

PKS

PUBLIC
KNOWLEDGE
PROJECT

**REVISTA DE GEOGRAFIA
(RECIFE)**

<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia>

OJS

OPEN
JOURNAL
SYSTEMS

MAPEAMENTO DA INSOLAÇÃO DO ESTADO DA PARAÍBA UTILIZANDO KRIGAGEM

*Paulo Roberto Megna Francisco¹; Juarez Paz Pedroza²; Maria Marle Bandeira³;
Lindenberg Lucena da Silva⁴; Djail Santos⁵*

1. Dr. Pesquisador DCR CNPq/Fapesq, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Areia-PB, Brasil.
email: paulomegna@gmail.com

2. Dr. Professor Titular do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de
Campina Grande, UFCG, Campina Grande-PB, Brasil. email: juarez@deag.ufcg.edu.br

3. Meteorologista, Agência de Águas do Estado da Paraíba, AESA, Campina Grande-PB, Brasil.
email: marle@aesa.pb.gov.br

4. Doutorando em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande-
PB, Brasil. email: begapb@gmail.com

5. Dr. Professor Titular do Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da
Paraíba, UFPB, Areia-PB, Brasil. email: santosdj@cca.ufpb.br

Artigo recebido em 09/12/2015 e aceito em 17/03/2016

RESUMO

A insolação por sua importância junto aos processos climáticos é alvo de pesquisas especialmente relacionadas à agricultura. Quando o clima regional não se apresenta com as mesmas características anualmente, é necessário realizar uma análise dos registros climáticos e consequentemente uma melhor interpretação dos seus efeitos. Este trabalho teve por objetivo realizar os cálculos, análises e o mapeamento da insolação do Estado da Paraíba. Na metodologia foram utilizados dados de insolação mensal entre os anos de 1961 a 2014 e elaborado análise de consistência calculando as médias diária, mensais e anuais. Utilizando o programa Surfer 9.0 foram gerados através do método de interpolação de Krigagem os mapas de insolação. Os resultados demonstraram que a utilização da geoestatística apresentou resultados satisfatórios quanto à estimativa dos dados de insolação obtida pelo método de interpolação de Krigagem estando condizentes com as características climatológicas locais da região e na sua distribuição espacial; a distribuição espacial dos dados de insolação apresentou variabilidade para os meses estudados, com variação de aproximadamente de 2 horas na distribuição anual da temperatura; o mês de dezembro apresenta os maiores valores de insolação e o mês de junho os menores.

Palavras-chave: climatologia; dados solarimétricos; geoestatística; espacialização.

MAPPING OF SUNSTROKE OF THE PARAÍBA STATE USING KRIGAGE

ABSTRACT

Sunstroke by its importance to the climate processes is the subject of research especially related to agriculture. When the regional climate is not presented with the same characteristics every year, it must perform an analysis of weather records and therefore a better interpretation of its effects. This study aimed to perform the calculations, analysis and mapping sunstroke the state of Paraíba using kriging. In the methodology we used the monthly insolation data between the years 1961-2014 and elaborate consistency analysis was calculated the average daily, monthly and annual. Using the Surfer 9.0 program was generated through Kriging interpolation method, the respective maps. The results showed that the use of statistics showed satisfactory results regarding the estimation of insolation data obtained by Kriging interpolation method being consistent with local climatic characteristics of the region and its spatial distribution; the spatial distribution of insolation data showed large variability for both

months studied, ranging from approximately 2 hours in the annual distribution of temperature; the month of December has the highest insolation values and the month of June, it has the lowest values.

Keywords: climatology; solarimetric data; geostatistics; espacialization.

INTRODUÇÃO

Os ambientes tropicais caracterizam-se pela elevada incidência de radiação solar, insolação e temperatura. Quanto mais próximo do equador, mais crítica é a incidência, como é o caso das regiões norte, nordeste e centro-oeste do Brasil (Bayer, 2004; Bley Jr., 1999).

A insolação é a duração do período do dia com luz solar ou a duração do brilho solar. Por sua importância junto aos processos climáticos, a insolação, assim como todas as variáveis climáticas são alvos de pesquisas, especialmente relacionada à agricultura (Sousa *et al.*, 2003). As regiões desérticas do mundo são as mais bem dotadas de recurso solar e as áreas localizadas no Nordeste do Brasil, têm valores da radiação solar diária, média anual comparáveis às melhores regiões do mundo (Chigueru Tiba *et al.*, 2000).

O clima regional não se apresenta com as mesmas características anualmente, sendo assim necessário realizar uma análise dos registros climáticos e consequentemente uma melhor interpretação dos seus efeitos. A temperatura média do ar, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, evaporação e insolação são elementos meteorológicos que exercem influência direta sobre as condições agrícolas (Amorim *et al.*, 2004).

De acordo com Pereira *et al.* (2002) a disponibilidade energética e da água são os dois fatores físicos de ordem edafoclimático a determinar o crescimento e o desenvolvimento das plantas e sua produtividade.

Silva *et al.* (1999) afirma que a radiação solar incidente sobre a superfície do solo é fator determinante e condiciona os processos que ocorrem nesse ambiente, interferindo sobremaneira no ciclo dos nutrientes. Sendo assim, variando a quantidade de radiação solar incidente, podem-se obter condições ambientais diferenciadas e, por conseguinte, promover alteração nos demais processos.

Modelos matemáticos, aritméticos e lógicos, buscando representar propriedades e processos do meio físico natural, têm sido implementados e modelos inferenciais vêm sendo propostos e a geoestatística é um desses modelos e sua base conceitual está fundamentada na teoria das variáveis regionalizadas formalizada por Matheron (1971). Dentre os procedimentos geoestatísticos, a krigagem se destaca como a técnica que possibilita a inferência de valores, a partir de amostras pontuais de um atributo espacial (Brandão, 2001).

