

Determinação da série histórica mensal do balanço hídrico para o estado do Paraná utilizando o modelo ECMWF

Giovane Biasotto ¹
Jerry Adriani Johann ¹
Jonathan Richetti ¹
Willyan Ronaldo Becker ¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE
Caixa Postal 701 - 85819-110 - Cascavel – Paraná
giovanebiasotto@gmail.com, {jerry.johann, j_richetti, willyanbecker}@hotmail.com

Abstract. The meteorological elements are becoming more and more important to the agricultural scene, being a strategical matter for decision making and agricultural planning in the country. The water balance is the difference between rainfall and evapotranspiration, being another important element, thus, knowing the soil's water storing capacity it's possible to determine if the plant is suffering from water shortage. The most common way to obtain these information is from surface meteorological stations, however, financial and logistics problems can difficult the process. Atmosphere models such as ECMWF can be used as an alternative to the surface stations for obtaining these data, this specific model make them available in real time and free of cost, ending with the surface stations problems. This paper's objective was, by using remote sensing technology and the ECMWF model, to determine the monthly historical series of the water balance between the years of 2008 and 2016 in Paraná State. Using the CyMP software, the ECMWF data had to be transformed from a decennial to a monthly scale, the water balance calculation and the images classification were made in ArcGis. The results points to some more expressive variations during the years, which may be the effects from El Niño and La Niña, causing rainy and rainless periods, respectively. It was concluded that the average water balance kept positive during the summer crops in practically the entire state, during the winter this value decreased, mainly at the northern parts of the state, matching with the Koppen climatic classification.

Palavras-chave: evapotranspiration, rainfall, statistical modeling, remote sensing, evapotranspiração, precipitação pluvial, modelagem estatística, sensoriamento remoto.

1. Introdução

Os elementos meteorológicos (evapotranspiração de referência, precipitação pluvial, radiação solar, temperatura) são de suma importância para o setor agrícola, pois estes são os principais responsáveis pela variação na produtividade (Marin et al. 2008). Estas variáveis agrometeorológicas são alguns dos elementos utilizados em estimativas de produtividade, que estão se tornando uma questão estratégica no Brasil, tanto para o planejamento de abastecimento interno, quanto para a tomada de decisões referente ao mercado exterior (Santos e Camargo, 2006). Segundo Berlatto et al. (1992) é possível obter previsões de safra muito precisas quando identificado os fatores que mais afetam os ciclos da planta.

Outro elemento importante é o balanço hídrico, que é o resultado da diferença entre a entrada e saída de água de um sistema, portanto, conhecendo a capacidade de armazenamento de água do solo, juntamente com o balanço hídrico é possível saber se a cultura está em déficit hídrico ou não. Segundo Tubelis (1988), os estudos do balanço hídrico facilitam o entendimento da relação entre cultura e clima, o que permite o ajuste das condições climáticas da planta, evitando assim consequências desastrosas por falhas no planejamento agrícola.

A entrada de água no sistema ocorre pela precipitação, ela não afeta diretamente nenhum processo da planta, mas atua como modulador, afetando seu desenvolvimento (Serio et al. 2006). A ETo é a água perdida para a atmosfera a partir da evaporação do solo e da transpiração das plantas. Allen et al. (1998) verificou que além da disponibilidade de água no solo a evapotranspiração é determinada principalmente pela fração de radiação solar que chega ao solo, que diminui conforme a cultura se desenvolve e sombreia o solo. A velocidade do vento e temperatura do ar também são fatores que condicionam a evapotranspiração.

Assim, estas variáveis agrometeorológicas, são cada vez mais importantes para serem utilizados como entrada em modelos regionais e globais e, devem, dentro do possível, estar disponíveis praticamente em tempo real (Johann et al. 2011). Atualmente no Brasil, a forma mais comum de se obter estes dados é a partir de estações agrometeorológicas de instituições como o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e o SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), entretanto estas instituições não distribuem os dados em tempo real, além de problemas logísticos e financeiros que também dificultam a obtenção destas informações (Deppe et al. 2006).

