

ISSN 1981-2841

DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO SOLAR EM SANTA MARIA, RS¹

AVAILABILITY OF SUNLIGHT IN SANTA MARIA, RS

**João Francisco Carlexo Horn², Eder Duarte de Oliveira²,
Galileo Adeli Buriol³ e Valduino Estefanel⁴**

RESUMO

Foram determinadas as disponibilidades de radiação solar em Santa Maria, RS, neste trabalho. Utilizaram-se as médias dos totais mensais e anuais da insolação de doze estações meteorológicas do Estado; as médias mensais da radiação solar global de Santa Maria, Ijuí e Osório; as médias mensais da temperatura do ar de Santa Maria, São Borja e São Francisco de Paula; e as médias dos totais mensais da precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial de Santa Maria. Constatou-se que, nesta cidade, há os menores valores de radiação solar global do Estado. Entretanto, apesar desses baixos valores, em função das temperaturas elevadas e das disponibilidades hídricas que aí ocorrem, o potencial climático para produção de biomassa é mais elevado do que na maioria das outras regiões do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: insolação, temperatura, biomassa.

ABSTRACT

The availability of solar radiation in Santa Maria, RS was measured. It as used the average monthly and annual totals of sunshine from twelve weather stations of the state; the monthly averages of global solar radiation of Santa Maria, Ijuí and Osorio, the average monthly air temperature of Santa Maria, São Borja and São Francisco de Paula, and the mean total monthly rainfall and potential evaporation in Santa Maria. It was found that, in Santa Maria there is the lowest global solar radiation of the State. However, despite these low values, due to high

¹ Trabalho de Iniciação Científica - PROBIC.

² Acadêmicos do Curso de Engenharia Ambiental - UNIFRA.

³ Orientador - UNIFRA. Bolsista do CNPq.

⁴ Coorientador - UNIFRA.

temperatures and water availability that occur there, the climatic potential for biomass production is higher than in most other regions of Rio Grande do Sul.

Keywords: *sunlight, temperature, biomass.*

INTRODUÇÃO

A radiação solar é a principal fonte de energia do meio ambiente. É responsável pela fotossíntese e o principal condicionante da variação dos elementos meteorológicos, como temperatura, umidade e evaporação. Atualmente, é sendo utilizada como fonte para a geração de energia elétrica e energia térmica.

Para viabilizar a utilização da radiação solar como fonte de energia, em um determinado local e/ou região, é importante, primeiramente, determinar sua disponibilidade. Isso, normalmente, é realizado por meio da análise dos dados registrados nas estações meteorológicas. O recomendado é uma série histórica de dados de um período de, no mínimo, trinta anos (ASSIS et al., 1996). Entretanto, a radiação solar é um elemento meteorológico que somente nos últimos anos vêm sendo registrado nas estações meteorológicas no mundo e, principalmente, no Brasil. Quando não se têm dados de um período de trinta anos ou mais, assim mesmo, recomenda-se a utilização dos dados que estão disponíveis.

Os registros de radiação solar no Estado do Rio Grande do Sul tiveram início, em 1957, na rede de estações meteorológicas pertencentes à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1979). Foram instalados 24 actinógrafos em estações meteorológicas, bem distribuídas geograficamente, no território estadual. Os primeiros estudos utilizando os dados registrados nessas estações foram realizados por Berlato (1970) e Bergamaschi e Didoné (1981). No entanto, os estudos mais abrangentes sobre radiação solar no Estado, possivelmente, são aqueles realizados pelo Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989) e Cargnelutti Filho et al. (2007). No primeiro trabalho, tem-se a radiação solar global média mensal e anual (cal. cm⁻². dia⁻¹), período de 1957 a 1984, para 24 estações e sua representação espacial mensal e anual e, no segundo, as probabilidades decendiais, para os doze meses do ano, utilizando dados de 22 estações, período de observação de 1957 a 2003.

