
ANÁLISE DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE SÃO JOÃO DO CARIRI NO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO¹

Kallianna Dantas Araujo²
Alberício Pereira de Andrade³
Roberto Wagner Cavalcanti Raposo³
Paulo Roberto de Oliveira Rosa⁴
Eduardo Pazera Jr.⁵

RESUMO: O presente estudo objetivou analisar a variabilidade temporal das condições meteorológicas no semi-árido paraibano. Conduziu-se o trabalho na Fazenda Experimental Bacia Escola em São João do Cariri-PB, durante o período de outubro de 2003 a setembro de 2004. Foram analisadas variáveis meteorológicas como radiação solar global, absorvida e refletida, insolação, temperatura do solo (profundidades 5, 10, 15, 20 e 50 cm), temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação e nebulosidade. Os dados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que a maior incidência da radiação solar, insolação, temperatura do solo e do ar foram verificados nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro. A amplitude de variação anual da nebulosidade na região é relativamente pequena, variando de 5 a 8/10 ao longo do ano.

Palavras-chave: elementos climáticos, vulnerabilidade, semi-árido.

ANALYSIS OF THE METEOROLOGICAL CONDITIONS OF SÃO JOÃO DO CARIRI IN PARAIBA'S SEMIARID

ABSTRACT: The purpose of this study is to analyze the secular variability of the meteorological conditions in Paraíba's state semiarid area. The research was done in the Fazenda Experimental Bacia Escola at São João do Cariri-PB, from October of 2003 to September of 2004. There had been analyzed meteorological variables as global solar radiation, absorbed and reflected, insolation, temperature of the ground (depths 5, 10, 15, 20 and 50 cm), temperature of air, relative humidity of the air, precipitation and cloudiness. The data gotten in the present research allow to conclude that the biggest incidence of the solar radiation, insolation, temperature of the ground and air had been verified in the August months, September, October, November and December. The amplitude of annual variation of the cloudiness in the region is relatively small, varying of 5 the 8/10 along the year.

Key-words: climatic elements, vulnerability, semiarid.

INTRODUÇÃO

De modo geral, o semi-árido nordestino apresenta precipitações concentradas em curto período de tempo, estando a maior parte do ano exposto à forte insolação e

¹Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER), CCA, UFPB – Areia - PB, Brasil, financiado pela CAPES.

²Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO, CEP: 7708060. E-mail: kdaraujo@yahoo.com.br

³DSER, CCA, UFPB, Areia - PB, Brasil. E-mail: andrade@cca.ufpb.br, rwcraposo@cca.ufpb.br

⁴Departamento de Geociências (DGEOC), CCEN, UFPB, João Pessoa - PB, Brasil. E-mail: labema@geociencias.ufpb.br

⁵Conselho de Proteção Ambiental do Estado da Paraíba (COPAM-PB). E-mail: pazera@terra.com.br

elevado déficit hídrico. Assim, qualquer alteração poderá causar um efeito degradativo no funcionamento do sistema (STRAHLER e STRAHLER, 1994; BRASIL, 1991).

De forma complementar, Drew (1986) afirma que a ação humana pode intensificar esses processos naturais e, em alguns casos, desestabilizar a dinâmica natural do ambiente além do limiar da recuperação.

Nas regiões semi-áridas a ciclagem de nutrientes apresenta um ténue equilíbrio, devido às condições ambientais reinantes: baixa produção de biomassa, alta insolação e sistemas ecológicos frágeis (DANTAS, 2003).

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 (SILVA *et al.*, 1999).

A vegetação é tida como indicadora do nível de instabilidade dos ambientes e sua ausência permite uma maior susceptibilidade aos efeitos solarimétricos (radiação e insolação), com grandes variações diárias de temperatura (DREW, 1986; BIGARELLA, 1994).

Assim, a retirada da cobertura vegetal por atividades antrópicas, com ocorrência freqüente nas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro, provoca efeitos drásticos, seja pela diminuição da proteção do solo contra os raios solares e erosão, como pela redução dos compostos orgânicos (TREVISAN *et al.*, 2002).

A elevada radiação e temperatura deixam o solo fortemente ressecado permitindo assim a sua desintegração, e ainda os solos tornam-se endurecidos de modo a favorecer o escoamento superficial (BIGARELLA, 1994).

Nesse sentido, no período de chuvas, o solo já instabilizado em consequência da incidência solar torna-se vulnerável à ação das enxurradas, que se apresentam de forma concentrada e intensa (DREW, 1986), ocasionando a facilidade do transporte dos sedimentos, o que acaba por permitir a acumulação nas áreas de menor energia refletindo-se no assoreamento de superfícies aquosas.

