

# ANÁLISE DOS DADOS DE ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO SOLAR NOS ANOS DE 2007-2012 UTILIZANDO MODELO BD-JPT

**Vivian Teixeira Alves Branco**<sup>(2)</sup>, **Marcelo Romero de Moraes**<sup>(3)</sup>, **Rodrigo Alonso-Suárez**<sup>(4)</sup>, **Flávio Varone**<sup>(5)</sup>, **Alexandro Gularte Schafer**<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Edital PDA, modalidade Práticas Acadêmicas Integradas, das Pró-Reitorias de ensino, de extensão e cultura e de pesquisa.

<sup>(2)</sup> Bolsista do PDA; Universidade Federal do Pampa; Campus Bagé; Rio Grande do Sul; viviantabranco@gmail.com;

<sup>(3)</sup> Professor; Universidade Federal do Pampa; Campus Bagé; Rio Grande do Sul; marceloromero@unipampa.edu.br

<sup>(4)</sup> Professor; Universidad de la Republica do Uruguai; Salto; Uruguai; r.alonso.suarez@gmail.com;

<sup>(5)</sup> Meteorologista; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária; Porto Alegre; Rio Grande do Sul; fvarone@gmail.com;

<sup>(6)</sup> Professor; Universidade Federal do Pampa; Campus Bagé; Rio Grande do Sul; alexandro.schafer@unipampa.edu.br;

**Palavras-Chave:** radiação solar; modelo de estimativa; estação meteorológica.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da humanidade está diretamente relacionado com a energia. Nos últimos anos a produção de energia como recurso essencial para sobrevivência do planeta, associada à sustentabilidade de seu consumo, tem sido um dos principais temas de discussão entre a sociedade civil, indústrias e lideranças governamentais (Goldember et al., 2012). O Brasil está entre os países que dispõe da matriz energética composta, em sua maioria, por fontes renováveis. A energia hidráulica é o principal agente influenciador nestes resultados. A energia proveniente do Sol, apesar de ainda baixa representatividade na matriz elétrica do país, dispõe de um enorme potencial para desenvolvimento, já que o país está localizado em uma posição geográfica favorável para o aproveitamento da energia solar durante todo ano.

De acordo com Vignola et. al. (2012), dentre as informações fundamentais para a exploração dos recursos energéticos solares, o conhecimento da radiação solar incidente é a mais importante. No entanto, a falta de informações atualizadas e a disponibilidade limitada de dados medidos de radiação solar incidente constitui-se em uma das barreiras encontradas pelos investidores e produtores do setor energético. Nesse sentido, os modelos computacionais vêm sendo utilizados e calibrados afim de estimarem a irradiação solar incidente em pontos onde as medidas de alta qualidade não estão disponíveis. Atualmente os modelos utilizados para a estimativa da irradiação solar são baseados em imagens de satélite (Ceballos, 2004). Perez et. al. (1997) destaca que, ainda que os modelos baseados em imagens de satélites sejam menos precisos que as medições terrestres, eles possibilitam a geração de dados em diferentes localidades. Segundo Rigollier et. al. (2004), muitos dos modelos de estimativa de radiação foram desenvolvidos especialmente nos anos 80. O modelo Tarpley (Tarpley, 1979) está entre os primeiros modelos estatísticos desenvolvidos. Desde sua criação em 1979 foram desenvolvidas várias versões a partir do modelo original, dentre eles modelo BD-JPT, desenvolvido por Alonso-Suárez (2012), em que foram introduzidas variáveis dependente do brilho visando melhorar a acurácia das estimativas de irradiação para a República Oriental do Uruguai.

O presente trabalho tem como objetivo verificar a coerência da estimativa de irradiação solar a partir do modelo BD-JPT, através da comparação com os valores de radiação medidos na estação climatológica, tendo como estudo de caso a cidade de Bagé-RS. Este estudo é a etapa inicial de um projeto de pesquisa em que pretende-se analisar a aplicabilidade do modelo para todo o estado do Rio Grande do Sul.

## METODOLOGIA

Para aplicação do modelo BD-JPT, foram utilizados como dado de entrada imagens do canal visível dos satélites GOES 8, GOES 12 e GOES 13, com resolução de 2km, localizado na longitude 75°W, captadas em intervalos de 30 minutos. Foram utilizadas imagens do período de 01/01/2007 até 31/01/2012. As imagens foram processadas no Laboratório de Energia Solar (LES) da Universidad de la República (Udelar) e analisadas no Laboratório de Modelagem e Simulação Computacional (LMSC) da Unipampa, campus Bagé. Saliencia-se que algumas imagens estavam em falta, devido a prioridade de imageamento da America do Norte do programa de satélites GOES. Os dados referência utilizados para o mesmo período foram medidos de hora em hora na estação climatológica do Instituto Meteorológico (INMET) no município de Bagé, utilizando piranômetro modelo CM6B, da Kipp&Zonen. A estação INMET Bagé A827 está localizada na latitude -31.3478° e longitude -54.0133°. Nesta etapa fez-se necessário a análise dos dados medidos.

