



MONITORAMENTO DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DA VEGETAÇÃO (ICV) UTILIZANDO IMAGENS PROBA-V EM ÁREAS DE PASTAGENS

Aline Alves **Lopes**¹; Ricardo Guimarães **Andrade**²; Antônio Heriberto de Castro **Teixeira**³; Janice Freitas **Leivas**⁴; Thiago Vasconcelos **Duenha**⁵

Nº 15501

RESUMO - Vários estudos demonstram o potencial de aplicação das técnicas de sensoriamento remoto como relevante e estratégica ferramenta de auxílio na identificação e monitoramento da produção agropecuária em larga escala. O presente estudo objetivou aplicar imagens do satélite PROBA-V para monitorar a condição da vegetação das áreas de pastagens plantadas no Bioma Cerrado. Foram utilizadas as áreas de pastagens plantadas classificadas por meio do projeto PROBIO referentes ao ano de 2002 e o produto Índice de Condição da Vegetação (ICV), denominado em inglês por “Vegetation Condition Index – VCI” (síntese de 10 dias), do satélite PROBA-V para as datas de 11/03/2015, 21/03/2015 e 01/04/2015. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o ICV possui potencial de aplicação em grandes áreas para monitorar a condição da vegetação. Esse índice pode auxiliar na identificação de pontos críticos de perda de vigor da vegetação, possivelmente devido a condições de estresse hídrico ou ambiental na região em estudo. No entanto, tais resultados são preliminares, haja vista que pesquisas complementares são necessárias para validar os resultados aqui obtidos.

Palavras-chaves: Cerrado, Índice de Vegetação, Pastagens, PROBA-V, Satélite.

ABSTRACT- Several studies demonstrate the potential application of remote sensing techniques as relevant and strategic assistance tool in the identification and monitoring of agricultural production on a large scale. This study aimed to apply images of PROBA-V satellite to monitor the condition of the vegetation of the areas planted pastures in the Cerrado Biome. We used the areas of planted pastures classified through PROBIO project for the year 2002 and the PROBA-V product denominated Vegetation Condition Index (VCI), for the dates of 2015/03/11, 2015/03/21 and 2015/04/01. According to the results presented, it can be concluded that the VCI has potential application in large areas to monitor the condition of vegetation. This index can help identify critical points of loss of vigor of the vegetation, possibly due to water or environmental stress conditions in the region under study. However, these results are preliminary, considering that further research is needed to validate our findings.

Key-words: Pasture, Vegetation Index, Brazilian Savanna, Satellite, PROBA-V.

¹ Autor, Bolsista PIBIC/CNPq; Graduando em Ciências Biológicas, Unicamp, Campinas-SP; aline.alveslopes@yahoo.com.br

² Orientador, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, ricardo.andrade@embrapa.br

³ Colaborador, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, heriberto.teixeira@embrapa.br

⁴ Colaborador, Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, janice.leivas@embrapa.br

⁵ Colaborador, Bolsista Embrapa, Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, PUCC, Campinas-SP; thiagovduenha@gmail.com



1 INTRODUÇÃO

A pecuária representa uma das principais atividades econômicas do Brasil, com participação significativa no produto interno bruto (PIB). E o sucesso dessa atividade em grande parte está relacionado com a produção extensiva de bovinos, pois os custos são menores em relação aos países concorrentes (ANDRADE et al., 2015a; FERRAZ; FELÍCIO, 2010). Apesar da importância das pastagens, e de todos os avanços tecnológicos para a produção agropecuária (BARCELLOS et al., 2008), ainda se observa no setor uma produtividade e rentabilidade abaixo da capacidade vista como ideal. Isso pode ser explicado como consequência do gerenciamento ineficiente e do manejo inadequado do sistema solo-planta/forageira-animal em pastejo, o que pode levar a degradação da pastagem (MARTHA JUNIOR; VILELA, 2002).