Os efeitos diretos que a incidência diferenciada da radiação solar causa na superfície do solo podem ser constatados através da determinação da temperatura e umidade do solo (SILVA *et al.*, 1999).

Nesse sentido, o presente trabalho objetivou analisar a variabilidade temporal das condições meteorológicas de São João do Cariri-PB no semi-árido paraibano.

MATERIAIS E MÉTODOS

O local de estudo está situado no Estado da Paraíba, localizado no município de São João do Cariri, inserido na Mesorregião da Borborema e Microrregião do Cariri Oriental (Figura 1), cujo macro-relevo é a Superfície Aplainada do Planalto da Borborema, esculpida sobre litologia cristalina.

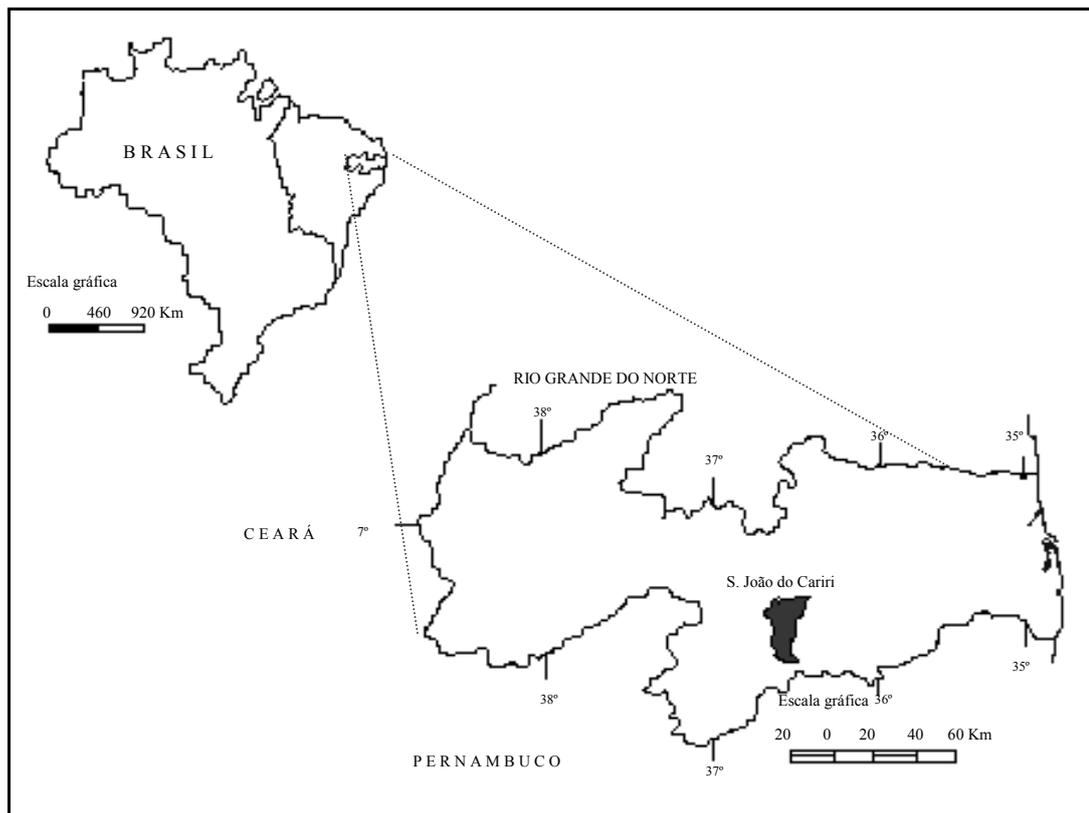


Figura 1 - Mapa de São João do Cariri – PB. Fonte: IBGE (2004).

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental “Bacia Escola”, pertencente à Universidade Federal da Paraíba, cuja localização insere-se no semi-árido paraibano. Perfaz uma área de 500 ha com altitude de 458 m apresentando um relevo suave ondulado. O bioma encontrado na área é do tipo Caatinga hiperxerófila e o solo é classificado como Neossolo Lítico.

Na região predomina o clima Bsh quente com chuvas de verão, segundo Köppen; e o bioclima 2b apresentando um total de meses secos variando de 9 a 11, denominado de subdesértico quente de tendência tropical, segundo a classificação de Gausson. A temperatura varia de 27,2°C no período novembro-março a 23,1°C em julho,

sendo estes os valores máximos e mínimos, respectivamente. Com precipitações de 400 mm/ano, e umidade relativa do ar de 70%, aproximadamente.

Os dados meteorológicos foram obtidos a partir da estação digital da Campbell, instalada na área experimental Bacia Escola, em intervalos de uma hora das 5:00h às 17:00h, visando obter o comportamento sinótico dos elementos climáticos como: radiação solar, temperatura do solo (nas profundidades 5, 10, 15, 20 e 50 cm), temperatura do ar, umidade e precipitação. Também foram determinadas leituras de nebulosidade em décimos (N/10) de céu encoberto com nuvens.

