

## CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR NA CIDADE DE PATOS, REGIÃO SEMIÁRIDA DA PARAÍBA

José Ribeiro Farias Neto <sup>1</sup>  
José Moreira da Silva Júnior <sup>2</sup>  
Louise Pereira da Silva <sup>3</sup>  
Raphael Abrahão <sup>4</sup>  
Monica Carvalho <sup>5</sup>

### INTRODUÇÃO

A apropriação e a subtração indevida dos recursos do meio ambiente praticados pelo homem têm provocado um declínio do ecossistema sem precedentes. Por ser um processo lento e pouco visível, a maior parte das pessoas negligenciam os seus efeitos. Contudo, há um processo contínuo de mudanças, por exemplo, nos parâmetros climáticos. Um número considerável de elementos pode intervir no clima, como temperatura do ar, precipitação, radiação solar, velocidade do vento, entre outros. Esses elementos atuam conjuntamente com o balanço de energia do planeta, ocasionando alterações em diferentes escalas de tempo e provocando variações constantes no clima da Terra (FÜSSEL, 2007).

A radiação solar é um parâmetro importante e deve ser considerada nos diversos aspectos da engenharia, hidrologia, biologia, entre outras áreas (BARTOK *et al.*, 2017). Presume-se que ela tenha sido constante ao longo do tempo. Entretanto, alguns fenômenos podem ser observados a partir da avaliação dos efeitos na radiação solar a longo prazo, como por exemplo, o “escurecimento global” e o efeito estufa, ambos relacionados a impactos humanos. O primeiro vem sendo analisado mais profundamente desde os anos 1950 e Ohmura (1989) observaram que esse fenômeno ocorre quando a quantidade de radiação solar que chega a superfície da Terra é bloqueada devido a emissão de aerossóis e outros materiais particulados. Essas substâncias são capazes de reter a energia solar, como também a formação das nuvens, que provocam a reflexão dos raios solares. Já o efeito estufa provoca a retenção da radiação terrestre pela atmosfera, aumentando a espessura da camada onde se encontram os gases de efeito estufa (GEE). Esses gases são importantes e necessários para manter a Terra aquecida

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal - PB, [joseneto93@gmail.com](mailto:joseneto93@gmail.com);

<sup>2</sup> Mestrando do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal - PB, [junior\\_moreira88@hotmail.com](mailto:junior_moreira88@hotmail.com);

<sup>3</sup> Mestranda do Curso de Energias Renováveis da Universidade Federal - PB, [louise.silva@cear.ufpb.br](mailto:louise.silva@cear.ufpb.br)

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Química e Ambiental pela Universidade de Zaragoza - ESPANHA, [raphael@cear.ufpb.br](mailto:raphael@cear.ufpb.br);

<sup>5</sup> Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade de Zaragoza - ESPANHA, [monica@cear.ufpb.br](mailto:monica@cear.ufpb.br);

em condições ideais de sobrevivência dos seres vivos (MOSS *et al.*, 2010). Entretanto, o excesso de GEE provoca consequências negativas ao homem e ao meio ambiente.

Os cenários de séries climáticas, abordados por meio da avaliação de tendências, indicam um aumento ou diminuição de valores médios de um determinado parâmetro para um intervalo de tempo. Essas tendências climáticas apresentam resultados importantes e podem auxiliar países como Portugal, que possui características geográficas e socioeconômicas vulneráveis às mudanças climáticas, a atuar com medidas efetivas de prevenção (SCHMIDT *et al.*, 2012). O tratado ambiental internacional assinado em 1992, conhecido como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (CQNUAC) tratou em seu artigo 3.º do chamado "Princípio da Precaução". Seu principal objetivo era alcançar a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa em todos os países, tanto os desenvolvidos, como os em desenvolvimento. No Brasil, essa Convenção foi promulgada através de um decreto presidencial em 1998, como forma de reconhecimento da nação com relação as suas responsabilidades relacionadas a sustentabilidade.

A avaliação do comportamento ambiental que se baseia a dinâmica dos parâmetros climáticos parte do princípio da análise de séries climáticas de um local específico. Atualmente, há ferramentas disponíveis que auxiliam o tratamento de dados climáticos e a formação de suas tendências, como por exemplo o teste de Mann-Kendall (SALVIANO *et al.*, 2016).

