

INTERPOLAÇÃO DA INSOLAÇÃO MÉDIA PARA O ESTADO DO PIAUÍ – BRASIL

Raimundo Mainar de Medeiros¹, Romildo Morant de Holanda², Manoel Vieira de França³

¹Pós-Doc., Dr. Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Recife-PE, E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

²Prof. Dr. Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Recife-PE, E-mail: romildomorant@gmail.com

³Prof. MSc. Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Recife-PE, E-mail: manovieiraufupe@gmail.com

Artigo recebido em 22/08/2018 e aceito em 17/10/2018

RESUMO

A região tropical se caracteriza pela elevada incidência de radiação solar, insolação e temperatura. No caso do Estado do Piauí que se localiza próximo do equador, recebe altas incidência destes elementos diretamente a sua superfície. Objetiva-se caracterizar as condições climáticas de insolação pelo método da Krigagem no Estado do Piauí elaborando-se cartas mensal e anual para o período de 1962 a 2017. Os dados de insolação utilizados foram adquiridos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), compreendendo o período de 1962 a 2017. A baixa cobertura de nuvens, a oscilação terna sobre as normalidades e a ocorrência de focos de incêndios e queimadas pode ter condicionado os valores das incidências nas regiões piauienses durante os meses de julho a outubro. Estas variabilidades estão associadas às condições termodinâmicas do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, que inibindo a formação de nuvens, favorece um aumento no fluxo radiativo de ondas curtas e aumento no fluxo do saldo de radiação, potencializando, assim, doenças a população que, por meio de aquecendo da Camada Limite Atmosférica, implicará em pré-disposição desta área a proliferação de vetores.

Palavras-chaves: Fonte de energia; krigagem; incidência solar; flutuações térmicas.

INTERPOLATION OF AVERAGE INSOLATION FOR THE STATE OF PIAUÍ - BRAZIL

ABSTRACT

The tropical region is characterized by the high incidence of solar radiation, sunshine and temperature. In the case of the State of Piauí that is located near the equator, it receives high incidence of these elements directly to its surface. The objective was to characterize the climatic conditions of insolation by the method of Krigagem in the State of Piauí, elaborating monthly and annual charts for the period 1962 to 2017. The data of insolation used were acquired from the National Institute of Meteorology (INMET), comprising the from 1962 to 2017. The low cloud cover, the occasional oscillation over normalities and the occurrence of fires and fires may have affected the values of the incidences in the Piauí regions during the months of July to October. These variabilities are associated to the thermodynamic conditions of the South Atlantic Subtropical Anticiclone, which inhibits the formation of clouds, favors an increase in the radiative flux of short waves and an increase in the flow of the radiation balance, thus increasing diseases to the population that, through of the Atmospheric Limit Layer, will imply the proliferation of vectors in this area.

Keywords: Energy source; kriging; solar incidence; thermal fluctuations.

INTRODUÇÃO

Define-se insolação como a duração do período do dia com luz solar e/ou a duração do brilho solar. A insolação tem importância nos processos climáticos, onde todas as variáveis climáticas são pesquisadas especialmente relacionadas à agricultura segundo afirma Sousa et al.(2003). A radiação solar incidente sobre a superfície do solo é fator determinante e condiciona os processos que ocorrem neste ambiente, interferindo sobremaneira no ciclo dos nutrientes. Nestes termos, variando a quantidade de radiação solar incidente, podem-se obter condições ambientais diferenciadas e, por conseguinte, promover alteração nos demais processos (Araújo, 2005; Silva et al., 1999).

Santos (2014) comenta que o principal modulador da dinâmica atmosférica é a radiação solar, pois fornece energia para os movimentos que impulsionam a circulação atmosférica, e abastece com energia todos os seres vivos do planeta como a fotossíntese das plantas e as células fotovoltaicas, utilizadas na conversão dos raios solares em energia renovável.

As regiões desérticas são as que recebem maior recurso solar, assim como as áreas localizadas no semiárido do Nordeste do Brasil (NEB) que têm valores de radiação solar comparáveis às regiões desérticas mundiais de acordo com Chigueru Tiba et al. (2000). A região tropical se caracteriza pela elevada incidência de radiação solar, insolação e temperatura, uma variável relevante na observação destas mudanças é a insolação, sendo designado para representar o intervalo de tempo em que, num dado período, um ponto selecionado da superfície terrestre permaneceu exposto à radiação solar direta, ou seja, representa o tempo – em minutos, horas, dias, meses e/ou anos – que um local considerado no espaço esteve a descoberto.

Conforme Jakob (2012), a krigagem é considerada uma boa metodologia de interpolação de dados. Ela utiliza o dado tabular e sua posição geográfica para calcular as interpolações. Utilizando o princípio da Primeira Lei de Geografia de Tobler, que diz que unidades de análise mais próximas entre si são mais parecidas do que unidades mais afastadas, a krigagem utiliza funções matemáticas para acrescentar pesos maiores nas posições mais próximas aos pontos amostrais e pesos menores nas posições mais distantes, e criar assim os novos pontos interpolados com base nessas combinações lineares de dados.

O método de krigagem se diferencia de outros métodos de interpolação pela forma de atribuição dos pesos. Segundo Yamamoto et al. (2015), para compreender a variação espacial do processo aleatório subjacente, considera-se a possibilidade de que o valor em cada ponto

no espaço está conexo com valores obtidos em pontos situados a certa distância, sendo razoável supor que a influência é tanto maior quanto menor for a distância entre os pontos.

Berveglieri et al. (2011) mostraram que a geoestatística, de modo geral, desenvolve e aplica modelos em representações de fenômenos naturais cujas propriedades variam conforme a posição espacial dos pontos observados. A krigagem compreende um conjunto de técnicas geoestatísticas de ajuste usadas para aproximar dados pelo princípio que: fixado um ponto no espaço, os pontos no seu entorno são mais relevantes do que os mais afastados. Isto pressupõe a existência de dependência entre os dados, exigindo saber até onde espacialmente esta correlação importa de acordo com Isaaks et al. (1989). A técnica consiste em estimar valores médios e também uma medida de acurácia dessa estimativa. Seus pesos são calculados com base na distância entre a amostra e o ponto estimado; na continuidade espacial e no arranjo geométrico do conjunto conforme afirma Bettini (2007).