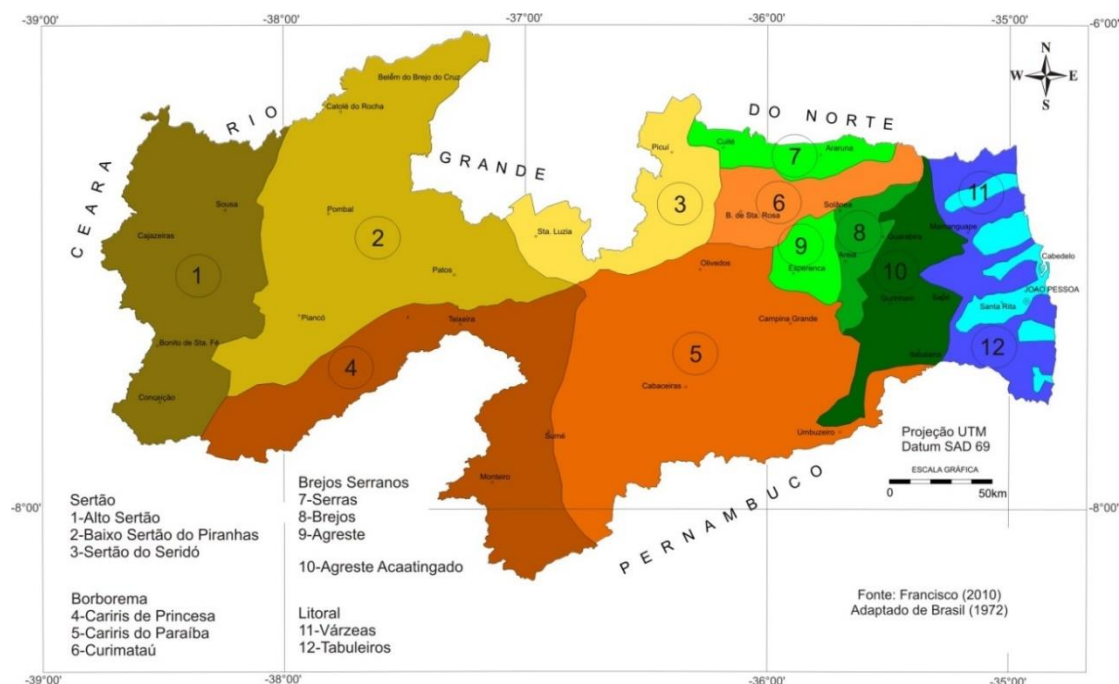
Conforme Jakob (2012), a krigagem é considerada uma boa metodologia de interpolação de dados. Ela utiliza o dado tabular e sua posição geográfica para calcular as interpolações. Utilizando o princípio da Primeira Lei de Geografia de Tobler, que diz que unidades de análise mais próximas entre si são mais 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.

Este trabalho tem por objetivo inferir através de procedimento geoestatístico de krigagem a variabilidade espacial dos dados e realizar o mapeamento da insolação do Estado da Paraíba.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Estado da Paraíba localizado na região Nordeste do Brasil, apresenta uma área de 56.372 km², que corresponde a 0,662% do território nacional. Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18"S, e entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45"W (Francisco, 2010), conforme Figura 1.

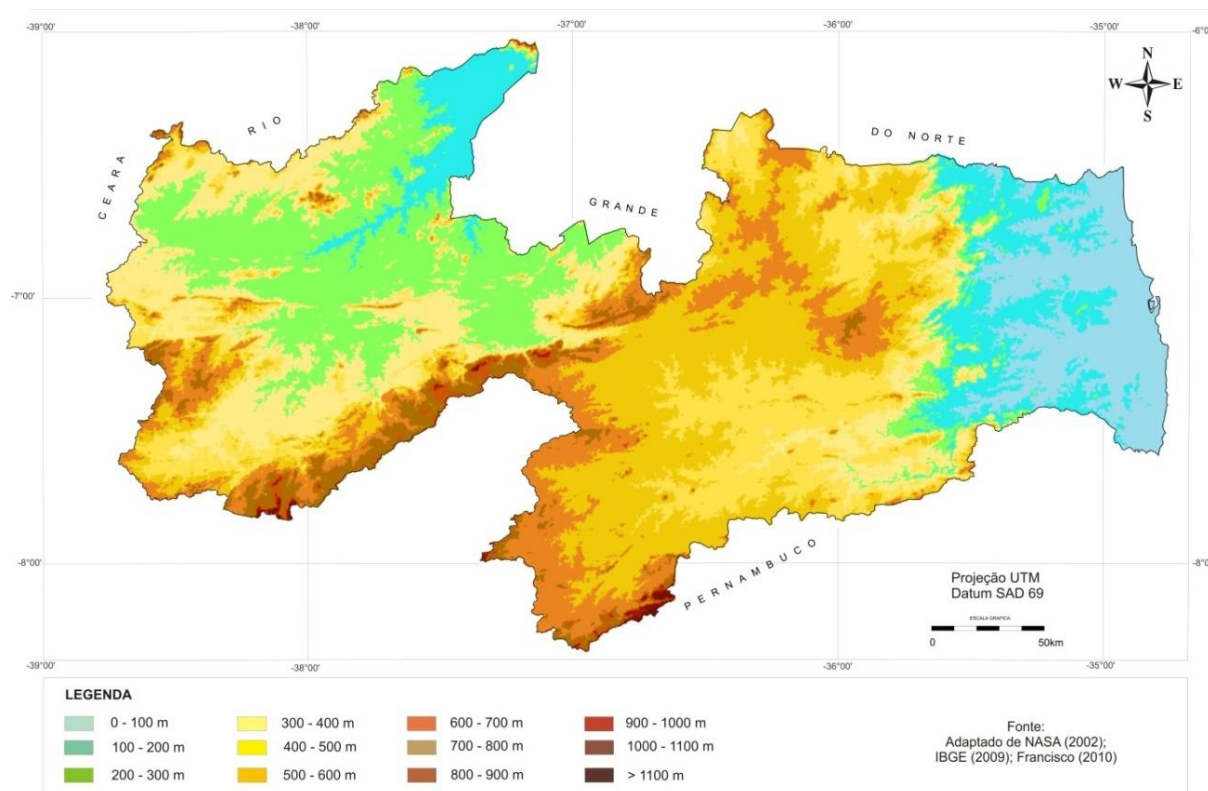
Figura 1: Regiões geográficas segundo limites naturais do Estado da Paraíba



Fonte: Adaptado de Francisco *et al.* (2012).

