



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



Atualização dos coeficientes da equação de Angström-Prezcott para a cidade de Rio Grande – Rio Grande do Sul¹

Adriana Almeida do Amarante²; Jocélia Rosa da Silva³; Gabriel Franke Brixner⁴; Evandro Zanini Righ⁵; Arno Bernardo Heldwein⁶.

¹ Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 23 ago. a 28 ago. 2015

² Agronomia, Estudante, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS, (55)9949-9583, e-mail: 19dricaa@gmail.com

³ Agronomia, Estudante, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS, joceliarosa.s@gmail.com

⁴ Eng. Agrônomo, Msc., Doutorando PPG-Agronomia, UFSM, Santa Maria – RS, brixner_gfb@yahoo.com.br

⁵ Eng. Agrônomo, Dr. Prof. Adjunto, Depto de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria – RS,

⁶ Eng. Agrônomo, Dr. Prof. Titular, Depto de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria – RS, heldweinab@smail.ufsm.br

RESUMO: A maior parte dos coeficientes de Angström para o Rio Grande do Sul foram determinados com base em dados de radiação solar medidos pelo actinógrafo, equipamento limitado quanto a sua precisão. Tendo em vista a importância de se obter valores corretos de radiação o presente trabalho teve como objetivo a determinação dos parâmetros da equação de Angström-Prezcott, com partição mensal, estações do ano e anual, para estimativa da radiação solar global diária na região de Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados dados diários da radiação solar global e de insolação registrados na Estação Meteorológica do INMET de Rio Grande, pertencente ao 8º Distrito de Meteorologia (lat: -32.07°, long: -52.16° e alt: 5 m). O banco de dados teve como abrangência de novembro de 2001 a junho de 2013, de modo que os dias ímpares foram utilizados para determinar as equações de regressão para a estimativa da radiação solar global em função da insolação e os dias pares para proceder com a validação destes coeficientes gerados. Para auxiliar na interpretação dos dados, foi determinado o erro padrão da estimativa (EPE), bem como o índice de desempenho (c), que representa o produto entre os índices de precisão (r) e de exatidão (d). A radiação solar global apresentou a menor média no mês de junho, com 8,03 MJ m⁻², e a maior média no mês de dezembro, com 24,58 MJ m⁻², estando sob a declinação solar norte e sul, respectivamente. Os coeficientes médios mensais *a* variaram de 0,18 a 0,28, e *b* de 0,47 a 0,60 e o anual foi de 0,22 e 0,53, respectivamente. Quanto à validação, tanto na escala mensal, como nas estações e para o ano todos os coeficientes apresentaram desempenho considerado ótimo. Além disso, observa-se que nos meses com maior radiação solar global o EPE tende a ser maior comparado aos meses com menor disponibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: radiação solar global, insolação, radiação solar global.

Update on angstrom's equation coefficients for the city of Rio Grande - Rio Grande do Sul

ABSTRACT: Most of Angström's coefficients set for Rio Grande do Sul were determined based on solar radiation data measured by the actinograph, a limited equipment when it comes to its accuracy. Given the importance of obtaining correct values for radiation the present study aimed to determine the Angstrom's equation parameters, with both monthly, season and yearly partition to estimate the daily global solar radiation in the Rio Grande region, in the state of Rio Grande do Sul. Daily data of global radiation and insolation were used recorded in the meteorological station of INMET of Rio Grande, belonging to the 8th District of Meteorology (lat: -32.07°, long: -52.16° and alt: 5 m). The database was to range from November 2001 to June 2013, so that the odd days were used to determine the regression equations for estimating global solar radiation as a function of insolation and even days to proceed with validation these coefficients generated. To assist in the interpretation of the data, we determined the standard error of estimate (SEE), as well as the performance index (c), which is the product of the

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

reliability coefficients (r) and accuracy (d). The global solar radiation had the lowest average in the month of June with 8.03 MJ m^{-2} , and the highest average in the month of December with 24.58 MJ m^{-2} , being under the north and south solar declination, respectively. Average monthly coefficients ranged from 0.18 to 0.28, and b from 0.47 to 0.60 and the annual was 0.22 and 0.53, respectively. As for validation, in the monthly scale as in the stations and for the year all coefficients presented performances considered as optimal. Moreover, it is noted that in the months with the greatest EPE solar radiation tends to be higher compared to months with low availability.

KEYWORDS: global solar radiation, insolation, global solar radiation.