Klering et al. (2007) mostraram que a duração do brilho solar pode ser de grande importância em atividades agrícolas. Por exemplo, ela tem relação estreita com o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) de arroz irrigado e, por conseguinte correlação elevada com o rendimento da cultura.

Santos (2014) mostrou que o principal modulador da dinâmica atmosférica é radiação solar que fornece energia para os movimentos que impulsionam a circulação atmosférica, abastece com energia todos os seres vivos do planeta, como a fotossíntese das plantas e as células fotovoltaicas utilizadas na conversão dos raios solares em energia elétrica.

É reconhecida a importância da regionalização da insolação solar para fins agrícolas, de geração não convencional de energia e de estudos climatológicos; todavia, séries temporais extensas de medidas no Brasil e na América do Sul são escassas ou pouco difundidas.

O método de krigagem se diferencia de outros métodos de interpolação pela forma de atribuição dos pesos. Segundo Yamamoto et al. (2015), para compreender a variação espacial do processo aleatório subjacente, deve-se levar em consideração a possibilidade de que o valor em cada ponto no espaço está conexo com valores obtidos em pontos situados a certa distância, sendo razoável supor que a influência é tanto maior quanto menor for a distância entre os pontos.

No Brasil e em especial no estado do Piauí, existe a deficiência de uma rede observacional má distribuída, a falta de observações meteorológicas de longo prazo, além de eventuais interrupções nas medições observadas, são fatores limitantes para se estudar o clima com maior precisão. Neste contexto, para realizar estudos mais confiáveis envolvendo as

séries temporais de variáveis climáticas deve-se aplicar e analisar métodos estatísticos não paramétricos, pois eles possuem um embasamento matemático mais rigoroso para os modelos teóricos de descrição climática (SANSIGOLO et al., 2013)

As técnicas geoestatísticas podem ser usadas para descrever e modelar padrões espaciais em estudo, com a finalidade de predizer valores em locais e/ou regiões não amostrados conforme Andriotti (2009). A krigagem foi realizada para a área de estudo por esta localizada dentro da região tropical e por sua extensão territorial no sentido norte/sul, outro motivo que nos levou a estudar a variabilidade da insolação é pelo baixo número de estações meteorológicas operantes sobre o tema de estudo.

Objetiva-se caracterizar as condições climáticas de insolação pelo método da Krigagem no Estado do Piauí elaborando-se cartas mensal e anual para o período de 1962 a 2017.

MATERIAL E MÉTODO

O Estado do Piauí está localizado na região Nordeste do Brasil (NEB), situado entre o meio norte úmido e o nordeste semiárido, e este fato estabelece condições geoambientais particulares. Em acréscimo, o estado apresenta variações altimétricas diferenciadas como as altas chapadas do sul-sudoeste, cuja altimetria está em torno de 600 metros e vai decrescendo à proporção que se aproxima do norte até chegar ao mínimo no litoral. Ao longo deste trajeto têm-se as chapadas tubulares, com vertentes íngremes, vales interplanálticos e superfícies de erosão. São 2.650 km de rios perenes, 68 lagoas perenes e 54 açudes de médio e grande porte e 50 açudes pequenos, além do lago de Boa Esperança que tem como principal objetivo à geração de energia. Apresenta também, portentosos aquíferos subterrâneos, reconhecidamente detentor de volumoso manancial de água de sul a norte do Estado (CONDEPI, 2002).

Em escala macrorregional, a área em estudo se situa entre o semiárido do sertão nordestino e a floresta tropical chuvosa da Amazônia. Colocando-se, portanto entre dois projetos distintos de ocupação representados, do lado nordestino, pela pecuária extensiva e, do lado amazônico, pelo projeto baseado em pequenos aldeamentos ribeirinhos isolados, em meio à rarefação da economia natural do extrativismo.

Os mecanismos climáticos produtores de precipitações no estado do Piauí são excessivamente complexos e estão ligados às influências e à conjugação de vários sistemas de circulação atmosférica, agindo separadamente nas diferentes regiões do estado. A esses mecanismos que dependem diretamente da circulação atmosférica geral, se superpõem outros fatores, como a orografia e/ou a proximidade do mar (região norte do estado). Estudos que

confirmam estas complexidades foram realizados pelos autores Yamazaki et al. (1997); Nobre et al. (1998; 2004); Alves et al. (1998); Araújo et al. (2008), Medeiros, (2014), Kozmhinsky et al. (2018).

De modo geral, a precipitação no Piauí é causada por perturbações sinóticas: na região sul o principal sistema causador de chuvas são penetrações de frentes frias e/ou seus vestígios, além da formação das linhas de instabilidade auxiliada pelos Vórtices Ciclônicos do Atlântico Sul (VCAS), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Linha de Instabilidade (LI), Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as contribuições dos ventos alísios de sudeste e Nordeste e as Brisa que, juntos, aumentam a nebulosidade e provocam chuvas de intensidade moderada a forte, na região (Figura 1). Em conformidade com Medeiros (2016).

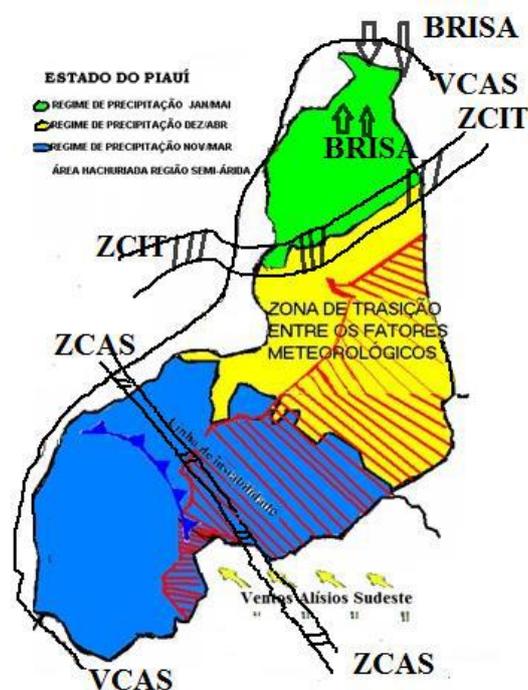


Figura 1. Regimes pluviométricos e principais fatores provocadores de chuva no estado do Piauí. Fonte: Medeiros (2016).

