

Relação entre NDVI da cultura da soja e dados de precipitação de estações meteorológicas e do modelo ECMWF, no estado do Paraná.

Gleyce Kelly Dantas Araújo¹
Jansle Vieira Rocha¹
Rubens Augusto Camargo Lamparelli²

¹Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
Av. Candido Rondon, 501 13083-875 – Campinas - SP, Brasil
{gleyce.araujo; jansle.rocha}@feagri.unicamp.br

²Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura-
CEPAGRI/UNICAMP
CEP 13083-970 - São Campinas - SP, Brasil
rubens@cpa.unicamp.br

Abstract. Brazil is the second largest soybean producer in the world, influencing the commodities market both home and abroad. Thus, a system for crop monitoring and forecasting is needed to avoid huge losses. Agriculture is highly dependent on meteorological conditions. The use of remote sensing for agricultural monitoring in addition to meteorological data enables crop monitoring from planting to harvest, allowing to determine the periods of higher water requirement by the plants, avoiding losses during the harvest. Thus, the goal of this study was associate data obtained through dekadal composition of SPOT Vegetation NDVI imagery for the soybean crop in state of Parana with rainfall data from two different sources, the first from SIMEPAR network of meteorological ground stations and the second from ECMWF atmospheric model, during the growth stage of the cropping season to meet the correlation between rainfall and the vegetation index. The results showed that NDVI data are highly correlated with rainfall during the beginning of the season. Data from ECMWF model showed satisfactory results when compared with the ground station, which means it can also be used as a source of information when there is no ground station in the region studied.

Palavras-chave: correlation, vegetation index, SPOT Vegetation, beginning of the cycle, correlação, índice de vegetação, SPOT *Vegetation*, início de ciclo.

1. Introdução

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – FAO (2009) o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de soja. Segundo o levantamento feito pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2010), a previsão de área plantada na safra 2009/2010 para a cultura da soja é de 23,46 milhões de hectares, crescimento de 6,7% em relação à safra anterior.

Devido à forte influencia da cultura na economia do país, é fundamental ter um sistema de previsão de safras capaz de indicar números precisos sobre a produção com antecedência, visando principalmente evitar perdas, além da busca por novas tecnologias voltadas à redução de riscos. A variabilidade climática é um dos fatores na determinação dos riscos à agricultura (Assad et al. 2001), o que ressalta a importância do aprimoramento e desenvolvimento do monitoramento agrícola e previsão de safras.

As imagens de satélite fornecem dados importantes para modelos de previsão de safras, pois, através de uma série de imagens é possível acompanhar o desenvolvimento de uma cultura em áreas extensas, segundo Esquerdo (2007) a existência de informações espectrais geradas a partir de sensores com elevada resolução temporal permite avaliar o comportamento espectral das culturas ao longo de todos os seus estádios fenológicos. O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), proposto por Rouse et al. (1973), utiliza um canal na banda correspondente ao vermelho e outro no infravermelho próximo, e são adotados em estudos de cobertura vegetal.

A existência de sensores em plataformas orbitais como o *Systeme Pour L'Observation de la Terre* (SPOT) *Vegetation*, que possui baixa resolução espacial e alta resolução temporal, facilita o monitoramento de coberturas vegetais, permitindo a geração desses índices com certa regularidade, favorecendo a análise e o monitoramento de culturas.

A soja pode ser cultivada sob condições ambientais muito variáveis e predominantemente sem irrigação, sendo assim, está sujeita ao déficit hídrico e, dependendo da maior ou menor intensidade deste, o desenvolvimento da planta é afetado (Confalone & Dujmovich, 1999). De acordo com Farias et al. (2001) o período mais crítico da cultura em relação à precipitação é entre a floração e o enchimento dos grãos, daí a importância do conhecimento da distribuição de chuvas, as previsões para cada ano.

O país apresenta dificuldades na utilização de dados meteorológicos provenientes de estações meteorológicas para o monitoramento de culturas, devido ao reduzido número de estações distribuídas ao longo de seu território, ao lento processo de coleta e distribuição de dados, a concentração em algumas áreas e a escassez em outras e até mesmo a burocracia no processo de disponibilização dessas informações (Pereira et al 2002; Melo e Fontana 2007; Deepe et al. 2006).