Em Santa Maria, RS, os registros de radiação solar global são realizados nas estações meteorológicas pertencentes à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO, na Estação Experimental de Boca do Monte (latitude: 29°41'25", longitude: 53°48'42" e altitude: 153m), desde 1965 e ao 8º Distrito

de Meteorologia, instalada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (latitude: 29°42' S, longitude: 53°42' W e altitude: 95m), desde 1978. Na estação meteorológica pertencente à FEPAGRO, os registros de radiação solar estão sendo realizados desde a sua instalação, por meio de um actinógrafo. Na pertencente ao 8° DISME, no período de 1975 a 2001, as medidas realizadas também foram por meio de um actinógrafo e, a partir de 2002, por meio de um radiômetro, aparelho de funcionamento eletrônico, de maior precisão que o actinógrafo.

Na região de Santa Maria, ocorrem os menores valores de radiação solar no Estado do Rio Grande do Sul. Isso foi constatado, de forma indireta, já nos primeiros estudos publicados com os dados de insolação (MACHADO 1950) e com a variação geográfica desse elemento meteorológico (MORENO 1961). No primeiro caso, tem-se as médias dos totais mensais e anuais registrados, no período 1912-1942, em 12 estações meteorológicas do Estado e no segundo, a representação geográfica dos totais anuais. Nos estudos mais recentes, com dados de radiação solar global (BERLATO, 1970; BERGAMASCHI; DIDONÉ, 1981; INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989; CARGNELUTTI FILHO et al., 2007), constata-se que, na região de Santa Maria, esses são menores do que nas outras regiões do Estado do Rio Grande do Sul. Em vista disso, deve-se comparar e quantificar as disponibilidades de radiação solar, ocorrentes em Santa Maria, com aquelas registradas em outros locais do Estado. Também é importante avaliar o potencial local de radiação solar associado a outros elementos climáticos, visando a estimar o potencial para a produção de outras formas de energia, como a biomassa.

Tendo em vista o exposto, objetivou-se, neste estudo, quantificar o potencial de radiação solar em Santa Maria, RS, em relação a outros locais do Estado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram comparadas, primeiramente, a radiação solar determinada em Santa Maria com aquela que ocorre em outros locais do estado do Rio Grande do Sul, sendo estes com maior e com menor radiação. O mesmo foi feito com as médias dos totais mensais de insolação registrados em Santa Maria com aqueles registrados em São Luiz Gonzaga, local com os valores mais elevados do Estado. Para isso, foram utilizados os dados publicados em Machado (1950). A distribuição geográfica da insolação também foi comparada regionalmente, utilizando-se o mapa das médias dos totais anuais de insolação do estado publicado em Moreno (1961). A seguir, foram confrontadas as médias dos totais mensais de radiação solar global

registradas em Santa Maria, período de 1975-1987 e publicados em Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989), com aqueles das estações de Ijuí e Osório, locais, respectivamente, com os valores mais e menos elevados do Estado. Para a comparação geográfica, utilizou-se a carta das médias dos totais anuais de radiação solar global, contida nessa mesma publicação. Comparou-se também a probabilidade decendial dos totais mensais de radiação solar global para esses três locais, utilizando-se a probabilidade $p \geq 0,5$, ou seja, 50% (CARGNELUTTI FILHO et al., 2007).

A avaliação do potencial local de radiação solar associada a outros elementos climáticos, visando à produção de biomassa, foi feita utilizando as médias mensais da temperatura do ar, precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial. Foram comparados os valores de temperatura ocorrentes nas estações meteorológicas de Santa Maria com aqueles das estações de São Borja e São Francisco de Paula, respectivamente, locais com temperaturas mais e menos elevadas do Estado, utilizando os dados publicados em Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989) e as médias dos totais mensais de precipitação pluviométrica de Santa Maria, com aquelas de evapotranspiração potencial mensal calculadas pelo método de Thornthwaite (1948).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, tem-se a média dos totais mensais e anuais de insolação de doze estações meteorológicas do Estado, no período de 1912 a 1942 (MACHADO, 1950). Constata-se que, em Santa Maria, ocorrem os menores valores anuais de insolação, 2212 horas; seguindo-se Iraí, 2213 horas; São Luiz Gonzaga, com os maiores valores, 2532 horas; e Uruguiana, 2500 horas. Na figura 1, tem-se a espacialização da insolação média dos totais anuais (MORENO, 1961). Observa-se que os menores valores localizam-se na região da Depressão Central e Alto Vale do Uruguai e os maiores, na região das Missões e Baixo Vale do Uruguai.