Os dados de insolação utilizados foram adquiridos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), compreendendo o período de 1962 a 2017 em conformidade com a tabela 1.

Tabela 1. Municípios e suas localizações geográficas das estações meteorológicas convencionais em operações pelo INMET.

Municípios	Longiude (W)	Latitude(S)	Altitude(m)
Bom Jesus do Piauí	-44,3578	-9,0703	504,5
Florianópolis	-43,0217	-6,7733	211,5
Morro dos Cavalos	-43,7600	-8,3830	375,7
Parnaíba	-41,7836	-2,9067	19,6
Picos	-41,4706	-7,0817	322,0
Teresina	-42,8117	-5,0867	113,3

Fonte: INMET (2018).

A partir destes municípios utilizou-se o método de interpolação por krigagem para auxiliar nas interpolações e aos cálculos da insolação da área estudada.

Utilizaram-se das médias mensais de insolação, medida por um heliógrafo tipo Campbell Stokes e obtidas junto a Estação Climatológica Principal do INMET para os municípios do Estado do Piauí, no período compreendido de 1962 a 2016. Para tanto se utilizaram da estatística básica para realizarem os referidos cálculos da média histórica, mediana, desvio padrão, coeficiente de variância, máximos e mínimos valores absolutos para a série de dados em estudo.

Galvani (2011) relata que o desvio padrão é importante para obterem-se informações do “grau de dispersão dos valores em relação ao valor médio”. O coeficiente de variância que é utilizado para realizar comparações em termos relativos e expressa “a variabilidade de cada conjunto de dados normalizada em relação à média, em porcentagem.”

Para fins de mapeamento foi utilizado o método geoestatístico da krigagem, que por ser um interpolador conhecido por vários trabalhos científicos e com margens de erros pequenos comparados a outros interpoladores e métodos, é bastante utilizado.

Segundo Hartkamp et al. (1999), a principal característica desse interpolador é por ser do tipo estocástico, que fazem uso da teoria das probabilidades – são incorporados critérios estatísticos que atribuem pesos aos pontos amostrais durante a interpolação. A diferença no método da krigagem está no processo de interpolação, em que são utilizadas técnicas de geoestatística, e é expressa na Equação seguinte.

$$Y(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^5 (Z(X_i) - Z(X_i + h))$$

A metodologia geoestatística procura extrair, de uma aleatoriedade aparente dos dados medidos, as propriedades estruturais probabilísticas do componente regionalizado. Diante disso, é obtida uma função de correlação entre os valores situados em determinada distância e direção no espaço amostrado (LANDIM et al., 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil verifica-se que, em termos médios anuais, o céu fica encoberto de 24 a 52% do período diurno, e que a insolação é maior que a cobertura do céu: de janeiro a abril na Região Sul, de junho a outubro na Região Norte, de abril a janeiro na Região Nordeste, de março a janeiro na Região Sudeste, e durante o ano todo na Região Centro-Oeste; totalizando uma média anual de insolação entre 1.600 e 3.200 horas em conformidade com Tubelis *et al.* (1988).

Silva et al. (2013), Medeiros (2016) afirma que as variabilidades das precipitações e cobertura de nuvens no estado do Piauí estão condicionados aos fatores provadores de chuvas nas áreas diferenciadas de seus regimes. Nos meses de abril a setembro a cobertura de nuvem na região sul oscila entre 26 a 45%, na região central e norte do estado entre os meses de junho a dezembro a cobertura de nuvem flui entre 25 a 50% estando coerente com os resultados obtidos por Tubelis et al. (1988).

As Figuras (2 a 14) demonstram as oscilações espaciais mensais e anuais da insolação interpolada pelo método da krigagem no período de 1962 a 2017 no Estado do Piauí.

A Figura 2 representa a distribuição da insolação interpolada pelo método da krigagem para o mês de janeiro. Destaca-se a região sul e norte do estado com as maiores oscilações de insolação fluindo entre 186 e 206 horas. Na posição sudeste registra-se as menores incidências da insolação com 150 horas.

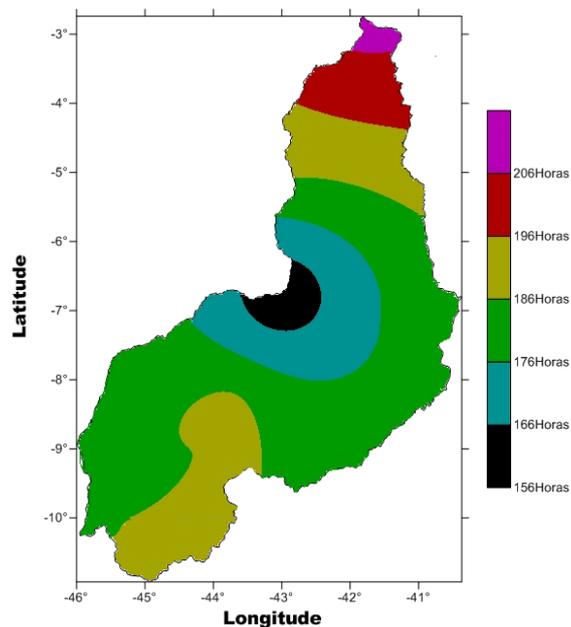


Figura 2. Insolação do mês de janeiro no Estado do Piauí.
Fonte: Medeiros (2018).

O mês de fevereiro representado na figura 3 destaca-se a incidência de insolação na região sul e norte do estado com as maiores oscilações de insolação fluindo entre 149 horas á 164 horas. Na posição sudeste registra-se as menores incidências da insolação com 134 horas.

