

AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO PROVENIENTES DE DADOS EM GRID (ECMWF E NASA)

**TAYNARA TUANY BORGES VALERIANO^{1*}, GLAUCO DE SOUZA ROLIM²,
RAFAEL C. BISPO³, LUCAS EDUARDO DE O. APARECIDO⁴, JOSÉ REINALDO
DA S. C. DE MORAES¹.**

¹ Engenheira Agrônoma, mestranda em Produção Vegetal – Agrometeorologia; Dep. Ciências Exatas, FCAV/UNESP – Jaboticabal; taynarabvaleriano@gmail.com

² Professor Doutor em Agrometeorologia; Dep. Ciências Exatas, FCAV/UNESP – Jaboticabal

³ Geógrafo, doutorando em Engenharia Agrícola; Dep. Eng. Agrícola UNICAMP

⁴ Engenheiro Agrônomo, doutorando em Produção Vegetal – Agrometeorologia; Dep. Ciências Exatas, FCAV/UNESP – Jaboticabal.

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: A baixa densidade de estações meteorológicas, assim como, a defasagem de tempo, ocorrem na maioria dos lugares ao redor do mundo, tornando difícil para os tomadores de decisão fazer conclusões significativas em gestão de recursos naturais. O objetivo do presente estudo foi comparar os dados decendiais de temperatura média (T), e precipitação (P) provenientes dos sistemas de dados em grid, ECMWF e NASA, para regiões cafeeiras de São Paulo e Minas Gerais. A acurácia e a precisão foram determinadas utilizando o Índice de concordância de Wilmont (d) e R^2 , respectivamente. De forma geral os modelos superestimaram os dados de superfície, uma vez que os coeficientes lineares foram positivos. As estimativas de T tanto do modelo ECMWF quanto da NASA foram precisas e acuradas, com índice R^2 e (d) mínimo de 0,61 e 0,86, respectivamente, em relação aos dados de superfície. As estimativas de P obtiveram um R^2 e um (d) mínimo de 0,48 e 0,79, respectivamente. Estes resultados comprovam que dados de T de ambos os modelos podem ser utilizados, na gestão agrícola de diversas culturas. Entretanto para a estimativa de P, são necessárias mais pesquisas, para a melhoria da acurácia e precisão.

PALAVRAS-CHAVE: temperatura média, big data, atmosfera, GCM, sensoriamento remoto.

EVALUATION AND COMPARISON OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION DATA FROM GRIDDED DATA (ECMWF and NASA)

ABSTRACT: The low density of weather stations as well as a time lag occurs in many of the localities around the world, making it difficult for decision makers to make significant conclusions on natural resource management. The objective of the present study was based on data of low quality (T), and precipitation (P) of the gridded data of ECMWF and NASA, for coffee regions of São Paulo and Minas Gerais. Accuracy and precision in using the Wilmont concordance index (d) and R^2 , respectively. In general, the models overestimated the surface data, since the linear coefficients were positive. As T estimates of both the ECMWF model and the NASA model were satisfactory, with a R^2 and (d) minimum of 0.61 and 0.86, respectively, in relation to the surface data. As estimates of P have a R^2 and a (d) minimum of 0.48 and 0.79, respectively. These results prove that T data of both models can be used in the agricultural management of several crops. However, for an estimate of P, they are more important, for an improvement in accuracy and precision.

KEYWORDS: mean temperature, big data, climate, GCM, remote sensing.

INTRODUÇÃO

O Brasil não dispõe de uma rede de estações meteorológicas capaz de preencher todas as necessidades de dados meteorológicos do país. As estações estão mais concentradas em áreas mais desenvolvidas do que em áreas mais remotas (PEREIRA et al., 2002). Outra limitação dos dados de superfície, além do custo, são as incertezas em relação aos erros de medição e conexão em registradores de dados, entupimento de sensores de chuva, fios quebrados e a perda de calibração dos sensores (MORAES et al., 2014). Pode ocorrer ainda uma defasagem de dados nas séries climáticas, o que acaba limitando diversas pesquisas, dificultando conclusões significativas sobre a gestão de recursos naturais (MOELETSI; WALKER, 2012).