Diariamente foram obtidos dados meteorológicos da estação convencional, de acordo com os padrões sugeridos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), correspondente aos horários de 9:00, 15:00 e 21:00 h. O Actinógrafo foi usado para verificar a curva de irradiância $W m^{-2}$. Os dados de insolação que correspondem à duração das horas de Sol ou brilho solar foram obtidos pelo heliógrafo Campbell Stokes.

Foi calculado o total da radiação solar refletida e a absorvida por uma superfície específica, a partir dos dados de radiação global do Sol, de modo a estabelecer um processo comparativo entre os três níveis de acordo com a metodologia utilizada por D'Angiolella *et al.* (2001). Os cálculos da radiação solar refletida (Q_r) e da absorvida (Q_a) foram feitos mediante a aplicação da fórmula de Tubelis (1988), onde $Q_r = r \cdot Q_g$ ao passo que $Q_a = (1 - r) \cdot Q_g$, com r representando o albedo da superfície e Q_g é a radiação solar global. O albedo estabelecido foi de 0,30% de refletividade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Insolação e radiação solar

A insolação caracteriza-se por indicar o número de horas que há radiação solar direta, apresentando uma grande variação de um dia para outro e de um ano para outro. A média anual de insolação durante o período estudado foi de 7,6 horas, perfazendo um total anual de 2.782,5 horas/ano.

Os meses de maior insolação foram: outubro (9,6 h), novembro (9,6 h) e dezembro (8,9 h) de 2003; bem como, fevereiro (8,4 h) e setembro (8,6 h) de 2004, nos meses que antecederam o solstício de verão (Tabela 1). Embora, em se tratando de uma região próxima ao Equador terrestre, a insolação diária é geralmente inferior ao comprimento do dia, decorrente da elevada nebulosidade local. Os menores valores

ocorreram nos meses de janeiro (5,4 h) e junho (5,4 h), em função da elevada precipitação e maior nebulosidade local, ocorrida naquele período.

Tabela 1 - Insolação média mensal em São João do Cariri-PB referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004

ano	2003			2004								
mês	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set
insolação (h)	9,6	9,6	8,9	5,4	8,4	7,7	7,6	6,6	5,4	5,8	7,6	8,6

Com relação à radiação solar global, a média anual foi de 402,4 W m⁻² dia. Os valores de radiação solar global (Qg), absorvida (Qa) e refletida (Qr) foram mais elevados no período que antecede ao solstício de verão. O valor máximo da radiação solar global foi 489,9 W m⁻², no mês de novembro; atingindo níveis mínimos em junho, 287,3 W m⁻² (Tabela 2 e Figura 2). Mota (1983) considera que 1 cal cm⁻² min⁻¹ representa aproximadamente uma evaporação de 1 mm de água por hora. Segundo Bezerra (1979), a radiação difusa representa 10 a 16% da radiação direta total que chega à superfície da Terra num dia ensolarado e sem nuvens. Com o tempo parcialmente nublado ela pode atingir a 50%, e em dias completamente cobertos corresponde à radiação global.

Tabela 2 - Radiação solar global (Qg), absorvida (Qa) e refletida (Qr), insolação e nebulosidade de São João do Cariri-PB referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

Ano	2003			2004								
Meses	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set
Radiação												
solar												
(W m ⁻²)	467,7	489,9	488,3	376,0	435,1	439,4	392,9	328,6	287,3	319,4	385,0	418,7
Qg												
Qa	327,4	342,9	341,8	263,2	304,6	307,6	275,0	230,0	201,1	223,6	269,5	293,1
Qr	140,3	146,9	146,5	112,8	130,5	131,8	117,9	98,6	86,2	95,8	115,5	125,6
Insolação												
(h/dia)	9,6	9,6	8,9	5,4	8,4	7,7	7,6	6,6	5,4	5,8	7,6	8,6
Nebulosidade												
(Em 10/céu)	6/10	5/10	6/10	8/10	7/10	6/10	6/10	7/10	8/10	5/10	6/10	5/10