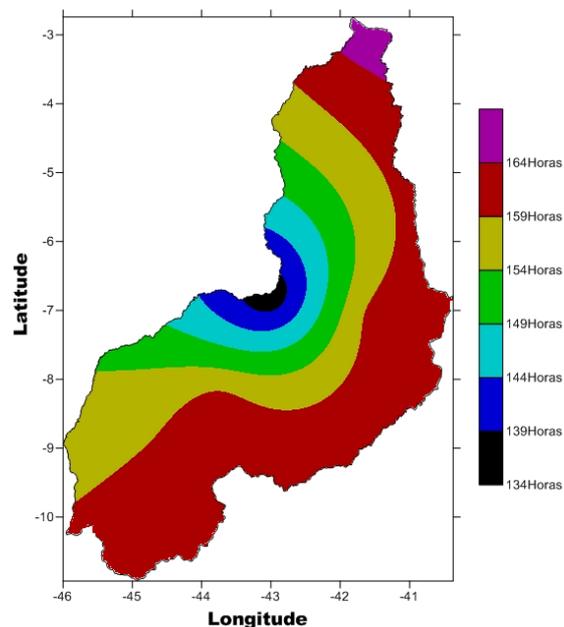


Figura 3. Insolação do mês de fevereiro no Estado do Piauí.
Fonte: Medeiros (2018).

No mês de março registra-se baixa insolação no setor sudoeste, nos setores este e sudeste ocorrem às altas insolações e no setor oeste e norte têm-se insolações fluindo entre 171 horas a 176 horas. As variabilidades estão em consonância com as chuvas da pré-estação e suas caracterizações, pois aumenta a cobertura de nuvens e reduz a entrada de insolação diretamente na superfície terrestre do estado. (figura 4).

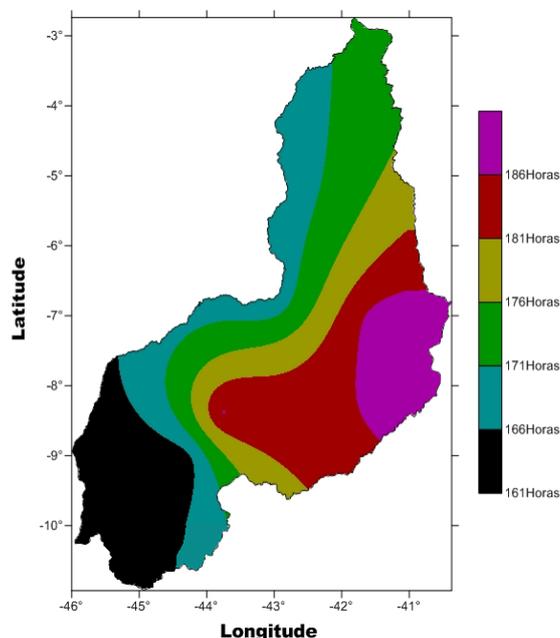


Figura 4. Insolação do mês de março no Estado do Piauí.
Fonte: Medeiros (2018).

Silva et al. (2012), essas variações entre da quantidade de insolação mensal se deve as condições meteorológicas dos referidos meses, isto é, pela quantidade de nebulosidade e não pelas condições do fotoperíodo astronômico, onde associadas às condições termodinâmicas do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, das Zonas de Convergências do Atlântico Sul na região Sul do Estado do Piauí, e para as regiões norte central destaca-se a Zonas de convergências Intertropical e a flutuação da briza marítima/terrestre que inibindo a formação de nuvens, favorece um aumento no fluxo radiativo de ondas curtas e aumento no fluxo do saldo de radiação.

Na Figura 5. Têm-se as flutuações da insolação do mês de abril, parte da região central e norte do estado registra as menores oscilações da insolação, nas regiões sudeste, sudoeste e este ocorrem as maiores incidências de insolações, nestas áreas o período chuvoso esta no final e ocorrem reduções na cobertura de nuvens e aumento da entrada de insolação diretamente na superfície terrestre do local.

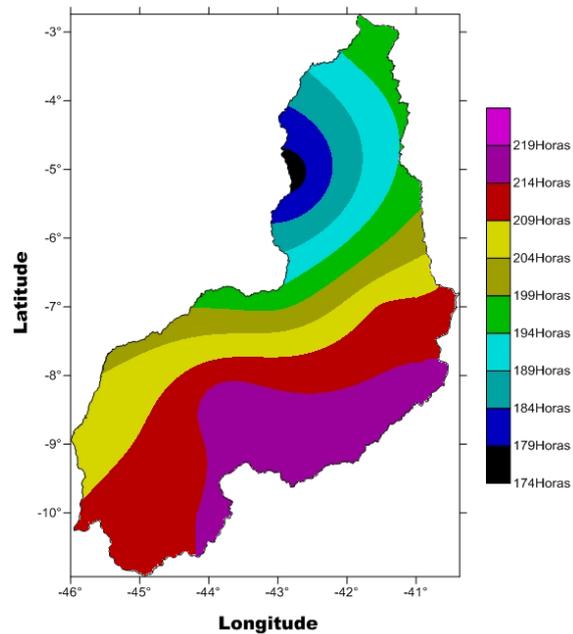


Figura 5. Insolação do mês de abril no Estado do Piauí.
Fonte: Medeiros (2018).

O regime pluviométrico influencia, de maneira inversa, o número de horas de insolação. É o que se verifica durante os meses de janeiro a abril, em que, devido à maior intensidade de chuvas e conseqüentemente, maior nebulosidade, se registram os menores valores de insolação, em virtude da redução das chuvas, o valor médio de insolação foi elevado para 9,3 horas de acordo com o informe de Bastos et al. (2008). Este estudo vem a corroborar com as variabilidades dos regimes de chuvas no Estado visto que na Região sul o período chuvoso é de novembro a março; na região central o período chuvoso ocorre de dezembro a abril e na região norte registra-se de janeiro a maio.

As flutuações da insolação do mês de maio esta representada na Figura 6 observam-se que na direção norte/sul ocorrem os aumentos da insolação os menores valores de insolação estão centrados na região norte e central com flutuações entre 222 horas a 247 horas.