Neste contexto o uso de dados meteorológicos em grid (GD) tem aumentado recentemente no Brasil, principalmente no monitoramento de culturas (GASPAR et al., 2015). Os GD combinam informações de diversas fontes como, superfície, oceanos, sensoriamento remoto e fazem estimativas e previsões separando o planeta em grids (BECHTOLD et al., 2008). Vários GDs foram desenvolvidos, por exemplo, pelo European Center for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Os dados do sistema ECMWF são processados e disponibilizados em grids de até 0,25 graus de latitude e longitude, correspondendo a cerca de 27 km na direção meridional (ECMWF 2015). O sistema NASA tem uma maior resolução espacial de $1 \times 1^\circ$, correspondendo a 108 km na direção meridional, com dados coletados pelo Sistema de Observação da Terra Goddard (GEOS) (NASA 2007).

Os GDs foram extensivamente estudados por Albergel et al. (2012) na Austrália, Wang et al. (2012) na China, Rubel e Rudolf (2001) nos Alpes Europeus e Johann et al. (2011) no Brasil. A utilização dos dados decendiais do ECMWF, foi verificada por Verkade et al. (2013), para identificar locais onde existe alguma limitação ou ainda, quando os dados de superfície não estão disponível, na previsão hidrológica operacional em várias escalas espaciais. Moraes et al. (2014), também realizaram um trabalho com os dados decendiais do ECMWF, para determinar a precipitação total acumulada, radiação global, evapotranspiração e grau-dias para a cultura da cana-de-açúcar.

Vários estudos utilizaram e avaliaram dados da NASA, como a modelagem da fenologia do trigo nos EUA (WHITE et al., 2008), simulação da produção de milho na China (BAI et al., 2010), previsão de incêndio na Sérvia (WESTBERG et al., 2010), e ainda simulação dos requisitos de água para o milho na província do Estado Livre da África do Sul (MOELETSI; WALKER, 2012). Entretanto, no Brasil são escassas as pesquisas que avaliam esses dois sistemas, para que os mesmos, possam ser utilizados onde houver algum tipo de limitação dos dados de superfície. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi comparar e avaliar os dados decendiais de temperatura média do ar e de precipitação dos GDs, ECMWF e NASA em relação aos dados de superfície para o Sudeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de temperaturas máxima, mínimas e médias do ar das estações de superfície, foram coletados no período de setembro de 1992 a dezembro de 2015 e os dados de

precipitação foram coletados de junho de 2000 a dezembro de 2015. Estes dados foram organizados em uma escala decenal e estratificados por estação: primavera (SPR) 22 de setembro a 21 de dezembro; Verão (SUM) 21 de dezembro a 20 de março; Outono (AUT) de 20 de março a 20 de junho e Inverno (WIN) de 20 de junho a 22 de setembro e foi feita a análise de todos os dados (ALL), sem estratificar de acordo com a estação do ano.

Foram estudados um total de 10 locais (Figura 1). Cinco de Minas Gerais: Monte Santo de Minas, Guaxupé, Tiros, Coromandel e Serra do Salitre. As informações sobre as temperaturas do ar máximas, mínimas e médias e de precipitação foram fornecidas por cooperativas agrícolas das regiões. E outras cinco localidades no Estado de São Paulo: Mococa, Gália, Cristais Paulista, Franca e Osvaldo Cruz. Os dados meteorológicos foram fornecidos pelo Instituto Agrônomo de Agroindústria do Estado de São Paulo (IAC / APTA). Esses locais não fazem parte de grandes centros urbanos e são áreas agrícolas importantes com café, cana-de-açúcar, citros, grãos e culturas hortícolas, perfazendo uma área total de 10.014 km² (IBGE 2016).



FIGURA 1. Locais utilizados no estudo em Minas Gerais e São Paulo, Brasil.

O European Center for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) é uma organização intergovernamental independente que desenvolve e opera de forma regular modelos meteorológicos globais e sistema de assimilação de dados para previsão meteorológica com base em dados meteorológicos recolhidos por satélites e sistemas de observação da Terra, tais como estações automáticas e tripuladas, aeronaves, navios e balões meteorológicos. Os dados de estimativa de precipitação e temperatura do ar, foram redimensionados em um grid de 0,25 graus e agregados por períodos de 10 dias e estão são gratuitamente distribuídos pela internet e estão disponíveis no site <http://spirits.jrc.ec.europa.eu/>.