Uma alternativa que pode suprir essa carência é o uso do modelo atmosférico global ECMWF (*European Center for Medium-Range Weather Forecast*) que coleta informações meteorológicas de estações espalhadas por todo mundo, radares meteorológicos, satélites entre outras fontes. Estes dados são usados para produzir parâmetros meteorológicos e agrometeorológicos, através de equações que descrevem características atmosféricas os dados são processados para formar um estado fisicamente válido da atmosfera, resultando em parâmetros para o mundo inteiro (ECMWF, 2009). Existe um banco de dados na página eletrônica do JRC (*Joint Research Centre*) para disponibilização desses dados com séries históricas desde 1974 e intervalos diários, decendiais e mensais (Person e Grazziani 2007).

O objetivo deste trabalho foi associar dados de NDVI da cultura da soja no estado do Paraná a dados de precipitação da rede de estações do Instituto Meteorológico do Paraná SIMEPAR e do modelo ECMWF durante o início do desenvolvimento da cultura, para encontrar a relação que a precipitação tem sobre o índice de vegetação da cultura.

2. Metodologia

O estudo foi desenvolvido nos municípios de Cascavel, Londrina e Ponta Grossa, possuem alta produtividade da cultura e localizam-se em diferentes regiões do estado, conforme ilustra a Figura 1.

Os dados espectrais são procedentes do sensor SPOT *Vegetation*, (produto VGT – S10) que possui resolução espacial de 1,1 km e resolução temporal decendial. As imagens desse sensor já possuem correção atmosférica, geométrica e resolução radiométrica de 8 bits. Essas imagens são disponibilizadas gratuitamente através do site da empresa *The Image Processing and Archiving Centre* em formato *geotiff*.

Utilizou-se dados de precipitação de estações meteorológicas do SIMEPAR, esses dados foram disponibilizados em planilhas do Excel com resolução temporal diária, sendo depois compilados a cada dez dias. Os dados do modelo ECMWF foram disponibilizados pelo JRC em formato *geotiff*, resolução espacial de 0,5 graus de latitude e longitude e resolução temporal decendial. O período de estudo abrange os anos safras 2005/06, 2006/07 e 2007/08 da cultura da soja no estado.

As áreas para extração de valores de NDVI da cultura da soja são provenientes do mapeamento realizado por Araújo (2010), a Figura 2 ilustra o mapeamento realizado para as três safras. A avaliação da acurácia do mapeamento foi conduzida por uma matriz de erros baseada em pontos amostrais por meio de imagens do satélite Landsat 5/TM, onde o valor do

índice Kappa foi definido como “muito bom”, segundo os padrões definidos por Landis e Koch (1977).

