

## INTRODUÇÃO

Os métodos utilizados para obter dados de irradiação solar horária através de satélite podem ser imprecisos. Devido a movimentação de campos e estruturas de nuvens no período de uma hora, uma ou duas imagens de satélite não são suficientes para representar as informações da hora, causando um erro significativo (JANJAI; PANKAEW; LAKSANABOONSONG, 2009). Dada a importância do conhecimento sobre a radiação solar, utilizando bases de dados de irradiação solar total horizontal observada e estimada, este estudo foi elaborado para sete estações meteorológicas pertencentes ao estado da Paraíba (Brasil). O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento dos dados observados e estimados de irradiação solar total, verificando se existe a presença de tendências climáticas do parâmetro de irradiação solar total horizontal.

## METODOLOGIA

### Caracterização da área de estudo

O estado da Paraíba está localizado na região Nordeste do Brasil. O estado da Paraíba, de acordo com a nova nomenclatura do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), está dividido em quatro regiões geográficas intermediárias: João Pessoa, Campina Grande, Patos e Sousa-Cajazeiras (IBGE, 2017b)

### Obtenção dos dados

Os dados climáticos históricos de irradiação solar total horizontal (kJ/m<sup>2</sup>) são fornecidos pelo INMET através de estações automáticas, na forma de médias horárias diárias. O ABES disponibiliza uma base de dados de radiação solar produzida a partir de um total de 17 anos de imagens de satélite - de 1999 até 2015, a resolução espacial é de 0,1° x 0,1° (aproximadamente 10 km x 10 km) (LABREN, 2017). Os dados de radiação solar fornecidos pela NASA são baseados em satélites e modelos precisos (NASA, 2019).

### Análise dos dados

A tendência linear é avaliada através do método de Sen, que normalmente é aplicado em conjunto com o teste de Mann-Kendall e no qual o modelo linear é utilizado para estabelecer a amplitude da tendência e a variação dos dados no tempo (SALMI, 2002). Para comparação entre os dados do INMET e da NASA, foram selecionadas métricas dispersão, erro médio (MBE- Mean Bias Error), erro médio absoluto (MAE- Mean Absolute Error) e o erro médio quadrático (RMSE- Root Mean Square Error).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da organização dos dados de irradiação solar total horizontal do INMET, ABES e NASA e de nebulosidade do INMET, foi possível obter médias mensais para cada localidade, exceto o parâmetro de nebulosidade para Cabaceiras que não existe. Foi observado um comportamento semelhante da irradiação solar horizontal por meio das três bases de dados ao longo do ano, com valores menores no meio do ano (período que abrange as estações de outono e inverno) e valores elevados no início e final do ano (período que abrange as estações da primavera e verão) para todas as estações estudadas. O parâmetro de nebulosidade apresentou comportamento distinto para cada estação, em Areia a nebulosidade variou pouco longo do ano, em Campina Grande e João Pessoa a nebulosidade oscilou um pouco mais. E em Patos e São Gonçalo a nebulosidade no primeiro semestre foi bem maior do que no segundo semestre, representando o período chuvoso nesta área semiárida (ABRAHÃO; PEIXOTO; CARVALHO, 2017).

### Tendências da irradiação solar total horizontal

Na comparação anual Areia e Cabaceiras apresentaram tendências significativas de diminuição na irradiação solar total horizontal ( $p < 0,05$  e  $p < 0,10$ , respectivamente) Em Monteiro, a tendência nos dados de irradiação foi significativa no mês de novembro ( $p < 0,10$ ), com uma redução de 0,09 kWh/m<sup>2</sup>ano. Em Campina Grande, a irradiação solar total horizontal apresentou tendência significativa no mês de março, com uma diminuição de 0,06 Wh/m<sup>2</sup>ano ( $p < 0,001$ ).

Na comparação anual nas estações de João Pessoa, Patos e São foram observadas tendências significativas de irradiação solar total comparação mensal na estação de João Pessoa não foram observadas significativas de irradiação. Na estação de Patos, a tendência significativa de irradiação solar total horizontal apresentada no comparativo mensal foram os de agosto e novembro. A irradiação solar total horizontal no mês de agosto aumentou 0,07 Wh/m<sup>2</sup>ano e em novembro reduziu 0,15 Wh/m<sup>2</sup>ano.