Desenvolvido primordialmente para aplicação em arquitetura, na construção de prédios sustentáveis e posteriormente na agricultura, o projeto NASA POWER disponibiliza dados diários de radiação solar global, insolação, temperatura de superfície e do ar, umidade relativa, vento e precipitação. Os dados de temperatura são provenientes de dois modelos: Global Model and Assimilation Office (GMAO). O primeiro, Goddard Earth Observing System mode version 4 (GEOS – 4), disponibiliza dados de 1 de janeiro de 1983 a 31 de dezembro de 2007. O segundo, Goddard Earth Observing System mode version 5 (GEOS – 5), com dados a partir de 1 de janeiro de 2008 até a presente dada. Os dados de precipitação

são provenientes do Global Precipitation Climatology Project (GPCP) está disponível em formato de grade $1^\circ \times 1^\circ$ desde o final de 1996 até à data. Os dados diários para temperatura média e chuva foram baixados através da Internet no site da NASA / POWER (STACKHOUSE, 2006): https://power.larc.nasa.gov/common/php/POWER_AboutAgroclimatology.php. Os dados foram organizados em períodos decendial, semelhantes aos dados do ECMWF.

Os desempenhos dos conjuntos de dados derivados do ECMWF e da NASA foram avaliados por análise de regressão linear, onde as variáveis independentes foram as dos GDs e as variáveis dependentes foram as das estações de superfície. A acurácia foi determinada usando o índice de concordância de Willmott et al. (1985) (Eq. 1). A precisão foi determinada usando R^2 (Felayi et al., 2011). (Eq. 2).

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Y_{obs_i} - Y_{est_i})^2}{\sum_{i=1}^N (|Y_{est_i} - \bar{Y}| + |Y_{obs_i} - \bar{Y}|)} \quad (1)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_{est_i} - \bar{Y})^2}{(Y_{obs_i} - \bar{Y})^2} \quad (2)$$

Em que: Y_{est_i} é a variável estimada no decendio i , Y_{obs_i} é a variável observada no decendio i , \bar{Y} é uma média estimada da variável e N é o número de datapoints.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos de temperatura foram acurados, pois o d mínimo encontrado foi de 0,53 para os dados da NASA, na localidade de Tiros no verão. A boa correlação foi condizente com outros estudos realizados, que mostraram claramente a utilidade de GDs (WHITE et al, 2008; BAI et al, 2010; MOELETSI; WALKER 2012). Entretanto o modelo gerado pelo ECMWF foi superior, apresentando índices de Wilmont (d) acima de 0,8 enquanto que o modelo da NASA, maiores que 0,6 (Figure 2A e C).

Quanto à precisão, o modelo da NASA também foi inferior, principalmente na primavera, verão e outono, em cinco locais, sendo estes: Gália, Osvaldo Cruz, Cristais Paulista, Monte Santo de Minas e Tiros. De acordo com Che et al. (2016) as condições atmosféricas e topografia na área do grid dos valores da NASA é uma possível fonte de erros. White et al. (2008) relataram maiores diferenças na temperatura do ar da NASA contra medições de estações terrestres em áreas com topografia montanhosa ou de zonas costeiras. As demais localidades apresentaram um R^2 maior que 0,5 (Figure 2B e D). Resultado semelhante foi encontrado por Moeletsi e Walker (2012), onde os valores de R^2 foram entre 0,69 e 0,79. Já Che et al. (2016) obtiveram um R^2 médio de 0,9 correlacionando dados da NASA e de superfície. Para o ECMWF a precisão mínima foi de 0,6 e um valor médio de 0,81.

Ambos os modelos quando comparados somente em ALL proporcionaram uma maior acurácia e precisão. Sendo os valores de d médio entre 0,96 e 0,91 e R^2 médio de 0,87 e 0,74 para ECMWF e NASA, respectivamente. Estes resultados comprovam que dados de temperatura de ambos os modelos podem ser utilizados quando os dados de temperatura das estações meteorológicas estiverem com limitações ou em locais onde não há estações meteorológicas.