Uma alternativa aos métodos convencionais é sensoriamento remoto, através de modelos atmosféricos que se utilizam de sistemas complexos que integram dados de satélite, radares e modelos matemáticos, que são calibrados com dados de superfície (Johann, 2012). O modelo atmosférico ECMWF (*European Centre for Medium-Wealth Forecast*) (ECMWF, 2016), disponibiliza os dados de forma totalmente gratuita e praticamente em tempo real, através do *website* do *Joint Research Centre* (JRC, 2016). Antes de publicar em seu site, o JRC envia as imagens para a empresa *Meteo-Consult*, que faz o processamento dos dados.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi, por meio do sensoriamento remoto e do modelo ECMWF determinar a série histórica mensal entre os anos de 2008 a 2016 do balanço hídrico no Paraná.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo compreende o estado do Paraná, localizado entre os paralelos 22°29'S e 26°43'S e os meridianos 48°2'W e 54°38'W, subdividido em 10 mesorregiões e com um total de 399 municípios (Figura 1).

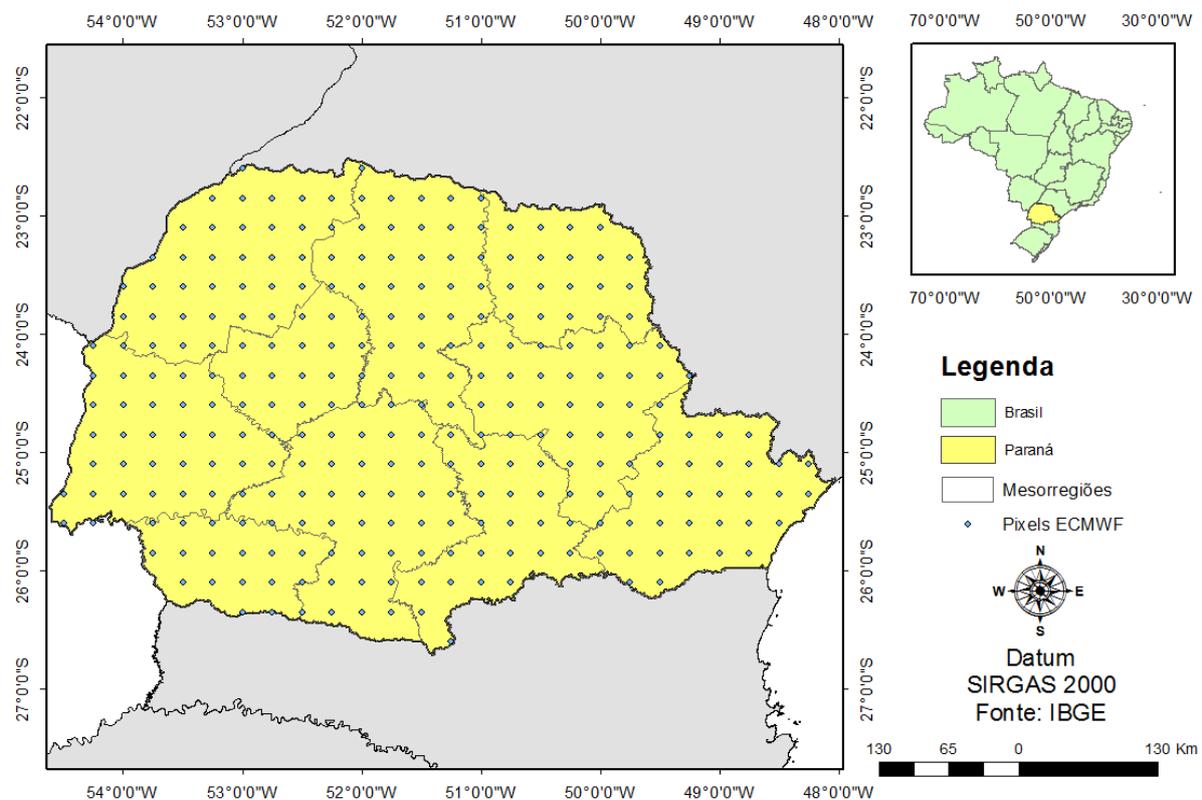


Figura 1. Mapa do estado do Paraná, com suas 10 mesorregiões e os 283 pixels do ECMWF.

Os dados agrometeorológicos de evapotranspiração de referência e precipitação foram obtidos gratuitamente do modelo atmosférico ECMWF pelo *website* do JRC (JRC, 2016). O

ECMWF possui dados globais com uma resolução espacial de 25x25 km e os distribui de forma decendial (a cada 10 dias). Para este estudo foram utilizados dados de janeiro de 2008 até setembro de 2016, somando um total de 315 decêndios.