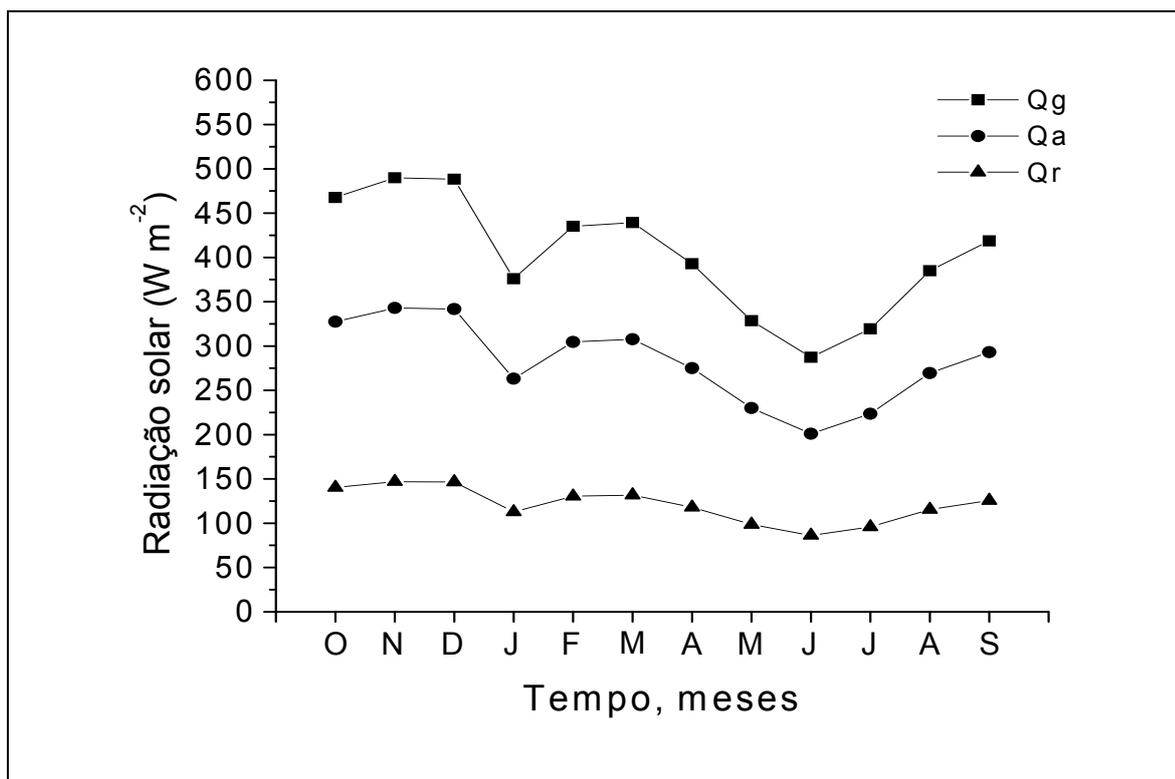


Figura 2 - Radiação solar global (Qg), Radiação absorvida (Qa) e Radiação refletida (Qr) de São João do Cariri – PB referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

O mês de janeiro apresentou uma reduzida quantidade de radiação solar global, absorvida e refletida em função da maior nebulosidade 8/10, assemelhando-se ao mês de junho. Já os meses que antecederam o solstício de verão (outubro, novembro e dezembro de 2003) e (agosto e setembro de 2004) apresentaram os maiores valores de radiação solar, isto decorreu da reduzida nebulosidade na área e conseqüentemente do maior número de horas de insolação.

Observa-se a diminuição da radiação em junho e início de julho e a elevação a partir desses meses. Esta curva associa-se à curva de declinação solar, mostrado no mês de junho (solstício de inverno, 21 de junho) os mínimos de energia para essa latitude.

Ao longo do dia, nas horas de brilho solar, o saldo de radiação em uma superfície qualquer tende a ser positivo, pois os fluxos, incidente global e atmosférico são superiores às frações refletidas e emitidas. Durante a noite, é comum que esses valores sejam negativos, pois o fluxo incidente passa a ser apenas atmosférico e a energia emitida pela superfície, superior a este, resulta em um saldo de radiação negativa (GEIGER, 1961). Segundo Galvani *et al.* (2001), o saldo de radiação representa a energia disponível aos processos físicos e biológicos que ocorrem na superfície terrestre.

Observou-se a relação entre a energia incidente e a nebulosidade durante o período estudado, de maneira que a nebulosidade variou entre 5 e 8/10, apresentando uma média anual de 6/10, indicando que na região de São João do Cariri, apesar da nebulosidade relativamente elevada, não indica que estas nuvens proporcionem regularidade na precipitação; ou melhor, apesar disto, esta região se caracteriza por uma alta variabilidade inter-anual na precipitação pluviométrica. Verificou-se também que, embora a radiação solar tenha sido elevada nos meses que antecedem o solstício de verão, a nebulosidade esteve acima de 5/10 (Figura 3) e era de se esperar que no mês de dezembro a nebulosidade fosse baixa e, no entanto foi elevada.

