



¹Agrônoma, Doutoranda em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP: 58109-970, Campina Grande, PB. Fone (83) 3310 1054. E-mail: valpborges@gmail.com;

²Prof. PhD, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA;

³Agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal, UESC, Vitória da Conquista, BA;

⁴Agrônomo, Mestrando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande,

⁵Físico, Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB.

RESUMO: A precisão das equações que estimam a evapotranspiração depende da qualidade dos dados meteorológicos utilizado. No presente trabalho, avaliou-se a qualidade dos dados de radiação solar global - R_g fornecidos por estações meteorológicas de Fortaleza, Pelotas e Piracicaba. Em gráficos, plotou-se a curva da radiação solar em condição de céu claro - R_{go} juntamente com os dados de R_g medido em cada estação, para cada ano. Valores de R_g dispostos de forma contínua abaixo ou acima da curva ou simplesmente acima desta caracterizam erros de medição. Diante dessa análise, foram obtidos fatores para correção dos dados. As menores ocorrências de erros foram registradas em Pelotas, com no máximo 10% de subestimativa, assim como os dados gerados pela estação automática de Piracicaba. Em todos os anos avaliados de Fortaleza os dados foram subestimados, supondo-se tratar de falhas na calibração. A estação convencional de Piracicaba apresentou mudanças no comportamento dos dados, que em alguns momentos eram maiores que R_{go} , em outros com grandes subestimativas.

Palavras-chave: Piranômetros, Radiação global, Radiação em condição de céu claro

QUALITY OF SOLAR GLOBAL RADIATION DATA FROM CONVENTIONAL AND AUTOMATIC WEATHER STATIONS

ABSTRACT: The accuracy of equations that estimate the evapotranspiration depends on the weather data quality. This paper aimed to assess the quality of global radiation data from weather stations from Fortaleza, Piracicaba e Pelotas, Brazil. Global radiation - R_g values measured in each weather station, in each year, were plotted against the slope of solar radiation in clear sky conditions - R_{go} . R_g values that fall in a continuous way below or above the slope, or just above the slope, describe errors in the measure. After this analysis, were obtained correct factors. The

lowest records of errors were in Pelotas, with 10% of underestimate, as were the data by Piraciba automatic weather station. All the years in Fortaleza had underestimates data, what makes to suppose on calibration fails. The Piracicaba conventional weather station showed changes in data behavior, wich in some years were high than R_{go} , in others with big underestimates.

Key words: Pyranometers, global radiation, Clear sky radiation

INTRODUÇÃO

A precisão na estimativa da evapotranspiração (ET) é essencial para um correto manejo da irrigação e aproveitamento do potencial produtivo das culturas. A estimativa da evapotranspiração de referência pode ser realizada utilizando-se equações, as quais serão tão precisas quanto forem precisos os dados meteorológicos utilizados.

Segundo Allen et al. (1998), os dados de radiação solar são os que mais influenciam na precisão das equações que estimam a evapotranspiração. Instalação, operação e calibração inadequadas dos instrumentos que medem a radiação estão associadas à baixa qualidade dos dados obtidos (Walter et al, 2002).

Após as interações com a atmosfera, o total de radiação de ondas curtas que atinge um plano horizontal é conhecido como radiação solar global - R_g . Em condições de céu claro, ou seja, um dia sem nuvens, a radiação solar que atinge a superfície seria a máxima para aquele dia, sendo denominada radiação solar em dia claro - R_{go} (Allen et al, 1998). Desta forma, valores de R_g acima da curva de R_{go} indicam erros na leitura dos piranômetros e uma tendência contínua e uniforme de valores medidos de R_g abaixo da curva de R_{go} indicam a possibilidade de inadequada calibração ou mau funcionamento do instrumento (Jensen, et al., 1997).. Para avaliar a qualidade dos dados de R_g , Allen (1996) sugere plotar em gráfico os dados diários medidos pelo piranômetro comparando-os com os dados de radiação estimados para um dia completamente sem nuvens.

O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade dos dados de radiação solar de estações meteorológicas convencionais e automáticas em três localidades do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Estações meteorológicas: Foram utilizados dados diários de radiação solar coletados em três localidades: Fortaleza (CE), Pelotas (RS) e Piracicaba (SP). A Estação Agroclimatológica de Pelotas fica localizada no município de Capão do Leão. Os dados do município de Piracicaba foram fornecidos pelas Estações Meteorológicas Convencional e Automática da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Os dados destas duas estações foram obtidos em suas respectivas páginas na Internet. A estação meteorológica de Fortaleza localiza-se no centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Detalhes sobre as localidades são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Tipo de estação meteorológica, coordenadas do local e período das medições dos dados de radiação global (R_g).