O relevo do Estado da Paraíba (Figura 2) apresenta-se de forma geral bastante diversificado, constituindo-se por formas de relevo trabalhadas por diferentes processos, atuando sob climas distintos e rochas pouco ou muito diferenciadas. No tocante à geomorfologia, existem dois grupos formados pelos tipos climáticos mais significativos do Estado: úmido, subúmido e semiárido. O uso atual e a cobertura vegetal caracterizam-se por formações florestais definidas como caatinga arbustiva arbórea aberta, caatinga arbustiva arbórea fechada, caatinga arbórea fechada, tabuleiro costeiro, mangues, mata-úmida, mata semidecidual, mata atlântica e restinga (PARAÍBA, 2006).

Figura 2: Mapa hipsométrico do Estado da Paraíba



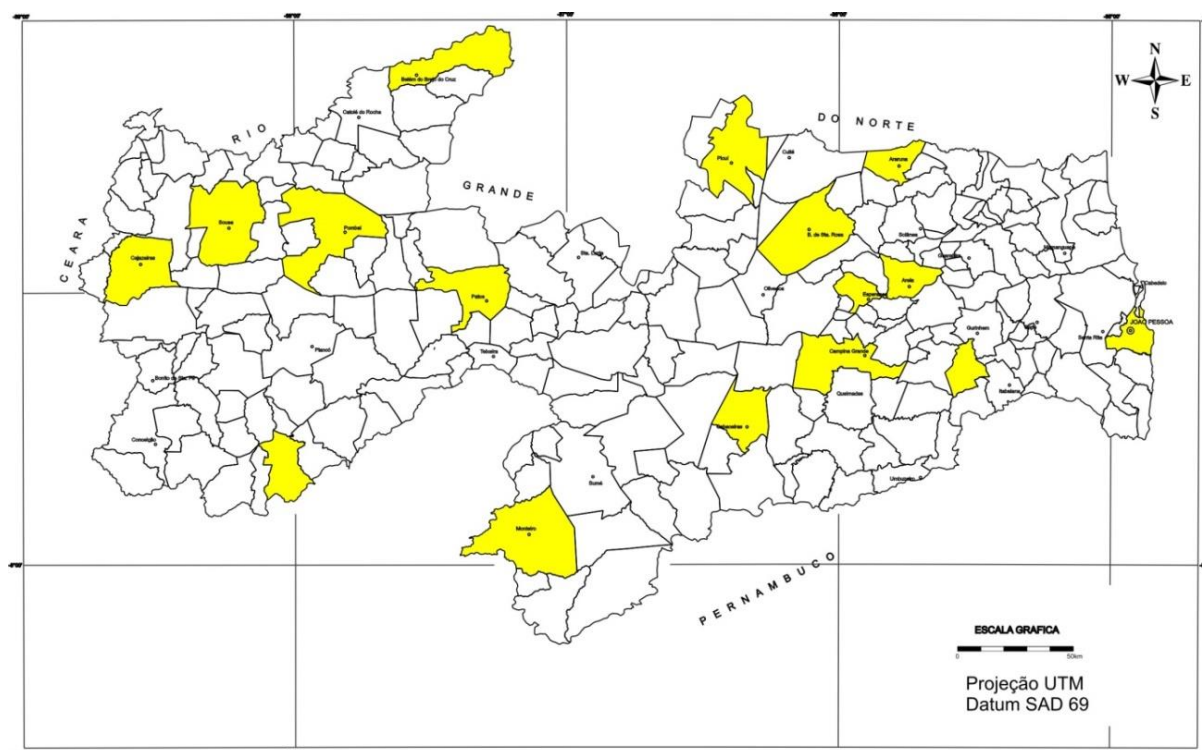
Fonte: Francisco *et al.* (2014).

O clima caracteriza-se por temperaturas médias elevadas (22 a 30°C) e uma amplitude térmica anual muito pequena, em função da baixa latitude e elevações (<700m). A precipitação varia de 400 a 800mm anuais, nas regiões interiores semiáridas, e no Litoral, mais úmido, pode ultrapassar aos 1.600mm (Varejão-Silva *et al.*, 1984).

Na metodologia foram utilizados dados da insolação mensal entre os anos de 1961 a 2014, disponibilizados pelo INMET e pelo CCA/UFCG. Com o objetivo de homogeneizar a densidade espacial das informações disponíveis, foram acrescentadas outras informações de

localidades onde se dispunham de dados de insolação, tais como os municípios de Areia, Campina Grande, João Pessoa, Monteiro, Patos, São Gonçalo, Barra de Santa Rosa, Cajazeiras, Cabaceiras, Belém do Brejo do Cruz, Esperança, Pombal, Mogeiro, Araruna, Picuí e Princesa Isabel, de acordo com a Figura 3.

Figura 3: Distribuição espacial dos postos solarimétricos do Estado da Paraíba



Fonte: Adaptado de IBGE (2009); INMET (2015); DCA/UFCG (2015).

A utilização dos dados foi procedida de uma análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série. Não foi possível adotar, neste trabalho, um período de observação comum a todas as localidades, haja vista a diferença do número de anos e/ou mesmo do número de postos devido a diferença de início da operação desses postos. Assim, para cada localidade com série de observação igual ou superior a trinta anos, foi considerado para o período disponível, independente do início.

Os valores da insolação mensais foram inseridos numa planilha eletrônica do Excel onde foram calculadas a média diária, mensal e anual.

Utilizando o programa Surfer 9.0, foram gerados através da krigagem, os mapas com espaçamento entre isolinhas fixado em uma hora/dia e recortados com os limites do Estado de acordo com IBGE (2009).