Pelos dados publicados em Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989), a estação meteorológica de Osório é o local onde ocorrem os menores valores de radiação solar global e, em Ijuí, os maiores. Na figura 2, há a representação da radiação solar global, média dos totais mensais, dessas duas estações e da de Santa Maria. Os valores registrados, na estação de Santa Maria, estão mais próximos daqueles de Osório do que dos de Ijuí. Com isso se confirma novamente que Santa Maria é um local onde ocorrem baixos valores de radiação solar em relação a outros locais do Estado. Na figura 3, representa-se a distribuição geográfica das médias dos totais anuais de radiação solar global. Constata-se que os valores mais

elevados ocorrem na região das Missões e Vale do Uruguai e os menores na Serra do Sudeste, seguindo-se a Depressão Central, na qual se localiza Santa Maria.

Em termos de probabilidade, tomando-se a possibilidade $p \geq 0,5$ (50%) e comparando-se os valores de radiação solar global da estação meteorológica de Santa Maria com aqueles ocorrentes nas estações meteorológicas de Ijuí e Osório (Figura 4), onde são observados, respectivamente, os maiores e menores valores, constata-se que eles são semelhantes àqueles da figura 2.

Tabela 1 - (Tabela modificada) Médias dos totais mensais e anuais de insolação nas diferentes Regiões Climáticas do Estado do Rio Grande do sul e período de observação*.

REGIÕES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	Período
CAMPANHA														
Bagé	266	229	216	189	173	152	158	170	170	203	247	271	2444	1912-1942
SERRA DO SUDESTE														
Encruzilhada do sul	255	227	217	194	182	140	166	177	174	204	240	261	2437	1919-1942
LITORAL														
Santa Vitória do Palmar	272	230	220	199	169	143	142	171	174	176	244	258	2398	1918-1942
Rio Grande	270	227	216	193	174	149	142	160	166	204	249	271	2421	1912-1942
DEPRESSÃO CENTRAL														
Porto Alegre	242	217	201	181	169	143	159	165	154	191	227	254	2303	1911-1942
Santa Maria	232	208	199	172	155	133	147	156	157	196	218	239	2212	1912-1942
VALE DO URUGUAI														
Uruguaiana	261	236	223	185	175	150	168	191	192	220	239	260	2500	1912-1242
Iraí	218	189	194	161	147	122	149	177	175	212	213	256	2213	1936-1942
MISSÕES														
São Luiz Gonzaga	263	233	230	195	185	147	175	190	185	220	250	259	2532	1912-1942
PLANALTO														
Cruz Alta	235	215	204	179	172	139	169	177	163	203	229	246	2331	1912-1942
Passo Fundo	244	216	218	189	185	148	189	192	174	209	248	256	2468	1918-1942

*Fonte: adaptado de Machado (1950).

Na figura 5, tem-se a representação das temperaturas médias mensais da estação meteorológica de Santa Maria, São Borja e São Francisco de Paula. Constatase que as temperaturas médias de Santa Maria estão entre as mais altas do Estado, permitindo, assim, um elevado aproveitamento da radiação solar na produção de biomassa. Isso ocorre tanto em função da maior duração da estação de crescimento, como pela maior soma de graus-dia acima da temperatura base de crescimento das

culturas de verão como cana-de-açúcar, mamona, milho, soja e girassol.