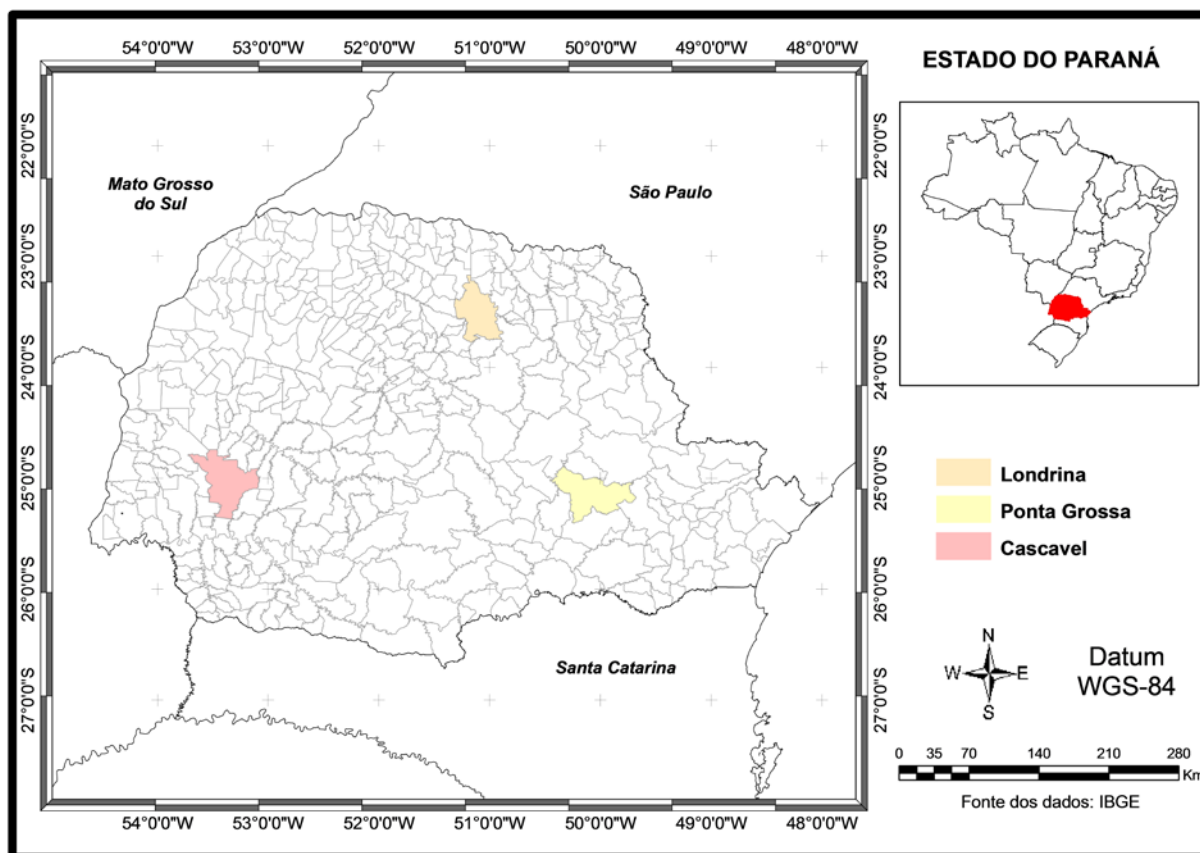


Figura 1. Localização da área de estudo.

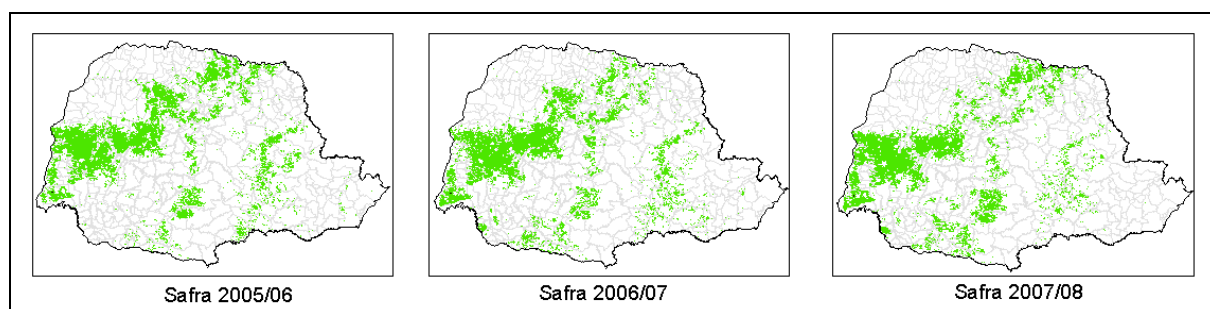


Figura 2. Mapeamento da cultura da soja no Paraná para as safras 2005/06, 2006/07 e 2007/08.

Utilizou-se um processo automático de extração de dados de imagens (NDVI e ECMWF), por meio de um sistema computacional em IDL (*Interactive Data Language*), versão 7.0 implementado por Esquerdo et. al (2006).

3. Resultados e Discussões

Aplicou-se o método de correlação entre o índice de vegetação da cultura e a precipitação, onde foi possível observar que o NDVI da cultura tem forte correlação com a precipitação durante o início da safra, à medida que a cultura se desenvolve, atinge o pico vegetativo e entra na senescência a influencia da chuva sobre o NDVI vai diminuindo.

