

Landsat-8 OLI and TERRA/MODIS na aquisição de dados para o monitoramento dos campos naturais do bioma Pampa

Denise Cybis Fontana¹
Laura Pigatto Schaparini¹
Vagner Paz Mengue¹
Carolina Bremm²
Amanda Heemann Junges²
Paulo de Facchio Carvalho¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto
Avenida Bento Gonçalves 9500 - 91501-970 - Porto Alegre, RS, Brasil
dfontana@ufrgs.br, laura_pigatto@yahoo.com.br, vagnergeo@yahoo.com.br

² Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO
Rua Gonçalves Dias, 570 - 90130-060 – Porto Alegre-RS, Brasil
carolina-bremm@fepagro.rs.gov.br, amanda-junges@fepagro.rs.gov.br

Abstract: The objective of this study was to evaluate the consistency of the spectral information obtained in experimental areas using Landsat-8 OLI and TERRA/MODIS images for monitoring the adequacy of forage supply in large areas of livestock in the state of Rio Grande do Sul. Data from a long-term experiment (64ha) with differentiation on the level of herbage allowance were used. The analysis included the period from August 2013 to April 2014, totaling 9 images per sensor. The results showed that the temporal profile of NDVI obtained by TERRA/MODIS and Landsat OLI-8 sensors showed a similar pattern, describing the conditions for growth and development of vegetation fields, which is determined by the dynamics of natural vegetation, weather conditions, and by management (herbage allowance levels). Both sensors express similarity in spectral response, but the Landsat 8-OLI data are bigger than TERRA/MODIS NDVI values, due to higher purity of the first. Since the TERRA/MODIS images provide greater temporal detail, bigger regional coverage and less need for pre-processing, it is more suitable for monitoring purposes.

Palavras-chave: NDVI, TERRA/MODIS, Landsat 8-OLI, NDVI, TERRA/MODIS, Landsat 8-OLI.

1. Introdução

A disponibilidade de sensores orbitais com diferentes resoluções espaciais, temporais e radiométricas operando e imageando a superfície terrestre simultaneamente é uma realidade que permite ampliar a abordagem dos estudos acerca do comportamento espectral da vegetação. Para cada estudo é possível empregar, e uma gama de composições de imagens envolvendo o uso conjunto de informações advindas de diferentes sensores.

No caso de áreas experimentais, por exemplo, é comum se ter um número expressivo de informações altamente detalhadas sobre as condições da superfície, mas em parcelas de tamanho reduzido. É destas pequenas áreas que se originam as orientações de manejo para as grandes regiões de produção. Obter informações espectrais das áreas experimentais permitem entender com grau de controle e detalhe os fatores que determinam as variações na forma como as plantas interagem com a radiação e, em consequência, como ocorre o crescimento e desenvolvimento das plantas, assim como, seu aspecto em imagens de satélite (Ponzoni, 2007). Dado o tamanho das parcelas experimentais, em geral é possível o uso de imagens provenientes do Landsat, CBERS, ResourceSat, entre outros. As características comuns entre estes sensores é o tempo de revisita de cerca de 16 dias e a resolução espacial que varia de 15 a 30m (Jensen, 2009).

Entretanto, o uso operacional de técnicas de sensoriamento remoto, que considere as informações geradas pela experimentação para fins de monitoramento de grandes áreas de produção agropecuária, requer sensores com abrangência espacial e alta frequência de imageamento. Atualmente, estas características são compatíveis com sensores de moderada à baixa resolução espacial, como MODIS, SPOT Vegetation, AVHRR, nos quais a revisita é diária e a faixa de imageamento é superior a 2.000km (MODIS, 2014).

Outra informação importante se refere ao tipo de dado espectral a ser utilizado. A extração e o monitoramento de parâmetros biofísicos da vegetação, principalmente por meio de Índices de Vegetação (Jensen, 2009), tem sido muito utilizada. Entre os diversos índices, o mais usado é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (do inglês, *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI), proposto por House et al. (1973), que, por meio de perfis temporais, possibilitam detectar a duração do período de crescimento da vegetação em estudo, bem como sua fenologia e sazonalidade (Ponzoni; Shimabukuro, 2007). Além disso, as séries temporais de NDVI permitem caracterizar os padrões de acúmulo de biomassa verde diretamente relacionados a condições de temperatura do ar, umidade, insolação e disponibilidade hídrica (Kuplish et al., 2013).

