

www.cbagro2023.com.br

03 a 06 de Outubro de 2023 | Natal - RN



**CBAGRO 2023**

**XXII Congresso Brasileiro  
de Agrometeorologia**

**VI ECLIM | X RLA**

**ANAIS 2023**

**A Agrometeorologia e a Agropecuária: Adaptação às Mudanças Climáticas**

Promoção



Realização



Patrocínio



Apoio



# AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO SOLAR EM PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Jenyffer Severino da Silva<sup>1</sup>; Thamares Francly Bandeira Queixada<sup>1</sup>; Alexandrius de Moraes Barbosa<sup>2</sup>

2

<sup>1</sup>Discente. Presidente Prudente, São Paulo. Unoeste - Universidade do Oeste Paulista; <sup>2</sup>Docente. Presidente Prudente, São Paulo. Unoeste - Universidade do Oeste Paulista - Unoeste Clima: Centro de Monitoramento e Estudos Climáticos e de Previsão do Tempo

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de dois métodos empíricos de estimativa da radiação solar em Presidente Prudente-SP. Foram utilizados 702 dados diários de radiação solar compreendidos entre o período de maio de 2021 a julho de 2023. Foram avaliados dois métodos de estimativas de radiação solar utilizando as metodologias de Angström-Prescott e Hargreaves e Samani. O desempenho dos métodos foram avaliados através do coeficiente de correlação (r), o índice de concordância (d) proposto, o índice de confiança (c) e a raiz do erro do quadrado médio (REQM). Os dois métodos de estimativa da radiação solar (Angström-Prescott e Hargreaves e Samani) foram medianos em relação ao índice de confiança nas condições agrometeorológicas de Presidente Prudente-SP. O baixo índice de confiança dos métodos avaliados no estudo podem estar relacionados ao uso de coeficientes e parâmetros da equação não calibrados para a região, demonstrando a importância a parametrização das equações de Angström-Prescott e de Hargreaves & Samani em escala regional e sazonal, de modo a melhorar a precisão dos métodos de estimativa da radiação solar global.

**PALAVRAS-CHAVE:** Equação; Insolação; Temperatura;

## INTRODUÇÃO

A radiação solar pode ser utilizada em estudos agrometeorológicos para determinação do balanço de energia, evapotranspiração e estimativa da produtividade potencial. No entanto, poucas estações meteorológicas possuem registros da radiação solar global devido ao fato de que os aparelhos utilizados são de preço relativamente alto e de necessitarem de frequentes manutenções (BURIOL et al., 2012).

Tendo em vista a facilidade de obtenção de alguns elementos meteorológicos e buscando uma alternativa viável para solucionar as dificuldades encontradas na medição da radiação solar, alguns pesquisadores desenvolveram métodos empíricos para estimar a radiação solar (SILVA et al., 2012). Tais métodos demandam de outros elementos agrometeorológicos mais comumente presentes nos registros agrometeorológicos.

Trabalhos de pesquisa por meio dos quais pode-se estimar o potencial de radiação solar disponível à superfície da Terra são plenamente justificados, em razão da sua real importância para a execução de projetos de irrigação, produção agrícola, aproveitamento de energia, conservação de alimentos, entre outros (DANTAS et al., 2003).

## OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de dois métodos empíricos de estimativa da radiação solar em Presidente Prudente-SP.