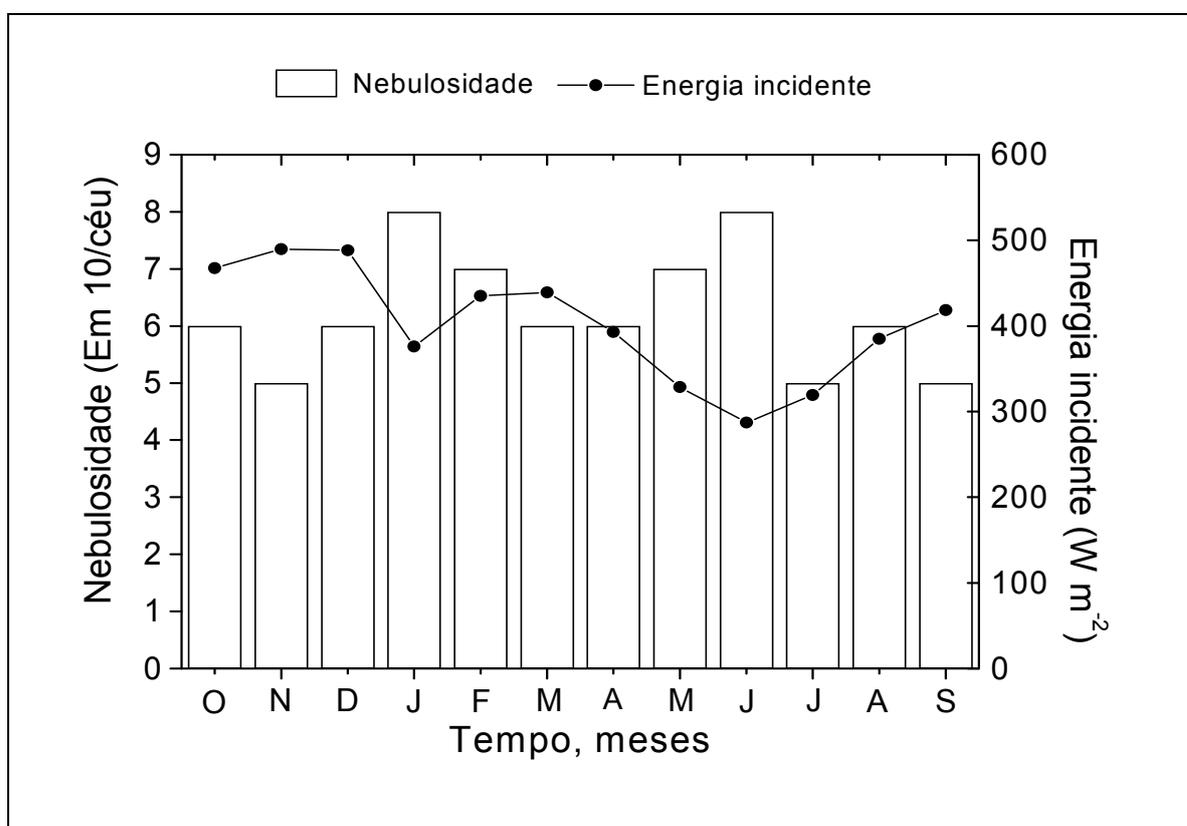


Figura 3.- Energia incidente e nebulosidade de São João do Cariri – PB referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

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 (TUBELIS e NASCIMENTO, 1988).

Pluviosidade, temperatura do ar e do solo

Na Figura 4 são apresentados os valores de precipitação pluviométrica mensal; sendo que os meses de janeiro, fevereiro e julho de 2004 foram os mais altos, estando acima da média histórica. Os menores valores foram verificados nos meses que antecederam o solstício de verão de 2003, bem como agosto e setembro de 2004. Durante o período estudado foi constatado um total pluviométrico de 745,8 mm, estando acima da normal climatológica da região (1985 a 2004) cuja média anual é de 503,3 mm.