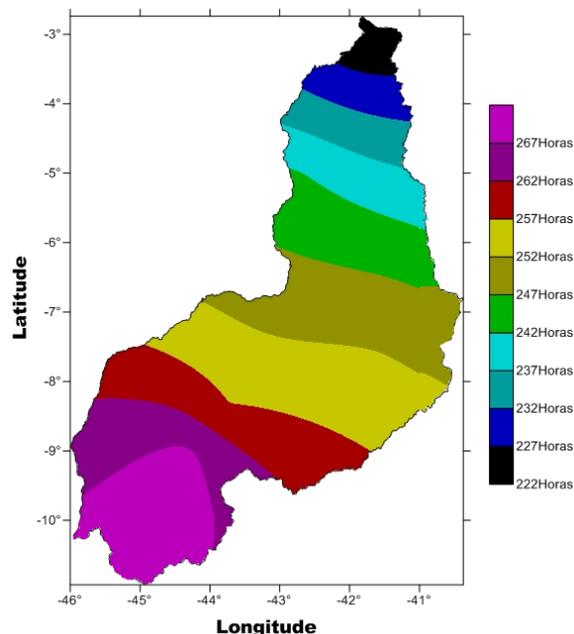


Figura 6. Insolação do mês de maio no Estado do Piauí.
Fonte: Medeiros (2018).

Figura 7 tem a distribuição da insolação interpolada para o mês de junho, onde os menores valores localizam-se na parte norte, nordeste e este do Estado. Parte da região norte e central recebe insolação na faixa de 200 a 250 horas. A região sul do Estado tem os altos valores de insolação fluindo entre 270 a 280 horas mensais.

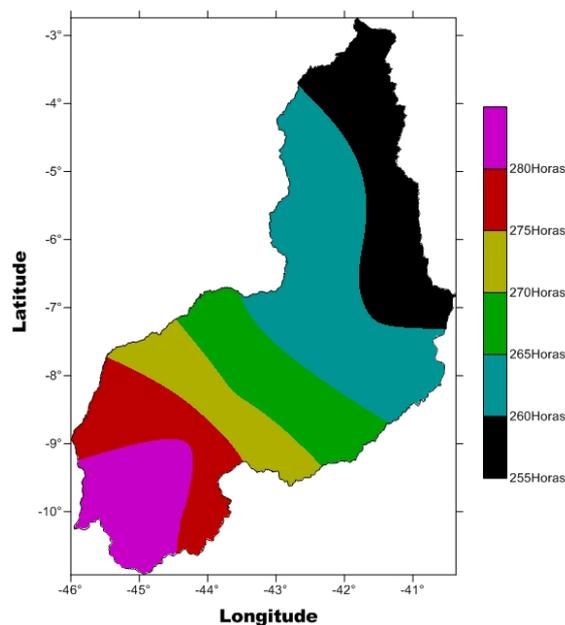


Figura 7. Insolação do mês de junho no Estado do Piauí
Fonte: Medeiros (2018).

Os meses de abril, maio, junho e julho são os de menores valores de insolação e correspondem aos meses de temperaturas mais amenas naquela cidade. Dentro do período

considerado, o mês de junho sempre se destacou por apresentar os menores índices de insolação, apesar de março ser o mês mais chuvoso do município de Caicó/RN em conformidade com Ferreira (2011).

O mês de julho (Figura 8) apresenta valores de insolação elevados em todo o Estado quando comparados com as figuras anteriores. Para tanto estes aumentos estão caracterizado pelo final da estação chuvosa, ausências de nuvens e o início da elevação da temperatura.

A Este do estado a insolação mensal flui entre 272 horas a 282 horas, Nas regiões norte a flutuações da insolação oscila entre 277 horas a 287 horas. A Oeste do Estado a flutuação é de 292 horas e a região sul com máximo de insolação entre 292 a 297 horas. A cobertura de nuvens é variada e seguem a distribuição do regime pluvial.

Os efeitos diretos que a incidência diferenciada da radiação solar ocasiona na superfície do solo podem ser constatados através da determinação da temperatura e sua umidade; a intensidade da radiação solar define as condições microclimatológicas, a temperatura sendo diretamente proporcional à radiação solar, enquanto a umidade se relaciona inversamente, Silva *et al.* (1999), vem a corroborar com o estudo em desenvolvimento.

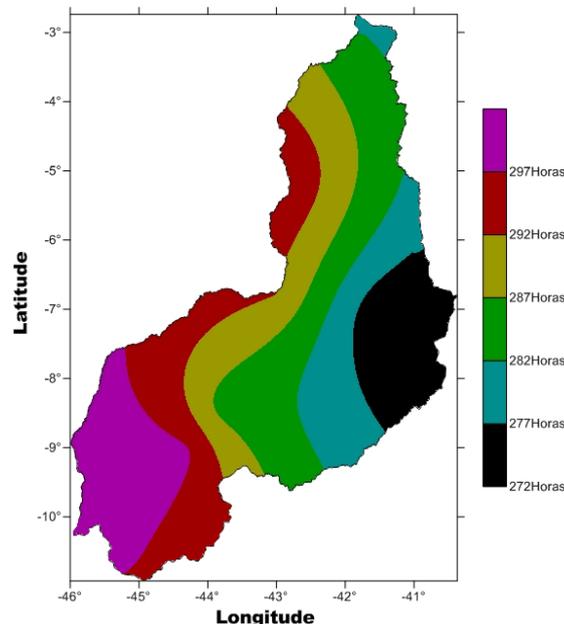


Figura 8. Insolação do mês de julho no Estado do Piauí.
Fonte: Medeiros (2018).

Na Figura 9 tem-se a distribuição da insolação do mês de agosto, nas regiões norte e sul registram-se intensas insolações, nos setores este/oeste tem-se as menores variabilidades de insolações com flutuações entre 282 horas a 297 horas.

