

## COEFICIENTES DE ANGSTRÖN-PRESCOTT PARA ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO SOLAR NA LOCALIDADE DE PELOTAS/RS

EDUARDO LOPES GUIDOTTI<sup>1</sup>; LUIS ORLANDO VIEIRA<sup>1</sup>; RITA DE CÁSSIA FRAGA DAMÉ<sup>2</sup>; VIVIANE SANTOS SILVA TERRA<sup>3</sup>; CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA-GANDRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Engenharias/UFPEL – [eduardoguidotti@hotmail.com](mailto:eduardoguidotti@hotmail.com); [luizorlandovieira@gmail.com](mailto:luizorlandovieira@gmail.com)

<sup>2</sup>Centro de Engenharias/UFPEL – [ritah2o@hotmail.com](mailto:ritah2o@hotmail.com)

<sup>3</sup>Centro de Desenvolvimento Tecnológico – [vssterra10@gmail.com](mailto:vssterra10@gmail.com)

<sup>4</sup>Centro de Engenharias/UFPEL – [cfteixeira@gmail.com](mailto:cfteixeira@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Informações sobre a radiação solar incidente são importantes em diversos estudos meteorológicos como, por exemplo, na utilização de modelos de produção vegetal e em estimativas da evapotranspiração, e por consequência na determinação da lâmina de irrigação das culturas. Entretanto, essa radiação não é usualmente medida nas estações meteorológicas, e mesmo onde é obtida, ocorrem períodos com falta de dados, devido a pane no equipamento de medição (piranômetro ou piranógrafo).

Diante desse fato ANGSTRÖM (1924) propôs uma relação linear entre a razão da radiação solar global média e o seu valor correspondente a um dia completamente claro e a razão entre a duração média diária de brilho solar com a sua máxima duração. Posteriormente, a fim de resolver as dificuldades na obtenção da radiação em dias claros, PRESCOTT (1940) sugeriu o uso da radiação solar extra-terrestre ou radiação no topo da atmosfera, levando à criação de um novo modelo, conhecido como equação de Ångström- Prescott. Desde então algumas pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de obter uma relação entre essas duas variáveis, a partir da estimativa dos parâmetros de ajuste.

MOTA (1976), com o objetivo de determinar fórmulas empíricas simples para estimativa da radiação solar líquida, nos anos de 1968 e 1969, na cidade de Pelotas/RS através de um modelo de regressão linear simples, Ångström- Prescott encontraram os valores 0,35 e 0,46, para os coeficientes “a” e “b”, respectivamente e  $R^2 = 0,85$ . FONTANA; OLIVEIRA (1996), utilizando valores decenais de 1980 a 1990, encontraram, para algumas localidades do estado do Rio Grande do Sul, com exceção de Pelotas, valores de “a” variando de 0,15 a 0,27 e “b” de 0,32 a 0,62. No entanto, para Rio Grande, município próximo e com altitude de 15 m, os valores foram, respectivamente, 0,27 e 0,32, com um valor de  $R^2 = 0,52$ . Assim, objetivou-se estimar os coeficientes da equação de Ångström- Prescott, nas escalas anual e mensal para o município de Pelotas/RS, considerando o período de 1980 a 2021.

### 2. METODOLOGIA

Os valores diários da radiação solar incidente (Rs) e do número de horas de brilho solar (n) foram obtidos na estação agroclimatológica de Pelotas/RS (31°52'S, 52°21'W e 13,24 m). Os coeficientes da equação de regressão linear “a” e “b” de Ångström- Prescott foram estimados utilizando-se valores diários da série de 1980

a 2021, considerando as relações  $n/N$  e  $R_s/R_o$  como as ordenadas  $x$  e  $y$ , respectivamente, nas escalas mensal e anual. A equação utilizada nos modelos foi a de Ångström-Prescott (PEREIRA et al., 2002) escrita da seguinte forma:

$$R_s = R_o (a + b \cdot n/N) \quad (1)$$

em que,

$R_s$  - radiação solar incidente ( $\text{MJ m}^{-2}$ );

$R_o$  - radiação incidente no topo da atmosfera ( $\text{MJ m}^{-2}$ );

$n$  - número de horas diárias de brilho solar (h);

$N$  - número máximo possível de horas de sol diárias (h);

" $a$ " e " $b$ " - coeficientes da equação de regressão linear.

Os valores diários de " $R_o$ " e " $N$ " foram calculados com base na latitude do local e no dia do ano, que vai de 1 a 365 ou 366, se o ano for bissexto (ALLEN et al., 1998).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo ajustado para as condições de Pelotas/RS (Figura 1), considerando-se todos os valores diários entre 1980 e 2021, apresentou a expressão:  $R_s = R_o(0,31 + 0,36 \cdot n/N)$ . Os valores dos parâmetros " $a$ " e " $b$ " foram próximos aos encontrados por FONTANA; OLIVEIRA (1996) para o município de Rio Grande/RS ( $32^\circ 01'S$ ,  $52^\circ 15'W$ , 15 m), ou seja, 0,27 e 0,32, respectivamente, que está localizado a 58 km de Pelotas. Segundo os autores, os valores de " $b$ " estão relacionados à transmissividade atmosférica, que varia conforme a latitude e a altitude do local. É de se esperar, assim, que locais próximos e de mesma altitude apresentem valores de " $b$ " similares.