Diante desse contexto, este trabalho se propõe a analisar as alterações climáticas por meio do parâmetro de radiação solar global na cidade de Patos, localizada no semiárido Paraibano. A abordagem desse tema ainda é escassa nessa região, que está inserida em um grupo de municípios com pouca visibilidade do ponto de vista socioeconômico. Esse estudo faz parte de um projeto mais amplo que abrange duas dissertações e um projeto de iniciação científica e envolve a repercussão dessas mudanças climáticas na geração de energia elétrica e térmica de origem solar.

## **METODOLOGIA**

A metodologia utilizada neste trabalho consistiu na elaboração de uma pesquisa bibliográfica para levantamento de artigos científicos e trabalhos acadêmicos no banco de dados do Portal CAPES de Periódicos e no Google Acadêmico, tanto na língua inglesa quanto na portuguesa. Foram usados os descritores: *Climatic Trend*, *Impact of Climate Change*, *Semiarid*, e *Radiation*, assim como seus sinônimos correspondentes em português, além do operador

booleano *AND* para encontrar os trabalhos que relacionassem discussões dos impactos climáticos em energias renováveis.

- Critérios de inclusão

Incluíram-se estudos que avaliassem especificamente o estudo de séries climáticas envolvendo radiação solar, suas projeções para os próximos anos, e os impactos das mudanças climáticas.

- Critérios de exclusão

Foram excluídos da revisão artigos que não avaliaram a radiação solar.

- Análise

Inicialmente, foi realizada uma triagem a partir da análise dos títulos e resumos localizados na busca. Posteriormente, todos os estudos que se apresentaram pertinentes ao tema foram obtidos na íntegra e analisados separadamente. Por fim, os artigos analisados e selecionados, seguindo os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, foram incluídos na sistematização dos dados. As listas de referências de todos os artigos foram consultadas, na tentativa de encontrar novos estudos para esta revisão.

Em seguida, por meio de dados da estação automática A321 proveniente do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) foi feito um levantamento com os valores da Radiação Solar Global na cidade de Patos, localizada na região semiárida do estado da Paraíba, Brasil. Os dados utilizados foram referentes ao período entre 2007 e 2018, pois antes de 2007 não havia sido instalada a estação automática nessa cidade. Constatou-se a ausência de alguns dados, possivelmente decorrentes de falhas nos sensores ou sinal de satélite. Os períodos com dados incompletos foram desconsiderados no cálculo das médias e das análises de tendências. Por meio de planilhas do Excel foi realizada uma estruturação dos dados para caracterização climática e a identificação das médias dos valores por período. Em seguida, foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Kendall para as análises estatísticas. A utilização desse teste é indicada para esse tipo de análise, pois ele avalia as séries temporais de dados climáticos com eficiência (MODARRES *et al.*, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos artigos lidos e discutidos neste trabalho mostram uma convergência com relação a identificação de alterações climáticas que o planeta vem apresentando, provocados, sobretudo, pela ação humana.

Neste estudo, os resultados das análises das tendências climáticas não foram muito expressivos devido ao curto intervalo de tempo dos dados disponíveis, em decorrência da brevidade da instalação da estação automática na cidade objeto de estudo. A OMM (Organização Meteorológica Mundial) orienta que a identificação das características do clima de determinado local deve ser feita por meio da análise de valores médios de elementos meteorológicos, apresentados em séries climáticas ao longo de um período de, no mínimo, 30 anos (PEREIRA *et al.*, 2013). Esse é um período suficiente para identificar as tendências climáticas representativas no local em consideração. Contudo, é possível verificar alguns comportamentos da radiação no período utilizado na presente pesquisa.

Através do resultado da análise dos dados é possível identificar uma queda nos valores de radiação solar global nos meses de junho e julho, mesmo não sendo os meses característicos pela ocorrência de chuvas na região. Os meses com maiores índices de chuva em Patos são fevereiro, março e abril. Esse resultado pode nos indicar que, o comportamento da radiação não está necessariamente vinculado a ocorrência de chuvas. No mês de novembro foi registrado o maior valor médio da radiação.

