765
Faz Primeiro de Maio	0.56918880067553
Faz Frutal	0.5729257793541
Faz São Francisco 2	0.57706696484437
Faz Bandeira	0.57948155644948
Faz Estancia Maracaju	0.5823374543947
Faz Ibyata	0.58310834870223
Faz Ijuí	0.58596151033262
Faz Genipapo	0.59139742842862
Faz Estancia Nova	0.59713098331632
Faz Estancia Nova 10	0.59713098331632
Faz Capão da Folha	0.59724886490045
Faz Socorro	0.59813064823574
Faz 2 Irmãos	0.59977149134585
Faz Anhumas	0.60040312292305
Faz Boa Esperança	0.60175898895276
Faz Moeda	0.60765290022293
Faz São Thomaz	0.60767614163515
Faz Monte Alto	0.60845256114558
Faz Alvorada	0.61438890110377
Faz Primavera	0.62617146463785
Faz Luana	0.63299267901423

Tabela 2 - Valores médios de NDVI para propriedades com cultivo de soja.

O SAVI apresentou, em relação ao cultivo de milho, valores médios entre 0,53 e 0,65 (Tabela 3). Para o cultivo de soja, os valores aproximados foram entre 0,59 e 0,79 (Tabela 4).

Faz Sol Brilhante	0.53377936906017
Faz Santo Antônio	0.5411821683133
Faz Lajeado	0.5512503528032
Faz Dom Fabrizio	0.55395537585986
Faz Tordo Cue	0.55647121045916
Faz Conquista	0.55996171106812
Faz Campo Verde	0.5608440687423
Faz Chapada	0.56403641940902
Faz Árvore Grande	0.56722057517758
Faz Boa Esperança	0.56825621942445
Faz Preguiça	0.57848491511655
Faz São Luis do Ijuí	0.58378495528112
Faz Água Boa	0.5853644216807
Faz Barro Preto	0.59052966880117
Faz Santa Maria	0.59254658504655
Faz Invernadinha	0.597004479125
Faz Floresta 2	0.59916559331708
Faz Encanto do Bálsamo	0.60291858642124
faz Ibiatan	0.60508031130125
Faz N Sa Conceição	0.60704831704027
Faz Água Tirada	0.61564015357493
Faz São Luis do Ijuí 2	0.62032189848747
Faz América	0.62179290300306
Faz Primavera	0.62921700610173
Faz Moeda	0.63098659728509
Faz Capão da Folha	0.63869747069977
Faz São Paulo	0.64287399692974
Faz Rio Branco	0.64780752470359
Faz Bálsamo	0.64954206372742
Faz Fortaleza	0.65148496133582

Tabela 3 - Valores médios de SAVI (L = 0,25) para as culturas de milho.

NOME	MÉDIA
Faz Santo Andre	0.59086817076154
Faz Pejusara	0.60671931550358
Faz Santa Lucia	0.64806082286967
Faz Guariroba	0.69610320567542
Faz Capão Alto	0.69704801517202
Faz Santa Maria	0.70152012346623
Faz Serenata	0.70345032658911
Faz Comporta	0.7076368649899
Faz Santa Sofia	0.71029691236148
Faz Primeiro de Maio	0.71148065190484
Faz Frutal	0.71615210729253
Faz São Francisco 2	0.72132864166692
Faz Bandeira	0.72434651398012
Faz Estancia Maracaju	0.72791659845266
Faz Ibyata	0.72888009864237
Faz Ijuí	0.73244713319919
Faz Genipapo	0.73924152922462
Faz Estancia Nova	0.74640864603853
Faz Capão da Folha	0.74655566667259
Faz Socorro	0.74765786794774
Faz 2 Irmãos	0.74970931059271
Faz Anhumas	0.75049874911398
Faz Boa Esperança	0.75219321016945
Faz Estancia Nova 10	0.75554332604707
Faz Moeda	0.75956096242478
Faz São Thomaz	0.75958991360118
Faz Monte Alto	0.76056086143761
Faz Alvorada	0.76798096295327
Faz Primavera	0.78270901159384
Faz Luana	0.79123549706581

Tabela 4 - Valores médios de SAVI (L = 0,25) para cultivos de soja.