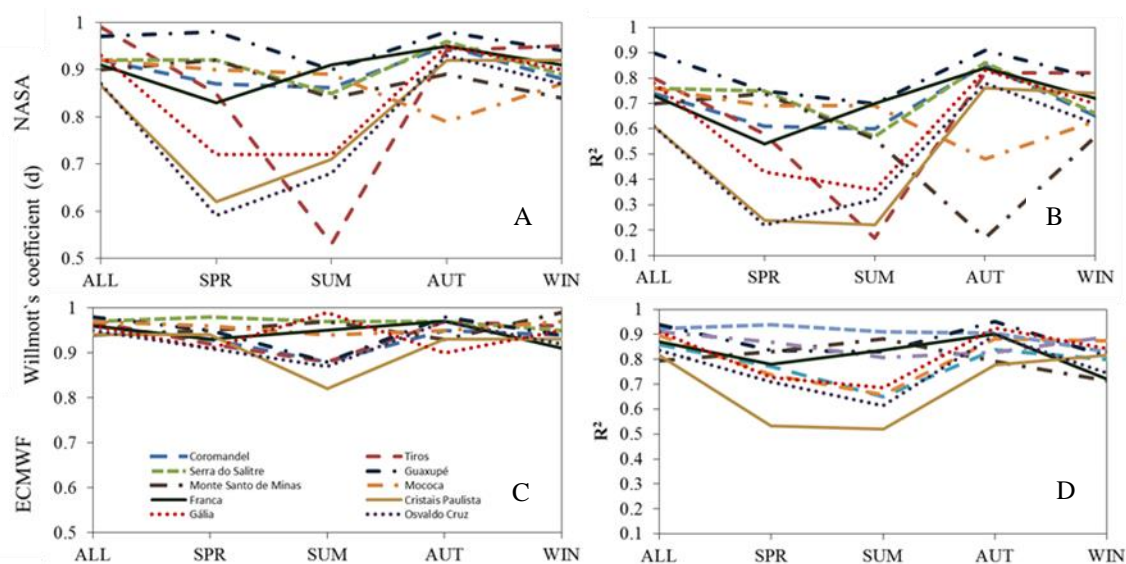


FIGURA 3. Acurácia (d) e precisão (R²) da temperatura estimada pelos modelos locais usando os dados da NASA (A e B) e do ECMWF (C e D).

Para a precipitação, os modelos de ambas as fontes de dados de forma geral foram acurados, pois o d mínimo foi de 0,59, no outono em Gália, para a NASA. Porém o ECMWF foi superior, apresentando índices de Wilmont (d) acima de 0,8 enquanto que o modelo da NASA, maiores que 0,6 (Figure 3A e 3C). De acordo com Huffman et al. (2001) o produto do GPCP (NASA) não utiliza informações de coletores de chuva, somente dados de satélite. Quanto à variabilidade dos dados em relação às estações do ano, esta foi mais atenuada no sistema do ECMWF. Entretanto, para ambos sistemas, verifica-se que a variabilidade aumenta no outono e inverno. De acordo com White et al. 2008 essa variabilidade dos dados pode ser devido a topografia e as mudanças na cobertura do solo, efeitos localizados, possivelmente resultando em maiores erros no modelo de assimilação.

Quanto à precisão dos modelos para a estimativa de P, os sistemas foram semelhantes, obtendo valores de R² entre 0,3 a 0,8. Na localidade de Serra do Salitre o ECMWF obteve um R² de 0,9 no inverno, sobressaindo então a NASA (Figure 4B e 4D). A variabilidade dos dados também foi semelhante. Este estudo confirma o resultado de Rubel e Rudolf (2001) que compararam o desempenho dos mesmos modelos deste estudo, ECMWF e GPCP - 1DD (NASA) e verificaram que ambos os conjuntos de dados globais têm déficits na estimativa de valores de precipitação realistas na região da Índia.