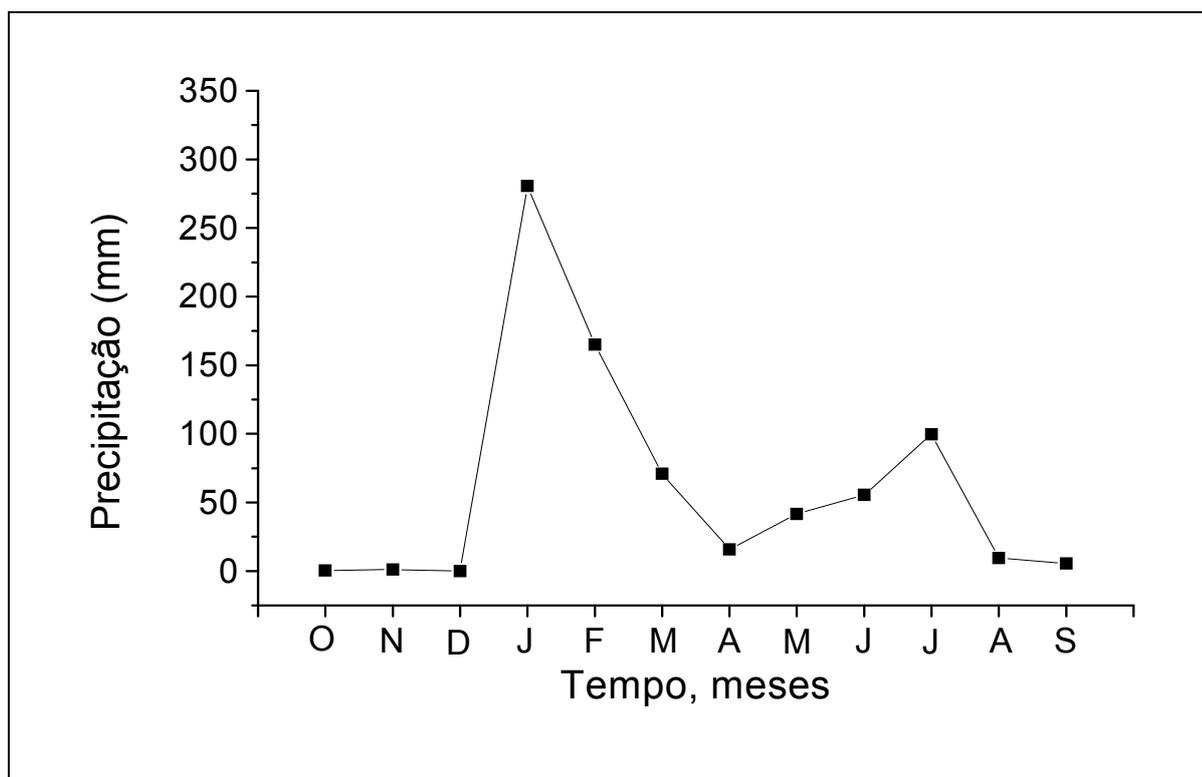


Figura 4 - Precipitação pluviométrica mensal (mm) de São João do Cariri – PB referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

Com relação à temperatura do solo verificou-se que os maiores valores foram registrados nos meses mais quentes e com menor pluviosidade: outubro, novembro e dezembro. Os menores valores foram observados no período de maio a agosto (Tabela 3). Os meses de janeiro e fevereiro também apresentaram um decréscimo em função dos altos valores pluviométricos. Durante o período estudado a média anual da temperatura do solo nas três profundidades foi de 32,0 °C, sendo a máxima temperatura registrada, no mês de dezembro com 36,9 °C e a menor registrada foi 27 °C verificada no mês de julho.

Tabela 3 - Temperatura do solo (°C) nas profundidades 5, 10 e 15 cm de São João do Cariri – PB referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

Ano	2003						2004					
	Meses	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago
0-5 cm	35,8	36,7	38,1	31,4	30,9	33,4	34,4	31,4	27,2	27	31,1	33,6
0-10 cm	35,0	36,6	37,1	31,6	31,4	32,9	34,3	31,5	27,8	27,7	30,4	32,9
0-15 cm	34	35,2	35,7	31,1	30,3	32,4	33,3	29	26,3	26,3	29	31,2

Observa-se que a variabilidade entre os meses é maior que em profundidade, apresentando-se menor nos meses de ocorrência de precipitação. Nas profundidades 5 e 10 cm os valores de temperatura foram superiores a camada inferior (15 cm), em função da maior incidência solar nas camadas superficiais, com um aumento na temperatura no intervalo das 10:00 às 15:00h (Figura 5). Observando a temperatura em mais duas profundidades, 20 e 50 cm (Figura 6), verificou-se que a variação foi pequena com tendência a diminuir da superfície para o interior.