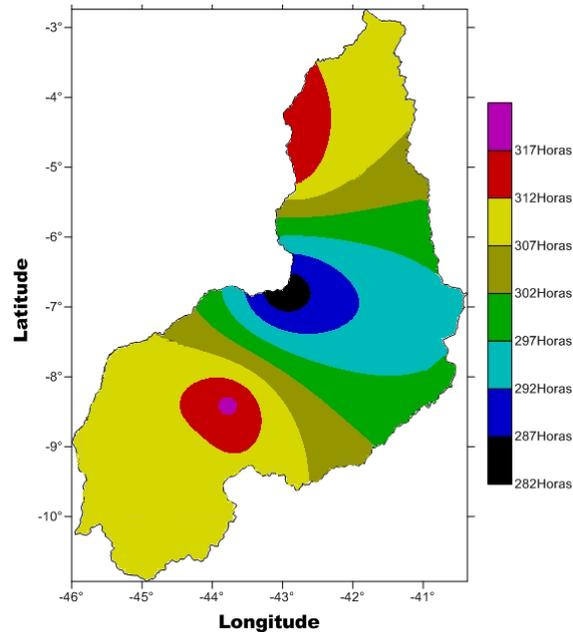


Figura 9. Insolação do mês de agosto no Estado do Piauí
Fonte: Medeiros (2018).

Estas variabilidades estão associadas às condições termodinâmicas do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, que inibindo a formação de nuvens, favorece um aumento no fluxo radiativo de ondas curtas e aumento no fluxo do saldo de radiação, potencializando, assim, doenças a população que, por meio de aquecimento da Camada Limite Atmosférica, implicará em pré-disposição desta área a proliferação de vetores.

No mês de setembro (Figura 10) observa-se uma redução na insolação no sentido norte/sul e um aumento no sentido oeste/este.

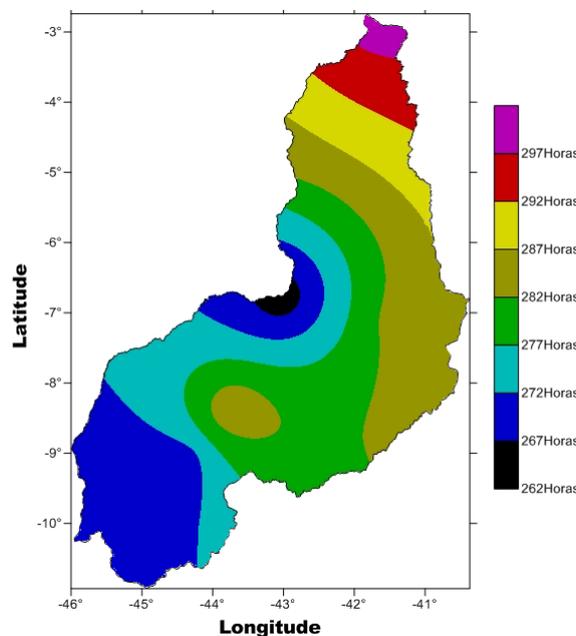


Figura 10. Insolação do mês de setembro no Estado do Piauí.

Fonte: Medeiros (2018).

Na Figura 11 observa-se núcleos baixos de insolação nos setores sudoeste/oeste, alta incidências nos setores norte/nordeste e sudoeste, no setor este as flutuações entre 256 horas a 268 horas, tais oscilações estão em conformidade com o trabalho de Bastos et al. (2008).

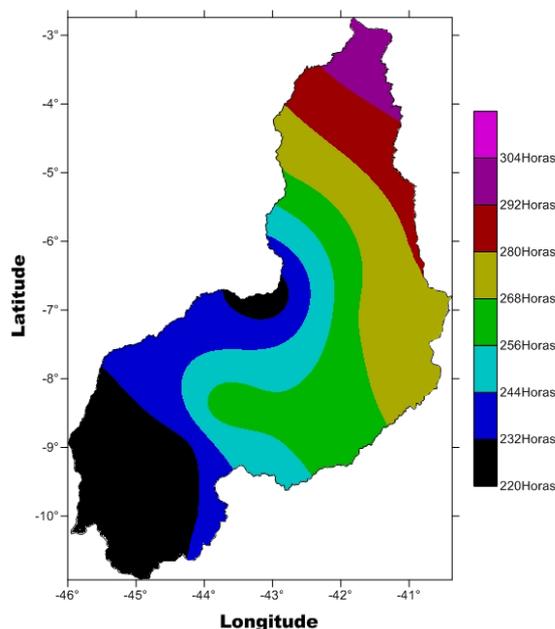


Figura 11. Insolação do mês de outubro no Estado do Piauí.

Fonte: Medeiros (2018).

Silva et al. (2012) mostram que essas oscilações entre a quantidade de insolação mensal ocorrem devido as variações das condições meteorológicas dos referidos meses, isto é, pela quantidade de cobertura de nebulosidade e não pelas condições do fotoperíodo astronômico.

A figura 12 tem muita similaridade com a figura 11 suas diferenças estão nos tamanhos das áreas e nas quantidades de horas registradas na figura 11.

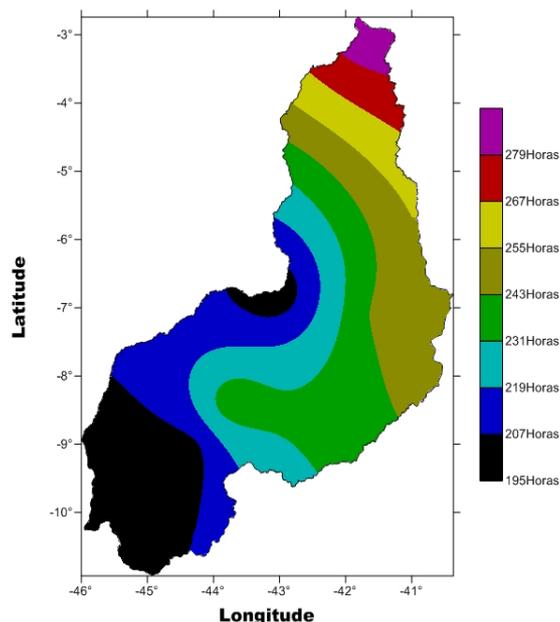


Figura 12. Insolação do mês de novembro no Estado do Piauí.
Fonte: Medeiros (2018).

Na Figura 13 destaca que com a caracterização do período chuvoso na região sul e a ocorrências das chuvas de pré-estação na região central observa-se reduções da insolação nas referidas áreas, as altas insolações registra-se no setor norte, tais variações vem a se confirmarem com o trabalho de Bastos et al.(2008).