Para ambos os sistemas à localidade que apresentou maior acurácia e precisão na estimativa de P foi Serra do Salitre. Esta localidade é a que possui maior altitude estudada (1244 m), indicando que os sistemas ECMWF e NASA podem trabalhar bem em regiões tropicais de maiores altitudes. Entretanto, em relação a estimativa de T, os resultados comprovam que são necessárias mais pesquisas que visem a melhoria da estimativa de P. De acordo com Rubel e Rudolf (2001), a precipitação é uma variável muito difícil de se estimar devido à sua alta variabilidade espacial e temporal, consistindo em um dos problemas mais desafiadores na ciência climática.

Uma limitação às análises do presente trabalho é a falta de um meio para avaliar o erro dos dados de superfície. De acordo com alguns autores como, Wu et al. (2005); White et al. (2008). As análises de conjuntos limitados de estações indicam que de estação para estação o erro pode ser tão elevado quanto os erros dos GDs.

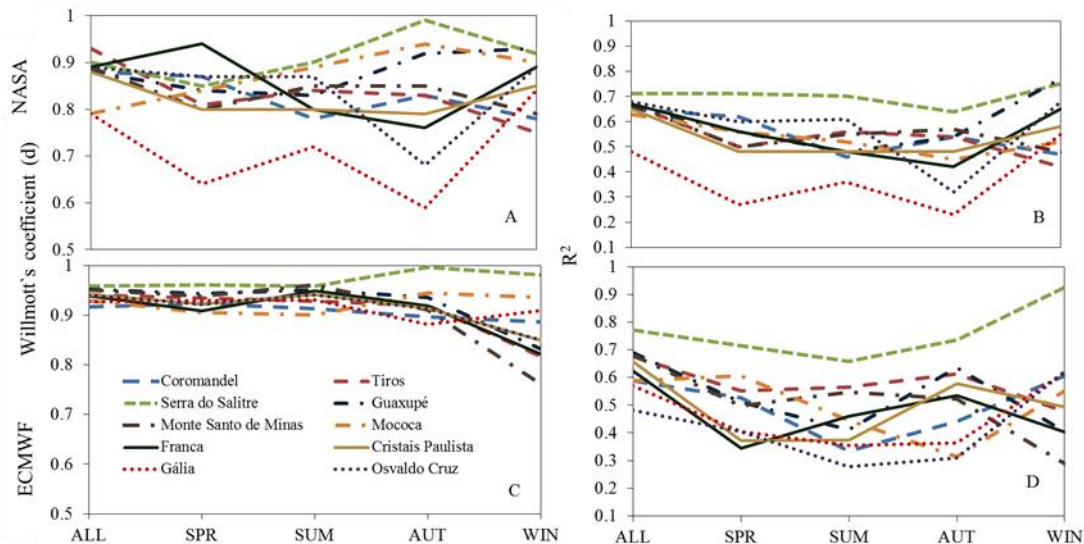


FIGURA 5. Acurácia (d) e precisão (R²) dos modelos de precipitação local usando os dados da NASA (A e B) e do ECMWF (C e D).

CONCLUSÕES

Os modelos de estimativa de temperatura de ambos os sistemas, ECMWF e NASA, são precisos e acurados, apesar da superioridade do ECMWF, os resultados comprovam que dados de T de ambos os sistemas podem ser utilizados, na gestão agrícola de diversas culturas. Entretanto para a estimativa de P, são necessárias mais pesquisas, para a melhoria da acurácia e precisão.