Os campos naturais do bioma Pampano Rio Grande do Sul têm sido objeto de muitos estudos, dada a importância ambiental e econômica dos mesmos (Carvalho e Batello, 2009). As pastagens naturais constituem a base alimentar do rebanho bovino no Estado e, por isso, torna-se de suma importância a adequação de métodos de manejo que proporcionem eficiência no desempenho animal (Mezzalana et al., 2012). Os campos do Bioma Pampa possuem grande biodiversidade e espécies vegetais de alto valor forrageiro, com predomínio de vegetação herbácea. A estimativa do número de espécies de gramíneas varia de 3.000 a 4.000, sendo característica a co-existência de espécies C3 e C4, com diferentes eficiências na produção de biomassa (Quadros & Pillar 2002).

A hipótese deste trabalho é que os métodos de manejo empregados nos campos naturais do bioma Pampa, baseados no ajuste de oferta de forragem, causam variação na reflectância da vegetação, a qual pode ser detectada por sensores com resolução compatível com o tamanho da área experimental. Mas, também, existe compatibilidade em termos de informação espectral entre distintos sensores orbitais, o que permite o uso de sensores de moderada resolução espacial para inferir sobre as relações entre métodos de manejo e a reflectância da cobertura vegetal nas condições reais das extensas áreas de produção agropecuária do Estado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a coerência entre as informações espectrais obtidas em áreas experimentais de pastagem naturais do Bioma Pampa conduzidas sob oferta de forragem alta, moderada e baixa empregando imagens Landsat 8-OLI e TERRA/MODIS, para fins de monitoramento da adequação da oferta de forragem em grandes áreas de pastagens.

2. Metodologia de Trabalho

Os dados utilizados neste trabalho foram oriundos de uma área de 64 ha de pastagem natural situada na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) no município de Eldorado do Sul, na Depressão Central do Estado. O experimento em área de campo natural vem sendo desenvolvido desde 1986 pelo Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo da UFRGS, com intuito de avaliar níveis fixos de oferta de forragem disponibilizados a bovinos ao longo do ano, (4, 8, 12 e 16 kg de matéria seca (MS)/100 kg de peso vivo (PV), ou % PV), além de ofertas variáveis anualmente na estação primaveril (8-12, 12-8 e 16-12% PV). O método de pastejo é de lotação contínua com taxa de lotação variável para ajuste da oferta de forragem preconizada. Os animais experimentais

utilizados são novilhas de corte, oriundas de cruzamentos entre as raças Angus, Hereford e Nelore, alocadas anualmente nas unidades experimentais.

As unidades experimentais foram demarcadas com uso de equipamento GPS (do inglês, *Global Positioning System*) e foram classificadas em três tratamentos nominais de oferta de forragem: alta ($18,7 \pm 7,4\%$), média ($13,1 \pm 5,1\%$) e baixa ($4,7 \pm 2,2\%$) (Figura 1), de tal maneira que se obtivessem no mínimo dois vetores de imagens para cada tratamento.