Para a análise da distribuição espacial da insolação foi utilizado o método de interpolação denominado krigagem para determinar a média mensal e anual, desvio padrão, variância e coeficiente de variação. Segundo Flores (2000), este método possibilita a melhor representação da continuidade dos fenômenos geográficos e, mais especificamente, do fenômeno pluvial e térmico, permitindo desta forma uma melhor espacialização dos dados predominantes na área de estudo em diferentes escalas de análise. De acordo com Silva *et al.* (2010) este método foi escolhido por ser um dos mais eficientes e utilizados em estudos sobre interpolação de dados espaciais (Mello *et al.*, 2003; Remacre *et al.*, 2008). O estimador da krigagem é obtido, segundo Matheron (1963), conforme equação 1:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot Z(X_i) \quad (1)$$

Em que: $Z^*(X_0)$ é o atributo da variável estimado no ponto; λ_i são os ponderadores de krigagem; $Z(X_i)$ é o valor observado da variável Z no i -ésimo ponto.

Para a krigagem ser ordinária deve-se satisfazer a condição de que:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

Os ponderadores são obtidos pela resolução de um sistema de equações lineares do tipo $AX=B$, denominado sistema de krigagem, de acordo com Rocha *et al.* (2007) pode ser escrito como segue:

$$\begin{bmatrix} \gamma(x_1; x_1) & \cdots & \gamma(x_1; x_n) & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \gamma(x_n; x_1) & \cdots & \gamma(x_n; x_n) & 1 \\ 1 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma(x_1; x_0) \\ \vdots \\ \gamma(x_n; x_0) \\ 1 \end{bmatrix}$$

Em que: $\gamma(x_n; x_n)$ é a variância espacial da n -ésima amostra com relação a ela mesma; μ é o Multiplicador de Lagrange; e $\gamma(x_n; x_0)$ é a variância espacial entre a n -ésima amostra e o ponto x_0 que será estimado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4 observa-se a distribuição espacial mensal da insolação, em horas, do Estado da Paraíba. Os mapas constituem aproximações devido à ordem da grandeza do desvio

padrão associadas às médias obtidas. Os mapas de insolação mensal mostram claramente para cada mês, regiões bem diferenciadas, razoavelmente correlacionadas com as condições pluviométricas de cada região fisiográfica. De acordo com Silva *et al.* (2012), essas variações entre a 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.

No mapa de insolação do mês de janeiro observa-se que os valores de horas de insolação atingem valor máximo de 8 horas em parte da região do Baixo Sertão e Sertão do Seridó (Figura 1). No mapa do mês de fevereiro observa-se que o valor de horas de insolação atinge valores menores em relação a janeiro, com valor máximo de 7 horas e 40 minutos com destaque ao Litoral Sul do Estado.

No mapa do mês de março observa-se que o valor de horas de insolação atinge valores máximos de 8 horas na região central do Sertão e na região do Brejo Serrano em Serras, Agreste, Brejo e parte do Litoral Norte com valores mínimos em torno de um pouco mais de 6 horas. No mapa do mês de abril em seu mapa, observa-se que o valor de horas de insolação atinge valores máximos de 8 horas na região central do Sertão, e na região da Borborema e Sertão do Seridó atinge os valores de 7 horas diárias de insolação, e na região do Brejo Serrano e do Litoral apresenta valores mínimos de 6 horas.

No mapa do mês de maio observa-se que a quantidade de horas de insolação atinge valores máximos de 8 horas no sentido noroeste da região do Sertão. Nas demais áreas da região do Sertão atingem os valores de 7 horas diárias de insolação, e nas regiões em direção ao Litoral apresenta valores mínimos de 6 horas. Verifica-se uma menor insolação na região dos Brejos atingindo valores mínimos de 5 horas e meia de insolação diária.

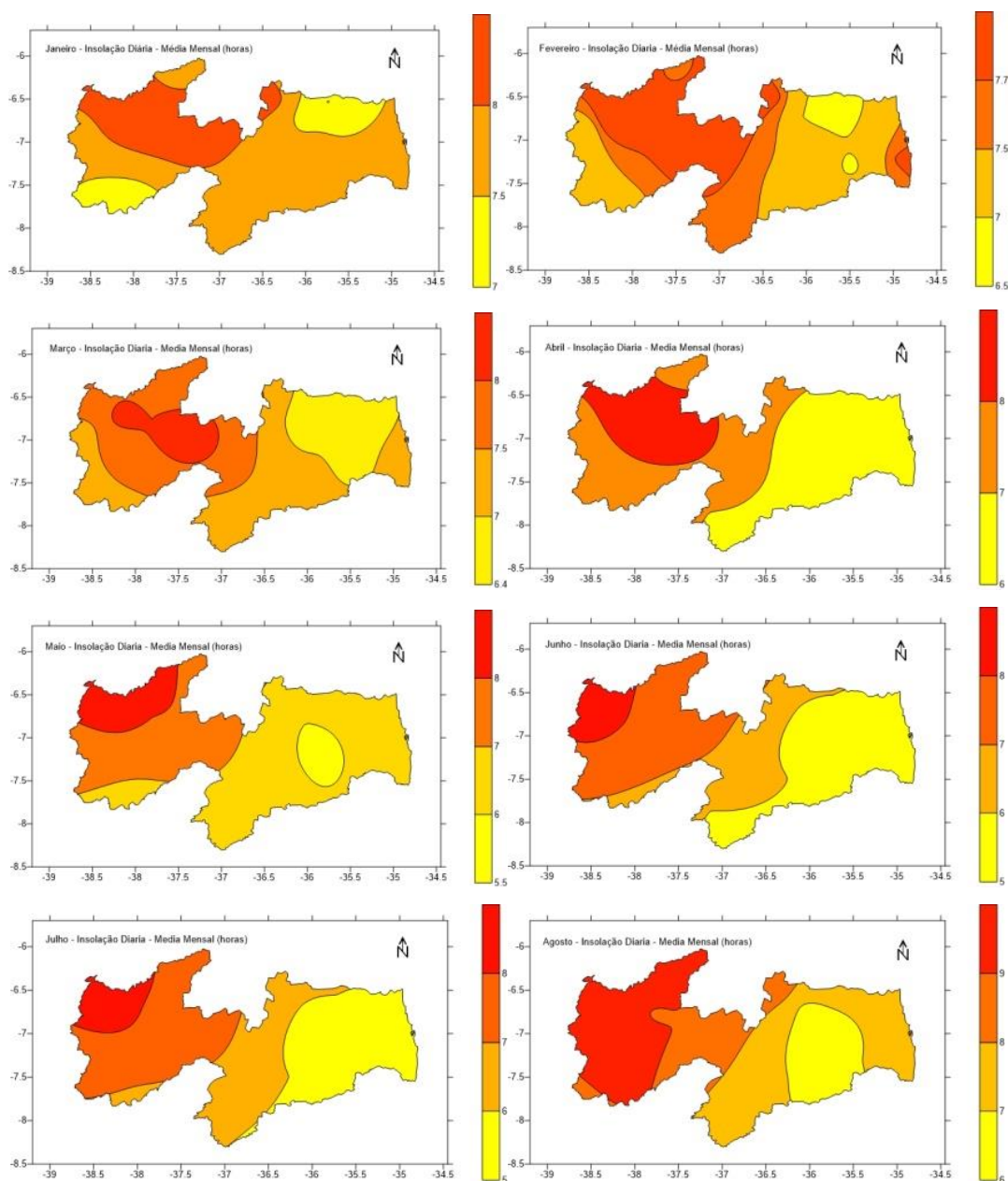
Nos mapas dos meses de junho e julho, meses chuvosos no Estado da Paraíba, observa-se que a quantidade de horas de insolação atinge valores máximos de 8 horas no sentido noroeste da região do Sertão, e nas demais áreas da região do Sertão atingem os valores de 7 horas diárias de insolação. Nas regiões da Borborema e parte da região do Sertão do Seridó apresenta valores de 6 horas e atingindo valores mínimos de 5 horas de insolação diária na região do Brejo e no Litoral.

