

# ESTUDO DO POTENCIAL DE ENERGIA SOLAR NO ESTADO DA BAHIA USANDO O MODELO DE MESOESCALA WRF

Palmira Maria Acioli Dias<sup>1</sup>; Georgynio Yossimar Rosales Aylas<sup>2</sup>; Erick Giovani Sperandio Nascimento<sup>2</sup>; Davidson Martins Moreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda em Modelagem Computacional; Iniciação científica – Fabesb; palmira.engmec@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Titular; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; davidson.moreira@gmail.com

## RESUMO

A crise energética mundial tem demandado o conhecimento do comportamento da radiação solar como fator determinante para a previsibilidade de geração de energia e com isto a motivação deste estudo perpassa por análise da importância da radiação solar como recurso vital na operação de sistemas híbridos de geração de eletricidade através de sistema solar-fotovoltaica. Desta forma, o presente estudo tem como objetivo geral a implementação de melhorias na previsão da radiação solar incidente no estado da Bahia usando o modelo de mesoescala WRF (*Weather Research and Forecasting*) visando atender grande demanda do setor de produção e distribuição de energia elétrica no Brasil. Para validação das simulações confrontam-se os dados observados que são fornecidos por estações meteorológicas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Resultados preliminares indicam que houve diminuição na incidência de radiação no período do inverno e aumento no início do verão, não obstante novas análises ainda são pertinentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia solar, modelagem computacional, radiação solar incidente, WRF, Estado da Bahia.

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo tem passado por um intenso crescimento populacional e tecnológico e, como consequência, tem necessitado cada vez mais de uma ampla disponibilidade de energia elétrica. No Brasil, com o aumento do custo da energia elétrica devido à escassez de chuvas para abastecer o reservatório das usinas hidrelétricas, a energia solar tem se apresentado como uma alternativa válida e sustentável de geração de eletricidade<sup>1</sup>.

A quantidade de radiação solar que atinge o planeta anualmente equivale a 7.500 vezes o consumo de energia primária de sua população. A incidência de radiação varia conforme a posição geográfica, podendo atingir até 170 W/m<sup>2</sup>. A previsão de radiação solar incidente é de vital importância na operação de sistemas híbridos de geração de eletricidade, permitindo um gerenciamento mais eficiente das fontes de energia e o emprego otimizado de energia solar fotovoltaica, em prol da economia de outros recursos. Em virtude disso, surge a necessidade de estudos que buscam aumentar o conhecimento da disponibilidade e captação de irradiação solar<sup>2</sup>.

Na literatura existem alguns modelos capazes de simular a incidência de irradiação. O Atlas Brasileiro de Energia Solar foi desenvolvido através do projeto SWERA (*Solar and Wind Energy Resource Assessment*), que utiliza o modelo de transferência radiativa que tem como base o modelo IGMK, que usa a aproximação de “Bi-fluxo” na solução da equação de transferência radiativa, e faz uso de dados e elevação da superfície<sup>2</sup>. O modelo WRF (*Weather Research and Forecasting*) é um modelo numérico orientado para a pesquisa dos fenômenos atmosféricos e a previsão do tempo em mesoescala<sup>3</sup>. O seu desenvolvimento contínuo é fruto da colaboração entre vários centros de investigação e agências governamentais dos EUA. Concebido para ser uma ferramenta flexível, portátil e eficiente em diversas plataformas de Computação<sup>4,5</sup>. Ele possui um código-fonte simples, o que facilita o seu entendimento e aplicação. Possui um sistema de assimilação de dados com captação em três dimensões<sup>6</sup>. As principais parametrizações físicas deste modelo estão divididas em cinco categorias distintas: microfísica, parametrização de nuvens, parametrização da Camada Limite Planetária, modelos de ocupação do solo e radiação<sup>3</sup>. O maior problema enfrentado consiste em escolher um grupo de parametrizações que seja adequado às condições da região a ser estudada e também à capacidade computacional disponível<sup>7</sup>.

