

Índice de Condição da Vegetação (VCI) para mapeamento de seca no Norte do Estado de Minas Gerais

Adriana Aparecida Moreira¹
Laurindo Antonio Guasselli¹
Luiz Carlos Pinto da Silva Filho¹
Alice César Fassoni de Andrade¹
Diniz Carvalho de Arruda¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto
Caixa Postal 15.044 - Av. Bento Gonçalves, 9.500 – 91.501-970.
Porto Alegre, RS/Brasil.

moreiradriana00@gmail.com; laurindo.guasselli@ufrgs.br; lcarlos66@gmail.com;
alice.fassoni@gmail.com; dinizcarvalho88@hotmail.com

Abstract. The North of Minas Gerais has similar physical conditions to the Northeast states of Brazil, and as such, suffers from droughts and negative impacts caused by it, whether environmental, economic or social. Thus, the acquisition of data about such extreme events is very important for planning strategies of living, in order to mitigate the impacts. Remote Sensing has presented methodologies for studies of extreme events. From the synoptic view provided by satellite images, it is possible an understanding of the dynamics of land cover, collecting relevant information for assessing the occurrence and intensity of the drought. Among the methodologies currently available, it is the vegetation condition index (VCI), which aims at monitoring the drought, with the assumption that the vegetation vigor is affected by climate change. The objective of this work is the mapping of drought in North Minas Gerais, using the index of vegetation condition over the year 2013. The results show a good relationship between VCI and rainfall data. The VCI was successful in indicating the onset of drought, intensification and end event and pointed to the microregion of Janaúba as the most frequently affected by drought from 2013.

Palavras-chave: Remote Sensing, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Climate Change.

1. Introdução

O Norte do Estado de Minas Gerais se assemelha muito, do ponto de vista das secas, aos estados da região Nordeste do Brasil. Essa região se caracteriza como uma área de baixo índice pluviométrico, distribuição irregular de chuvas e de longos períodos de seca (AZEVEDO, 2009). Devido a região estar sujeita a repetidos e prolongados eventos de seca, o Norte de Minas está incluído no Polígono das Secas.

A seca no Norte de Minas Gerais tem como característica a queda dos índices pluviométricos para níveis sensivelmente inferiores aos da normal climatológica, de forma a comprometer a disponibilidade hídrica, resultando em falta d'água para as atividades humanas e prejuízos econômicos (MINAS GERAIS, 2013). De acordo com Peters *et al.* (2002), a seca se apresenta como um dos maiores desastres naturais que impactam setores econômicos, sociais e o meio ambiente de países em todo o mundo.

Uma definição global para seca ainda é de difícil formulação, no entanto, a seca vem sendo definida como uma deficiência de precipitação durante um período prolongado de tempo, resultando em escassez de água para algumas atividades humanas (LEIVAS *et al.*, 2014).

No que diz respeito a severidade de um evento de seca, Sousa Junior *et al.* (2010), enfatizam que este aspecto não pode ser associado apenas a redução da precipitação, da sua duração e da área afetada, mas que também devem ser considerados aspectos relacionados com a demanda do recurso hídrico para a permanência dos sistemas naturais e para o

desenvolvimento de atividades antrópicas. Desta forma, seria possível expressar o quanto o evento de seca se apresenta severo.

Considerando os impactos causados ao meio ambiente, a economia e a sociedade a cada evento de seca, torna-se importante entender a dinâmica destes eventos, desde seu início, sua intensificação, término e extensão. Desta forma, seria possível propor estratégias de planejamento que visam a mitigação dos impactos negativos associados às secas.

O Sensoriamento Remoto tem apresentado formas alternativas para estudos de eventos extremos. A partir da visão sinóptica, proporcionada pelas imagens de satélite, é possível a compreensão da dinâmica da cobertura terrestre e o monitoramento das estações chuvosas e secas de uma determinada região. E assim subsidiar informações que possam auxiliar na redução dos impactos e definição das estratégias de mitigação de eventos de secas.

Os dados provenientes do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), a bordo do satélite TERRA (EOS AM-1), possuem características que contribuem para melhorar a compreensão da dinâmica global e dos processos que ocorrem na superfície terrestre. O sensor MODIS, por fornecer uma fonte de dados contínuos pode então ser empregado no desenvolvimento de metodologias para o monitoramento da seca, utilizando para isso, índices derivados do NDVI, como o Índice de Condição da Vegetação (VCI) (KOGAN, 1995; COLEVE, 2011; ZHANG e JIA, 2013).