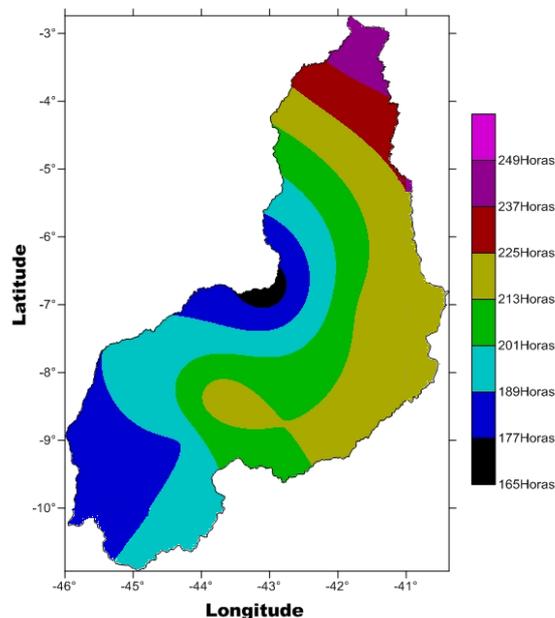


Figura 13. Insolação do mês de dezembro no Estado do Piauí.
Fonte: Medeiros (2018).

Figura 14 tem-se a distribuição da insolação anual no Estado do Piauí, observa-se que ocorre aumento da insolação na direção noroeste/sudeste compreendido entre

2580 horas a 2840 horas atingindo toda área semiárida, norte de região sul e sul da região norte. No sentido Sul/Norte a insolação fluem entre 2720 horas a 2960 horas. Na região litorânea e parte da região norte registra-se as altas insolações, na região central do estado destacam-se índices médios de insolações no extremo sul registrando-se as menores taxas de insolação.

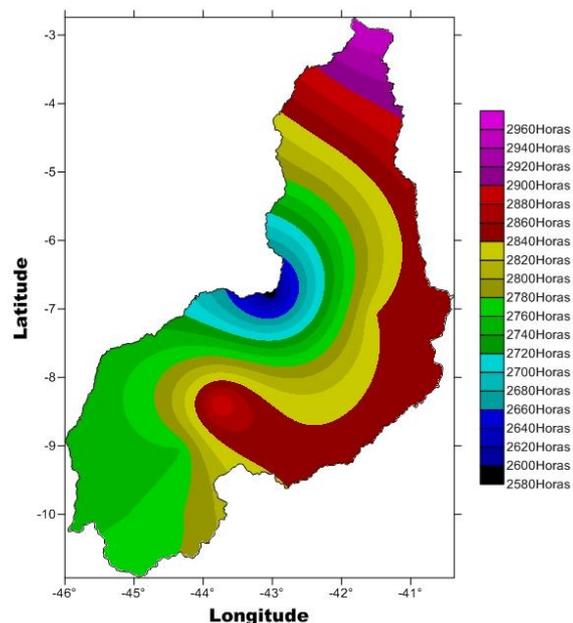


Figura 14. Insolação anual no Estado do Piauí.
Fonte: Medeiros (2018).

Os valores interpolados no estudo tem similaridade com a do Atlas de irradiação solar do Brasil elaborado, pelo INMET (1998).

Com média anual de 2803,9 horas e suas oscilações mensais fluindo entre 156 horas no mês de fevereiro há 304,5 horas no mês de agosto são os valores da insolação esperados no decorrer do tempo futuro para o Estado. Os valores máximos e mínimos registrados foram causados pelas atividades dos fenômenos locais e regionais atuantes no período de estudo. O desvio padrão poderá interferir com contribuições positiva e/ou negativa em relação aos valores da média e/ou mediana.

As flutuações mensais do parâmetro medianas (162,2hs em fevereiro a 319,0 hs agosto) (Tabela 1) indicam que esta medida de tendência central pode não ser o valor provável de ocorrência nesta distribuição. Destaca-se, que as médias mensais superam os valores medianos em alguns meses. Deste modo, os modelos de distribuição de insolação mensais são assimétricos e positivos. Portanto a mediana apresenta probabilidade maior de ocorrência que a média.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos da insolação média para o estado do Piauí - PI.

Meses	Média (hs)	Mediana (hs)	Desvio padrão(hs)	Coefficiente variância(%)	Máximo absoluto(hs)	Mínimo absoluto(hs)
jan	184,0	189,5	17,3	0,09	209,5	156,5
fev	156,0	162,2	11,8	0,08	166,4	134,3
mar	174,1	186,3	10,8	0,06	188,5	162,6
abr	201,5	218,2	15,3	0,08	218,2	175,9
mai	248,3	257,4	15,8	0,06	268,4	221,2
jun	265,6	271,1	9,1	0,03	281,0	255,6
jul	287,7	284,6	9,9	0,03	298,4	272,5
ago	304,5	319,0	14,2	0,05	319,0	281,6
set	280,7	286,9	13,0	0,05	299,3	262,8
out	259,2	264,2	31,6	0,12	303,1	221,2
nov	234,5	239,7	34,2	0,15	289,8	196,3
dez	207,9	222,2	29,1	0,14	249,3	166,8
Anual	2803,9	2901,3	130,2	0,05	2956,2	2584,8

Legenda: hs=horas.

Fonte: Medeiros (2018).

Souza et al. (2008) mostraram que a componente mais importante a influenciar processos atmosféricos e as condições do tempo e clima no planeta Terra, é a energia proveniente do Sol, responsável pelo aquecimento do ar e do solo, fotossíntese e evaporação da água. As variações no saldo de radiação são fundamentais nos processos atmosféricos e terrestres alterando, por exemplo, a temperatura na superfície, o perfil da taxa vertical de aquecimento e a circulação atmosférica.

A variável está diretamente associada ao saldo de radiação regional e global, influenciando no clima e no tempo de uma determinada região, estando diretamente inserida nos processos biológicos da superfície terrestre. Como destaca Mendonça (2000) a saúde humana é fortemente influenciada pelo clima. As condições térmicas, de dispersão (ventos e poluição) e de umidade do ar exercem destacada influência sobre a manifestação de muitas doenças, epidemias e endemias humanas. Com isso, tem-se que a insolação pode ser uma relevante variável a ser estudada de modo a se observar o grau de potencialidade e favorabilidade.