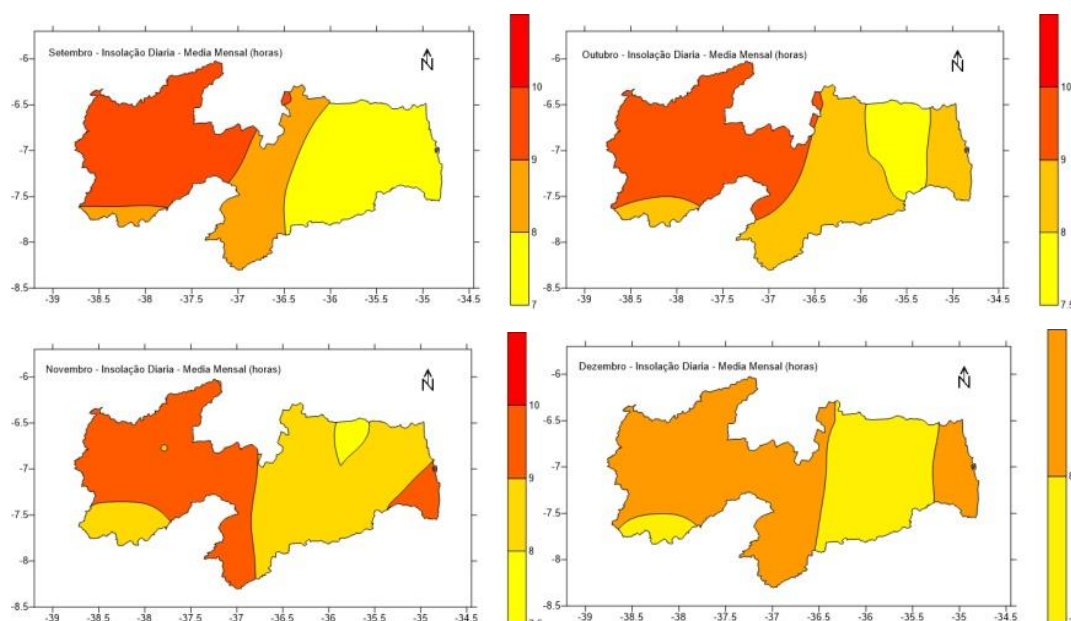
No mapa do mês de agosto as configurações se modificam e observa-se na região do Sertão e parte do Cariri de Princesa que as horas de insolação atingem valores máximos de 9 horas e em parte da região central do Sertão e Sertão do Seridó apresenta valores de 8 horas, na

região da Borborema até o Litoral apresenta valores de 7 horas de insolação, na região do Brejo Serrano e do Agreste Acatingado, observam-se valores mínimos de 6 horas.

Para o mapa do mês de setembro observa-se, em relação ao mês de agosto, alterações mais significativas na região da Borborema e na região do Litoral. Na região total do Sertão apresenta valores de insolação de 9 horas diárias e em parte da região da Borborema com valores de 8 horas, e para o restante do Estado em direção ao Litoral apresenta valores diários de 7 horas de insolação.

Figura 4: Média mensal de insolação em horas do Estado da Paraíba





No mapa do mês de outubro observam-se valores máximos de 9 horas em toda as regiões que compõem o Sertão e parte da Borborema, valores de 8 horas na região do Cariri da Paraíba, Curimataú e Serras e na região do Litoral, já para a região da Serra e Agreste Acatingado observam-se valores em torno de 7 horas e meia diárias de insolação.

No mês de novembro, observam-se no respectivo mapa que a insolação diária atinge valores máximos de 9 horas na região do Sertão e parte da Borborema, valores de 8 horas na região da Borborema, parte do Brejo e do Agreste Acatingado, somente voltando a aumentar o numero de horas na região do Litoral. Nas regiões dos Brejos Serranos e Curimataú a insolação atinge valores mínimos de 7 horas e meia. No mapa do mês de dezembro observam-se valores máximos de 8 horas diárias de insolação no Sertão e no Litoral e com valores mínimos de 7 horas na região de toda a Borborema, Brejos Serranos e Agreste Acaatingado. Nesse mês a região do Sertão apresenta o inicio do período de chuvas com uma maior cobertura por nuvens.