Nos últimos anos em muito se tem enfatizado as questões relacionadas com a importância da preservação e do uso sustentável dos recursos naturais. Nesse caso, o uso sustentável das pastagens torna-se relevante e estratégico para a manutenção do crescimento da produção agropecuária, haja vista que boa parte das pastagens brasileiras pode estar sob algum processo de degradação (ANDRADE et al., 2013; ANDRADE et al., 2015b). Existem estudos indicando que cerca de 80% das pastagens cultivadas no centro-oeste brasileiro podem estar degradadas ou em processo de degradação (DIAS-FILHO, 2014). Vale ressaltar que essa região responde por mais da metade da produção de carne bovina do País.

Em estudos relacionados ao monitoramento de áreas de pastagens, o uso de imagens de satélite tem se mostrado uma alternativa bastante confiável e eficiente para o monitoramento da cobertura vegetal em grandes áreas (GARCIA, 2012). A partir de série temporal de NDVI do Spot-Vegetation nas áreas de pastagens plantadas no Bioma Cerrado, Andrade et al. (2015b) observaram que de 12 a 18 milhões de hectares de pastagens plantadas podem estar degradadas. Porém, dependendo da condição metodológica estabelecida como referência para identificação de processos de degradação, a área de pastagens plantadas degradadas no Cerrado pode ser ainda maior, podendo superar 32 milhões de hectares (EMBRAPA, 2014).

Recentemente, o satélite PROBA-V entrou em operação e pode contribuir consideravelmente, por exemplo, na complementação dos dados provenientes do Spot-Vegetation para monitoramento das pastagens plantadas no Bioma Cerrado. O PROBA-V possui três câmeras observando diariamente a superfície da terra em faixas do comprimento de onda (azul, vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio) semelhantes ao Spot-Vegetation, mas com uma resolução espacial melhorada (300 m e 100 m para a câmera central). As observações da superfície da terra oriundas do PROBA-V são processadas em produtos sínteses diários e



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

decendiais e disponibilizados em resolução espacial de 100 m, 300 m, e 1 km (DURGUN et al., 2015). Desta forma, é possível obter dados de índices de vegetação, que fornecem informações sobre detecção de mudanças vegetais e parâmetros biofísicos do dossel, tais como o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), VPI (Vegetation Productivity Index) e o VCI (Vegetation Condition Index). Tais produtos se destacam por abranger grandes áreas, sendo possível sua aplicação no monitoramento da vegetação de todo o território brasileiro ou em determinado Bioma.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou monitorar o índice de condição da vegetação (ICV) em áreas de pastagem plantadas no Bioma Cerrado a partir de imagens do satélite PROBA-V.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende as pastagens plantadas do bioma Cerrado. Foram utilizadas as áreas de pastagens plantadas classificadas por meio do projeto PROBIO referentes ao ano de 2002 (SANO et al., 2008) e disponibilizadas em <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/>. Em relação aos dados de sensoriamento remoto, foi utilizado o produto Índice de Condição da Vegetação (ICV), denominado em inglês por “Vegetation Condition Index – VCI” (síntese de 10 dias), provenientes de imagens PROBA-V para as datas de 11/03/2015, 21/03/2015 e 01/04/2015. As imagens foram disponibilizadas gratuitamente no site da Vito, da Bélgica (www.vito-eodata.be). Vale ressaltar que existe uma defasagem temporal entre a classificação das áreas de pastagens plantadas (projeto PROBIO) e os dados de ICV usados no estudo. Porém, essa classificação ainda é a mais atualizada que se tem disponível para escala relativa ao Bioma Cerrado. Em breve, espera-se que seja disponibilizada uma nova classificação das áreas de pastagens plantadas (ano base 2013) do Bioma Cerrado por meio dos resultados gerados pelo projeto TerraClass Cerrado.

O ICV é um índice de vegetação por diferença categórica, comparando o NDVI observado para o um determinado período/intervalo e os valores observados no mesmo período/intervalo em anos anteriores. O ICV é expresso em porcentagem (%) e dá uma ideia de onde o valor observado situa-se entre os valores extremos (mínimo e máximo) nos anos anteriores. Os valores mais baixos e mais altos indicam condições piores ou melhores do vigor da vegetação, respectivamente. Esse índice também pode ser utilizado em aplicações relacionadas com o monitoramento ambiental.