## MATERIAL E MÉTODOS

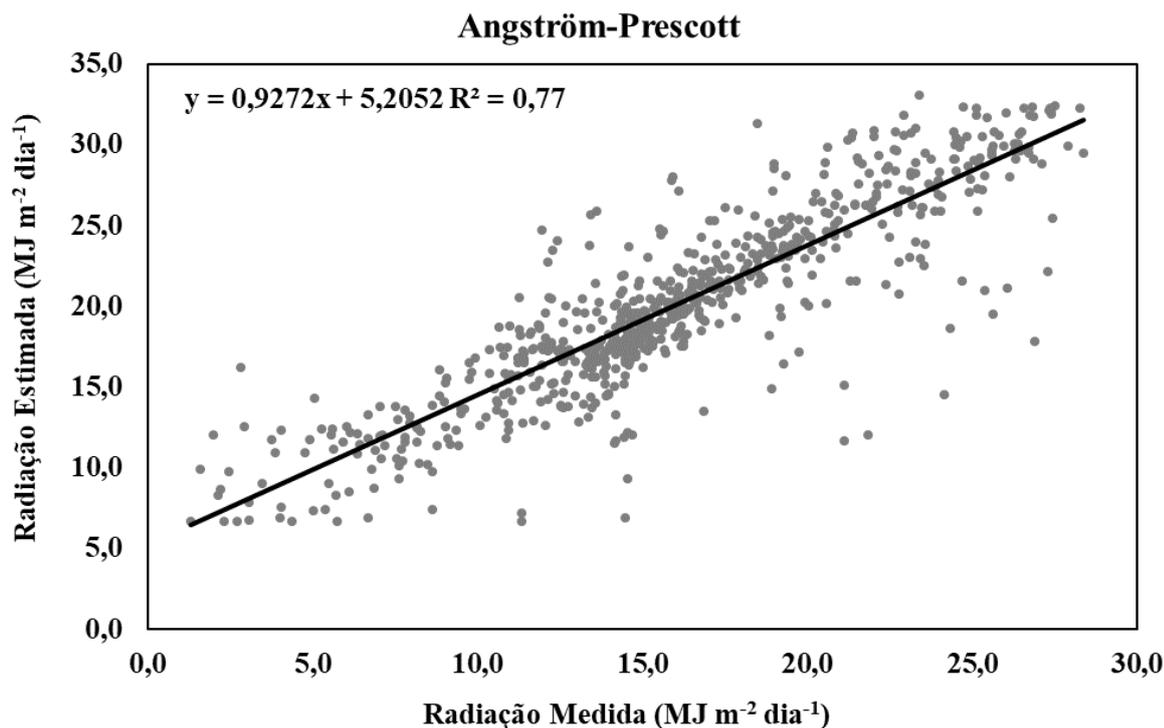
O município de Presidente Prudente está localizado na região oeste do estado de São Paulo (22° 7' S; 51° 23' W; 471 m de altitude). O clima da região é classificado como Aw (clima tropical com estação seca de inverno) conforme Köppen e Geiger (1952); Rolim et al. (2007).

Foram utilizados 702 dados diários de radiação solar compreendidos entre o período de maio de 2021 a julho de 2023 da estação meteorológica da Unoeste (Universidade do Oeste Paulista). Os dados de radiação solar global utilizados como referência foram coletados através de estação meteorológica automática (Vantage Pro2, Davis Instruments, EUA), com sensor de radiação solar (SKU 6450, Davis Instruments, EUA).