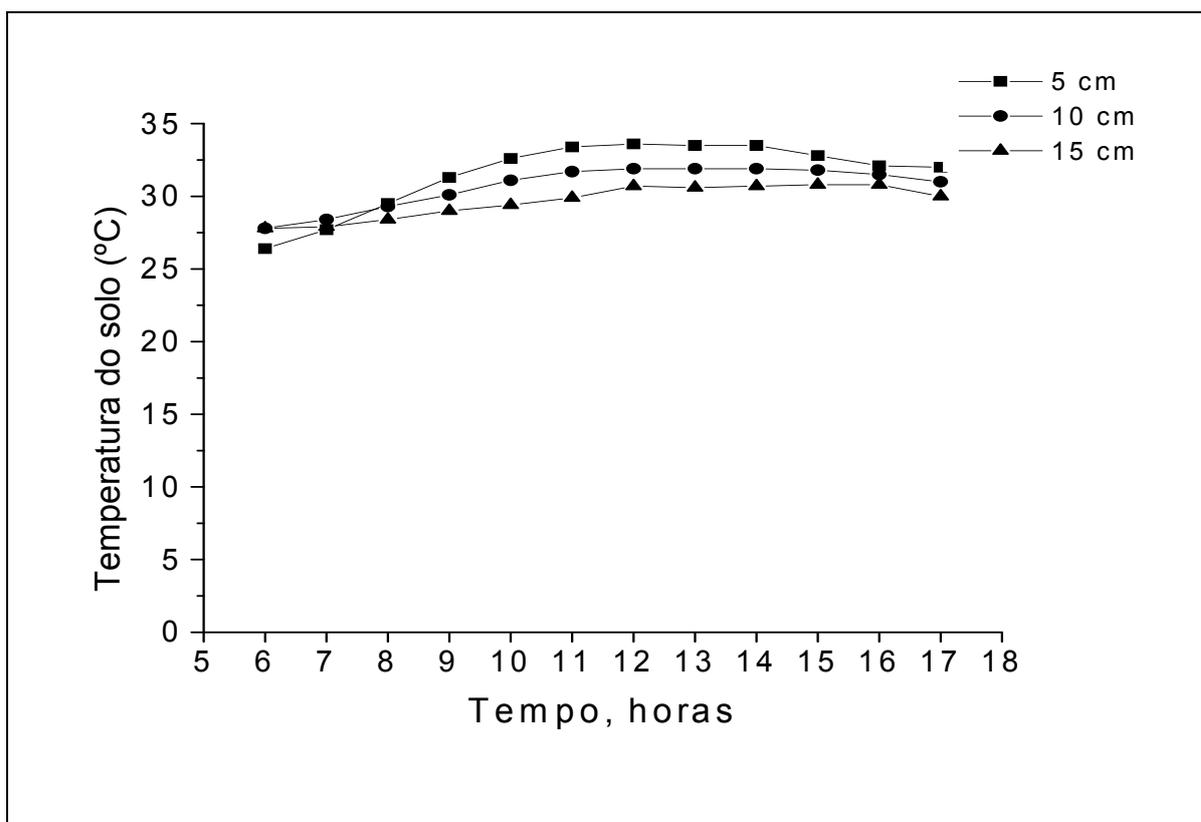


Figura 5 - Temperatura do solo (°C) das 6:00 às 17:00 h nas profundidades 5, 10 e 15 cm referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