INTRODUÇÃO:

Antes das estações meteorológicas automáticas, a radiação solar global era determinada pelo equipamento actinógrafo tipo Rubitz, que funciona mecanicamente. Segundo Buriol et al. (2012), este equipamento era um causador de inconsistência dos registros de radiação solar global.

Nos últimos anos, a instalação de um novo equipamento, o piranômetro (aparelho eletrônico e mais preciso) nas estações meteorológicas, possibilitou uma série de estudos relacionados à radiação solar e sua estimativa Righi et al.(2015). Porém, para estudos climatológicos faz-se necessária a utilização dos dados de insolação para estimar a radiação solar global. Esta estimativa se dá pela equação de Angström-Prescott, que pode apresentar coeficientes ajustados para cada localidade, obtendo-se uma estimativa mais precisa.

Fontana e Oliveira (1996) determinaram os coeficientes de Angström para diversas localidades do Rio Grande do Sul, porém estes coeficientes foram determinados com base em dados de radiação solar global medido pelo actinógrafo, bem como apresentou uma amostragem pequena de dados analisados no trabalho. Neste trabalho foram atualizados os índices da cidade de Rio Grande, bem como foi o último trabalho desenvolvido neste sentido para este local.

Em função do exposto acima, observa-se a necessidade de atualização dos coeficientes de Angström-Prescott para que a estimativa da Radiação Solar Global por meio da insolação seja mais precisa, assim como destacado por Buriol et al. (2012). Neste sentido, o trabalho tem como objetivo a determinação dos parâmetros da equação de Angström-Prescott, com partição mensal, estações do ano e anual, para estimativa da radiação solar global diária na região de Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAIS E MÉTODOS:

Foram utilizados dados diários da intensidade dada radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e de insolação (horas), registrados respectivamente com piranômetro e heliógrafo. Estes dados são oriundos da Estação Meteorológica Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada em Rio Grande, RS, no 8º Distrito de Meteorologia, que apresenta Latitude: -32.07° , Longitude: -52.16° e Altitude: 5 m.

Para a realização do trabalho o banco de dados utilizado teve como período de abrangência novembro de 2001 a junho de 2013. Neste período, para os dias ímpares foram utilizados para gerar os coeficientes da equação de Angström-Prescott (regressão linear simples), enquanto que os dias pares foram utilizados para proceder a validação dos coeficientes gerados.

A metodologia adotada para determinar os coeficientes das equações de Angström-Prescott é a mesma descrita por Buriol (2012). Para auxiliar na interpretação dos dados, foram utilizadas as

estatísticas do erro padrão da estimativa (EPE), bem como do índice de desempenho (c), que representa o produto entre os índices de precisão (r) e de exatidão (d).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O modelo utilizado considerou razão da radiação solar (Radiação Solar Global/Radiação Solar Astronômica) como variável dependente e a razão de insolação (insolação/duração astronômica do dia) como variável independente (Figura 1). É possível observar que os coeficientes da equação de Angstrom-Prescott variaram entre os meses (Figura 1), o que reafirma a necessidade de caracterizar os coeficientes em diferentes escalas. O coeficiente a variou de 0,18 a 0,28 e o coeficiente b de 0,47 a 0,60.