O Índice de Condição da Vegetação (VCI) foi desenvolvido por Kogan (1995) e visa o fornecimento de informações de valores de NDVI em relação a sua máxima amplitude, utilizando informações temporais de NDVI. De acordo com Du *et al.* (2013), as mudanças da vegetação influenciadas por mudanças climáticas não podem ser facilmente detectadas pelo emprego direto do NDVI. Nesse sentido foi desenvolvido o VCI, com o intuito de controlar as diferenças locais na produtividade do ecossistema.

O emprego do VCI para o monitoramento de seca está que o vigor vegetativo é afetado pela variação climática. Desta forma, em determinada região e estação climática extremamente seca, irá enfraquecer o crescimento da vegetação, levando a um menor NDVI em observações de vários anos. Por outro lado, um NDVI maior irá representar uma condição climática ótima.

Utilizando dados de NDVI/MODIS, objetiva-se com este trabalho o mapeamento de seca no Norte do Estado de Minas Gerais, empregando o Índice de Condição da Vegetação (VCI) ao longo do ano de 2013.

2. Materiais e Métodos

A mesorregião Norte de Minas Gerais, se encontra delimitada pelas coordenadas geográficas 46°40' W 14° 0' N e 41°20' E e 18°0' S, ocupando aproximadamente uma área de unidade territorial de 128.454 km², compreendendo 89 municípios, divididos em sete microrregiões: Bocaiúva, Grão Mogol, Janaúba, Januária, Montes Claros, Pirapora e Salinas. A economia da região está baseada na pecuária e no extrativismo (IBGE, 2001).

O Norte de Minas Gerais apresenta características físicas semelhantes às da região Nordeste do Brasil, possui temperaturas elevadas, irregularidade pluviométrica e com a ocorrência de secas. Neste contexto, o Norte de Minas é considerado uma região de transição entre o Nordeste e o Sudeste do Brasil, com características socioeconômicas e climáticas semelhantes àquelas do Nordeste e inserido geograficamente da região Sudeste do Brasil (SILVA, 2012). A Figura 1 apresenta a localização do Norte de Minas Gerais e suas divisões de microrregiões.