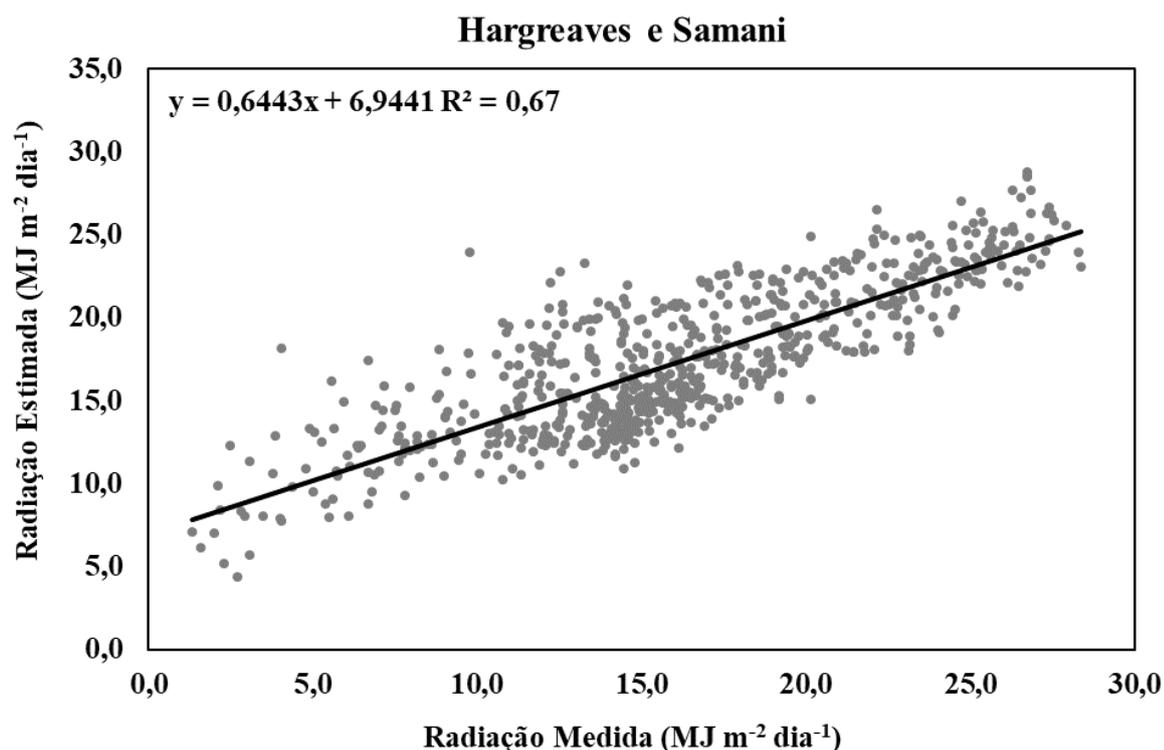
Foram avaliados dois métodos de estimativas de radiação solar: Angström-Prescott (PRESCOTT, 1940) e Hargreaves e Samani (1982). O desempenho dos métodos foram avaliados através do coeficiente de correlação ( $r$ ), o índice de concordância ( $d$ ) proposto por Willmott (1981), o índice de confiança ( $c$ ) proposto por Camargo e Sentelhas (1997) e a raiz do erro do quadrado médio (REQM). Os métodos de desempenho foram calculados conforme Souza e Júnior (2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior correlação ( $r$ ) da estimativa da radiação solar foi obtida pelo de Angström-Prescott ( $r = 0,77$ ) (Figura 1). A correlação de Angström-Prescott foi classificada como muito alta (HOPKINS, 2000). A correlação do método de Hargreaves e Samani foi de 0,67 (Figura 2), sendo classificada como alta.



**Figura 1:** Relação entre os valores medidos e estimados de radiação solar pelo método de Angström-Prescott. Presidente Prudente-SP. Período maio de 2021 a julho 2023.



**Figura 1:** Relação entre os valores medidos e estimados de radiação solar pelo método de Hargreaves e Samani (1982). Presidente Prudente-SP. Período maio de 2021 a julho 2023.

A raiz quadrada do erro do quadrado médio (REQM) foi maior no método de Angström-Prescott (2,01) e menor no método de Hargreaves e Samani (1,12) (Tabela 1). O maior índice de concordância (d) foi obtido no método de Hargreaves e Samani (0,98). Já o índice de concordância (d) do método de Angström-Prescott foi de 0,84. No entanto, índice de confiança (c) dos dois métodos avaliados ficaram muito próximos: 0,64 de Angström-Prescott e 0,65 Hargreaves e Samani, sendo os dois classificados como medianos, de acordo com Camargo e Sentelhas (1997).

**Tabela 1.** Índices de avaliação do desempenho de métodos de estimativa em Presidente Prudente-SP. Período maio de 2021 a julho 2023.