Como o ECMWF não distribui dados mensais, foi necessário transformar as informações da escala decendial para mensal. Utilizando o software *Crop-yield Modeling Platform* (CyMP) (Paloschi, 2016), foi feito para cada variável a soma dos 3 decêndios de todos os meses de cada ano. Com a escala das imagens em formato mensal foram calculadas, ainda com o CyMP as métricas (média, mínimo e máximo) da série histórica de 2008 a 2016.

Utilizando-se do software ArcGis 10.3.1 (ESRI, 2016) foi feito o cálculo do balanço hídrico, para tal, a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração da série histórica de cada mês foi calculada. Para fazer a classificação as imagens foram separadas por métrica, onde foi identificado os valores mínimos e máximos dentre os 12 meses e então classificado as imagens com a mesma escala.

3. Resultados e Discussão

O Paraná planta três safras por ano, a primeira na primavera, a segunda no final do verão e a terceira no inverno, para as safras de 2016/2017 estima-se que a área cultivada seja de 5,9 milhões de hectares (SEAB, 2016). Os meses de setembro a janeiro foi o período que mais evapotranspirou (Tabela 1) justamente na principal safra do estado, onde as áreas cultivadas estão mais esgotadas e, portanto, tende-se a ter uma maior evapotranspiração, tanto por transpiração (mais plantas para transpirar) quanto pela evaporação (temperaturas mais elevadas).

De acordo com a classificação de Koppen (Figura 2), os climas predominantes no Paraná são Cfa (clima humido temperado com verões quentes), Cfb (clima humido temperado com verão ameno) e Cwa (clima humido temperado com inverno seco) (Aparecido et al. 2016). Comparando estas informações com a Tabela 1, é possível observar uma concordância nos dados.