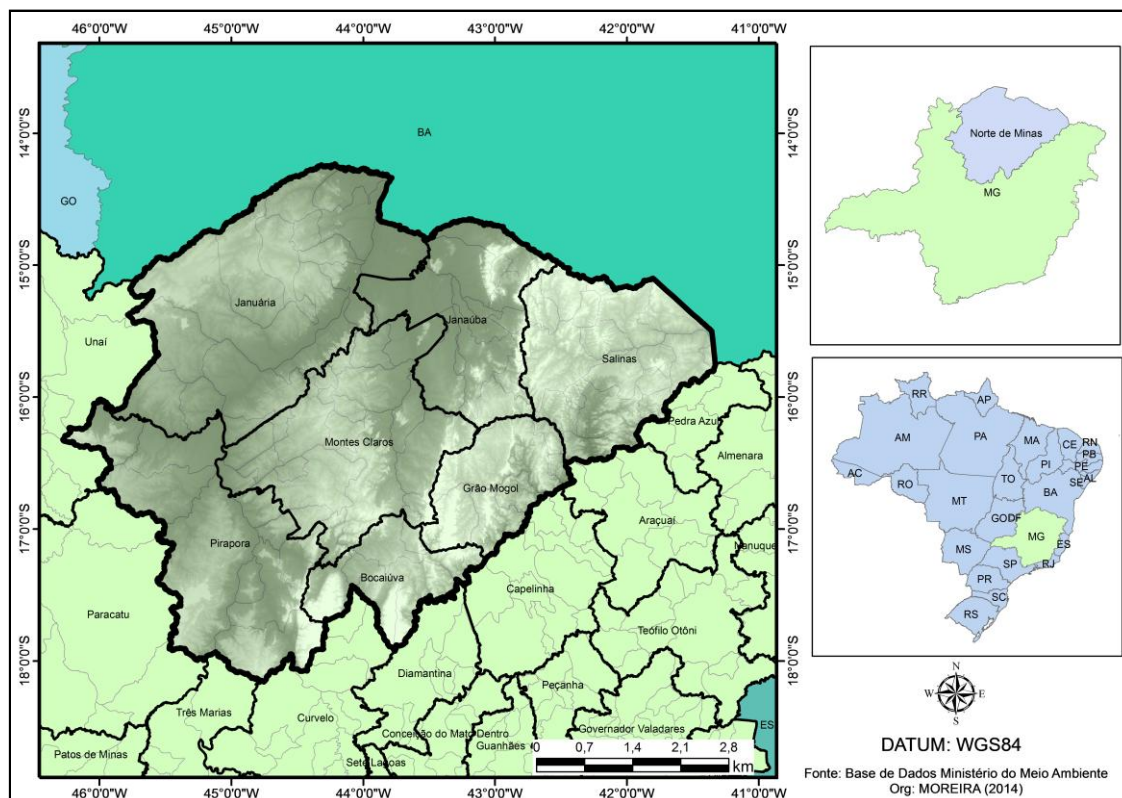


Figura 1: Localização do Norte de Minas Gerais.

Para a realização deste estudo foram utilizadas cenas do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), correspondente ao Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index - NDVI*), do produto MOD13Q1, de resolução espacial de 250 metros, de *tiles* h13v10 e h14v10 coleção 5, disponíveis em *Earth Observing System Data Gateway*.

Foram utilizadas cenas NDVI/MODIS de composição de 16 dias, que abrangeram um período de janeiro de 2003 a dezembro de 2013 e as informações destas cenas foram extraídas para serem usadas no mapeamento das áreas afetadas pela seca no ano de 2013 no Norte do Estado de Minas Gerais.

As cenas NDVI obtidas na projeção sinusoidal e em formato HDF (*Hierarchy Data Format*), foram reprojatadas para projeção Geográfica e formato Geotiff, utilizando o *software* livre *Modis Reprojection Tool* (MRT).

Após o processamento dos dados no *software* MRT, as cenas de NDVI/MODIS foram escalonadas para valores entre -1 e 1. Posteriormente foram geradas composições de máximo e mínimo NDVI de cada mês, considerando os valores de NDVI do mesmo mês no intervalo de janeiro de 2003 a dezembro de 2013.

Aplicou-se a equação de Índice de Condição da Vegetação (VCI) para cada mês do ano de 2013, empregando a equação 1.

$$VCI = (NDVI_j - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) * 100 \quad (1)$$

Onde: $NDVI_{max}$ e $NDVI_{min}$ são valores de NDVI máximo e mínimo do período de janeiro de 2003 a dezembro de 2013.

$NDVI_j$ são os valores médios de NDVI de cada mês do ano de 2013.

Os valores são expressos entre 0 e 100, sendo que VCI foi desenvolvido para apresentar os resultados em porcentagem. Adotando Covele (2011), a partir do resultado do cálculo do VCI, foram consideradas as seguintes classes: classe 1: extremamente seco (0 a 20 %), classe

2: seco (20 a 40%), classe 3: condição normal (40 a 60%), classe 4: condição boa (60 a 80%) e classe 5: condição ótima (80 a 100%) para elaboração dos mapeamentos mensais de seca ao longo do ano de 2013 para o Norte de Minas.

Por fim, foram coletados mapas mensais de precipitação acumulada, disponíveis pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

3. Resultados e Discussão

Os mapeamentos obtidos por meio do emprego do VCI a partir de dados NDVI/MODIS, representam as variações da porcentagem de NDVI em relação a sua máxima amplitude para o Norte de Minas. A variação dos mapeamentos mostra indicações condições de extremamente seco até uma condição ótima. Nas áreas com condições extremamente seca ou condição seca, são identificadas nos mapeamentos pelas classes 1 e 2, respectivamente, uma condição normal é indicada pela classe 3 e condições boas e ótimas são identificadas pelas classes 4 e 5.

Variações de VCI e precipitação acumulada são apresentadas nas Figuras 2 e 3, respectivamente, onde as maiores áreas indicativas de VCI baixos correspondem aos meses Maio a Outubro do ano de 2013. As precipitações acumuladas correspondem aos meses de Maio a Setembro, coincidindo com os valores mais baixos VCI, indicando desta forma uma boa relação entre os valores de VCI e de precipitação acumulada.