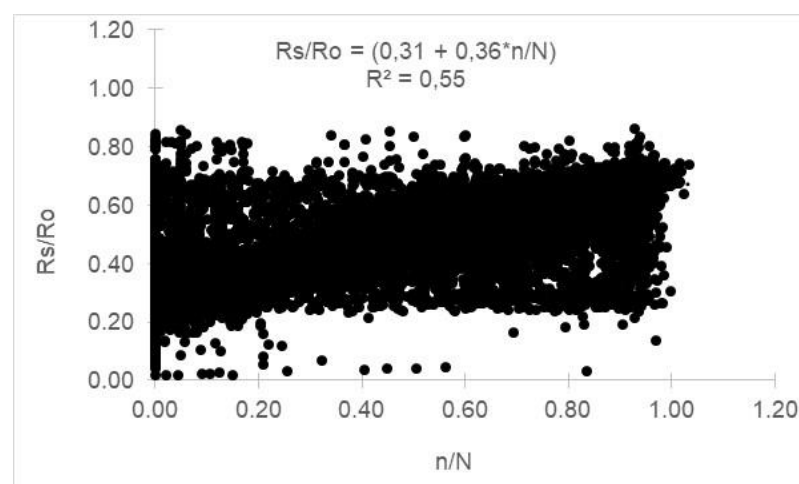


Figura 1. Regressão linear entre os valores diários de  $n/N$  (número de horas diárias de brilho solar sobre o número máximo possível de horas de sol diárias) e  $R_s/R_o$  (radiação solar incidente e a radiação incidente no topo da atmosfera), para a localidade de Pelotas/RS.

No presente trabalho houve uma variação em torno de 14% nos valores de “*b*” entre as duas localidades. No entanto, BEXAIRA et al. (2018) determinaram os mesmos coeficientes também para Rio Grande e encontraram 0,21 e 0,52, respectivamente, no período de 2009 a 2014. Já MOTA (1976) utilizando somente dois anos para Pelotas encontraram 0,35 e 0,46, 11 e 22% maiores, respectivamente, do que os encontrados no presente trabalho.

Além da escala anual, os coeficientes “*a*” e “*b*” também foram estimados por meio da análise de regressão linear entre a razão de radiação solar global e razão de brilho solar, na escala mensal (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficientes de Ångstrom-Prescott (“*a*” e “*b*”) para estimar a radiação solar global diária a partir da insolação para a localidade de Pelotas/RS

	“ <i>a</i> ”	“ <i>b</i> ”	R <sup>2</sup>
Janeiro	0,31	0,34	0,55
Fevereiro	0,28	0,39	0,63
Março	0,32	0,34	0,51
Abril	0,31	0,35	0,57
Mai	0,32	0,34	0,47
Junho	0,33	0,31	0,45
Julho	0,32	0,34	0,49
Agosto	0,29	0,37	0,58
Setembro	0,27	0,40	0,59
Outubro	0,30	0,37	0,57
Novembro	0,29	0,38	0,63
Dezembro	0,28	0,39	0,63
Média	0,31	0,36	
Desvio Padrão	0,03	0,04	
CV	9,23	12,22	

É possível observar que de maneira geral o coeficiente “*a*” diminui durante o inverno (junho = 0,33 a setembro = 0,27) e aumenta durante o verão (dezembro = 0,28 a fevereiro = 0,28). Em contrapartida os valores de “*b*” são mais elevados para os meses de inverno (junho = 0,31 a setembro = 0,40) e primavera (setembro = 0,27 a dezembro = 0,39).

O comportamento dos valores foi similar aos citados por FONTANA; OLIVEIRA (1996). Segundo ESTEFANEL et al. (1990), os resultados obtidos são devido ao fato de que a transmissividade no inverno é, normalmente, maior do que no verão, em função da menor quantidade de poeira no ar e à frequente entrada de massas de ar polar, que apresentam menor turbulência em relação às massas tropicais.

Os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) anual (Figura 1) e mensais (Tabela 1) ficaram entre 0,45 (junho) e 0,63 (fevereiro, novembro e dezembro), com um total de 15.382 observações. FONTANA; OLIVEIRA (1996) encontraram para o Rio Grande do Sul o menor valor de R<sup>2</sup> = 0,23, para o mês de dezembro e o maior de 0,64 para o mês de julho, com um total de 6.523 de observações.

#### 4. CONCLUSÕES

Em regiões próximas ao local de estudo, cujos fatores climáticos como a latitude e a altitude são similares é possível utilizar os parâmetros “a” e “b” estimados, tanto em escala anual, como em escala mensal. Além disso é possível obter dados de radiação solar ou da insolação em períodos onde há falta de informação.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BEXAIRA, K.P.; STRECK, N.A.; CERA, J.C.; PRESTES, S.D. Coeficientes de Angström-Prescott para Estimar a Radiação Solar no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.33, n.3, p. 401-411, 2018.
- FONTANA, D.C.; OLIVEIRA, D. Relação entre radiação solar global e insolação para o estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.4, n.1, p. 87-91, 1996.
- MOTA, F.S. Estimativas da radiação líquida em Pelotas, Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.28, n.10, p. 1174-1178, 1976.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.
- ESTEFANEL, V.; SCHENEIDER, F.M.; BERLATO, M. A.; BURIOL, G.A.; HELDWEIN, A.B. Insolação e Radiação Solar Global na Região de Santa Maria, RS. I. Estimativa da Radiação Solar Global Incidente a partir de Dados de Insolação. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria. v. 20, n.3-4, p. 203-218, 1990.