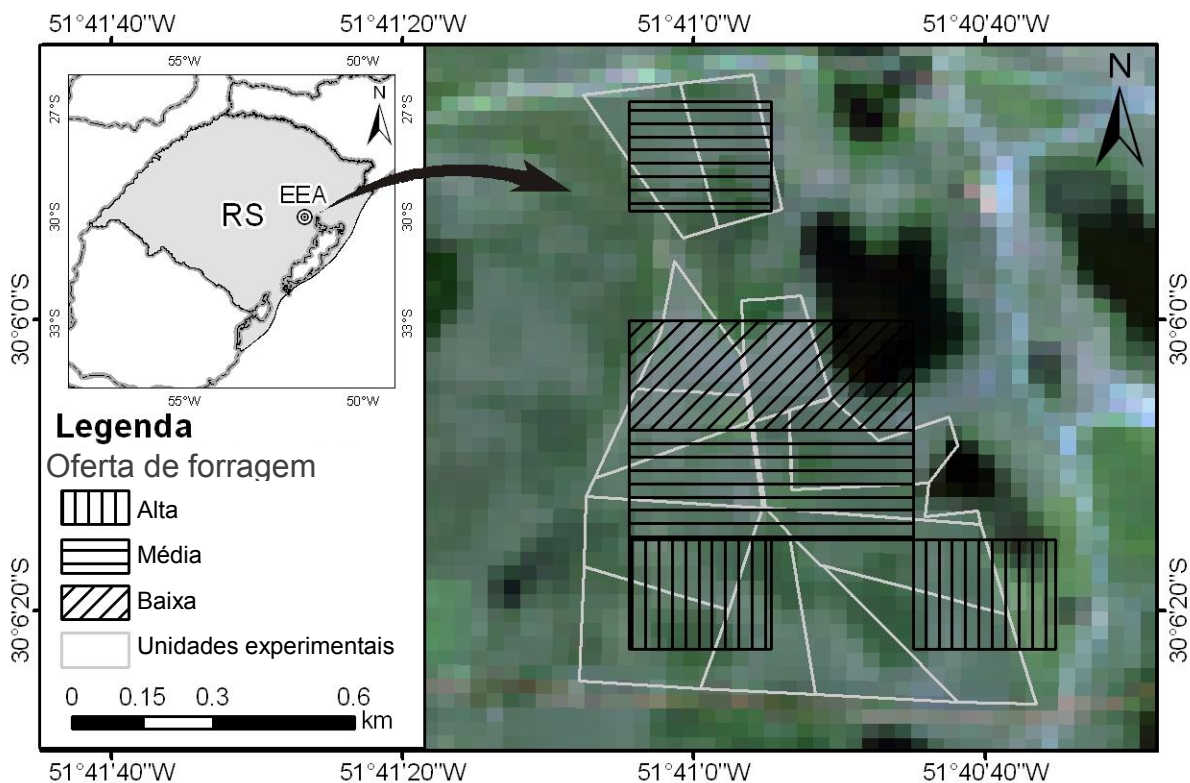


Figura 1. Imagem Landsat 8-OLI com a identificação das unidades experimentais (em branco) e das áreas de interesse delimitadas nas imagens MODIS (em preto).

O período de análise compreendeu os meses de agosto de 2013 a abril de 2014. Para monitoramento da vegetação, foi utilizado o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) provenientes de imagens TERRA-MODIS e Landsat 8-OLI, totalizando 9 imagens de cada sensor. O NDVI foi obtido a partir da razão entre a subtração e soma das reflectâncias das bandas da região do infravermelho próximo (IVP) e do vermelho (V), Equação 1.

$$NDVI = (\rho_{IVP} - \rho_V) / (\rho_{IVP} + \rho_V) \quad (1)$$

As imagens MODIS são provenientes do produto MOD13Q1, representam composições de máximo valor de 16 dias, com resolução de 250m, e foram adquiridas da NASA (<http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/redirect/wist>). As imagens Landsat 8-OLI abrangem a órbita-ponto 221/081, são diárias e tem resolução espacial de 30m. Foi realizado nas imagens Landsat 8-OLI correção atmosférica pelo módulo *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH) do aplicativo ENVI.

A partir destes dados foram traçados os perfis temporais de NDVI dos dois sensores e analisadas as diferenças através de gráficos do transcurso temporal, dispersão de pontos,

distribuição de frequência das diferenças do índice obtido entre os dois sensores e análise de variância em nível de 5% de significância. Foi utilizado o programa estatístico JMP (v.11).

3. Resultados e Discussão

O perfil do NDVI obtido pelos dois sensores mostrou padrão similar entre os níveis de oferta de forragem ao longo do período de análise ($P>0,05$; Figura 2). O NDVI das parcelas experimentais mostrou um padrão temporal coerente com o desenvolvimento da vegetação de campos, o qual é determinado pela dinâmica da vegetação natural e pelas condições meteorológicas (Fontana et al., 2014). Os valores foram baixos no início do período de medições (inverno), aumentaram durante a primavera e apresentaram redução durante o verão. Posteriormente, novo incremento nos valores do NDVI foram observados no outono. Este padrão temporal é coerente com o observado por outros autores que analisaram as variações temporais dos campos do Bioma Pampa no Rio Grande do Sul (Kuplish et al., 2013; Wagner, 2013). Os menores valores de NDVI no inverno são decorrentes da menor disponibilidade de energia. No verão, o decréscimo dos valores de NDVI podem ser decorrentes da menor disponibilidade hídrica. Jacobsen et al. (2003), ao analisarem as alterações na vegetação do Rio Grande do Sul por meio de perfis temporais NDVI/NOAA apontaram que, especialmente nas macrorregiões ocupadas por campos, houve redução dos valores de NDVI nos meses de dezembro e janeiro.

Entre os níveis de oferta analisados houve diferença nos valores de NDVI ao longo dos períodos ($P<0,05$), especialmente no período de maior crescimento da vegetação natural, que ocorre na primavera. As ofertas baixa e média tiveram valores de NDVI superiores, comparativamente à alta oferta. Este resultado pode ser associado a maior ocorrência de touceiras nas pastagens manejadas em alta oferta de forragem (Neves et al., 2009), responsáveis pela diminuição do NDVI dada a vegetação senescente da touceira.