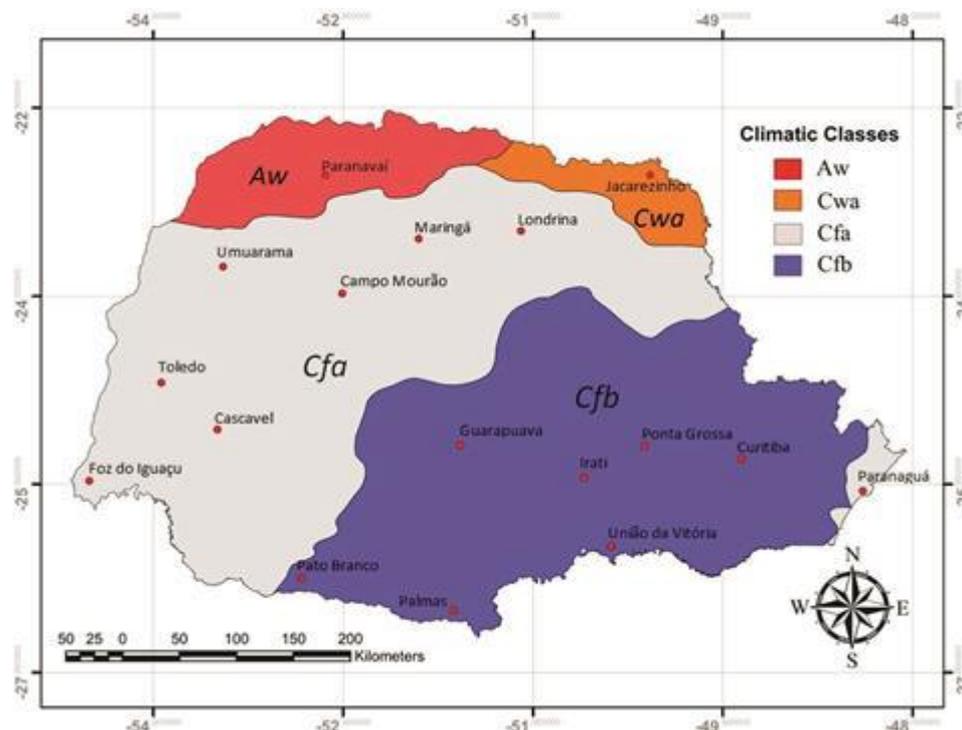
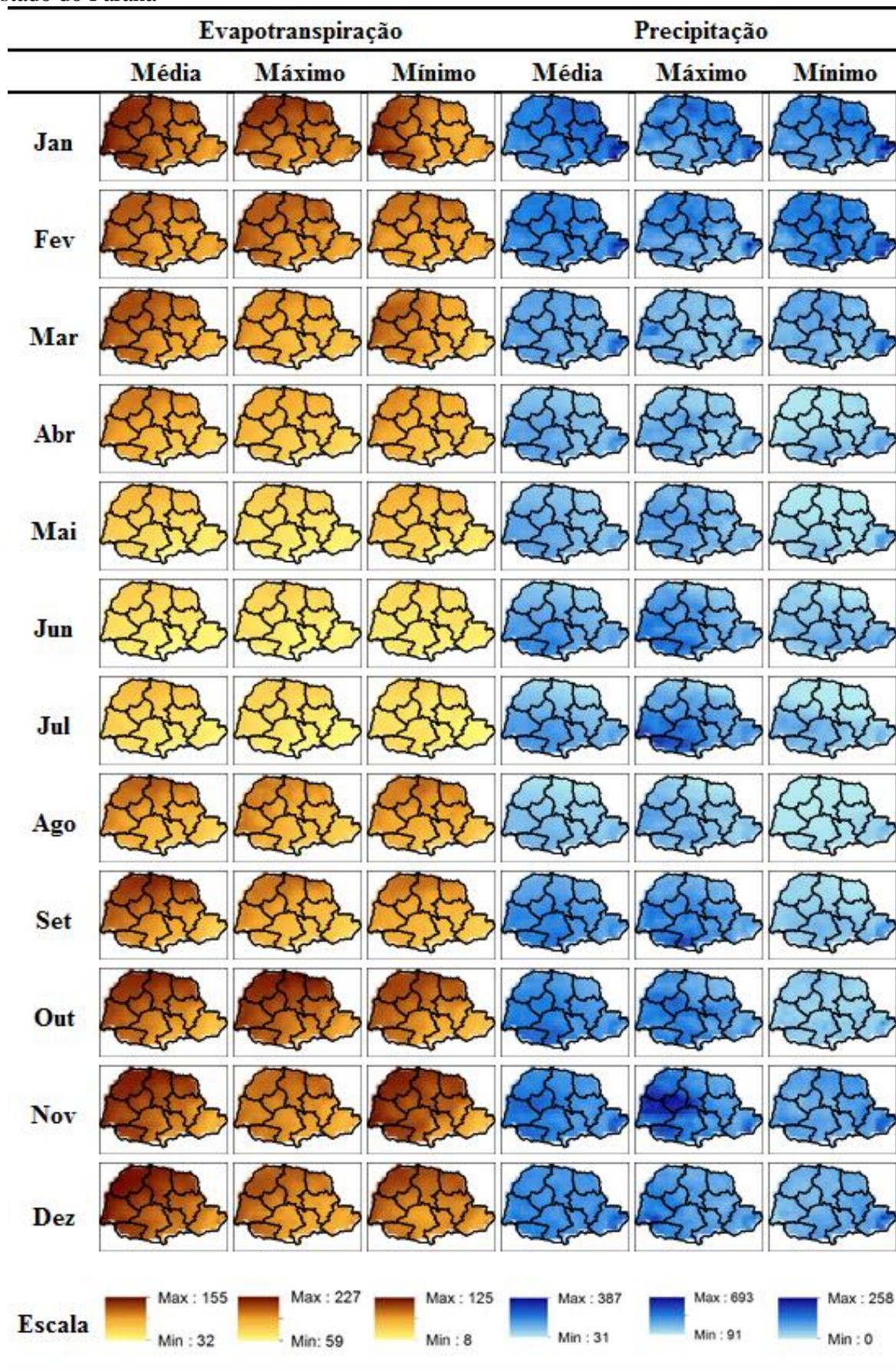