A tendência da radiação no Nordeste brasileiro no período de 1948 a 2006 pode ser dividida em dois momentos, de acordo com Silva *et al.* (2010). O primeiro, até o ano de 1988, representa o declínio do saldo acumulado da radiação solar. Esse período é caracterizado pelos efeitos do “escurecimento global” e pela variação nos índices de nebulosidade (LIANG *et al.*, 2005; QIAN *et al.*, 2006). Já no segundo momento, a partir de 1989, verificou-se a inversão do “escurecimento global”, com tendências significativas positivas da radiação. Os efeitos dessa inversão são terríveis ao clima, notadamente na temperatura da superfície da Terra.

Apesar dos poucos dados disponíveis, o resultado do teste estatístico de Mann-Kendall aplicado aos dados analisados indicaram uma tendência significativa positiva nos valores médios da radiação para o mês de agosto. Os outros meses, como também o período anual, não apresentaram tendências significativas, o que pode ser explicado pelo curto período da série.

Apesar dos resultados das tendências de radiação apresentados neste estudo não expressarem mudanças significativas em seu comportamento, estudos semelhantes (REMUND *et al.*, 2010; SONI *et al.*, 2012; BARTOK *et al.*, 2017) foram realizados em outras regiões e foi

possível identificar, em diferentes cenários, a evolução dos parâmetros climáticos ao longo dos anos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que não é possível determinar de forma consistente o cenário climático e suas tendências de radiação solar na cidade de Patos-PB nos últimos anos. Os dados disponíveis das séries climáticas são muito curtos e não foram suficientes para o desenvolvimento dessas análises. Apenas o mês de agosto apresentou uma tendência significativa positiva da radiação solar média no período analisado.

Contudo, por se tratar de tópico de bibliografia escassa sobre tendências de elementos climáticos em regiões semiáridas, este trabalho também tem o propósito de estimular e incentivar a elaboração de novas pesquisas nessa área.

## REFERÊNCIAS

BARTOK, B.; WILD, M.; FOLINI, D.; LÜTHI, D.; KOTLARSKI, S.; SCHÄR, C.; IMECS, Z. Projected changes in surface solar radiation in CMIP5 global climate models and in EURO-CORDEX regional climate models for Europe. **Climate Dynamics**, v. 49, n. 7-8, p. 2665-2683, 2017.

FÜSSEL, H. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global environmental change**, v. 17, n. 2, p. 155-167, 2007.

LIANG, F.; XIA X. A. Long-term trends in solar radiation and the associated climatic factors over China for 1961–2000. **Annales Geophysicae**, v.23, n.7, p.2425-2432, 2005.

MOSS, R. H.; EDMONDS, J. A.; HIBBARD, K. A.; MANNING, M. R.; ROSE, S. K.; VAN VUUREN, D. P.; MEEHL, G. A. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**, v. 463, n. 7282, p. 747, 2010.

OHMURA, A. Secular variation of global radiation in Europe. **IRS'88: Current problems in atmospheric radiation**, p. 298-301, 1989.



PEREIRA, J. M.; ALMEIDA, P. S. D.; SOUSA, A. V. D.; PAULA, A. M. D.; MACHADO, R. B.; GONÇALVES, R. G. Climatic factors influencing triatomine occurrence in Central-West Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 108, n. 3, p. 335-341, 2013.

QIAN, Y.; KAISER, D. P.; LEUNG, L. R.; XU, M. More frequent cloudfree sky and less surface solar radiation in China from 1955 to 2000. **Geophysical Research Letters**, v.1, n.33, L01812, 2006.

REMUND, J.; MÜLLER, S. C. Trends in global radiation between 1950 and 2100. **In: 10th EMS Annual Meeting, 10th European Conference on Applications of Meteorology (ECAM) Abstracts, held Sept**, p. 13-17, 2010.

SALVIANO, M. F.; GROppo, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 64-73, 2016.

SCHMIDT, L.; SANTOS, F. D.; PRISTA, P.; SARAIVA, T.; GOMES, C. Alterações climáticas, sociais e políticas em Portugal: processos de governança num litoral em risco. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 1, p. 23-40, 2012.

SILVA, R. A.; DA SILVA, V. D. P.; CAVALCANTI, E. P.; SANTOS, D. N. D. Estudo da variabilidade da radiação solar no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 5, p. 501-509, 2010.

SONI, V. K.; PANDITHURAI, G.; PAI, D. S. Evaluation of long-term changes of solar radiation in India. **International Journal of Climatology**, v. 32, n. 4, p. 540-551, 2012.