O algoritmo de geração dos produtos PROBA-V foi desenvolvido e disponibilizado pelo Instituto Flamengo de Pesquisas Tecnológicas (VITO). O produto ICV possui resolução espacial



de 1 km. Os dados de entrada para obtenção do produto é a síntese de 10 dias da reflectância da superfície proveniente do PROBA-V. O produto é gerado por meio de comparação do NDVI atual em relação à média histórica (1999 até atual) do NDVI em cada pixel.

O ICV é um índice que foi proposto por Kogan (1990, 1994, 1995) e é calculado da seguinte forma:

$$\text{ICV [\%]} = 100 (\text{NDVI} - \text{NDVI}_{\min}) / (\text{NDVI}_{\max} - \text{NDVI}_{\min}) \quad (1)$$

Em que, NDVI_{\min} e NDVI_{\max} são os valores extremos observados nos anos anteriores (pixel a pixel e decêndio por decêndio). Esse índice varia de 0% a 100%. Os valores mais baixos e mais altos indicam, respectivamente, as piores ou as melhores condições da vegetação. Já os valores de ICV em torno de 50% indicam normalidade da condição da vegetação. Por ser um índice fácil de calcular, o ICV tem sido amplamente utilizado na literatura, por exemplo, no índice de estresse agrícola da FAO (ROJAS et al., 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 têm-se os mapas do índice de condição da vegetação (ICV) das pastagens plantadas no Bioma Cerrado que foram gerados a partir de dados PROBAV para o segundo e terceiro decêndios de março e primeiro decêndio de abril de 2015. Nesta figura, a classe em tons de verde claro corresponde aos valores entre 0,4 a 0,8. Valores abaixo de 0,5 são considerados baixos, e podem indicar que as plantas estão sob condições de estresse hídrico no solo. Valores entre 0,8 e 1,125 estão representados em tons de verde escuro e podem indicar que a condição da vegetação está bem melhor que a média histórica para o decêndio analisado. Já as classes em tons de marrom representam valores muito baixos, entre 0,2 e -0,125, esses valores indicam que a vegetação está sob condição de vigor muito abaixo da média histórica, sendo um indicativo que a planta está sendo influenciada negativamente pela baixa disponibilidade de água no solo no decêndio analisado.

No mapa do dia 11/03/2015, observa-se valores de ICV acima da média histórica na maior parte das áreas de pastagens da região Centro-Oeste, principalmente no leste do Mato Grosso do Sul e sul de Goiás. Já a região Norte de Minas Gerais, Oeste e Sudoeste Baiano apresentaram valores de ICV abaixo da normalidade para todos os decêndios analisados. No Tocantins, é possível notar que há muita heterogeneidade espacial dos valores de ICV, ou seja, locais próximos apresentando valores abaixo e acima da normalidade esperada para os decêndios analisados.

De forma geral, no dia 21/03/2015, na região Centro-Oeste, os valores de ICV foram, em média, menores quando comparados com o decêndio anterior (11/03/2015). No entanto, para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Noroeste de Minas Gerais os valores ICV foram maiores em relação àqueles observados no dia 11/03/2015, com quase totalidade dessas regiões com valores acima do normal. No norte de Minas, na região Nordeste e em São Paulo houve pouca variação com relação ao dia 11/03/2015.