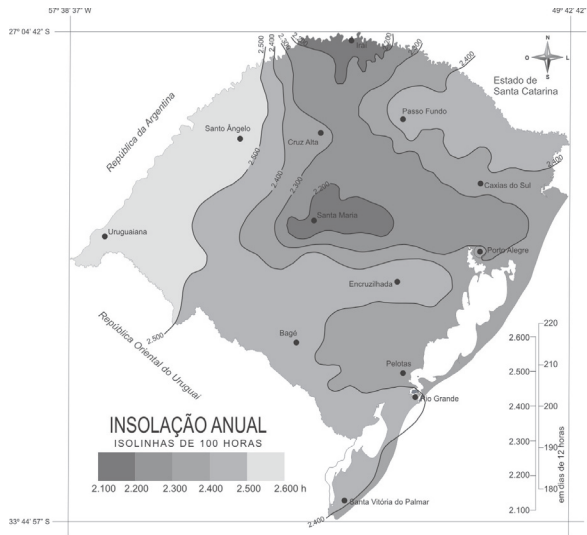


Figura 1 - Distribuição geográfica da média dos totais anuais de insolação no Estado do Rio Grande do Sul. Fonte: Moreno (1961).

Comparando-se os valores de precipitação pluviométrica registrados em Santa Maria com aqueles de evapotranspiração potencial (Figura 6), constata-se que, com exceção do mês de dezembro, que apresenta um pequeno déficit (5mm), as precipitações são sempre superiores à evapotranspiração potencial. Isso é um indicativo de que não existem restrições hídricas às espécies vegetais, permitindo um máximo aproveitamento da radiação solar pelos diferentes cultivos agrícolas.

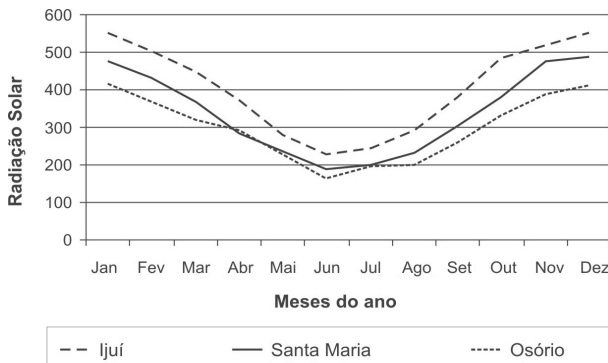


Figura 2 - Média dos totais mensais de radiação solar global diária (cal.cm².dia⁻¹) para Santa Maria, Osório e Ijuí, período 1957 a 1984. Fonte: Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989).

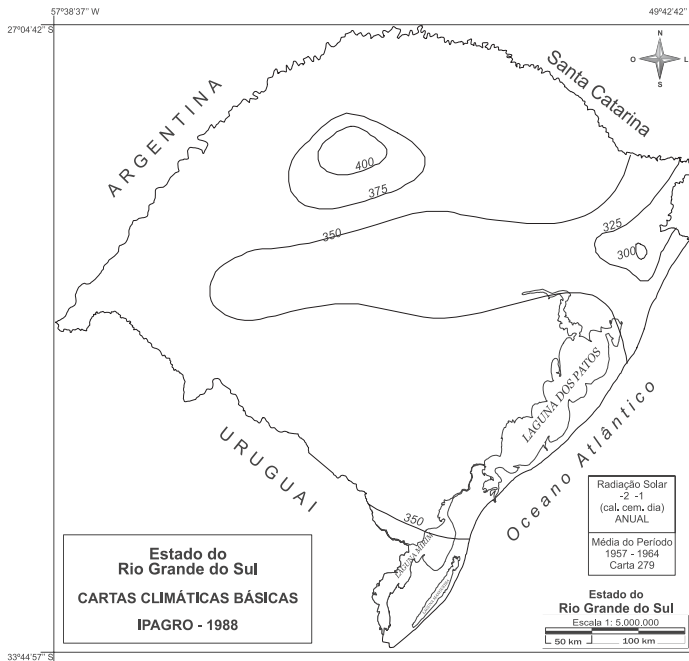


Figura 3 - Distribuição geográfica das médias dos totais anuais de radiação solar global (cal. $\text{cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) no Estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: adaptado de Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989).