A confiabilidade dos dados gerados pelo modelo foi avaliada a partir dos desvios apresentados pelos valores de irradiação estimados pelo modelo e os medidos na estação. Foram analisados o desvio médio quadrático e o desvio de Bias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao total foram analisados 2128 dias. A Figura 1 ilustra os dados de irradiação estimados pelo modelo BD-JPT e os medidos pela estação A827 do INMET.

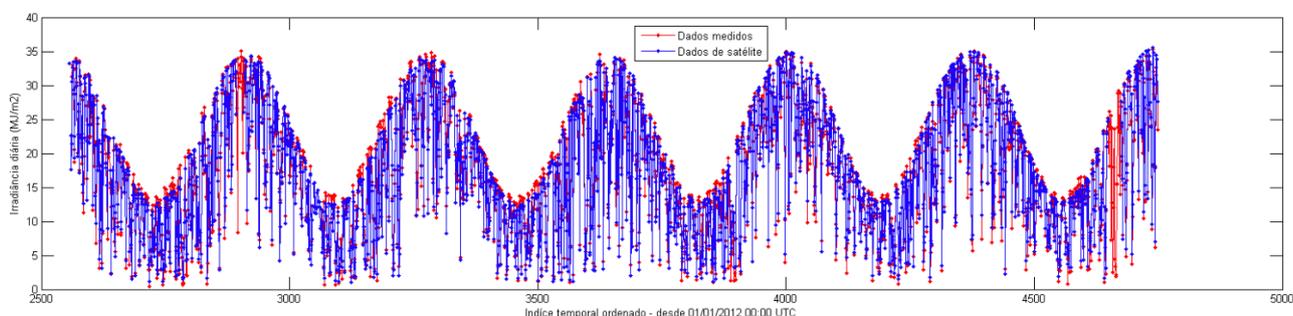


Figura 1 – Irradiação diária medida na estação e estimada pelo modelo

Na Figura 1 tem-se os dados de irradiação diária medidos na estação do INMET em Bagé, em vermelho, a irradiação diária estimada pelo modelo BD-JPT através das imagens do satélite GOES, em azul. A maior quantidade de imagens de satélite faltantes ocorreu no mês de outubro de 2011.

A partir dos dados da Figura 1, calculou-se a média de irradiação solar incidente diária no período analisado, que foi de 17,73 MJ/m<sup>2</sup>. O desvio médio quadrático (RMS) dos dados analisados foi de 1,16MJ/m<sup>2</sup> e o desvio relativo (rRMS) foi de 6,53%.

## CONCLUSÕES

A realização do estudo possibilitou o conhecimento da irradiação solar incidente na cidade de Bagé e a funcionalidade do modelo de estimativa de irradiação BD-JPT. Os resultados obtidos mostraram que conforme o esperado o modelo subestima os valores de irradiação, tendo um desvio um pouco superior do esperado nos anos analisados.

Os desvios obtidos para estação de Bagé estão ligeiramente acima dos encontrados em estudos realizados utilizando o mesmo modelo no Uruguai. Entretanto, o modelo BD-JPT manteve a tendência de subestimar as estimativas de irradiação.

Através deste estudo pode-se verificar o comportamento do modelo para a região de Bagé. A próxima etapa deste estudo consiste em implementar esta análise verificando o comportamento do modelo em outras estações do Rio Grande do Sul, a partir desta conclusão serão verificadas as possíveis ajustes que deverão ser feitos para utilização do modelo BD-JPT no estado do Rio Grande do Sul.

## REFERÊNCIAS

- VIGNOLA F., GROVER C., LEMON N., MCMAHAN A., Building a bankable solar radiation dataset. **Solar Energy**, Volume 86, Issue 8, August 2012, Pages 2218-2229, ISSN 0038-092X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2012.05.013>.
- CEBALLOS, J., BOTTINO, M. J., and SOUZA, J. M. D. A simplified physical model for assessing solar radiation over Brazil using goes 8 visible imagery. **Journal of Geophysical research**, 109:1–14, 2004.
- GOLDEMBERG, J.; PALETTA F. C. *et. al*, **Energias renováveis**, São Paulo: Blucher, 2012.
- PÉREZ, R., SEALS, R., ZELENKA, A.. Comparing satellite remote sensing and ground network measurements for the production of site/time specific irradiance data. **Solar Energy**, 60, 89-96. 1997
- RIGOLLIÉ C., LEFEVRE M. y WALD L.. The method heliosat-2 for deriving shortwave solar radiation from satellite images. **Solar Energy** 77, 2, 159-169. 2004.
- SUÁREZ, R. A, ABAL, G., SIRI, R. and MUSÉ, P. Brightness-dependent Tarpley model for global solar radiation estimation using GOES satellite images: Application to Uruguay. **Solar Energy**, Volume 86, 3205-3215. 2012.
- TARPLEY, J.. Estimating incident solar radiation at the surface from geostationary satellite data. **Journal of Applied Meteorology**, 18:1172, 1979.