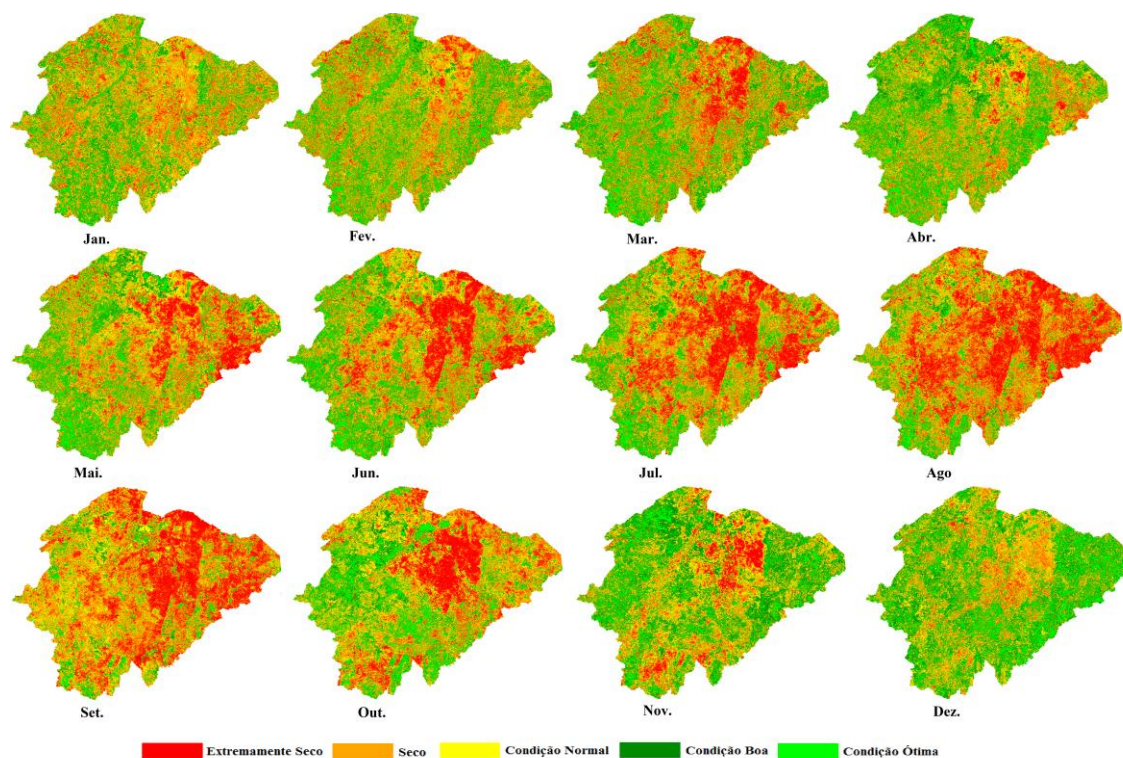


Figura 2: Variações de VCI para o Norte de Minas no longo do ano de 2013. Classe 1: Extremamente seco; Classe 2: Seco; Classe 3: Condição Normal; Classe 4: Condição Boa e Classe 5: Condição Ótima.