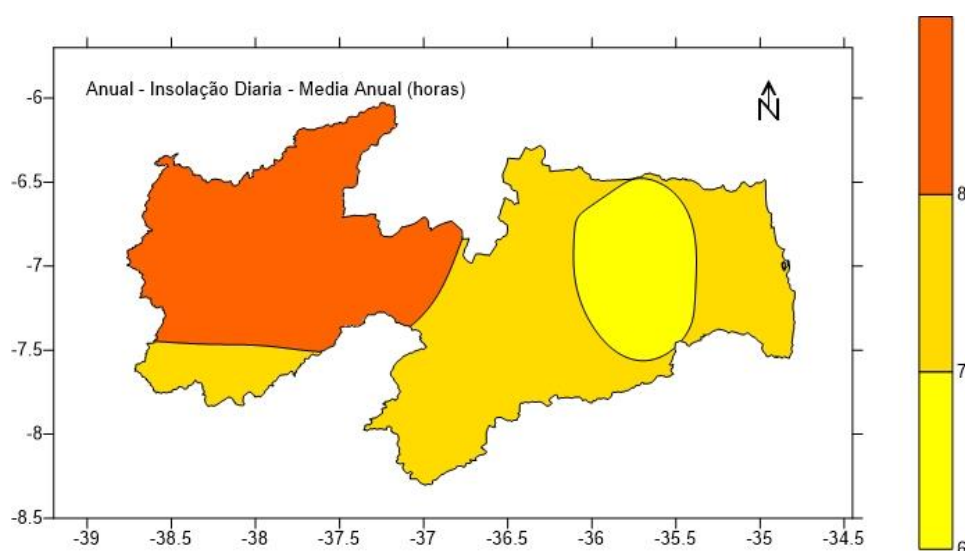
Silva *et al.* (2012a) , estudando os níveis de insolação no município de Caicó-RN, região vizinha a área de estudo desse trabalho, observou que os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro são caracterizados pelos maiores índices de insolação, com o mês de outubro detendo os valores máximos anuais resultados similares encontrados nesse trabalho.

Comparando os resultados obtidos neste trabalho com os de Varejão-Silva *et al.* (1984), no Atlas Climatológico do Estado da Paraíba, observa-se uma similaridade dos resultados encontrados apresentando pequenas mudanças nas linhas de insolação. Após uma análise dos dados observou-se que a diferença encontrada nos resultados deste trabalho, é devido ao maior numero de dados utilizados e o dobro da quantidade de localidades de captura de dados de insolação, apresentando assim uma maior variação de anos desses dados. Os autores

relatam que, em 1985, foram utilizados dados de somente oito municípios, Areia, Campina Grande, Monteiro, Patos, São Gonçalo, Barra de Santa Rosa, Cajazeiras e Soledade, e, no entanto neste trabalho, foram utilizados dados de dezesseis localidades melhores distribuídas e sendo incluído o posto de João Pessoa, na região do Litoral do Estado, contribuindo assim com uma melhor espacialização dos dados observados.

No mapa de insolação anual (Figura 5) observam-se valores mínimos de 6 horas diárias na região dos Brejos e Agreste Acaatingado, e valores de insolação de 7 horas na região do Litoral, na Borborema, Cariris de Princesa e parte do Sertão do Seridó. Valores máximos são observados na região do Sertão com valores diários de 8 horas.

Figura 5: Média anual de insolação em horas do Estado da Paraíba



Observa-se na Figura 6 a distribuição dos dados de insolação média anual por localidade dos postos solarimétricos. Os valores dos dados na área de estudo variam entre 6 a 8 horas de insolação desde a região do Litoral no município de João Pessoa até a região do Sertão no município de Sousa/São Gonçalo respectivamente.

Silva *et al.* (2009), estudando a insolação no município de Juazeiro—BA, localizado na latitude de 9°, observaram que o regime solar ao longo dos anos 2000 a 2009 flutuou entre 4 e 10,7 horas diárias de insolação, tendo valores médios de 8 horas/dia.

Na Figura 7 observa-se a insolação média mensal da área de estudo. Verifica-se que nos meses de junho e julho, época de maior pluviosidade do setor leste da Paraíba e consequentemente maior nebulosidade o número médio de horas diárias de insolação é menor em relação aos demais meses, e nos meses de agosto a dezembro os valores atingem mais de 8 horas diárias devido ao índice pluviométrico mais baixo nessa época do ano.

Figura 6: Insolação média anual dos municípios paraibanos localizados na área de estudo

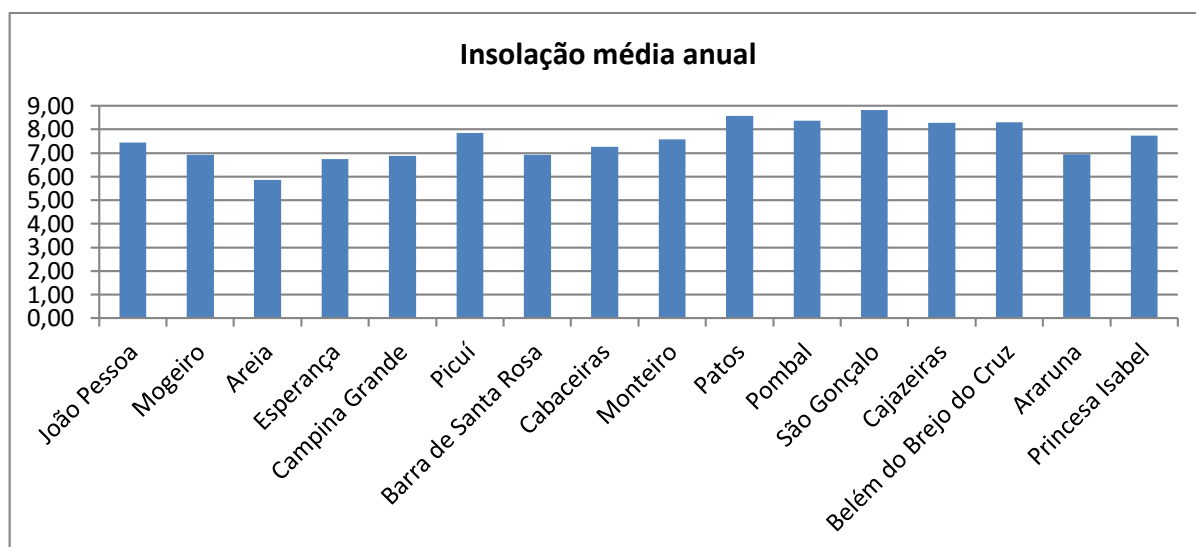
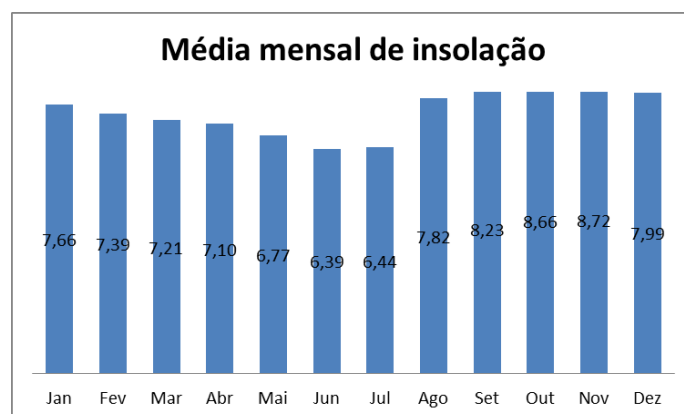