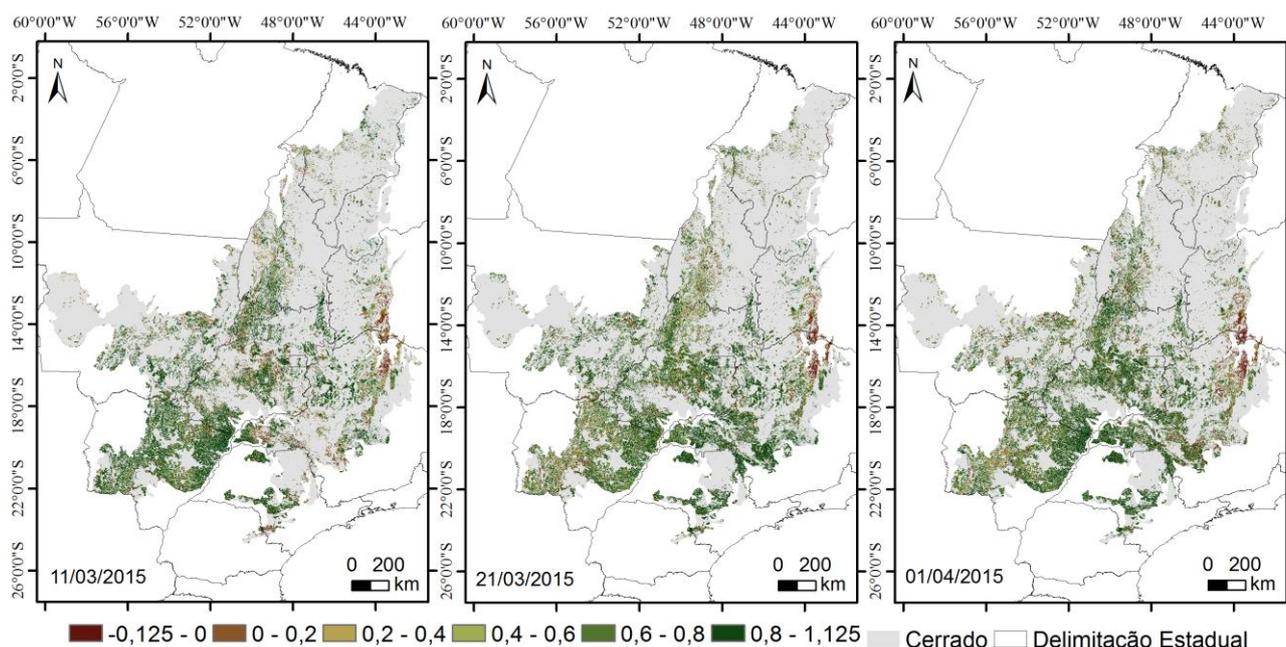


Figura 1. Mapas do índice de condição da vegetação (ICV) das pastagens plantadas no Bioma Cerrado. Produtos gerados a partir de dados PROBA-V.

Para o primeiro decêndio de abril de 2015 nota-se que os valores observados foram similares ao terceiro decêndio de março de 2015. Nesse decêndio também predominaram os valores de ICV considerados normais e acima do normal na região Centro-Oeste e nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Noroeste de Minas Gerais, bem como nas pastagens localizadas no Estado de São Paulo. Já os valores de ICV predominantemente abaixo do normal são observados no Norte de Minas Gerais e no Oeste e Sudoeste Baiano. Nesse caso, os valores abaixo do normal podem estar relacionados com os baixos índices pluviométricos na região. Conforme mapa do INMET referente ao volume de precipitação acumulada para o período de 90 dias que se estende até o dia 01/04/2015 (Figura 2) nota-se que a região Norte de Minas e Oeste e Sudoeste Baiano apresentaram volume de precipitação acumulada em torno de 200 a 250 mm (cor amarela e verde claro). Já no Centro-Oeste, por exemplo, o volume acumulado foi superior a 500 mm (a partir da cor ciano) em praticamente toda a região, destacando algumas manchas de cores roxa e azul no mapa em que o volume acumulado esteve acima de 700 mm.