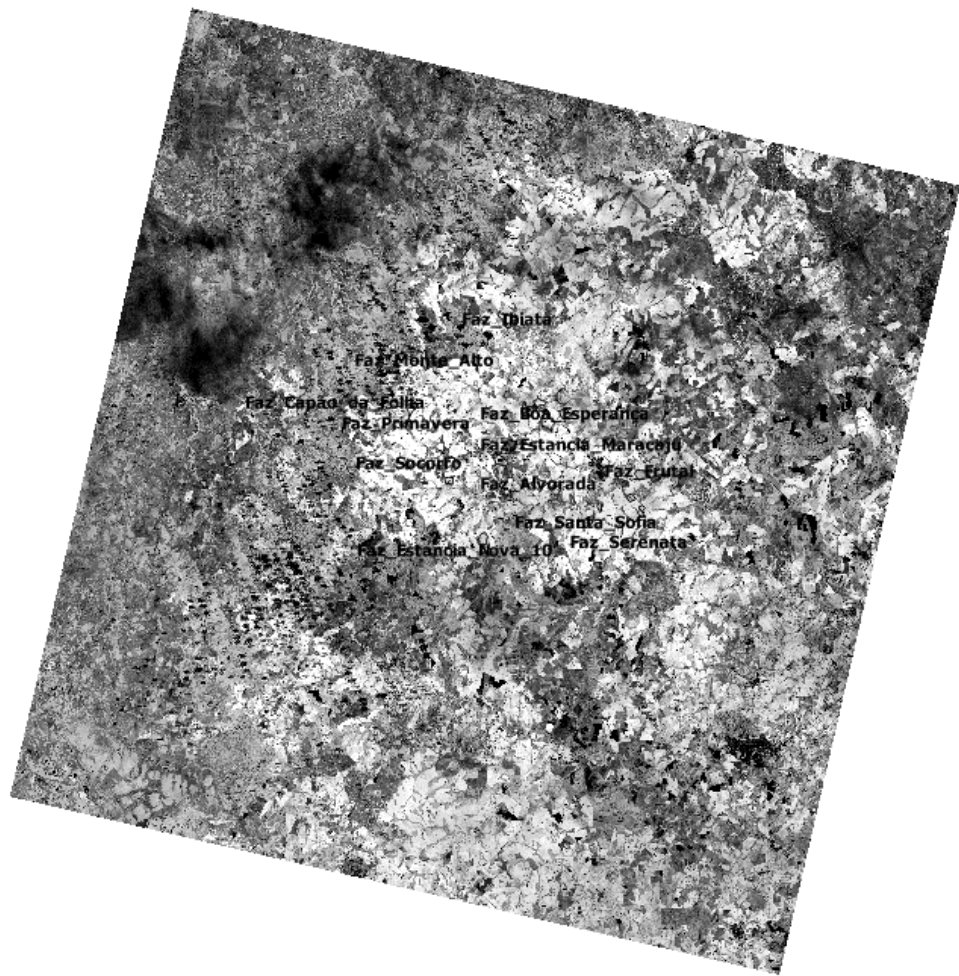


Figura 4 - NDVI aplicado á cena correspondente ao cultivo de soja.