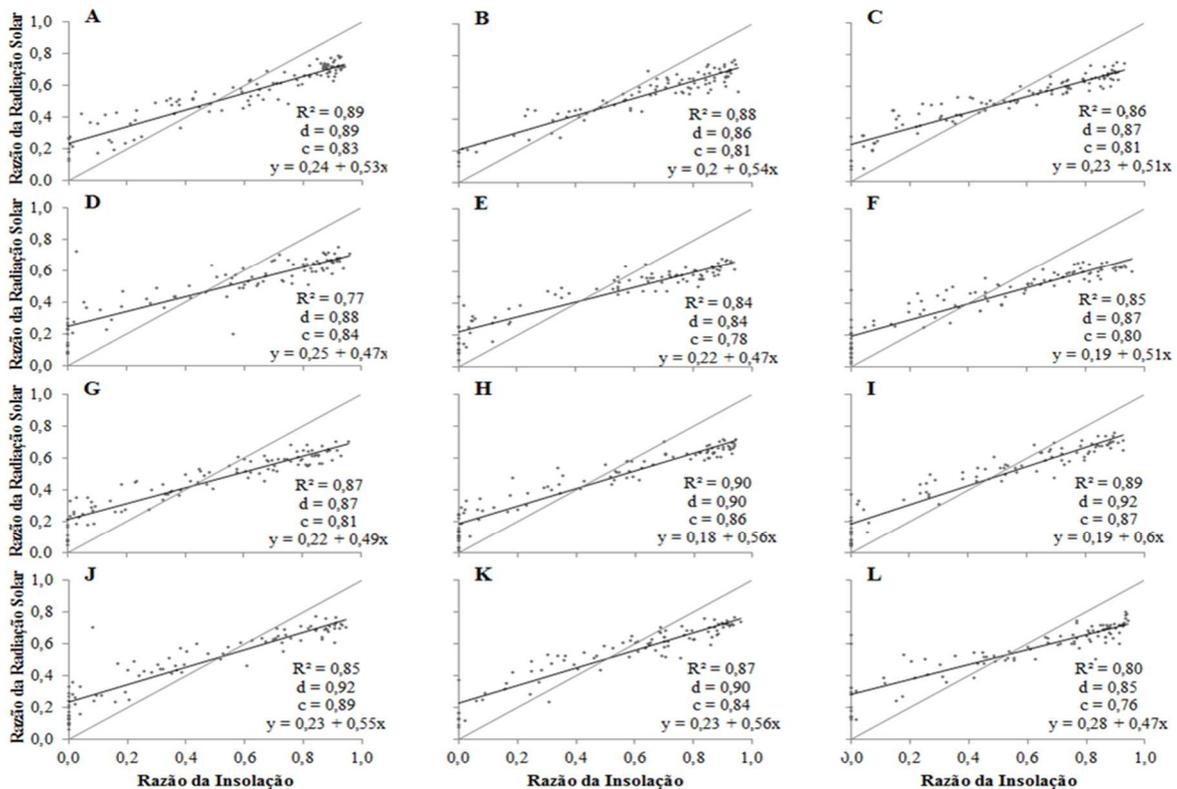


Figura 1. Relação entre os valores diários da razão de insolação e razão da radiação solar global para os meses: jan. (A), fev. (B), mar. (C), abr. (D), mai. (E), jun. (F), jul. (G), ago. (H), set. (I), out. (J), nov. (K) e dez. (L). Sendo: (c) índice de desempenho, (r) índice de precisão e (d) índice de exatidão. Período analisado de novembro de 2001 a junho de 2013, nos dias ímpares, para Rio Grande, RS.

Por estações do ano verificamos os coeficientes a e b variaram de 0,19 a 0,23 e 0,48 a 0,55, respectivamente (Figura 2). A ocorrência de valores mais elevados do coeficiente linear a da equação de Angström-Prescott nos meses de verão pode ser considerado como indicativo de que a radiação solar global difusa é maior nesse período do ano do que no inverno (Buriol et al., 2012). Os valores mais elevados do coeficiente angular b nos meses de inverno do que nos de verão é um indicativo de que a transmissividade é maior nos meses inverniais do que nos estivais. Os coeficientes médios anuais a e b foram de 0,22 e 0,53, respectivamente (Figura 2E).

Segundo Buriol et al. (2012), em dias nublados em que o sol aparece apenas nas primeiras horas do dia (momento em que a densidade do fluxo de radiação solar global é menor) ocorre a subestimação dos valores de radiação, já em situações em que houve exposição solar apenas nos momentos próximos

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

ao meio dia, ou que houve intensa iluminação, os valores são superestimados, apresentando-se acima da reta de regressão.