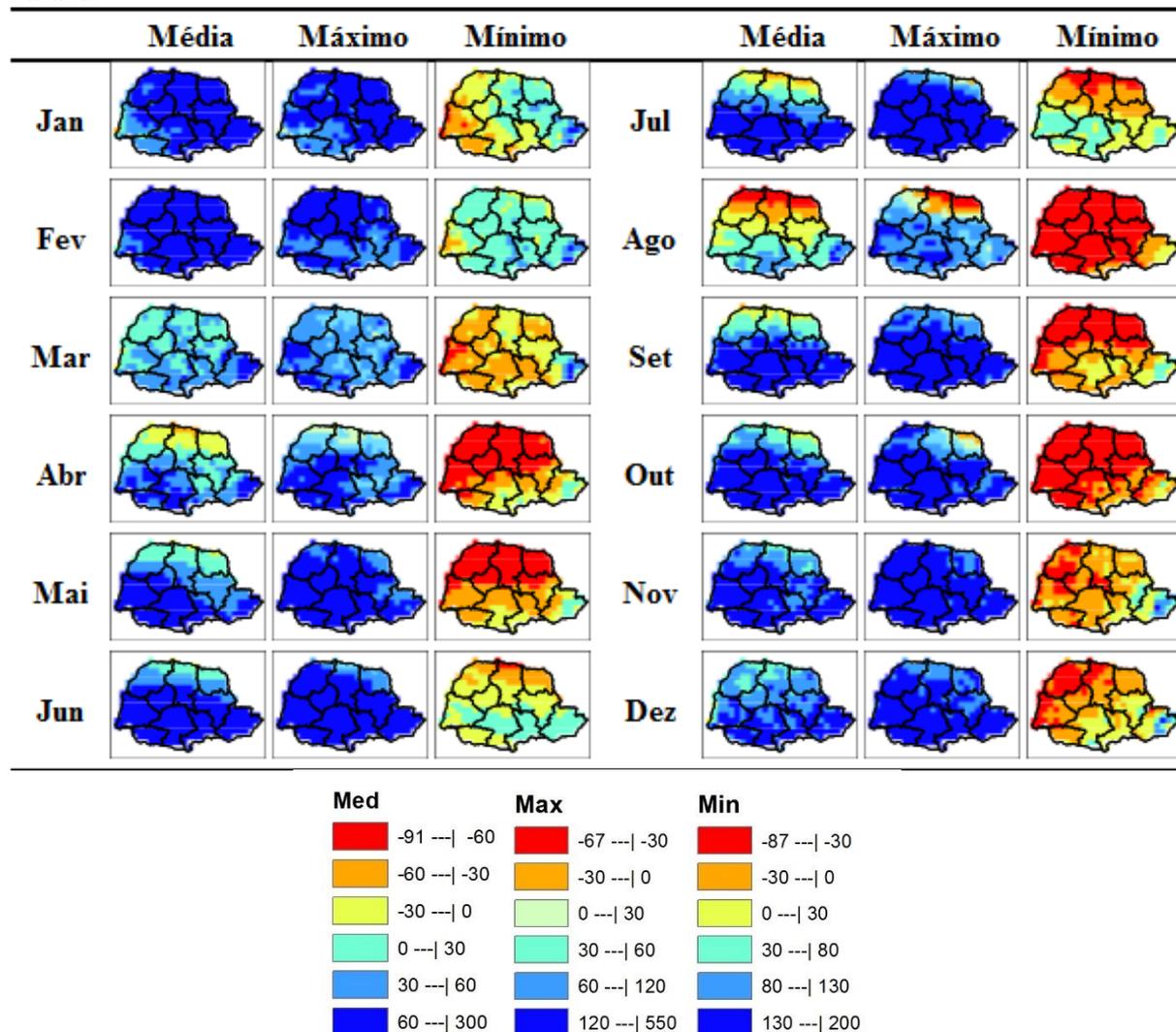
Figura 2. Clima do Paraná de acordo com a classificação de Koppen e Geiger (1928), modificado por Trewartha (1954) (Aparecido et al. 2016).

Tabela 1. Matriz estatística de mapas da série histórica de evapotranspiração e precipitação no estado do Paraná



A média do balanço hídrico se manteve positiva em quase todos os meses (Tabela 2) principalmente no sul do estado. Algumas variações mais extremas aconteceram, possivelmente devido aos fenômenos do La Niña, provocando secas severas no sul do Brasil, e também do El Niño que atingiu o país recentemente, em 2015, causando um excesso de chuvas na primavera e no verão que prejudicou fortemente as culturas de feijão, milho e soja (SEAB, 2016).

Tabela 2. Matriz estatística de mapas da série histórica do balanço hídrico para o estado do Paraná.