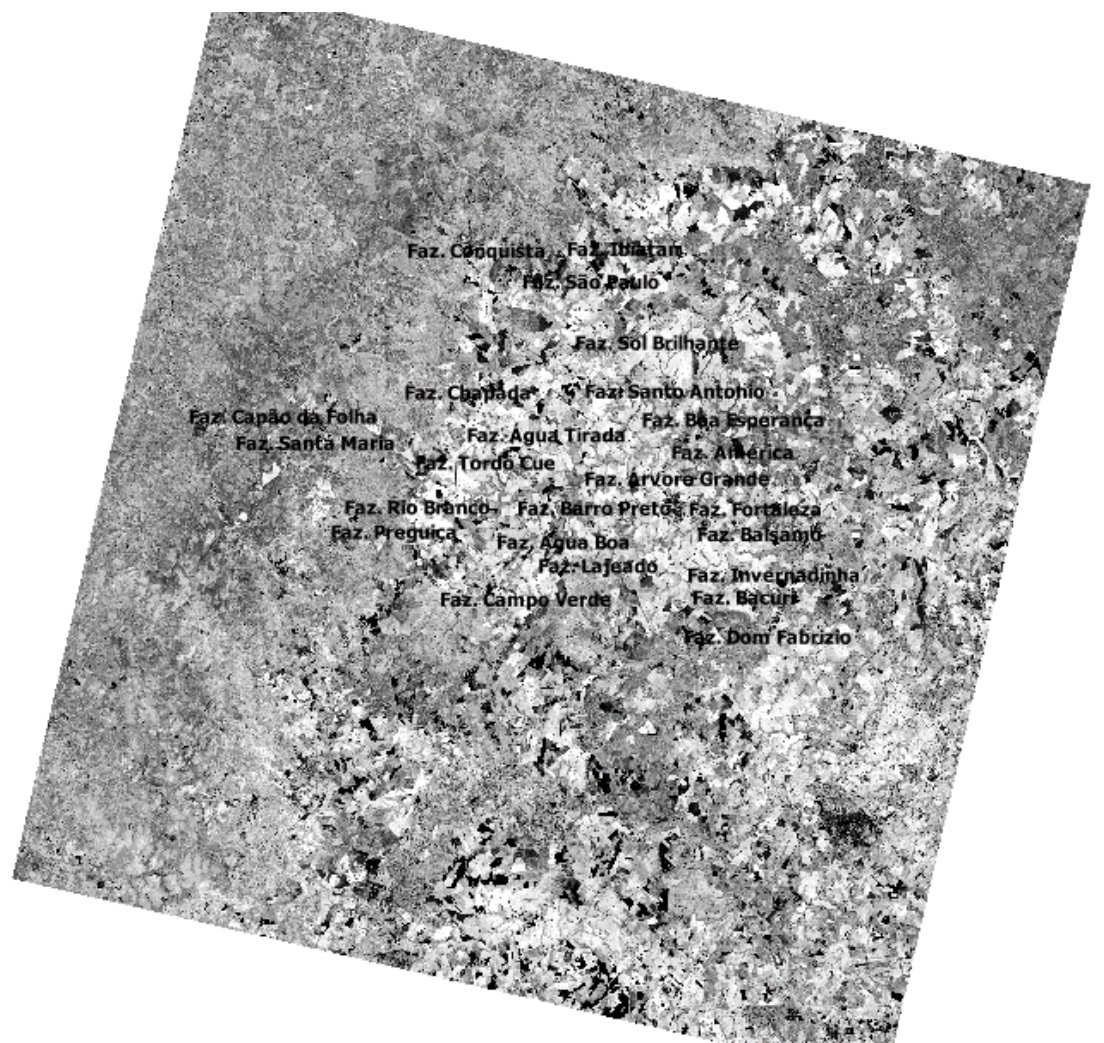


Figura 5 - NDVI aplicado à cena correspondente ao cultivo de milho.