As Figuras 3, 4 e 5 ilustram o perfil de NDVI e de precipitação para os três municípios estudados. Com base no perfil de NDVI da cultura, observou-se o ponto onde ele passou a responder à chuva, a análise comparativa iniciou-se neste ponto, porém selecionando apenas

três decêndios por análise, a fim de se obter a melhor correlação durante a safra. Nesta etapa observou-se que o ciclo da cultura no município de Cascavel inicia-se em outubro, enquanto em Londrina e Ponta Grossa o ciclo tem início em novembro, variando o decêndio conforme o ano safra.

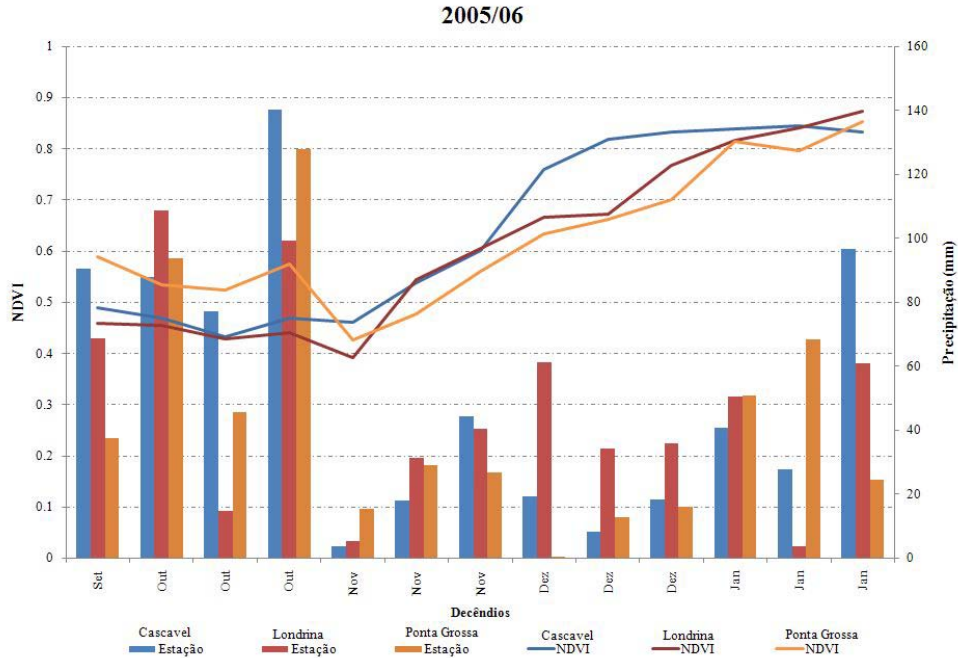


Figura 3. Perfil de NDVI e precipitação para safra 2005/06

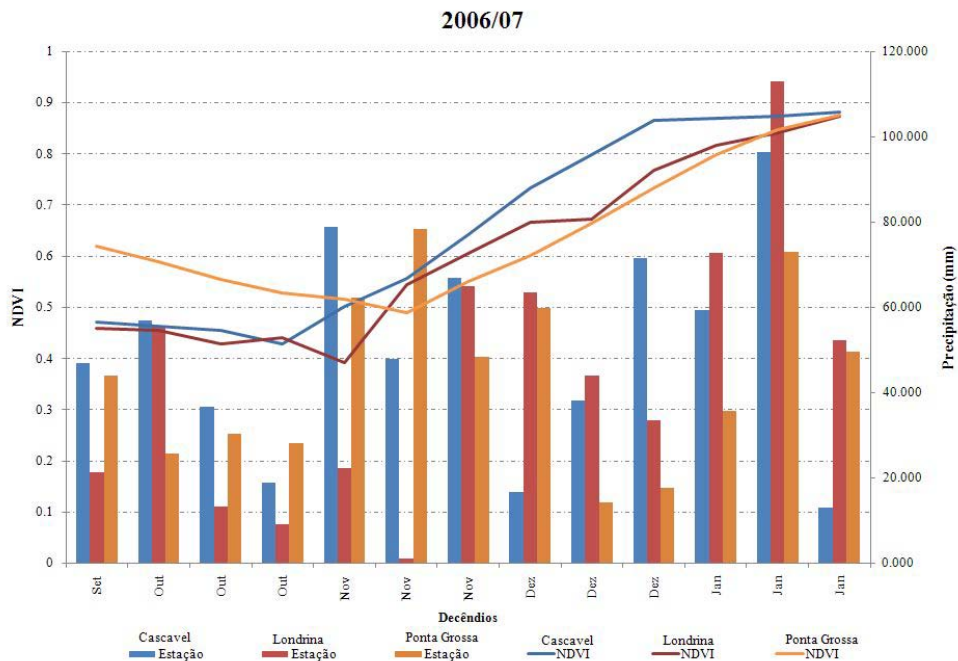


Figura 4. Perfil de NDVI e precipitação para safra 2006/07

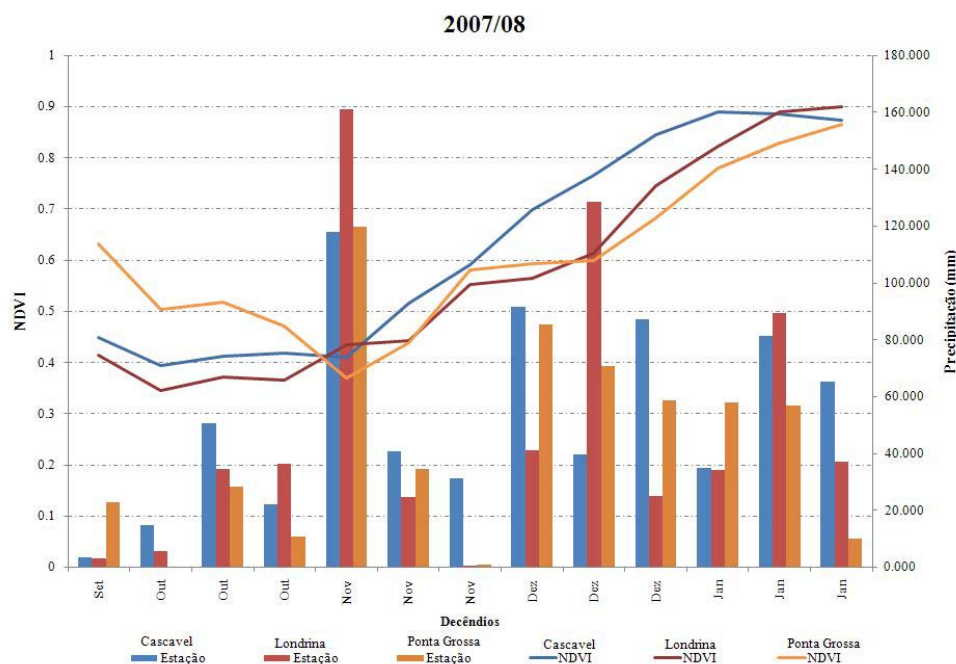


Figura 5. Perfil de NDVI e precipitação para safra 2007/08

Durante os três anos estudados observou-se que o município de Cascavel apresentou boa correlação durante todo o mês de outubro, para os outros meses a correlação foi muito baixa. O município de Londrina apresentou bons resultados também no mês de outubro e no primeiro decêndio de novembro. Já o município de Ponta grossa apresentou boa correlação durante o terceiro decêndio de outubro e primeiro decêndio de novembro.