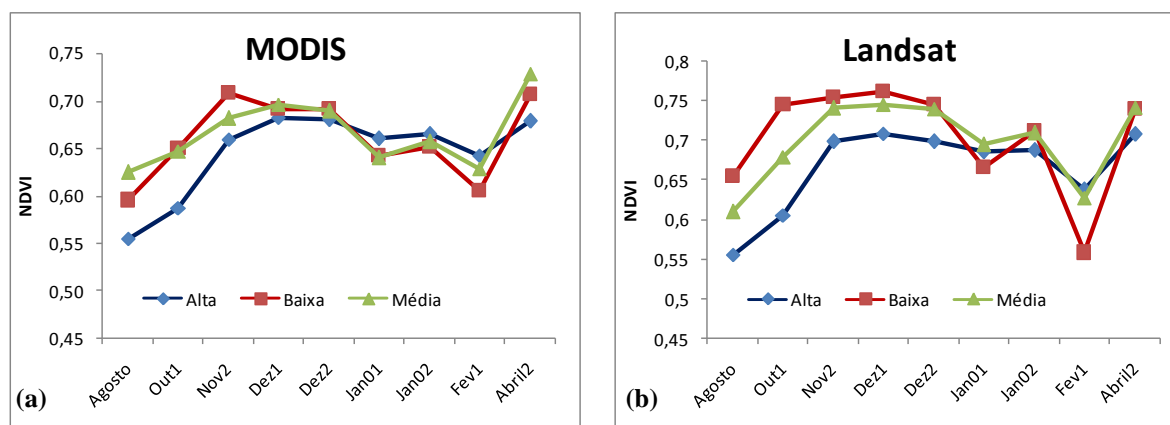


Figura 2. Perfis temporais de NDVI obtido de imagens TERRA/MODIS (a) e Landsat 8-OLI (b) da área experimental em 2013/2014.

Na comparação entre os valores de NDVI de imagens Landsat 8-OLI e TERRA/MODIS para cada nível de oferta de forragem, verificou-se que em geral os dados Landsat 8-OLI são maiores do que os obtidos nas imagens TERRA/MODIS ($P<0,05$) (Figura 3). Este fato pode ser associado a maior pureza espectral do pixel Landsat 8-OLI, de 30m. É maior, a probabilidade de, com pixel de 250 metros do Terra/MODIS, informações espectrais de outros alvos presentes na área imageada (exemplo corpos d'água) estarem contribuindo para o valor médio de NDVI/MODIS.

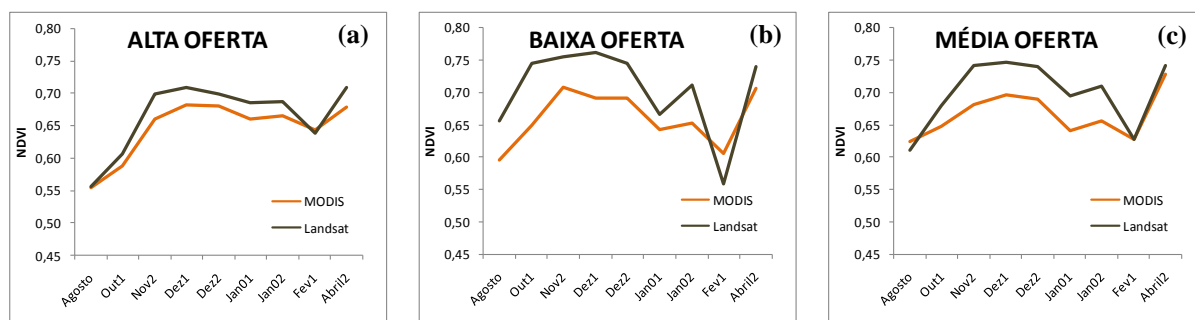


Figura 3. Perfis temporais de NDVI obtido de imagens TERRA/ MODIS e Landsat 8-OLI em condições de (a) alta (b) baixa e (c) média oferta de forragem na área experimental em 2013.