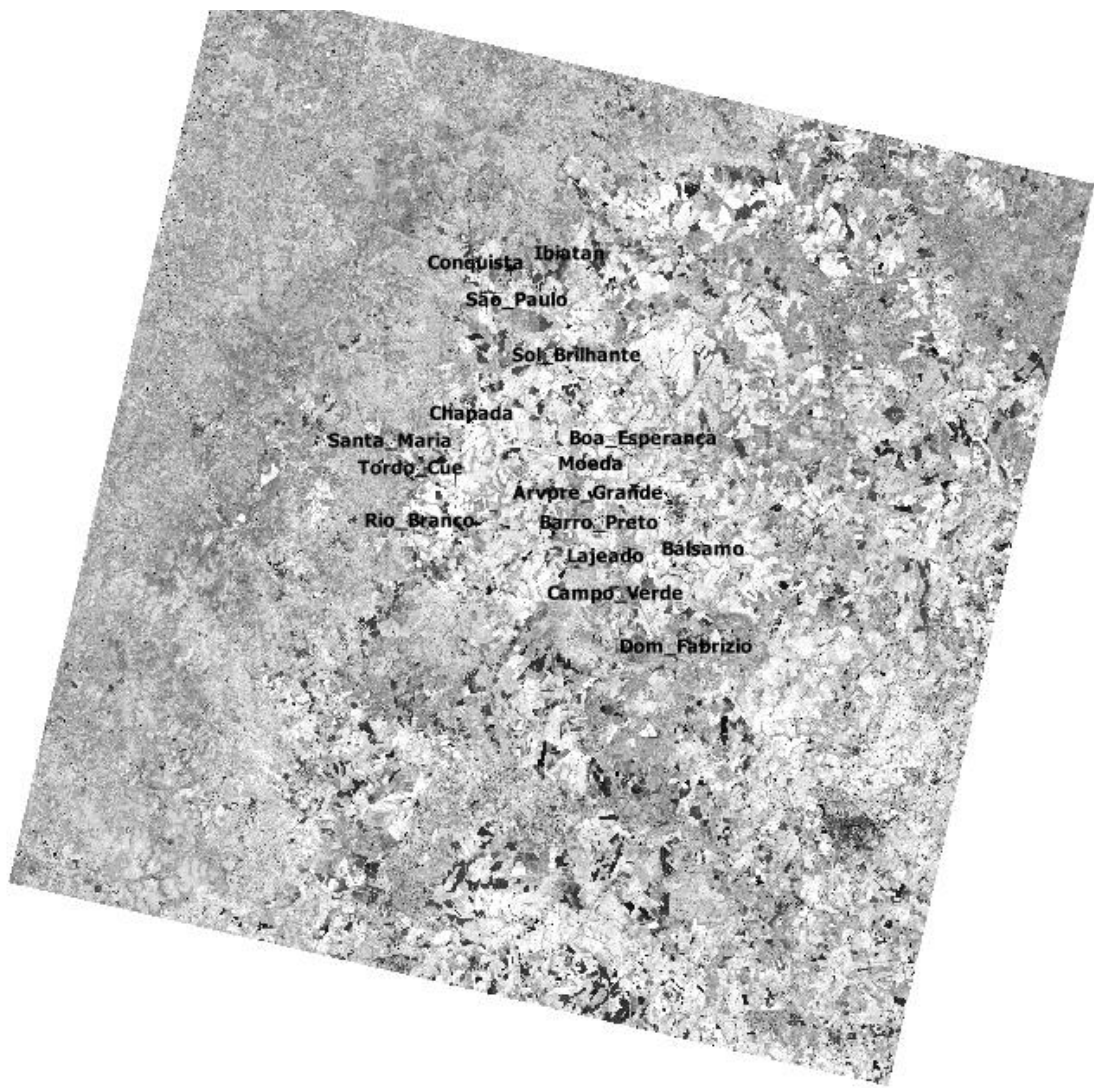


Figura 6 - SAVI aplicado à banda correspondente ao cultivo de milho.

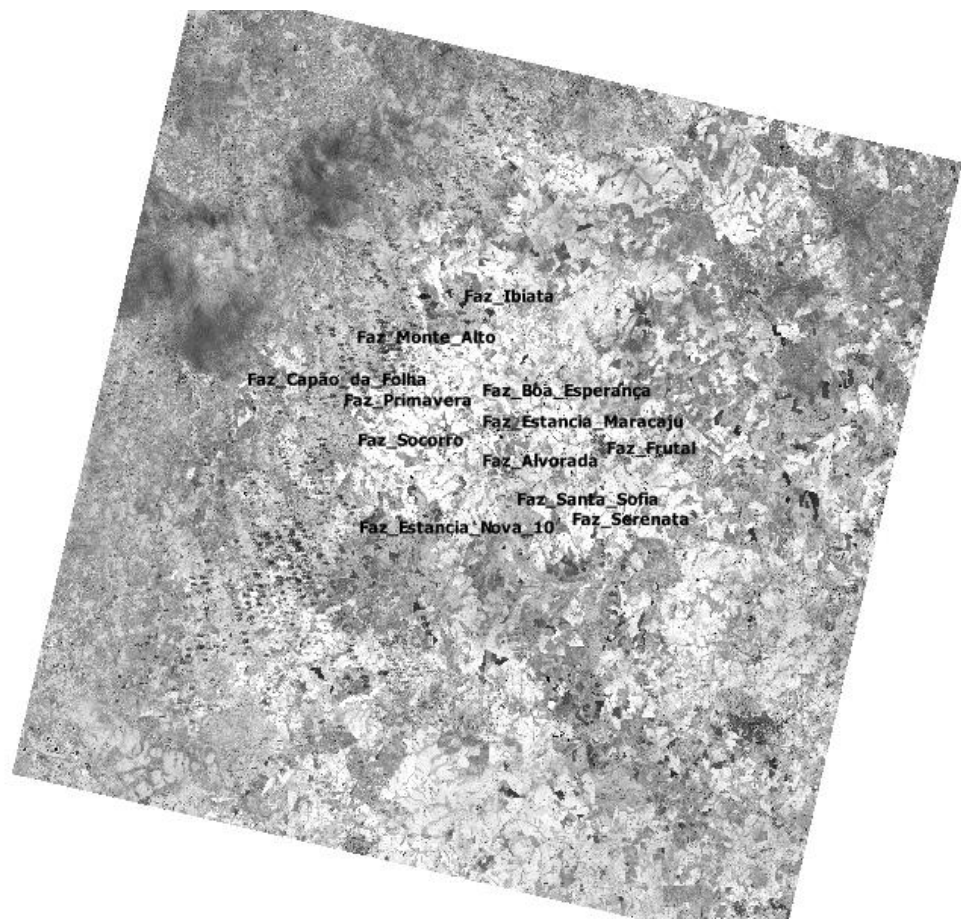


Figura 7 - SAVI aplicado à cena correspondente ao cultivo de soja.