Localização	Coordenadas Geográficas			Tipo de estação e período de coleta de dados		Tipo de sensor
	Lat.	Long.	Alt. (m)	Convencional	Automática	
Fortaleza	3°45' S	38°33' O	19,6	1978 – 2000	-	Sensor 1 [*]
Piracicaba	22°42'30" S	47°38'00" O	546,0	1978 – 2001	1998 – 2001	Sensor 1 [*] Sensor 2 ^{**}
Maricopa	33°04'07" N	111°57'08" O	361,0	-	1989 – 2002	Sensor 2 ^{**}
Pelotas	31°52'00" S	52°21'24" O	13,2	-	1998 – 2001	Sensor 2 ^{**}

*Sensor 1 = Actinógrafo (usado em estações meteorológicas convencionais). **Sensor 2 = Piranômetro com células de silicone (usado em estações meteorológicas automáticas).

Os dados de radiação global (R_g) medidos em cada estação forma plotados em gráficos anuais, juntamente com os valores de radiação solar no topo da atmosfera (R_a) e radiação solar global em dia completamente sem nuvens (R_{go}), calculados para cada dia do ano.

Estimativas de R_{go} e R_a : R_{go} foi utilizada como referência para avaliar a qualidade dos dados de R_g medidos pelos instrumentos em campo e calculada com equação na qual é função da altitude do local e de R_a . Tanto R_{go} quanto R_a foram determinadas segundo os procedimentos descritos em Allen et al. (1998).

Obtenção do fator de correção: Os coeficientes de correção foram utilizados nos valores medidos de R_g das estações e dos anos onde observou-se que os dados apresentaram erro contínuo em relação a curva de R_{go} . Tais coeficientes foram determinados através de tentativa e erro, visualizando nos gráficos o ajuste dos dados de

R_g à curva de R_{go} . O fator de correção era um número maior ou menor que um, indicando a percentagem que o valor de R_g foi subestimado ou superestimado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 02 mostra os coeficientes de correção, onde valores iguais a 1,00 significam que não houve necessidade de correção dos dados. Entretanto, como afirma Walter et al (2002), as equações que estimam a radiação solar em dias claros não são perfeitas e, portanto, diferenças de até 5% entre os mais elevados valores de radiação solar medida e a radiação solar máxima estimada para o mesmo dia são toleráveis.

Tabela 01 - Valores dos coeficientes de correção para cada estação meteorológica e para cada ano, estimados por visualização gráfica e tentativa e erro.

Ano	Estação			
	Fortaleza	Pelotas	Piracicaba Convencional	Piracicaba Automática
1978	1,22	-	1,10	-
1979	1,21	-	1,25 / 1,45	-
1980	-	-	1,35	-
1981	1,17	-	1,40 / 0,85	-
1982	1,20	-	0,83	-
1983	1,30	-	0,83	-
1984	1,22	-	0,87 / 1,00	-
1985	1,25	-	0,90 / 1,00	-
1986	1,23	-	1,05	-
1987	1,26	-	1,10	-
1988	1,26	-	1,18	-
1989	1,40	-	1,17	-
1990	1,30	-	1,17	-
1991	-	-	1,19	-
1992	1,40	-	1,20	-
1993	1,30	-	1,20	-
1994	1,32	-	1,10	-
1995	1,45 / 1,00	-	1,20	-
1996	1,20	-	1,15	-
1997	1,20	-	1,05	1,05
1998	1,20	1,05	1,05	1,05
1999	1,25	1,05	1,05	1,05
2000	1,15	1,05	1,03	1,05

2001	-	1,05	1,05	1,10
2002	-	1,05	1,10	1,10
2003	-	1,10	1,10	1,10
2004	-	1,00	1,08	1,09
2005	-	1,10	1,12	1,10

Observa-se que a série com menor ocorrência de erros foi a de Pelotas, onde em apenas dois anos, 2003 e 2005, notou-se erros graficamente, nos quais os dados foram subestimados em 10%. Nos demais anos, os dados medidos de R_g acompanham perfeitamente a curva de R_{go} , como verifica-se no ano de 1998 (Figura 1). A radiação global medida na estação de Fortaleza foi subestimada em todos trinta anos avaliados, chegando a valores extremos de 45% (Tabela 1). Como percebe-se na Figura 2, a tendência de erro nessa estação é contínua durante todo ano, caracterizando possíveis falhas na calibração do aparelho.

A série de dados da estação convencional de Piracicaba apresentou dados confiáveis apenas nos anos de 1986 e de 1997 a 2001. A análise dos dados obtidos da estação convencional da Esalq leva a crer que, além da falha inerente à aquisição do valor da radiação com o actinógrafo, houve má calibração do aparelho, pois durante anos consecutivos, segue uma série com desvios semelhantes. Os dados obtidos na estação automática da Esalq estão semelhantes com a estação convencional. Por outro lado, Sentelhas et al (1997), comparando os dados meteorológicos de estações automática e convencional da Esalq, em Piracicaba no período de junho de 1996 a junho de 1997, observaram tendência de subestimativa da R_g pelo actinógrafo, que nos seu trabalho apresentou os dados em média 7% menores que os valores gerados pelo piranômetro Eppley da estação automática. Outros autores também registraram a ocorrência de erros nas medidas de R_g . Amatya (1995) observou medidas subestimadas em 20%, em decorrência de má funcionamento do piranômetro; Grimenes e Thue-Hansen (2005) encontraram subestimativas de 11% em actinógrafo quando comparado a um instrumento eletrônico.