REFERÊNCIAS

- ALBERGEL, C.; DE ROSNAY, P.; BALSAMO, G.; ISAKSEN, L.; MUÑOZ SABATER J. Soil moisture analyses at ECMWF: evaluation using global ground-based in-situ observations. **J. Hydrometeorol.** v.13, p.1442–1460, 2012.
- BAI, J.; CHEN, X.; DOBERMMAN, A.; YANG, H.; CASSMAN, K.G.; ZHANG, F. Evaluation of NASA satellite- and model-derived weather data for simulation of maize yield potential in China. **Agronomy Journal** v.102, n.1, p. 9–16, 2010.
- BECHTOLD, P.; KOHLER, M.; JUNG, T.; DOBLAS-REYES, F.; RODWELL, M.J.; VIART, F.; BALSAMO, G. Advances in simulating atmospheric variability with the ECMWF model: From synoptic to decadal time-scales. **Q.J.R. Meteorol. Soc.** v.134, p.1337-1351, 2008.
- CHE, T.; DAI, L.; ZHENG, X.; LI, X.; ZHAO, K. Estimation of snow depth from passive microwave brightness temperature data in forest regions of northeast China. **Remote Sensing of Environment** v.183, p. 334-349, 2016.
- ECMWF, 2016. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, www.ecmwf.int. Cited 5 October 2016.
- FELAYI, E.O.; RABIU, A.B.; TELIAT, R.O. Correlations to estimate monthly mean of daily diffuse solar radiation in some selected cities in Nigeria. **Advances in Applied Science Research** v.2, n.4, p. 480–490, 2011.
- GASPAR, N.A.; APARECIDO, L.E.O.; ROLIM, G.S.; SOUZA, P.S.; BOTELHOS, T.G. Software for the management of weather stations and for agrometeorological calculations. **Australian Journal of Crop Science** v.9, n.6, 2015.

- HUFFMAN, G.J.; MORRISSEY, M.; BOLVIN, D.T.; CURTIS, S.; JOYCE, R.; MCGAVOCK, B.; SUSSKIND, J. Global precipitation at one degree daily resolution from multisatellite observations. **Journal of Hydrometeorology** v.2, p.36–50, 2001.
- IBGE (2016), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acess in 06 oct. 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. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, INPE p.5817, 2011.
- MOELETSI, M.E.; WALKER, S. Evaluation of NASA Satellite and Modelled Temperature Data for Simulating Maize Water Requirement Satisfaction Index in the Free State Province of South Africa. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, v.50-52, p.157-164, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2012.08.012>
- MORAES, R.A.; ROCHA, J.V.; LAMPARELLI, R.A.C. Determination of total accumulated rainfall, global radiation, evapotranspiration and degree-days originated from the ECMWF model to sugar cane crop. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal v.34, n.2, p.322-331, 2014.
- NASA (2007) NASA Surface Meteorology and Solar Energy: Methodology. (last viewed 08.05.2016) <http://www.ceoe.udel.edu/windpower/ResourceMap/SSE_Methodology.pdf>.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 478p., 2002.
- RUBEL, F.; RUDOLF, B. Global daily precipitation estimates proved over the European Alps, **Meteorol. Z.**, N.F. v.10 p.403 – 414, 2001.
- STACKHOUSE, P. **Prediction of Worldwide Energy Resources**. 2006. <http://power.larc.nasa.gov> (verified March 24,2008).
- VERKADE, J.S.; BROWN, J.; REGGIANI, P.; WEERTS, A.H. Post-processing ECMWF precipitation and temperature ensemble reforecasts for operational hydrologic forecasting at various spatial scales. **J. Hydrol.** v.501, p.73–91, 2013. doi:[10.1016/j.jhydrol.2013.07.039](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.07.039)
- WANG, X.; SONG, L.; CAO, Y. Analysis of the Weighted mean temperature of China based on sounding and ECMWF reanalysis data. **Acta Meteorologica Sinica** v.26, n.5, p. 642-652, 2012.
- WESTBERG, D.; SOJA, A.; STACKHOUSE JR, P.W. Linking satellite-derived fire counts to satellite-derived weather data in fire prediction models to forecast extreme fires in Siberia. **Geophysical Research Abstracts** 12, EGU2010-5597, 2010.
- WHITE, J.F.; HOOGENBOOM, G.; STACKHOUSE JR, P.W.; HOELL, J.M. Evaluation of NASA satellite- and assimilation model-derived long-term daily temperature data over the continental US. **Agricultural and Forest Meteorology** v.148, p.1574– 1584, 2008.
- WILLMOTT, C.J. On the validation of models, **Physical geography**, v.2, p.184-194, 1981.
- WU, H.; HUBBARD, K.G.; YOU, J. Some concerns when using data from the Cooperative Weather Station Networks: a Nebraska case study. **J. Atmos. Ocean. Technol.** v.22, p.592–602, 2005.