CONCLUSÃO

O modelo de interpolação da krigagem apresentou resultados satisfatórios quanto à estimativa dos dados de insolação obtida pelo método de interpolação de krigagem nos dados de insolação representou resultados coerentes ao serem distendidos nas regiões piauienses corroborando com as condições climáticas das estações utilizadas.

A baixa cobertura de nuvens, a oscilação terna sobre as normalidades e a ocorrência de focos de incêndios e queimadas pode ter condicionado os valores das incidências nas regiões piauienses durante os meses de julho a outubro.

A krigagem dos dados da insolação mensal, anual e dos meses de baixo e alto valor de insolação para a confecção dos mapas de distribuição espacial, pode ser uma alternativa para gerar pesquisas com estimativas confiáveis e mapas de maior representatividade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, K.D. Variabilidade temporal das condições climáticas sobre as perdas de CO₂ na encosta do açude Namorados, em São João do Cariri-PB. p.101. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

BASTOS, E.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; MEDEIROS, R.M. Boletim agrometeorológico do ano de 2004 para o município de Teresina, PI. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008.

BAYER, C. Manejando os solos agrícolas para alta qualidade em ambientes tropicais e subtropicais. FERTBIO, 26, Lages. Anais... Lages: UDESC e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CDROM. 2004.

BERVEGLIERI, A.; MENEGUETTE JUNIOR, M.; PITERI, M.A. Aplicação do interpolador krigagem em modelos digitais de terrenos comparando-se os casos de isotropia e anisotropia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. SBSR, Curitiba: Anais...INPE, p.7222-7229. 2011.

BLEY JR., C. Erosão Solar: riscos para a agricultura nos trópicos. *Ciência Hoje*. v.25, n.148, p.24-29, 1999.

CARVALHO, L.M.V.; JONES, C.; LIBERMANN, B. Extreme precipitation events in south eastern south America and large-scale convective patterns in the south Atlantic convergence Zone. *Journal of Climate*. v.15, p.2377-2394, 2002.

FERREIRA, H.F.P.A. ; LUCENA, R.L. Análise da precipitação no município de Caicó, RN. In: Arminda Saconi Messias, Maria Célia Alves Feitosa. (Org.). A influência das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos. FASA: Recife, 2011, v.4, p.70-79.

FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; FREITAS, S.S. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Campinas, SBCS, p.526, 1988.

- GALVANI, E. Estatística descritiva mensal de aula. In: VENTURI, L.A.B. Geografia: Práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Editora Sarandi, 2011.
- INMET. NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (1961-1990). Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia, 2009.
- INMET/LABSOLAR/EMC/UFSC. Atlas de irradiação solar do Brasil. (1ª versão para irradiação global derivada de satélite e validada na superfície). Brasília – DF. p.58, 1998.
- ISAAKS, E.H.; SRIVASTAVA, R.M. An introduction to applied geostatistics. New York: Oxford University Press, 561p. 1989.
- JAKOB, A.A.E. A krigagem como método de análise de dados demográficos. In: *Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais*, 13. Ouro Preto. 2002.
- KLERING, E.V.; M.S. CUSTÓDIO; FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Relação entre os perfis temporais de NDVI/MODIS da cultura do arroz irrigado, a insolação e o rendimento na região da Campanha do Rio Grande do Sul. *Anais, XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, p. 249-254, 2007.
- KOZMHINSKY, M.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SILVA, V.P. Average insolation interpolated by the krigagem method for the state of Pernambuco – Brazil. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing* v.8, n.2. p.334-344. 2018.
- SANTOS, R.M.B. Aplicação do método de kriging para estimar campos de radiação solar: um estudo para o Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia. INPE. São José dos Campos. 2014.
- SANSIGOLO, C.A.; KAYANO, M.T. Trends of seasonal maximum and minimum temperatures and precipitation in Southern Brazil for the 1913–2006 period. *Theoretical and Applied Climatology*, Granada, v. 101, n. 1-2, p. 209-216, 2013.
- SHAXSON, T.F. Produção e proteção integradas em microbacias. In: MONIZ, A. C.; SILVA, I.M.; GONZALEZ, L.R.; SILVA FILHO, D.F. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano, 2011. *Revsbau*, Piracicaba - SP, v.6, n.4, p. 35-50, 2011.
- SILVA, G.J.F.; SEVERO, T.E.A. Potencial/Aproveitamento de Energia Solar e Eólica no Semiárido Nordeste: Um Estudo de Caso em Juazeiro – BA nos Anos de 2000 a 2009. *Revista Brasileira de Geografia Física*, n.3, p.586-599, 2012.
- SILVA, V.M.A.; MEDEIROS, R.M; SANTOS, D.C.; GOMES FILHO, M.F. Variabilidade pluviométrica entre regimes diferenciados de precipitação no Estado do Piauí. *Revista Brasileira de Geografia Física*. , v.6, p.1463 - 1475, 2013.

SOUZA FILHO, F.A.; MOURA, A.D. Memórias do Seminário Natureza e Sociedade nos Semi-Áridos. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, p.332, 2006.

SOUZA, M.J.H.; RIBEIRO, A.; LEITE, F.P.; GOIS, G. Avaliação do modelo de Bristow & Campbell na estimativa, média mensal dos totais diários da irradiação solar global para o Vale do Rio Doce, MG. In: congresso brasileiro de agrometeorologia, 14, Campinas. Anais... Campinas: SB Agro, CDROM. 2005.

SOUZA, J.D.; SILVA, B.B.; CEBALLOS, J.C. Estimativa da radiação solar global à superfície usando um modelo estocástico: caso sem nuvens. *Revista Brasileira de Geofísica*, v.26, p.31- 44, 2008.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J.S. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 374 p. 1988.

YAMAMOTO, J.K.; LANDIM, P.M.B. Conceitos e Aplicações. São Paulo: Oficina de textos, 2015.