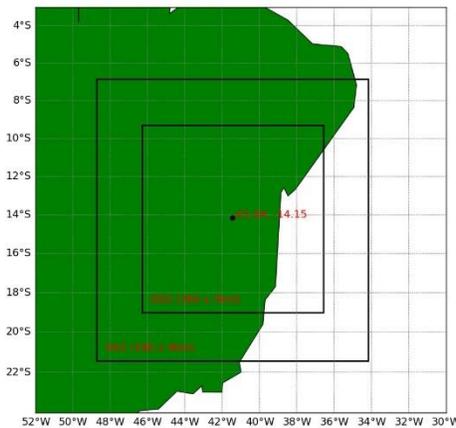
## 2. METODOLOGIA

Com a finalidade de se obter uma previsão com melhor resolução para incidência de irradiação solar para o estado da Bahia utiliza-se de metodologia para obtenção de previsões e simulações de curto prazo com o auxílio do modelo meteorológico de mesoescala WRF, sendo dividida nas seguintes etapas que já estão em curso, a citar: a) levantamento de dados das estações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) dos últimos cinco anos, sendo esta base de dados constituída por valores médios horários de irradiação solar global, etapa já vencida e com dados já selecionados. Estes estão distribuídos no estado da Bahia, na qual cada estação é dotada de suas coordenadas geográficas, latitude, longitude e altitude do local; b) Escolha das parametrizações usadas no modelo WRF será realizada por meio de simulações utilizando as diferentes

parametrizações dos processos atmosféricos (Camada Limite Superficial; Camada Limite Atmosférica; Superfície do solo; Microfísica; Radiação de onda longa; Radiação de onda curta; Cúmulos), etapa já também consolidada e em fase de testes; c) Escolha dos domínios para estabelecer a configuração de grades que melhor represente a região em estudo, sendo que o modelo WRF foi configurado inicialmente em dois domínios, etapa em curso; d) Avaliação das previsões de irradiação solar dadas pelo modelo WRF<sup>8</sup>, onde os valores previstos serão comparados com os valores de irradiação solar medidos nas localidades de interesse fornecidas pelas estações do INMET, etapa vindoura bem como a discussão dos demais resultados da pesquisa.

A modelagem realizada considera os períodos dos meses de junho e agosto de 2016, através do modelo WRF (versão 3.9), integrado em uma grade com espaçamento horizontal de 27 km x 27 km (domínio externo, D1) e 9 km x 9 km (domínios aninhados, D2), figura 1 e foram utilizadas as parametrizações propostas por KITAGAWA<sup>9</sup>.

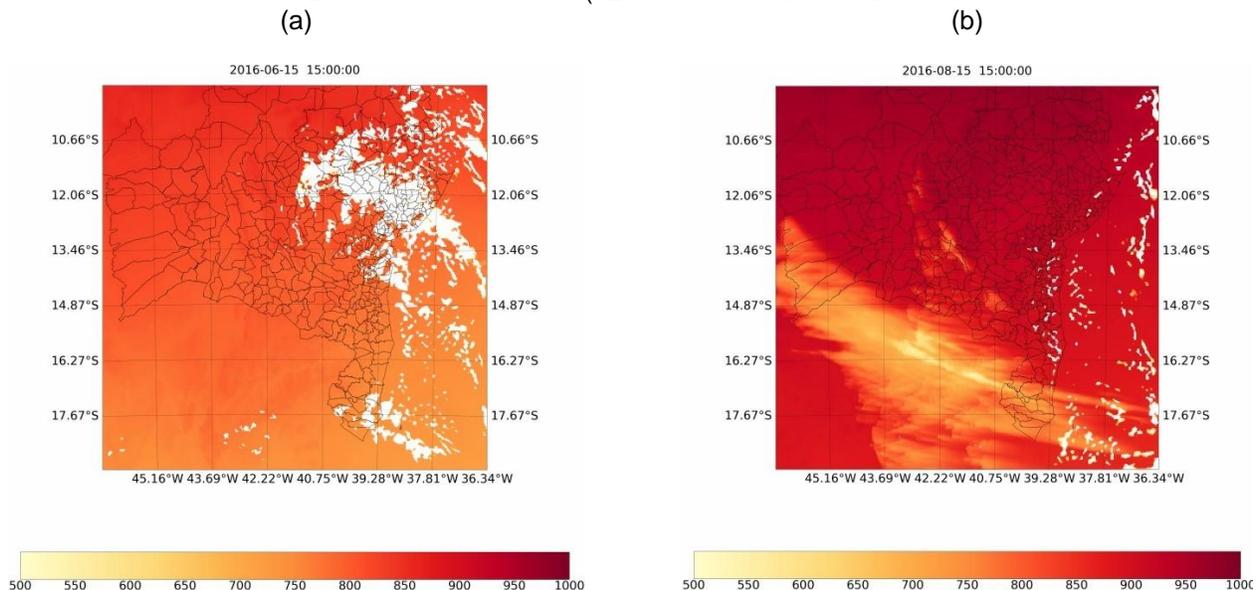
**Figura 1:** Modelagem da área de estudo.