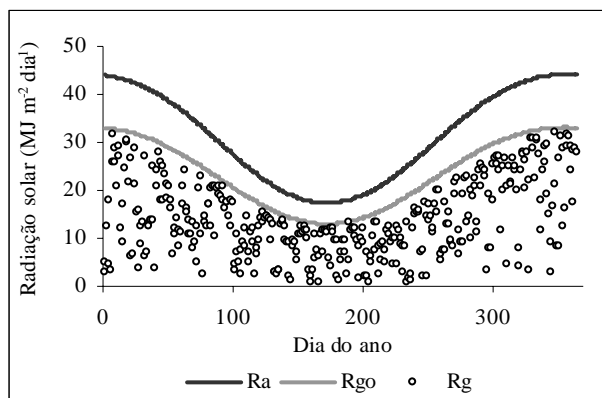


Figura 01. Valores de Radiação solar global medido (R_g), radiação solar no topo da atmosfera (R_a) e radiação solar em dia claro (R_{go}) ao longo do ano de 1998 em Pelotas.

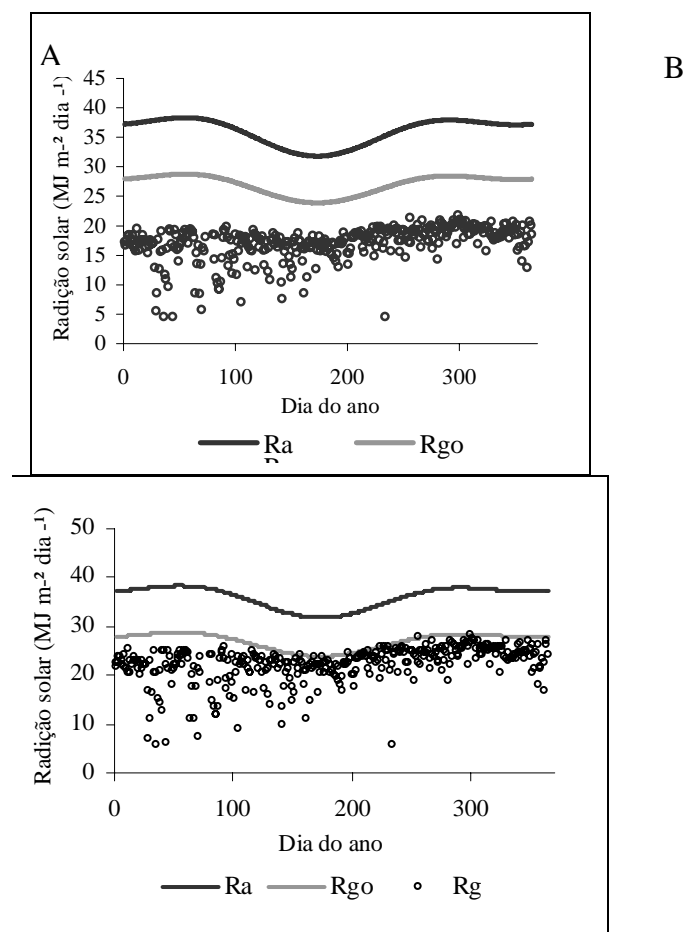


Figura 02. Valores de Radiação solar global medido (R_g), radiação solar no topo da atmosfera (R_a) e radiação solar em dia claro (R_{go}) durante o ano de 1983 em Fortaleza, antes (A) e após a correção (B), com coeficiente = 1,30.

CONCLUSÕES

As estações meteorológicas de Fortaleza e convencional de Piracicaba apresentaram os maiores desvios dos mais elevados valores de R_g em relação à R_{go} . Em Pelotas os dados mostraram confiabilidade. Diante dos resultados, conclui-se que a avaliação da qualidade e correção dos dados de R_g são necessários, quando forem utilizados em estimativas da ET.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMATYA, D. M. et al. Comparison of methods for estimating REF-ET. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Baltimore, v. 121, n. 6, p. 427-435, nov./dez. 1995.
- ALLEN, R.G. Assessing Integrity of weather data for reference evapotranspiration estimation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Baltimore, v. 122, n. 2, p. 97-106, mar./abr. 1996.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). **FAO Irrigation and Drainage Paper n° 56**, 1998. 300p.
- GRIMENES, A. A.; THUE-HANSEN, V. The reduction of global radiation in south-eastern Norway during the last 50 years. **Theoretical and Applied Climatology**, Wien, v. 85, p.37-40, jan./jun. 2006.
- JENSEN, D.T.; HARGREAVES, G.H.; TEMESGEN, B.; ALLEN, R.G. Computation of E_{to} under nonideal conditions. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Baltimore, v. 123, n. 5, p. 394-400, set./out. 1997.
- SENTELHAS, P. C. et al. Análise comparativa dados meteorológicos obtidos por estações convencional e automática. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 215-221, jul./dez. 1997.
- WALTER, I.A et al. Weather data integrity assessment and station siting. In _____. **The ASCE standardized reference evapotranspiration equation**. Disponível em: <<http://www.kimberly.uidaho.edu/walter/asceewri>>. Acesso em: 01 jun. 2003.