Quando a comparação é feita com os valores do ECMWF os resultados ainda continuam altos para os mesmos decêndios para Cascavel, para Londrina e Ponta Grossa os valores apresentam-se menores, porém os decêndios de boa correlação ainda são os mesmos.

Além disso, nota-se que há defasagem de pelo menos um decêndio entre a chuva e o índice de vegetação, ou seja, o NDVI responde a chuva apenas no próximo decêndio de ocorrência da mesma. As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores de correlação entre o NDVI e a precipitação durante os meses de outubro, novembro e dezembro para as três safras.

Tabela 1. Correlação entre o NDVI e a precipitação medida em estações meteorológicas.

	Estações Meteorológicas								
	Outubro			Novembro			Dezembro		
	2005/06	2006/07	2007/08	2005/06	2006/07	2007/08	2005/06	2006/07	2007/08
Cascavel	0,6	0,93	0,5	0,97	-0,27	-0,94	-0,41	0,99	-0,02
Londrina	0,9	0,82	0,97	0,99	0,45	-0,67	-0,5	-0,79	-0,38
Ponta Grossa	0,9	-0,57	0,42	0,68	-0,98	-0,9	0,92	-0,81	-0,87

Tabela 2. Correlação entre o NDVI e a precipitação medida pelo modelo ECMWF.