A relação entre o NDVI obtido pelos dois sensores pode ser analisada também por meio da distribuição dos valores em torno da linha 1:1 (Figura 4). Existe alta associação entre as medições, as quais se distribuem em torno da linha 1:1. A correlação obtida foi de 0,98, 0,82 e 0,87 ($P < 0,001$) para os níveis de alta, baixa e média oferta. Esse resultado indicou que, apesar das especificidades em termos de resolução espacial e temporal, ambos sensores expressam similaridade na resposta espectral.

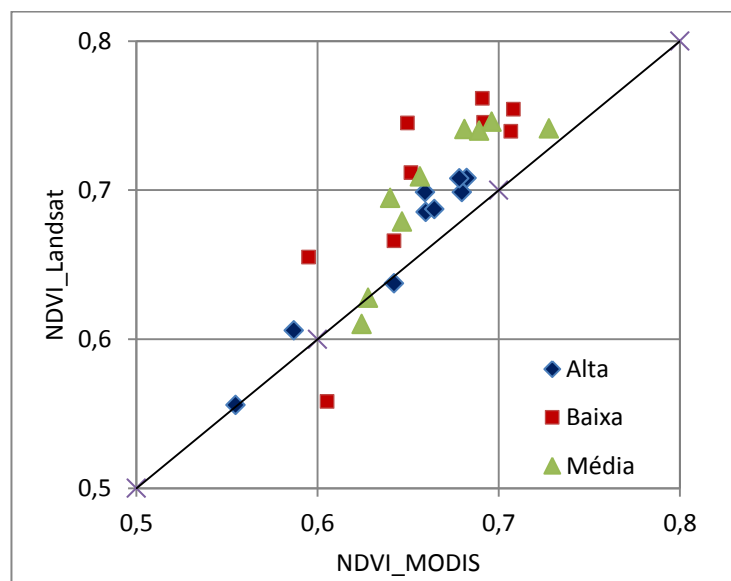


Figura 4. Dispersão entre o NDVI obtido de imagens TERRAMODIS e Landsat 8-OLI para diferentes condições de oferta de forragem, em 2013/2014.

As diferenças no NDVI entre os sensores foram pequenas e variaram de -0,08 a 0,06. Na Figura 5, verifica-se que as diferenças com maior frequência de ocorrência foram de -0,02 e -0,04, próximo de 55% das ocorrências, sendo predominantes as diferenças negativas.

Os resultados obtidos neste trabalho reforçam resultados anteriores que mostram que o uso do NDVI em séries temporais de imagens provenientes de sensores distintos, podem ser utilizadas, mas devem passar por processo de harmonização, visto que diferenças decorrentes da amostragem espacial seguidamente são verificadas (Huete et al., 2002; Tarnavskya et al., 2008)

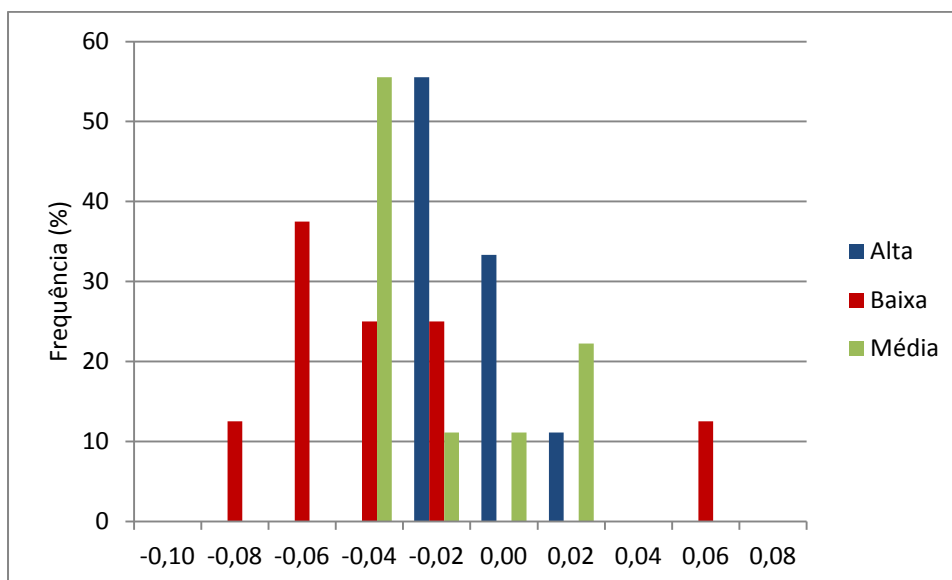


Figura 4. Frequência relativa das diferenças no NDVI obtido de imagens TERRA/MODIS e Landsat 8-OLI para diferentes condições de oferta de forragem, em 2013/2014.