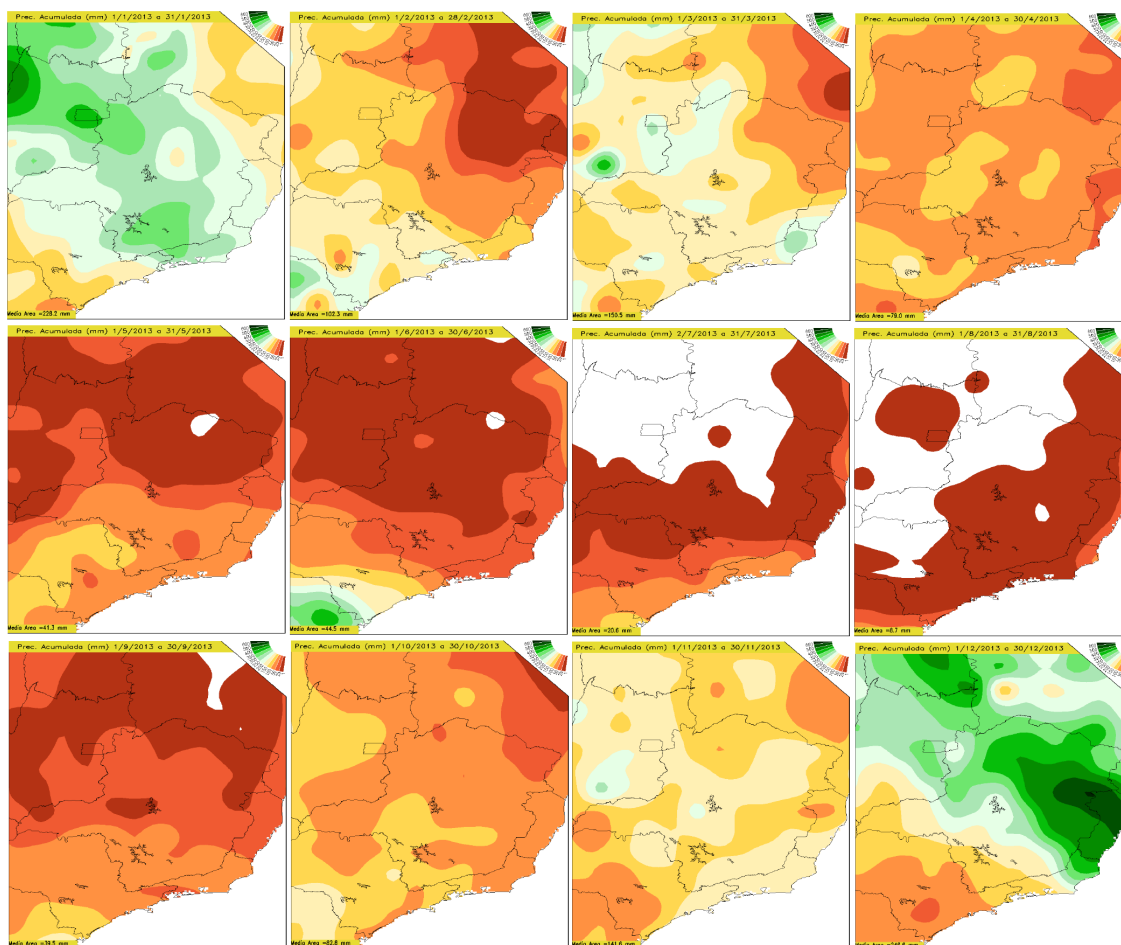


Figura 3: Precipitação acumulada para o Norte de Minas no longo do ano de 2013.
Fonte: CPTEC/INPE (2014).

No mapeamento da seca (Figura 2), observa-se que em praticamente todos os meses, possuem as classes indicativas de condições extremamente seco e seco. O ano de 2013 aconteceu uma das piores secas no Norte de Minas, com prejuízos econômicos, com baixa produção de leite e morte de cabeças de gado (MINAS GERAIS, 2013). Já no final da estação chuvosa do Norte de Minas Gerais, que vai de Outubro a Março (MOTA *et al.*, 2011; CHAVES *et al.*, 2010), já se enfrentava uma estiagem na região, que é indicada pelo mapeamento do VCI nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março, onde se observa, principalmente em Março, uma área indicada como condição extremamente seca (classe 1), ainda no período chuvoso. Neste contexto, verifica-se que o VCI respondeu de forma satisfatória na identificação do início do evento de seca.

Ainda é possível observar que a microrregião de Janaúba é atingida de forma freqüente pela seca, onde nos mapeamentos desde o mês de Março até Novembro onde se observa a condição extremamente seca nessa microrregião.

Na análise dos meses de Julho a Setembro, observa-se que praticamente todo o Norte de Minas apresenta condição de extremamente seco. Neste período, todos os 89 municípios do Norte de Minas decretaram situação de emergência ou situação de calamidade pública em decorrência de seca ou estiagem (BRASIL, 2014) devido à falta d'água, e em sua maioria, estes municípios dependiam de caminhões pipas para o fornecimento de água para população.