	ECMWF								
	Outubro			Novembro			Dezembro		
	2005/06	2006/07	2007/08	2005/06	2006/07	2007/08	2005/06	2006/07	2007/08
Cascavel	0,75	0,99	0,85	0,95	-0,39	-0,96	-0,99	0,82	-0,45
Londrina	0,36	0,34	0,96	0,91	-0,1	-0,99	-0,99	0,54	-0,92
Ponta Grossa	0,98	0,97	-0,27	0,97	-0,24	-0,99	0,62	0,32	-0,83

4. Conclusões

- Este estudo mostrou que o NDVI tem forte correlação com a precipitação durante o início do ciclo de desenvolvimento da cultura da soja. Ainda foi possível observar que houve uma defasagem da resposta do NDVI à chuva de em média um decêndio.
- O ECMWF apresentou resultado satisfatório quando comparado com as estações, sendo assim, este ainda pode ser utilizado como auxiliar no monitoramento para regiões onde há baixa densidade de estações meteorológicas.
- A pesquisa mostrou a importância do conhecimento não só da precipitação, mas de outras variáveis agrometeorológicas para fins de monitoramento de uma cultura.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, à Faculdade de Engenharia Agrícola FEAGRI, pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

ASSAD, E. D., PINTO, H. S. ZULLO Jr. J., FONSECA, M. Impactos das mudanças climáticas no zoneamento de riscos climáticos para a cultura da soja no Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 2p. 2001.

ARAUJO, G. K. D. **Determinação e mapeamento de início do ciclo para culturas de verão no estado do Paraná por meio de imagens de satélite e dados de precipitação**. 2010. 157p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP. 2010.

CONAB. - Companhia Nacional de Abastecimento. **12º Levantamento de safra de Grãos 2009/10** < <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7e05515f8222082610088f5a2376c6af.pdf> >. Acesso em: 29 Set. 2010.

CONFALONE, A., DUJMOVICH, M.N. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.2, p.183-187, 1999

DEPPE, F.; MARTINI, L.; LONHMANN, M.; ADAMI, M. Validation studies of ECMWF precipitation data with observed SIMEPAR ground data (meteorological stations). In: 2º International Workshop on Crop Monitoring and Forecasting in South America, 2006. **Proceedings...** Montevideo: South America Scientific Network on Crop Monitoring and Forecasting, 2006.

ECMWF – **Europe Centre Medium – Range Weather Forecasts**. Disponível em: <http://www.ecmwf.int/>. Acesso em 29 de janeiro de 2009.

ESQUERDO, J. C. D. M.; ANTUNES, J. F. G.; BALDWIN, D. G.; EMERY, W. J.; ZULLO JÚNIOR, J. An automatic system for AVHRR land surface product generation. **International Journal of Remote Sensing**, v.27, p.3925-3942, 2006.

ESQUERDO, J. C. D. M. **Utilização de perfis multi-temporais do NDVI/AVHRR no acompanhamento da safra de soja no oeste do Paraná**. 2007. 186p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2007.

FAO FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION – Faostat. **Dados estatísticos sobre a produção mundial de soja e milho**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acesso 11 Dez.2009.

FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R.; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L., Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras da

soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n. 3, p. 415-421, 2001. (Número especial).

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977

MELO, R.W. e FONTANA, D.C. Estimativa do rendimento de soja usando dados do modelo do ECMWF em um modelo agrometeorológico-espectral no estado do Rio Grande do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007, p.279-286.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas**. Guaíba/RS: Agropecuária, 2002.

PERSON, A.; GRAZZIANI, F. **User guide to ECMWF forecast products**. Meteorological Bulletin M3.2, version 4, mar, 2007.

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-1 Symposium, 3., Washington, D. C., 1973. **Proceedings...** Washington, D. C.: NASA. Goddard Space Flight Center, v. 1, p. 309- 317. (NASA SP-351). 1973.