Parte das diferenças no NDVI dos dois sensores decorre, ainda, do fato de que as medições não necessariamente coincidem no tempo. O NDVI do Landsat 8-OLI provém de uma imagem adquirida instantaneamente (no dia da aquisição), enquanto que aquele proveniente do TERRA/MODIS é obtido a partir de uma amostragem temporal de um período de 16 dias consecutivos, em que o maior valor do índice é utilizado para a imagem composta (MODIS, 2014).

Salienta-se que se por um lado, o sensor Landsat 8-OLI expressa as condições da biomassa com maior precisão (pixels mais puros), por outro lado, as imagens MODIS permitem um maior detalhamento temporal, maior abrangência regional e menor necessidade de pré-processamentos (correção atmosférica, radiométrica, geométrica, mosaicagem). Como as imagens MODIS são disponibilizadas na forma de produtos, com tais processamentos já implementados e permitem o uso dos mesmos em programas de monitoramento da superfície em tempo quase real.

No contexto deste trabalho, as imagens MODIS poderia, por exemplo, ser utilizadas como um indicador da adequação do nível de oferta de forragem utilizada pelo agricultor.

4. Conclusões

O perfil do NDVI obtido pelos sensores TERRA/MODIS e Landsat 8-OLI mostrou padrão similar, descrevendo as condições de crescimento e desenvolvimento da vegetação de campos naturais do bioma Pampa, o qual é determinado pela dinâmica da vegetação natural e pelas condições meteorológicas, assim como pelo manejo (níveis de oferta de forragem).

Ambos sensores expressam similaridade na resposta espectral, mas os dados Landsat 8-OLI são maiores do que os obtidos nas imagens MODIS. Há maior pureza no NDVI proveniente Landsat 8-OLI. Já as imagens TERRA/MODIS permitem um maior detalhamento temporal, maior abrangência regional e menor necessidade de pré-processamentos, sendo mais adequado para fins de monitoramento.

Referências Bibliográficas

- Carvalho, P.C.F.; Batello, C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, v.120, p.158–162, 2009.
- Fontana, D.C.; Pigatto, L.; Wagner, A.P.L.; Bremm, C.; Junges, A.H.; Carvalho, P.C.F. Associação entre índices de vegetação e condições hídricas em pastagens naturais do bioma Pampa no Rio Grande do Sul. In Reunião Binacional Uruguai Argentina de Agrometeorologia, Piriápolis-Uruguai, 2014.
- Jacóbsen, L.O., Fontana, D.C., Shimabukuro, Y.E. Alterações na vegetação em macrozonas do Rio Grande do Sul associados a eventos El Niño e La Niña, usando imagens NOAA. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.2, p.361-374, 2003.
- Jensen, J.R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução Epiphânio, J.C.N. (coordenador)... [et al.]. São José dos Campos, SP: PARÊNTESE, 2009.
- Huete, A.R.; Didan, K.; Miura, T.; Rodriguez, E.P.; Gao, X.; Ferreira, L.G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, p. 195-213, 2002.
- Kuplich, T.M., Moreira, A., Fontana, D.C. Série temporal de índice de vegetação sobre diferentes tipologias vegetais no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.1116-1123, 2013.
- Mezzalira, J.C., Carvalho, P.C.F., Da Trindade, J.K., Bremm, C., Fonseca, L., Amaral, M.F., Reffatti, M.V. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. **Ciência Rural**, v.42, n.7, p.1264-1270, 2012.
- Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). Disponível em: <<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/>>. Acesso em: out.2014.
- Neves, F.P., Carvalho, P.C.F., Nabinger, C., Jacques, A.V.A., Carassai, I.J., Tentardini, F. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1532-1542, 2009.
- Ponzoni, F. J. ;Shimabukuro, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2007. 135p.
- Quadros, F. L. F.; Pillar, V. D. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente**. n. 24, p. 109-118, 2002.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite Symposium, 3., 1973, Washington. **Proceedings...** Washington: NASA, 1973, p.309-317.
- Tarnavskya, E., Garriguesb, S., Brown, M.E. Multiscale geostatistical analysis of AVHRR, SPOT-VGT, and MODIS global NDVI products. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 2 , p. 535–549. 2008
- Wagner, a. P. L.; Fontana, D. C, Fraize, C., Weber, E.; Hasenack, H. Tendências temporais de índices de vegetação nos campos do Pampa do Brasil e do Uruguai. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.9, p.1192-1200, 2013.