4. Conclusões

As imagens do ECMWF permitiu observar os períodos de chuvas intensas e secas provocadas respectivamente pelo El Niño e La Niña no Paraná, sendo o norte do estado mais afetado pelas secas, principalmente no inverno. A média do balanço hídrico se manteve positiva em todo o estado durante as safras de verão, decaindo durante o inverno, principalmente no norte do Paraná, entrando em concordância com a classificação climática de Köppen.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola (PGEAGRI) e ao Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) pela disponibilização da infraestrutura para realização da pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

Allen, R.G.; Pereira, L.; Raes, D.; Smith, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/XO49OE/XO49OEOO.htm>>. Acesso em: 06 nov 2016.

Aparecido, L.E.O.; Rolim, G.S.; Richetti, J.; Souza, P.S.; Johann, J.A. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 40, n. 4, p. 405–417. 2016.

Berlato, M.A.; Fontana, D.C.; Gonçalves, H.M. Relação entre rendimento de grãos de soja e variáveis meteorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 27, n. 5, p. 695-702. 1992.

Deppe, F., Martini, L., Lonhmann, M.; Adami, M. Validation studies of ECMWF precipitation data with observed SIMEPAR ground data (meteorological stations). In 2° International Workshop On Crop Monitoring And Forecasting In South America, Montevideu, Uruguai, 2006. **Proceedings...** Montevideo: South America Scientific Network on Crop Monitoring and Forecasting, 2006. p. 83-92.

ECMWF. **European Centre for Medium-Range Weather Forecasts**. 2011. Disponível em: <<http://www.ecmwf.int/>>. Acesso em: 06 nov 2016.

ESRI. **ArcGIS Spatial Analyst**. 2010. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/spatialanalyst/surface.html>>. Acesso em: 06 nov 2016.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2016. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em: 06 nov 2016.

Johann, J.A.; Rocha, J.V.; Rolim, G.S.; Lamparelli, R.A.C.; Duft, D.G. Comparação entre dados de temperatura média de estações meteorológicas com dados do modelo ECMWF entre 2000 e 2009 no Estado do Paraná. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 5817-5824. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1030.pdf>>. Acesso em: 06 nov 2016.

Johann, J.A. **Calibração de dados agrometeorológicos e estimativa de área e produtividade de culturas agrícolas de verão no estado do paraná**. 2012. 201 p. Tese de doutorado, Programa de Pós Graduação: Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas.

Joint Research Centre (JRC). **Dados meteorológicos simulados pelo modelo do ECMWF**. 2009. Disponível em: <<http://mars.jrc.ec.europa.eu/mars/About-us/FOODSEC/Data-Distribution>>. Acesso em: 06 nov 2016.

Koppen, W.; Geiger, R. **Klimate der Erde, Justus Perthes, Gotha**. 1928.

Marin, F.R.; Lopes-Assad, M.L.; Assad, E.D.; Vian, A.E.; Santos, M.C. Sugarcane crop efficiency in two growing seasons in São Paulo State, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 43, n. 11, p. 1449-1455. 2008.

Paloschi, R.A. **Software aplicado a modelos de estimativa de produtividade agrícola**. 2016. 82 p. Dissertação de mestrado, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Santos, M.A.; Camargo, M.B.P. Parametrização de modelo agrometeorológico de estimativa de produtividade do cafeeiro nas condições do Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 65, n. 1, p. 173-183, 2006.

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). **Safra de grãos deve ser recorde no Paraná no próximo ano**. Disponível em: <<http://www.casacivil.pr.gov.br/2016/09/90668,10/Safra-de-graos-deve-ser-recordenno-Parana-no-proximo-ano.html>>. Acesso em: 06 nov 2016.

Serio, L.; Spescha, L.; Murphy, G.M. Validación de lãs precipitaciones decádicas de la región pampeana na estimadas por el modelo atmosférico del ECMWF. In: 2° International Workshop On Crop Monitoring



And Forecasting In South America, 2006. **Proceedings...** Montevideo: South America Scientific Network on Crop Monitoring and Forecasting, 2006. p. 45-52.

Trewartha, G.T. **An Introduction to Climate**. New York: McGraw-Hill, 1954. 402p.

Tubelis, A. **A chuva e a produção agrícola**. São Paulo: Nobel, 1988. 85 p.