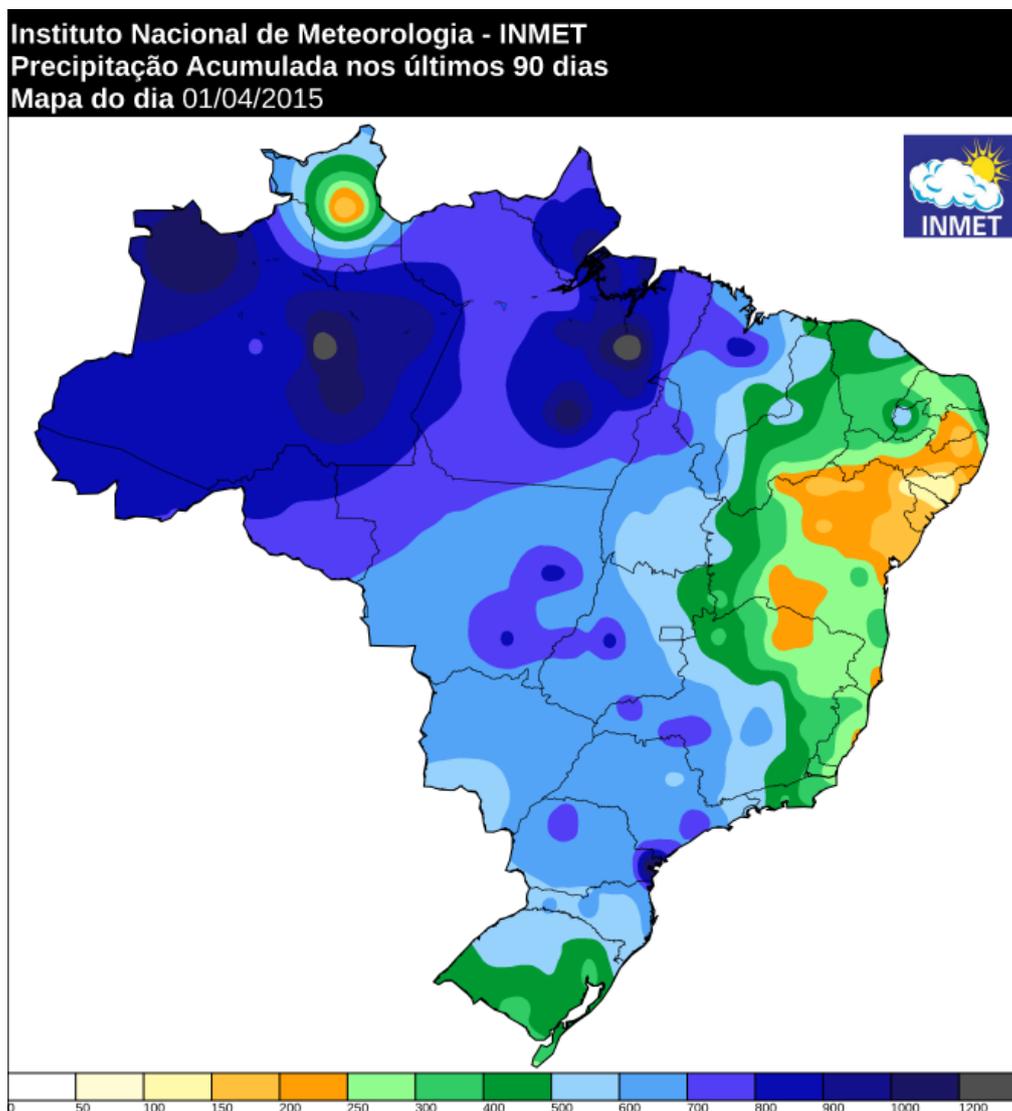


Figura 2. Mapa de precipitação acumulada durante 90 dias. Análise de dados de precipitação realizada para o período que se estende até o dia 01 de abril de 2015.

Fonte: INMET (2015).

Leivas et al. (2014) em estudo de monitoramento da seca no Nordeste brasileiro em 2011 e 2012 utilizando o índice de vegetação padronizado (IVP) que é um índice semelhante ao ICV, encontraram uma variação entre normal e abaixo do normal, no período de março a junho. A ocorrência de valores baixos nessa região é justificada pela relação entre o índice de vegetação e o déficit de precipitação, que têm impactos significativos na disponibilidade de água no solo durante o ano. Os autores citam ainda outros fatores que podem ter influência sobre a vegetação, tais como o estresse em anos anteriores e as características de ocupação da superfície do solo. Em outro estudo, Leivas et al. (2012) observaram para o primeiro trimestre de 2012, valores do IVP dentro da normalidade ou acima do normal para Minas Gerais, região Centro-Oeste e São Paulo.