4. Conclusão

O emprego dos dados NDVI/MODIS se mostrou adequado na elaboração do Índice de Condição da Vegetação (VCI) e o VCI por sua vez, ao mapeamento proposto de seca no Norte de Minas. O VCI obteve sucesso na identificação de seca/estiagem ainda no período chuvoso da região, fato comprovado pela Defesa Civil Estadual e Nacional.

Existe uma relação muito forte entre a variação da precipitação e a ocorrência de secas na região, onde os eventos de seca se condicionam a partir da menor frequência de precipitações.

A seca que ocorreu em 2013 foi uma das piores secas enfrentadas pelo Norte de Minas Gerais, o evento teve seu início ainda no período chuvoso e até o mês de Novembro, também considerado mês de chuva para a região, o Norte de Minas, ainda enfrentava a seca. Neste evento, o VCI, mapeou de forma consideravelmente satisfatório, o início da seca, o término e a sua intensidade, onde se podem observar os locais que durante o período de estudo foram frequentemente afetados pela seca.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs) e ao Programa de Pós Graduação em Sensoriamento Remoto – UFRGS pelo apoio e incentivo.

Referências

- AZEVEDO, I. F. P.; NUNES, Y. R. F.; VELOZO, M. D. M. ; NEVES, W. V.; FERNANDES, G. W. . Preservação Estratégica para Recuperar o São Francisco. **Scientific American Brasil**, v. 83, p. 74-79, 2009.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional da Defesa Civil. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/web/guest/reconhecimentos-realizados>>. Acesso em 17 de Outubro de 2014.
- CHAVES, F. F.; NOCE, M. A.; CARVALHO, D. O.; SOBRINHO, J. B. G.; PESSOA, S. T.; VASCONCELLOS, J. H. Transferência de Tecnologias para Produção Sustentável no Semiárido Mineiro. Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia-GO. p. 3432-3438, 2010.
- COLEVE, P. A. Aplicação de Índices das condições de vegetação no monitoramento em tempo quase real da seca em Moçambique usando NOAA_AVHRR-NDVI. GEOUSP – **Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 29 – Especial, p. 85-95, 2011.
- CPTEC/INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. <<http://clima1.cptec.inpe.br/>> Acesso em 17 de Outubro de 2014.
- DU, L.; TIAN, Q.; YU, T. MENG, Q.; JANCOS, T.; UDVARDY, P.; HUANG, Y. A comprehensive drought monitoring method integrating MODIS and TRMM data. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 23, p. 245-253, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Área territorial oficial**. Rio de Janeiro, 2001.
- KOGAN, F. N. Droughts of the late 1980s in the United States as derived from NOAA polar-orbiting satellite data. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 76, n. 5, p. 655-668, 1995.
- LEIVAS, J. F. ANDRADE, R. G.; VICTORIA, D. C.; TORRESAN, F. E.; BOLFE, E. L. Monitoramento da seca 2011/2012 no nordeste brasileiro a partir do satélite SPOT-VEGETATION e TRMM. **Reveng**, v. 22, n. 3, p.211-221, 2014.
- MINAS GERAIS. Gabinete Militar do Governador. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Plano de Convivência com a Seca em Minas Gerais. Belo Horizonte - Cedec/MG – Minas Gerais: p.84, 2013.

MOTA, V. J. G.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J.; OLIVEIRA, F. G.; GOMES, V. M.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período chuvoso no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, p. 908-922, 2011.

PETERS, A. J.; WALTER-SHEA, E. A.; JI, L.; VIÑA, A.; HAYES, M.; SVOBODA, M. D. Drought monitoring with NDVI-based standardized vegetation index. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, v. 68, n. 1, p. 71-75, 2002.

SILVA, M. L. Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicado ao Mapeamento e Caracterização de Superfícies Aplainadas no Norte de Minas Gerais. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. p. 91, Belo Horizonte – MG, 2012.

SOUSA JÚNIOR, M. A.; SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. **Monitoramento de estiagem na região Sul do Brasil utilizando dados ENVI/MODIS no período de dezembro de 2000 a junho de 2009**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos – SP, p. 122, 2010.

ZHANG, A.; JIA, G. Monitoring meteorological drought in semiarid regions using multi-sensor microwave remote sensing data. **Remote Sensing of Environment**, v. 134, p. 12-23, 2013.