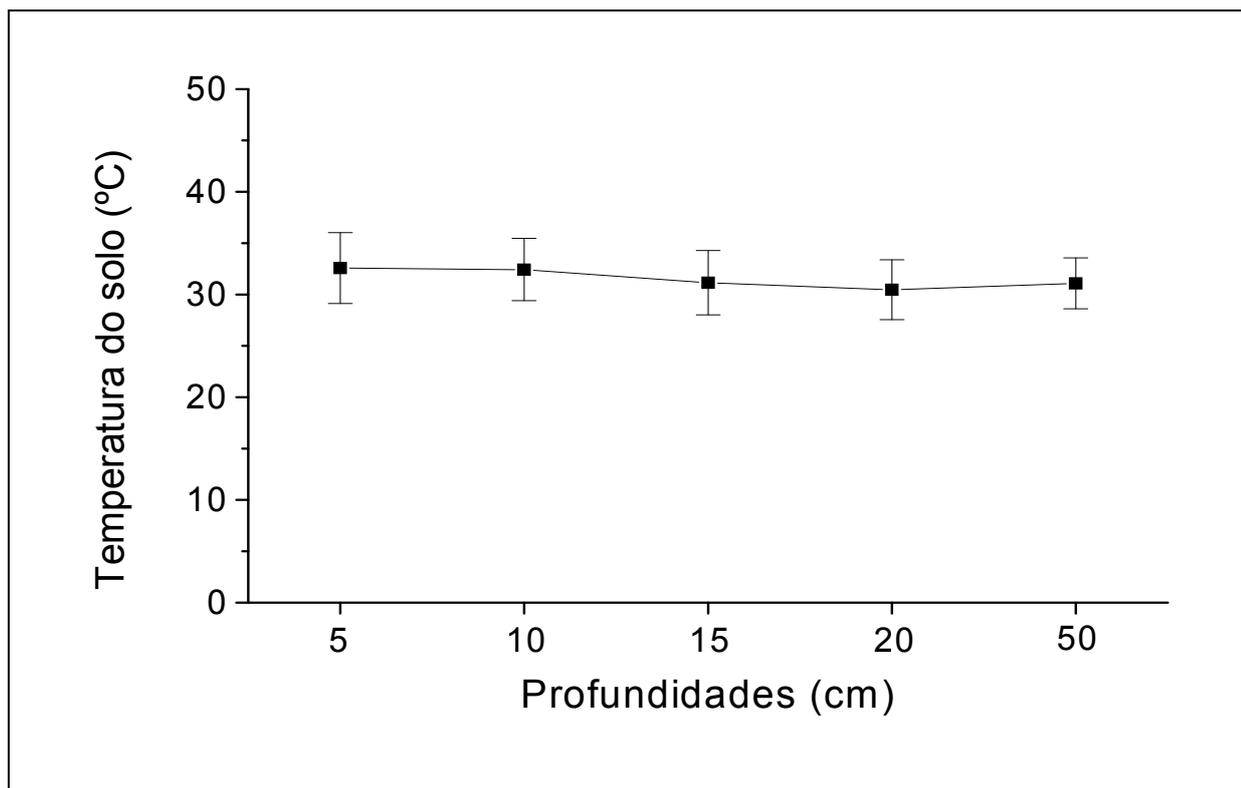


Figura 6 - Temperatura média do solo (°C) nas profundidades 5, 10, 15, 20 e 50 cm de São João do Cariri – PB referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

Em se tratando da temperatura do ar, pode-se constatar que os maiores valores ocorreram também nos meses de menor pluviosidade, sendo o maior valor médio verificado no mês de dezembro e o menor sendo constatado no mês de julho (Tabela 4).

Tabela 4 - Temperatura média do ar (°C) de São João do Cariri – PB referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

Ano	2003			2004									
	Meses	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
°C		26,6	27,4	28,0	26,6	24,8	25,9	26,0	26,1	23,3	23,1	23,7	24,8

Umidade relativa do ar

Com relação à umidade relativa do ar, constatou-se a ocorrência de sucessivos períodos secos e úmidos, com valores superiores nos meses de maior precipitação. Os maiores valores de radiação solar global corresponderam aos menores valores de umidade, indicando uma relação entre esses elementos (Tabela 5).

Tabela 5 - Umidade relativa do ar (%), na Estação Experimental de São João do Cariri referente ao período de outubro de 2003 a setembro de 2004.

Ano	2003			2004								
	Meses	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago
*Ura (%)	48,0	48,4	48,9	66,1	61,7	52,3	49,7	62,6	72,3	71,1	59,6	49,3

*Ura – Umidade relativa do ar

CONCLUSÕES

A maior incidência da radiação solar, insolação, temperatura do solo e do ar foram verificados nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro.

A amplitude de variação anual da nebulosidade na região é relativamente pequena, variando de 5 a 8/10 ao longo do ano.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, A. M. **Aplicações Térmicas da Energia Solar**. João Pessoa: Ed. UFPB, 1979. 123 p.
- BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994. v. 1, 425 p.
- BRASIL, Ministério das Relações Exteriores. CIMA. **Subsídios técnicos para elaboração do relatório nacional do Brasil para a CNUMAD**. Brasília, 1991. 172 p.
- D'ANGIOLELLA, G.; VASCONCELOS, V. L. D.; SILVA, J. de F. da; SANCHES, A. V. de Radiação: estudo das características e suas aplicações no Recôncavo Baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12 e REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3. 2001. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBA/FUNCEME, 2001. p. 135.
- DANTAS, J. S. **Dinâmica da produção e decomposição de folheto e ciclagem de nutrientes, em um ecossistema de caatinga arbórea no Agreste da Paraíba**. 2003. 32 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- DREW, D. **Processos interativos homem - meio ambiente**. Tradução de João Alves dos Santos: revisão de Suely Bastos, São Paulo: DIFEL, 1986. 206 p.
- GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F.; PEREIRA, A. B. Balanço de radiação e fluxo de calor no solo em ambiente natural e protegido cultivado com pepineiro. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 139-147, 2001.
- GEIGER, R. **Manual de microclimatologia**: o clima da camada de ar junto ao solo. Tradução de Ivone Nogueira e Francisco Caldeira Cabral. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1961.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: Setembro 2004.

MOTA, F. S. da. **Meteorologia agrícola.** São Paulo: Nobel, 1983. 376 p.

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**, Campina Grande, v.3, n.1, p.82-88, 1999.

STRAHLER, A.; STRAHLER, A. H. **Geografia física.** Tradução de Marta Barrutia e Pierre Sunyer. 3. Ed. Barcelona: OMEGA, 1994. 550 p.

TREVISAN, R.; MATTOS, M. L. T.; HERTER, F. G. Atividade microbiana em argissolo vermelho-amarelo distrófico típico coberto com aveia preta (*Avena sp.*) no outono, em um pomar de pessegueiro. **Científica Rural**, Bagé, v.7, n.2, p.83-89. 2002.

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