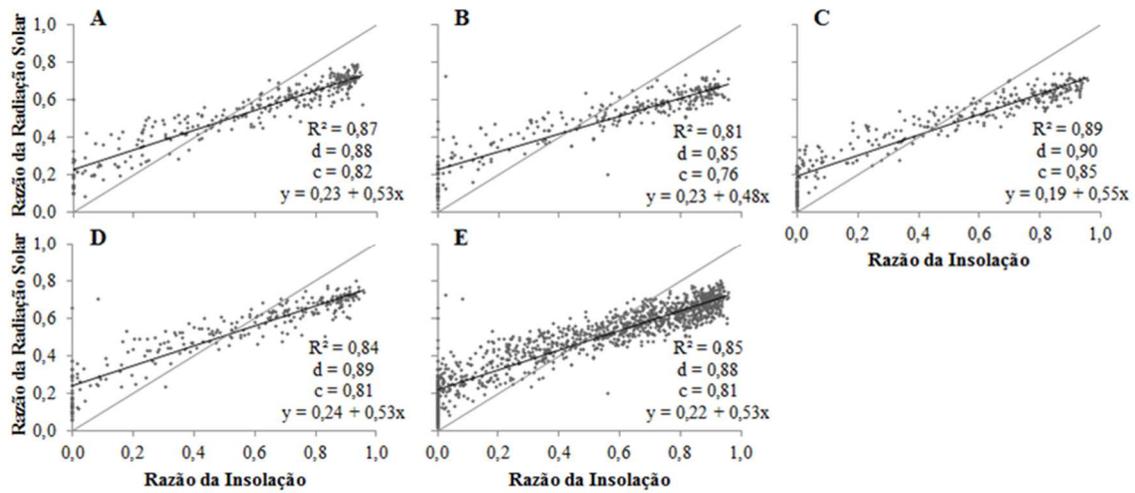


Figura 2. Relação entre os valores diários da razão de insolação e razão da radiação solar global para as estações do ano: verão (A), outono (B) inverno (C) e primavera (D). Sendo: (c) índice de desempenho, (r) índice de precisão e (d) índice de exatidão. Período analisado de novembro de 2001 a junho de 2013, no dias ímpares, para Rio Grande, RS.

As Figuras 3 e 4 apresentam a validação dos coeficientes apresentados nas figuras 1 e 2 e as estatísticas utilizadas, tanto na escala mensal quanto para as estações do ano e o anual. Nestes dados, é possível observar que todos os coeficientes apresentaram desempenho considerado ótimo. Além disso, observa-se que nos meses com maior radiação solar global o EPE tende a ser maior comparado aos meses com menor disponibilidade.