7. CONCLUSÃO

A composição falsa-cor aplicada em ambas as cenas permite visualizar a presença de uma boa quantidade de cobertura vegetal. Os índices mostram uma alta densidade de vegetação e o SAVI foi o índice com maiores valores médios (Tabelas 3 e 4).

As imagens permitem concluir que o NDVI exibe maior distinção entre solo exposto e solo coberto com vegetação (Figuras 4 e 5) em relação ao SAVI (Figuras 6 e 7). Portanto, o NDVI é o9 índice mais indicado para este tipo de estudo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASRAR, G. Theory and applications of optical remote sensing. New York : Wiley, 1984.734 p.

BERNARDI, Alberto Carlos de Campos et al., editores técnicos. Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Brasília, Embrapa, 2014.

BORATO, 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, INPE, 13-18 de abril de 2013, p. 7345-7352.

CLEMENTE, F. M. V. T. Fertirrigação. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000gn0jymr102wx5ok0liq1mqjo4zj5h.html>. Acesso em 20 de março de 2017.

EPIPHÂNIO, J.C.N.; GLERIANI, J.M.; FORMAGGIO, A.R.; RUDORFF, B.F.T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.31, p.445-454, 1996.

Fundação MS: <http://www.fundacaoms.org.br/a-fundacao/a-instituicao>. Acesso realizado em 29 de março de 2017.

HUETE, A.R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25:295-309, 1988.

HUETE, A.R., 1988. Development of vegetation indices for MODIS-DOS. Remote Sensing of Environment, v.49, n.3, p.224-234, 1994.

GAMARRA, R. M.; Geotecnologias na análise da estrutura e dinâmica da paisagem do Parque Estaduas das Nações do rio Taquari-MS. 2013. 112p. Tese (Doutorado em ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2013.

GIONGO, P.R. Mapeamento do balanço de energia e evapotranspiração diária por meio de técnicas de sensoriamento remoto. 2011. 122 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE:
<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=500769&search=mato-grosso-do-sul|sao-gabriel-do-oeste>. Acesso realizado em 29 de março de 2017.

Introdução ao Sensoriamento Remoto – INPE. Disponível em:
<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>. Acesso realizado em 20 de março de 2017.

LIMA, M. A. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. Cadernos de Ciência e Tecnologia, 19:451-472, 2002.

MELO, E. T., Sales, M. C. L., Oliveira, J. G. B.; Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental

da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE. O Espaço Geográfico em Análise, Revista do Departamento e Programa de Pós-Graduação - Mestrado e Doutorado em Geografia da Universidade Federal do Paraná apoio Especialização em Análise Ambiental - DGEOG – UFPR. RA'E GA 23 (2011), p. 520-533. Curitiba – UFPR.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. D. Introdução ao Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. BRASÍLIA. 2010.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação. São José dos Campos: A. Silva Vieira Ed., 2007. 127 p.

ROSENDO, J. S. Índice de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do Rio Araguari – MG utilizando dados do sensor MODIS. 2005. 152. p. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) – Universidade de Uberlândia, MG, Uberlândia, 2005.

SANTIAGO, M. M.; SILVA, H. A.; GALVINCIO, J. D.; OLIVEIRA, T. H. Análise da Cobertura Vegetal Através dos Índices de Vegetação (NDVI, SAVI e IAF) no Entorno da Barragem do Botafogo-PE. Anais XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 25-30 abril, 2009, Brasília-DF, Brasil. INPE, p.3003-3009.

SHIRATSUCHI, L. S.; BRANDAO, Z. N.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. de C.; DUCATI, J. R.; OLIVEIRA, R. P. de; VILELA, M. de F. Sensoriamento remoto: conceitos básicos e aplicações na agricultura de precisão. Revista EMBRAPA, Brasília-DF, 2014.

SILVA, A, O. A fertirrigação e o processo de salinização de solos em

ambiente protegido. Revista Nativa Pesquisas Agrárias e Ambientais, Sinop, v. 2, n. 3, p. 180-186, 2014

SILVA, M. V. R.; CHAVES, J. M.; VASCONCELOS, R. N.; DUVERGER, S. G. Aplicação do índice de vegetação ajustado ao solo – SAVI para a identificação de fragmentos de caatinga em cultivos de *Agave sisalana* Perrine na região Semiárida do Brasil. Anais XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENT

SOARES, J. M.; BASSOI, L. H.; PINTO, J. M. Manejo da Fertirrigação. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_53_24112005115222.html. Acesso em 20 de março de 2017.