4 CONCLUSÕES

De forma geral, conclui-se que o índice de condição da vegetação (ICV) possui potencial de aplicação em larga escala, sendo promissor para monitorar a condição da vegetação. Esse índice pode auxiliar na identificação de pontos críticos de perda de vigor da vegetação, possivelmente devido a condições de estresse hídrico ou ambiental na região em estudo. No entanto, tais resultados são apenas preliminares, haja vista que pesquisas complementares são necessárias para validar os resultados aqui obtidos. Em futuras pesquisas recomenda-se o uso de classificação atualizada das áreas de pastagens plantadas e análise temporal de pelo menos um ano do produto ICV.

5 AGRADECIMENTOS

À Embrapa Monitoramento por Satélite pela oportunidade de estágio e aos projetos GeoRastro e GeoDegrade pelas atividades de pesquisas desenvolvidas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M. Georastreabilidade. Sustentabilidade da bovinocultura. **Agroanalysis**, v. 35, n. 1, p. 29-31, 2015a. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/issue/view/2840/showToc>>. Acesso em: 02 jul. 2015.

ANDRADE, R. G.; LEIVAS, J. F.; GARÇON, E. A. M.; SILVA, G. B. S.; GOMES, D.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C. Indicativo de degradação de pastagens a partir de dados Spot Vegetation. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 6917-6922.

ANDRADE, R. G.; TEIXEIRA, A. H. C.; LEIVAS, J. F.; SILVA, G. B. S.; NOGUEIRA, S. F.; VICTORIA, D. C.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L. Indicativo de pastagens plantadas em processo de degradação no bioma Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015b. p. 1585-1592.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA Jr, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. spe, p. 51-67, 2008.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Documentos. Embrapa Amazônia Oriental, 402).

EMBRAPA. **Geotecnologia**: Embrapa mapeia degradação das pastagens do Cerrado. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2361250/embrapa-mapeia-degradacao-das-pastagens-do-cerrado>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

DURGUN, Y. Ö.; GILLIAMS, S.; GOBIN, A.; DUVEILLER, G.; DJABY, B.; TYCHON, B. Crop suitability monitoring for improved yield estimations with 100m PROBA-V data. EGU General Assembly 2015. **Geophysical Research Abstracts**, v. 17, EGU2015-15270-1, 2015. Disponível em: <<http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2015/EGU2015-15270-1.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2015.



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015
10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

GARCIA, F. N. **Monitoramento das pastagens cultivadas no Cerrado goiano a partir de imagens MODIS índices de vegetação (MOD13Q1)**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pesquisa e Pós Graduação em Geografia, Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Mapas de precipitação**. Disponível em: disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/mapasPrecipitacao>>. Acesso em: 06 jul. 2015.

KOGAN, F. Remote sensing of weather impacts on vegetation in non-homogeneous areas. **International Journal of Remote Sensing**, v. 11, p. 1405-1411, 1990.

KOGAN, F. Droughts of the late 1980's 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, 1994.

KOGAN, F. Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. **Advances in Space Research**, v. 15, p. 91-100, 1995.

LEIVAS, J. F.; ANDRADE, R. G.; VICTORIA, D. C.; BARROS, T. R.; TORRESAN, F. E.; BOLFE, E. L. Análise do índice de vegetação sazonal padronizado a partir de imagens do Spot Vegetation e estimativas de precipitação padronizada do TRMM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 27., 2012, Gramado. **Anais...** Gramado: SBMET, 2012. 5 p.

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. **Engenharia na Agricultura**, v. 22, p. 211-221, 2014.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. **Pastagens no cerrado**: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. (Embrapa Cerrados. Documentos, 50).

ROJAS, O.; VRIELING, A.; REMBOLD, F. Assessing drought probability for agricultural areas in Africa with coarse resolution remote sensing imagery. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, p. 343–352, 2011.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 153-156, 2008.