**Fonte:** Elaboração própria (2019).

Ainda sob aspecto metodológico considera-se que, nesta primeira abordagem, verificou-se a influência da cobertura das nuvens na incidência de radiação solar quando se comparou os dois meses em estudo.

**Figura 1:** (a) Incidência de radiação solar (w/m<sup>2</sup>) no dia 15 de junho de 2016 as 15 horas UTC (*Coordinated Universal Time*)(12 horas do horário de Brasília) (b) Incidência de radiação solar (w/m<sup>2</sup>) no dia 15 de agosto de 2016 as 15 horas UTC (12 horas do horário de Brasília).



Fonte: Elaboração própria (2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados preliminares e iniciais indicam que, no mês de junho, por ser um período chuvoso devido ao inverno, ouve uma maior cobertura das nuvens, logo uma diminuição na incidência de radiação, figura 2 (a). Já no mês de agosto onde o inverno já está no fim ouve uma menor cobertura de nuvens assim um aumento na incidência de radiação figura 2 (b). Novas propostas de simulação e de análises ainda estão em estudo para eventual viabilidade ao tempo em que os resultados iniciais apresentados podem ser verificados na figura 2 (b).

A previsão de radiação solar incidente tem demonstrado ser vital importância na operação de sistemas híbridos de geração de eletricidade e isto tem permitindo o seu uso como ferramenta de gerenciamento mais eficiente das fontes de energia com emprego otimizado de energia solar/fotovoltaica e suas possíveis previsões de geração. Neste sentido resultados preliminares desta pesquisa indicam que houve conhecimento de diminuição na incidência de radiação no período do inverno e aumento no início do verão, ratificando-se a importância do conhecimento das regras de geração com fins de previsibilidade de potência gerada, o que, em si, corrobora com os objetivos primordiais da pesquisa.

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude do cenário exposto, o cenário atual da pesquisa nos permite afirmar que demanda-se de estudos que busquem aumentar o conhecimento da disponibilidade e captação de irradiação solar com vistas não apenas à sua previsibilidade, mas também e sobretudo a implementação de modelos para a previsão de curto prazo da energia solar e isto corrobora com a proposta de uso do WRF no sentido de que poderá atender diversos setores da economia brasileira ao tempo em que o seu aprimoramento reitera a disponibilidade e variabilidade dos recursos de energia solar.

### Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro da FAPESB e os recursos computacionais do SENAI CIMATEC.

### 5. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> SILVA, R.M. **Energia solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Brasília, fev. 2015.
- <sup>2</sup> STUHLMANN, R.; RIELAND, M.; PASCHKE, E. An improvement of the IGMK model to derive total and diffuse solar radiation at the surface from satellite data. **Journal of Applied Meteorology**, v. 29, n. 7, p. 586-603, 1990.
- <sup>3</sup> SKAMAROCK, W.C.; KLEMP, J.B.; DUDHIA, J.; GILL, D.O.; BARKER, D.M.; DUDA, M.G.; HUANG, X.; WANG, W.; POWERS, J.G. **A Description of the Advanced Research WRF Version 3**. National Center for Atmospheric Research, Boulder, 2008.
- <sup>4</sup> KITAGAWA, Y.K.L. **Avaliação dos esquemas de camada limite planetária utilizando o modelo WRF para a região Metropolitana de Salvador/BA**. 111 f. 2018. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.
- <sup>5</sup> AL-ALAWI, S. M.; AL-HINAI, H. A. An ANN-based approach for predicting global radiation in locations with no direct measurement instrumentation. **Renewable Energy**, v. 14, n. 1-4, p. 199-204, 1998.
- <sup>6</sup> ALLEN, Richard G. Self-calibrating method for estimating solar radiation from air temperature. **Journal of Hydrologic Engineering**, v. 2, n. 2, p. 56-67, 1997.
- <sup>7</sup> ARGIRIOU, A. et al. Comparison of methodologies for TMY generation using 20 years data for Athens, Greece. **Solar Energy**, v. 66, n. 1, p. 33-45, 1999.
- <sup>8</sup> KONDRATYEV, Y.A. **Radiation in the atmospheric**. New York, USA: Academic Press, 912p. 1969.
- <sup>9</sup> MONIN, A. S. **Basic turbulent mixing laws in the atmospheric surface layer**. Tr. Akad. Nauk SSSR Geofiz. Inst, v. 24, p. 163-187, 1954.