Métodos	r	d	c	REQM
Angström-Prescott	0,77	0,84	0,64	2,01
Hargreaves e Samani (1982)	0,67	0,98	0,65	1,12

r - coeficiente de correlação; d - índice de concordância; c - índice de confiança; REQM - Raiz quadrada do erro do quadrado médio em  $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ .

Portanto, os métodos avaliados possuem vantagens e desvantagens, o método de Angström-Prescott apresentou maior coeficiente de correlação (r), no entanto, apresentou maior REQM. Enquanto que o método de Hargreaves e Samani apresentou maior índice de concordância (d), no entanto obteve menor correlação (c). Ambos os métodos apresentaram desempenho mediano, portanto, a escolha do método a ser utilizado pode se dar em função dos dados meteorológicos disponíveis para o usuário.

O baixo índice de confiança dos métodos avaliados no estudo podem estar relacionados ao uso de coeficientes e parâmetros da equação não calibrados para a região. Martin et al. (2020) avaliando o método de Angström-Prescott em quatro municípios de Tocantins observaram correlação acima de 90% e índice de concordância de 0,95. No estudo, os autores determinaram os coeficientes linear (a)

e angular (b) para cada município, que por sua vez, contribuíram para melhor ajuste do método de estimativa.

Silva et al. (2021) observou informações similares em estudo com os métodos Ångström-Prescott e de Hargreaves & Samani em Goiânia-GO, em que, os autores demonstraram a importância da calibração de parâmetros regionais, bem como, a importância do uso dos parâmetros sazonais, que apresentaram melhores resultados na validação do método de estimativa.

Dessa maneira, é de fundamental importância a parametrização das equações de Ångström-Prescott e de Hargreaves & Samani em escala regional e sazonal, de modo a melhorar a precisão dos cálculos agrometeorológicos que necessitam de informações da radiação solar global.

## CONCLUSÃO

Os dois métodos de estimativa da radiação solar (Ångström-Prescott e Hargreaves e Samani) foram medianos em relação ao índice de confiança nas condições agrometeorológicas de Presidente Prudente-SP. O baixo índice de confiança dos métodos avaliados no estudo podem estar relacionados ao uso de coeficientes e parâmetros da equação não calibrados para a região, demonstrando a importância a parametrização das equações de Ångström-Prescott e de Hargreaves & Samani em escala regional e sazonal, de modo a melhorar a precisão dos métodos de estimativa da radiação solar global.

## REFERÊNCIAS

BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; HELDWEIN, A.B.; PRESTES, S.D.; HORN, J.F. Estimativa da radiação solar global a partir dos dados de insolação, para Santa Maria - RS. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p. 1563-1567, 2012.

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, p. 89-97, 1997.

DANTAS, A.A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Estimativa da radiação solar global para a região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.1260-1263, 2003.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Estimating potential evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 108, p. 223-230, 1982.

HOPKINS, W. G. **Correlation Coefficient**. Disponível em: <http://www.sportsci.org/resource/stats/correl.html>. Acesso: 15 de abril, 2015.

KÖPPEN, Wladimir; GEIGER, Rudolf. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

PRESCOTT, J.A. Evaporation from a water surface about solar radiation. **Transactions of the Royal Society Science Australian**, v. 64, p. 114-118, 1940.

ROLIM, Glauco de Souza; CAMARGO, Marcelo Bento Paes; LANIA, Daniel Grosseli; MORAES, Jener Fernando Leite. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo.

SILVA, V. J.; SILVA, C.R. FINZI, R.R.; DIAS, N.S. Métodos para estimar radiação solar na região noroeste de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 276-282, fev. 2012.

SOUZA, A. F.; CAMPELO JUNIOR, J.H. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para região da Baixada Cuiabana, MT. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.25, p.395-403, 2017.

WILLMOTT CJ. On the validation of models. **Physical Geography 2**: p.184-194, 1981