Figura 7: Insolação média mensal da área de estudo



Na Tabela 1 observam-se os dados estatísticos da insolação diária, mensal e anual em horas dos postos solarimétricos.

Tabela 1: Insolação diária, mensal e anual em horas dos postos solarimétricos e localização geográfica dos municípios em estudo

Municípios	Longitude	Latitude	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Areia	-35,7178	-6,9756	6,42	6,37	5,91	5,27	5,25	4,22	4,49	5,46	5,65	7,10	7,65	6,52	5,75
Campina Grande	-35,9042	-7,2256	7,50	7,34	7,15	6,58	5,77	5,01	5,03	6,37	7,40	8,37	8,42	7,68	6,89
João Pessoa	-34,9496	-7,21714	7,78	7,75	7,22	6,58	6,55	5,76	5,89	7,35	7,85	8,74	9,17	8,62	7,44
Monteiro	-37,1269	-7,885	7,72	7,65	7,26	6,95	6,47	5,97	6,28	7,70	8,67	8,93	9,20	8,14	7,58
Patos	-37,3131	-7,0008	8,27	8,03	8,35	8,40	7,86	7,44	7,67	8,97	9,59	9,70	9,65	8,91	8,57
São Gonçalo	-38,21	-6,75	8,34	8,22	8,11	8,33	8,31	8,20	8,35	9,56	9,94	9,73	9,80	8,97	8,82
Barra de Santa Rosa	-36,0564	-6,7289	7,33	7,02	6,52	6,35	6,07	5,73	5,83	6,69	7,55	8,24	8,14	7,58	6,92
Cajazeiras	-38,5444	-6,8942	7,76	7,10	7,34	7,67	7,98	8,28	8,08	9,28	9,25	9,28	9,09	8,18	8,27
Cabaceiras	-36,2869	-7,4922	7,55	7,37	7,32	6,83	6,33	6,07	6,04	7,05	7,65	8,63	8,37	7,87	7,26
Belém do Brejo do Cruz	-37,5356	-6,1864	7,78	7,64	7,56	7,76	8,02	7,73	7,82	9,11	9,13	9,65	9,03	8,46	8,31
Esperança	-35,8692	-7,0311	7,75	7,26	6,63	6,00	5,78	5,10	5,25	6,47	7,02	7,91	8,00	7,81	6,75
Pombal	-37,8006	-6,7719	8,43	7,71	8,00	8,28	7,99	7,63	7,76	8,96	9,12	9,36	8,95	8,25	8,37
Mogeiro	-35,4764	-7,3075	7,70	6,90	6,82	6,6	6,08	5,5	5,08	6,94	7,42	7,62	8,92	7,64	6,94
Araruna	-35,7397	-6,5314	6,99	6,60	6,41	6,87	6,69	6,00	6,04	7,41	7,54	7,53	7,76	7,44	6,94
Picuí	-36,3469	-6,505	8,16	7,80	7,40	7,52	6,74	6,84	6,56	8,58	8,96	8,94	8,72	8,02	7,85
Princesa Isabel	-37,9944	-7,7331	7,03	7,40	7,40	7,60	6,50	6,80	6,80	9,20	8,90	8,80	8,70	7,80	7,74

De acordo com PARAÍBA (2006), o Estado da Paraíba, por sua localização dentro da faixa equatorial, é submetido à incidência de alta radiação solar com um grande número de horas de insolação. Tal condição determina um clima quente, temperatura média anual de 26°C, pouca variação interanual e uma distribuição espacial da temperatura altamente dependente do relevo. Valores similares desse trabalho são encontrados no Atlas Solarimétrico do Brasil de autoria de Chigueru Tiba *et al.* (2000) para todas os mapas mensais e anual.

Silva *et al.* (1999) verificaram diferenças quanto à incidência dos raios solares provocada pela variação da declividade e exposição do terreno e, também pela época do ano.

Os resultados estatísticos e sua variabilidade dos dados de insolação encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Variabilidade estatística dos parâmetros de insolação do Estado da Paraíba

Mês	Variação (horas)						Coef. de Variação
	Mínimo	Mediana	Máxima	Média	Desvio Padrão	Variância	
Janeiro	6,98	7,75	8,42	7,77	0,39	0,15	0,05
Fevereiro	6,60	7,65	8,22	7,53	0,41	0,17	0,05
Março	6,41	7,25	8,35	7,33	0,51	0,26	0,07
Abril	6,00	6,95	8,39	7,19	0,73	0,54	0,10
Maio	5,77	6,54	8,31	6,89	0,84	0,71	0,12
Junho	5,01	6,00	8,28	6,51	1,05	1,11	0,16
Julho	5,03	6,27	8,35	6,57	1,07	1,15	0,16
Agosto	6,36	7,69	9,55	7,97	1,07	1,15	0,13
Setembro	7,02	8,66	9,44	8,43	0,90	0,81	0,10
Outubro	7,52	8,88	9,72	8,81	0,65	0,43	0,07
Novembro	7,75	9,02	9,80	8,90	0,55	0,31	0,06
Dezembro	7,44	8,14	8,97	8,19	0,47	0,22	0,05
Anual	6,74	7,57	8,82	7,68	0,65	0,43	0,08

O valor mínimo é observado no mês de junho com 5 horas de insolação e valor máximo de 7,75 no mês de novembro. Os maiores valores de desvio padrão são encontrados nos meses de junho, julho e agosto; meses com maiores índices pluviométricos do setor leste do Estado, na área de estudo onde os resultados da variância também são maiores juntamente com o coeficiente de variação encontrados neste trabalho.