### Avaliação das diferenças nos dados de irradiação solar total horizontal INMET e a NASA

**Tabela 1** – Comparação entre os dados mensais de irradiação solar total horizontal do NASA, através das métricas de análise de dispersão MBE, rMBE, MAE, rMAE, RMSE e as estações meteorológicas de João Pessoa, Patos e São Gonçalo na Paraíba.

	Período	MBE (Wh/m <sup>2</sup> .dia)	rMBE (%)	MAE (Wh/m <sup>2</sup> .dia)	rMAE (%)	RMSE (Wh/m <sup>2</sup> .dia)	rRMSE (%)
João Pessoa	Jan	-526,6	-8,8	720,7	12,0	929,9	15,5
	Fev	-442,4	-7,2	657,8	10,7	887,2	14,5
	Mar	-316,2	-5,1	622,8	10,0	884,3	14,2
	Abr	-494,4	-9,8	762,3	15,0	1116,0	22,0
	Mai	-236,2	-5,0	557,0	11,8	758,6	16,1
	Jun	-445,5	-10,2	696,3	16,0	989,3	22,7
	Jul	-584,8	-13,9	1.417,5	33,6	1.784,5	42,3
	Ago	-636,1	-12,5	820,9	16,2	1277,3	25,1
	Set	-325,3	-5,5	639,0	10,8	899,5	15,2
	Out	-333,5	-5,2	510,3	8,0	722,4	11,3
	Nov	-483,1	-7,4	605,3	9,3	862,7	13,2
	Dez	-532,1	-8,5	667,9	10,7	930,0	14,9
Média	-446,4	-8,3	723,2	13,7	1003,5	18,9	
Patos	Jan	38,8	0,6	618,7	9,9	921,7	14,7
	Fev	195,2	3,0	600,2	9,3	785,8	12,1
	Mar	224,7	3,4	604,9	9,3	781,9	12,0
	Abr	221,2	3,6	564,0	9,3	770,7	12,7
	Mai	290,1	5,4	640,9	11,9	876,9	16,3
	Jun	199,8	4,0	509,6	10,1	655,6	13,0
	Jul	193,6	3,8	485,2	9,5	628,0	12,3
	Ago	185,4	3,1	441,9	7,3	592,5	9,8
	Set	147,2	3,1	371,5	5,6	510,2	7,7
	Out	54,5	0,8	559,7	8,2	977,1	14,3
	Nov	-251,0	-3,8	816,6	12,4	1.603,7	24,3
	Dez	-17,9	-0,3	596,1	9,3	945,9	14,8
Média	123,5	2,2	567,4	9,3	837,5	13,7	
São Gonçalo	Jan	104,9	1,7	501,4	8,2	656,6	10,7
	Fev	217,9	3,4	476,8	7,5	607,8	9,6
	Mar	191,2	3,0	583,0	9,2	740,2	11,7
	Abr	320,8	5,3	461,2	7,6	570,8	9,4
	Mai	254,3	4,6	462,2	8,3	566,3	10,1
	Jun	172,2	3,3	408,9	7,7	539,7	10,2
	Jul	134,2	2,5	420,9	7,9	558,0	10,4
	Ago	25,0	0,4	379,9	6,1	614,5	9,8
	Set	144,6	2,1	307,1	4,5	392,8	5,7
	Out	175,4	2,5	381,9	5,5	533,6	7,7
	Nov	278,6	4,0	469,0	6,7	626,4	8,9
	Dez	216,9	3,4	490,3	7,7	631,1	9,8
Média	186,3	3,0	445,2	7,2	586,5	9,5	

Fonte: Autores

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Foi observado que na maioria dos meses os dados de irradiação solar total horizontal do INMET e ABES, no estado da Paraíba (Nordeste do Brasil), ficaram mais próximos.
- Na avaliação das diferenças entre a irradiação solar total horizontal do INMET e da NASA, em Areia, Cabaceiras e João Pessoa o MBE foi negativo em todos os meses. Isso significa que os dados da NASA apresentaram valores mais elevados do que os dados mensais do INMET. Em São Gonçalo e em Patos na maioria dos meses as correlações do MBE foram positivas, indicando que os dados da NASA foram menores do que as medições do INMET.
- Os dados de irradiação solar são de extrema importância para diversas aplicações. O impacto causado com o aumento ou diminuição da irradiação solar ao longo do tempo deve ser avaliado a depender do tipo de fauna, flora e das atividades exercidas na localidade, principalmente no uso da radiação solar para fins energéticos. Além disso, a escolha da base de dados é crucial para aumentar a confiança dos projetos que dependem dos dados de radiação solar local.