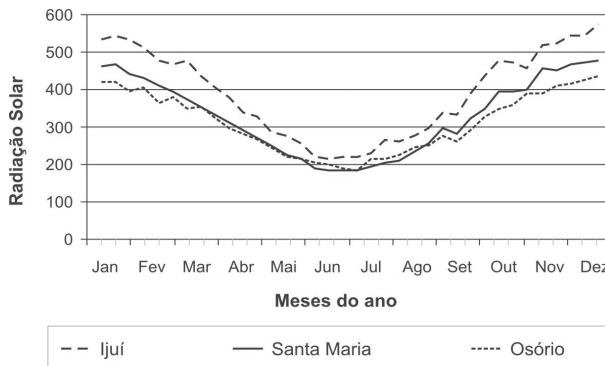


Figura 4 - Médias dos totais decendiais de radiação solar global (cal. $\text{cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) em Santa Maria, Osório e Ijuí, período 1956 a 2003.

Fonte: Cargnelutti Filho et al. (2007).

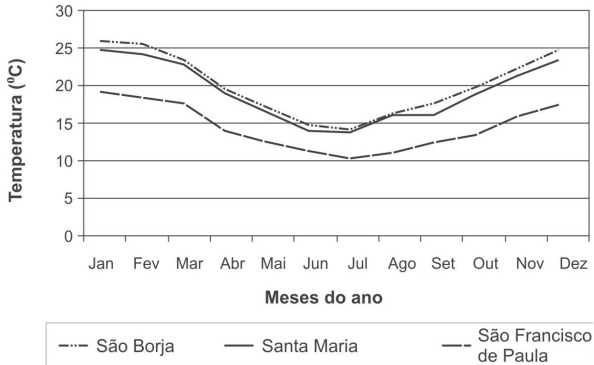


Figura 5 - Temperaturas médias mensais de Santa Maria, São Borja e São Francisco de Paula, período 1945 a 1974. Fonte dos dados: Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989).

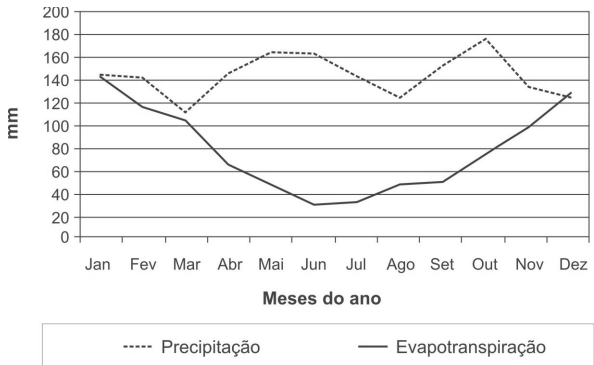


Figura 6 - Médias dos totais mensais de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial de Santa Maria, período 1931 a 1960. Fonte dos dados de precipitação: Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Santa Maria, há os menores valores de radiação solar global do Estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, apesar do baixo potencial de radiação solar para utilização no aquecimento e energia elétrica, as elevadas temperaturas do ar e as disponibilidades hídricas aí ocorrentes tendem a compensar e até podem ultrapassar os efeitos negativos da falta de radiação. Podem então proporcionar intensidade de produção de biomassa mais elevada do que na maioria das outras regiões climáticas do Estado.

REFERÊNCIAS

ASSIS, F. N. de; ARRUDA, H. V. de; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia** – teoria e prática. Pelotas: UFPEL, 1996, 161p.

BERGAMASCHI, H.; DIDONÉ, I. A. Distribuição da radiação global no Rio Grande do Sul. **Agronomia Sul-Riograndense**, Porto Alegre, v. 17, p. 139-148, 1981.

BERLATO, M. A. **Análise de alguns elementos componentes do agroclima do estado do Rio Grande do Sul**. 1970. p. 117, Dissertação (Mestrado em Climatologia Agrícola) Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura, Turrialba, 1970.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. **Radiação solar global decendial no estado do Rio Grande do Sul – tabelas de probabilidade**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2007. p. 78 (Série Técnica FEPAGRO, nº 03).

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Observações meteorológicas no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da agricultura e abastecimento, 1979. p. 71 (Boletim técnico nº 3).

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Atlas agroclimático do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1989. p. 102, v. 1.

MACHADO, F. P. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1950. p. 91.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1961. p. 42.