CONCLUSÕES

A utilização da geoestatística apresentou resultados satisfatórios quanto à estimativa dos dados de insolação obtida pelo método de interpolação de krigagem estando condizentes com as características climatológicas locais da região e na sua distribuição espacial.

A distribuição espacial dos dados de insolação apresentou grande variabilidade para os meses estudados, com variação de aproximadamente de 2 horas na distribuição anual da temperatura.

O mês de dezembro apresenta os maiores valores de insolação e o mês de junho, apresenta os menores valores.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/Fapesq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERENCIAS

AMORIM, R. C. F.; AMORIM, R. F. C.; AMORIM, D. K. F.; LEITE, C. C.; GOMES, H. B. Análise climática para a cidade de Curitiba/PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13, Fortaleza, 2004. Anais...Fortaleza, 2004.

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

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

BRANDÃO, W. Utilização de métodos geoestatísticos de krigeagem ordinária e krigeagem por indicação na interpolação de dados geoquímicos de solos: uma comparação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, Foz do Iguaçu, 2001. Anais...INPE. Foz do Iguaçu, 2001, p.387-394.

CHIGUERU TIBA *et al.* Atlas Solarimétrico do Brasil: Banco de dados solarimétricos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. 111p.

DCA. Departamento de Ciências Atmosféricas. Dados de Insolação Global - Media Mensal. Disponível em: <http://www.dca.ufcg.edu.br/clima/ig.htm>. Acesso em: 2 de outubro de 2015.

FLORES, E. F. Modelagem em climatologia geográfica: um ensaio metodológico aplicado ao Oeste Paulista. 2000. 237 f. Tese (Doutorado em Geociências e Ciências Exatas). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2000.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE. Mapeamento das terras à mecanização agrícola – Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.2, p.233-249, 2012.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE; SANTOS, D. Tecnologia da geoinformação aplicada no mapeamento das terras à mecanização agrícola. *Revista Educação Agrícola Superior*, v.29, n.1, p.45-51, 2014.

FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 12 de março de 2011.

INMET. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 2 de outubro de 2015.

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. Anais... Ouro Preto, 2002.

MATHERON, G. Les principes de la geostatistique. CG, Ecole des Mines de Paris. Rapport, n.88. 1963.

MATHERON, G. The theory of regionalized variables and its applications. Paris, Le Cahiers du Centre de Morphologie Mathematique de Fontainebleu, 1971. 211p.

MELLO, C. R.; LIMA, J. M.; SILVA, A. M.; MELLO J. M.; OLIVEIRA, M. S. Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, n.9, p.925-933. 2003.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo e Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia. Porto Alegre: Editora Agropecuária, 2002. 190p.

REMACRE, A. Z.; NORMANDO, M. N.; SANCEVERO, S. S. Krigagem das proporções utilizando a krigagem da média: uma ferramenta auxiliar na modelagem de reservatórios. Revista Brasileira de Geociências, v.38, n.1, p.82-87. 2008.

ROCHA, M. M.; LOURENÇO, D. A.; LEITE, C. B. B. Aplicação de krigagem com correção do efeito de suavização em dados de potenciometria da cidade de Pereira Barreto-SP. Geologia, v.7, n.2, p.37-48. 2007.

SILVA, C. E. S.; ROCHA, E. W.L.; MAGALHÃES, P.; ALVES, V. C. Análise da variação de insolação de Presidente Prudente-SP. ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, Presidente Prudente, 2012. Anais... Presidente Prudente, 2012.

Disponível em:

<http://www.unoeste.br/site/enepe/2012/suplementos/area/Agrariae/Agronomia/AN%C3%81LISE%20DA%20VARIA%C3%87%C3%83O%20DE%20INSOLA%C3%87%C3%83O%20DE%20PRESIDENTE%20PRUDENTE-SP.pdf>. Acesso em 25 de novembro de 2015.

SILVA, G. J. F. DA; 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, M. S.; COSTA, L. A. de M.; BENINCASA, M.; LUCAS JR.; J de. Avaliação das perdas de nitrato em solo irrigado e submetido à diferentes intensidades de radiação solar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.1, p.82-88, 1999.

SILVA, S. D. R. DA; FERREIRA, A. M.; LUCEN, R. L.; MARINHO, G. DOS S. Níveis de insolação no Seridó potiguar e suas implicações: o caso de Caicó/RN. *Revista Geonorte, Edição Especial 2*, v.2, v.5, p.800 – 812 , 2012a.

SILVA; R. M. DA; SILVA; L. P.; MONTENEGRO; S. M. G. L.; SANTOS, C. A. G. Análise da variabilidade espaço-temporal e identificação do padrão da precipitação na bacia do Rio Tapacurá, Pernambuco. *Sociedade e Natureza*, v.22, n.2, 2010.

SOUSA, M. J. A.; GUERRA, A.; LIMA, F. R.; SILVA, E. M.; RODRIGUES, R. A.; ASSUNÇÃO, W. L. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA, 2, Uberlândia, 2003. *Anais...Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Uberlândia*, 2003.

VAREJÃO-SILVA M.A.; BRAGA, C.C.; AGUIAR M.J.N.; NIETZCHE M.H.; SILVA, B.B. *Atlas Climatológico do Estado da Paraíba*. UFPB, Campina Grande, 1984.