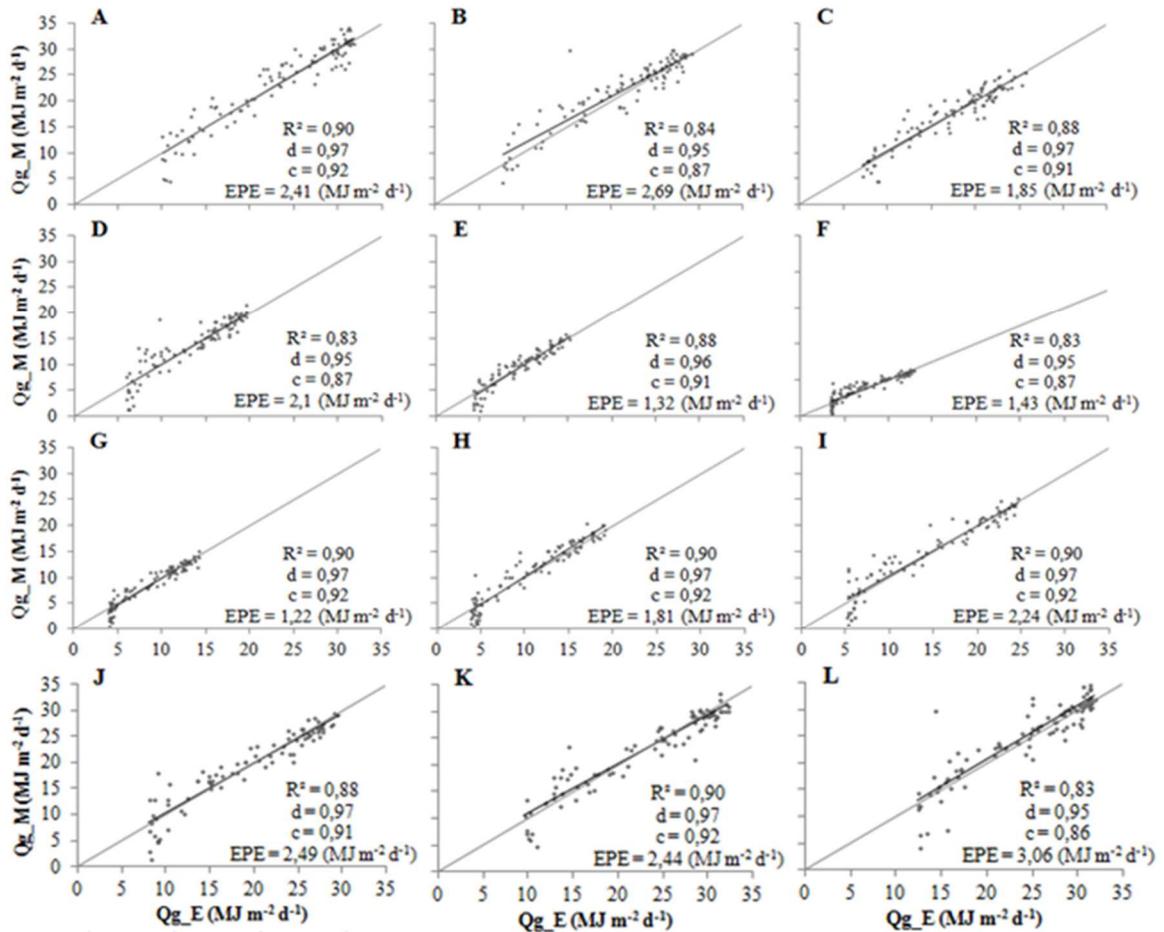


Figura 3. Validação entre os valores diários da razão de insolação e razão da radiação solar global para os meses: jan. (A), fev. (B), mar. (C), abr. (D), mai. (E), jun. (F), jul. (G), ago (H), set. (I), out. (J), nov. (K) e dez. (L). Sendo: (c) índice de desempenho, (r) índice de precisão e (d) índice de exatidão. Período analisado de novembro de 2001 a junho de 2013, nos dias pares, para Rio Grande, RS.

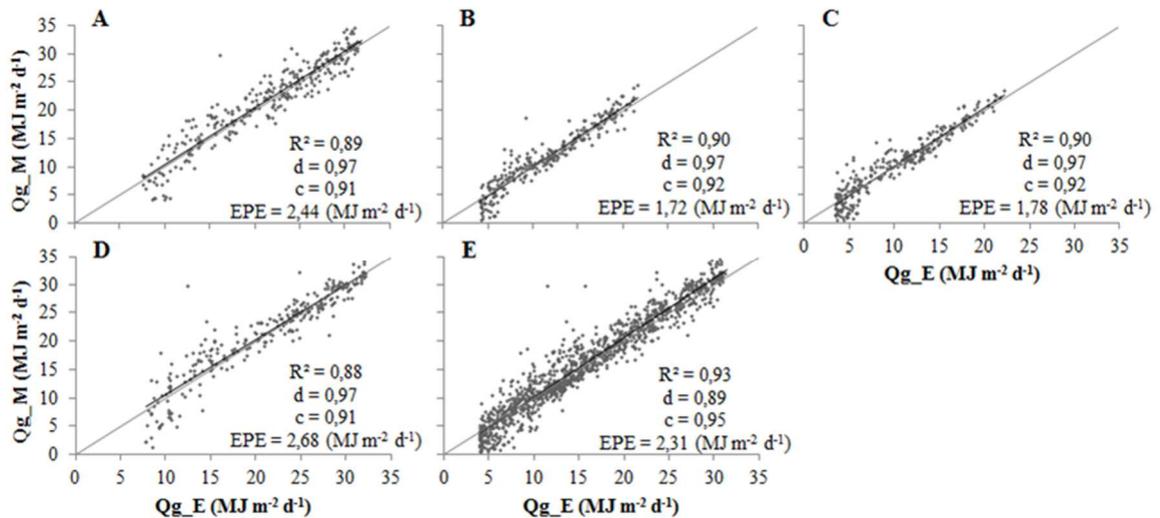


Figura 4. Validação entre os valores diários da razão de insolação e razão da radiação solar global para as estações do ano: verão (A), outono (B) inverno (C) e primavera (D). Sendo: (c) índice de desempenho, (r) índice de precisão e (d) índice de exatidão. Período analisado de novembro de 2001 a junho de 2013, nos dias pares, para Rio Grande, RS.

CONCLUSÃO:

Os coeficientes da equação de Angstrom-Prescott médio anual para Rio Grande/RS foram de $a = 0,22$ e $b = 0,53$. Para maior precisão é possível utilizar os coeficientes gerados para as estações do ano ou para cada mês do ano. Sendo que, em todas as escalas (mensal, nas estações e para o ano) todos os coeficientes apresentaram desempenho considerado ótimo. Além disso, observa-se que nos meses com maior radiação solar global o Erro Padrão da Estimativa (EPE) tende a ser maior comparado aos meses com menor disponibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ANGSTROM, A. Solar and terrestrial radiation. Report to the international commission for solar research on actinometric investigations of solar and atmospheric radiation. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 50, n. 210, p. 121-126, 1924.
- BURIOL, G. A. et al. Estimativa da radiação solar global a partir dos dados de Insolação, para Santa Maria – RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.9, p.1563-1567, set, 2012.
- FONTANA, D. C; OLIVEIRA, D. **Relação entre radiação solar global e insolação para o estado do Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 87-91, 1996.
- RIGHI, E. Z. et al. Balance of longwave radiation employing the rate of solar radiation for Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.1, p.29-37, 201.