

## **Rede de estações solarimétricas para o Estado de Santa Catarina**

**MANTELLI NETO S. L.** <sup>[1]</sup>, **ABREU S. L.** <sup>[2]</sup>, **COLLE S.** <sup>[3]</sup>

### **Resumo**

O objetivo do presente trabalho é a descrição do conjunto de estações solarimétricas distribuídas no Estado de Santa Catarina. A rede de estações foi instalada a partir de vários convênios celebrados entre a WMO (Organização Meteorológica Mundial), CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina), AFF (Associação dos Fruticultores de Fraiburgo) e a UFSC-EMC-LABSOLAR (Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Mecânica – Laboratório de Energia Solar) para a monitoração da energia solar e para o levantamento do potencial solar e eólico no Estado. Além de atender aos convênios, os dados oriundos da rede de estações também são utilizados para a validação de modelos de estimação da irradiação solar a partir de imagens de satélite. Esses modelos foram utilizados para a confecção da 1ª versão do Atlas de Irradiação Solar para o Brasil, como pode ser visto em Colle e Pereira (1998).

**Palavras chave:** Radiação Solar, Instrumentação, Rede Solarimétrica.

### **Introdução**

O aproveitamento da energia solar como fonte inesgotável, barata e não poluente, vem a cada dia sendo implementado como alternativa para redução de custos nas atividades domésticas e industriais. A influência da energia do sol no clima da terra é um fator importante nas previsões meteorológicas, com grande impacto sobre a agricultura, aquicultura e na vida diária do cidadão comum. Tendo em vista todos esses fatores, a monitoração da quantidade de irradiação solar e as suas variações sazonais é de fundamental importância para que se conheça melhor a disponibilidade desse tipo de energia incidindo na superfície da Terra.

Estudos sobre a viabilidade de utilização da energia solar, mostram que incertezas nos valores dos dados de irradiação afetam diretamente os resultados obtidos na análise econômica. Colle et al. (1999) mostrou que os erros nas estimativas dos dados de irradiação solar podem incorrer em um dimensionamento incorreto de sistemas fotovoltaicos e de aquecimento de água

[1] Tecnologista Senior do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e licenciado junto à UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina no Departamento de Engenharia Mecânica no Laboratório de Energia Solar.

[2] Doutorando da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina no Departamento de Engenharia Mecânica no Laboratório de Energia Solar.

[3] Professor Titular da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina no Departamento de Engenharia Mecânica no Laboratório de Energia Solar.

causando um retorno de investimento diferente do projetado inicialmente. O impacto da incerteza dos dados disponíveis no planejamento de investimentos em outras áreas como agricultura e dimensionamento de sistemas de ar condicionado, ainda estão em aberto.

Visando a pesquisa aplicada, a monitoração contínua e o atendimento da demanda de dados mais precisos de irradiação solar incidente na superfície, foi iniciada a implantação de uma rede de estações solarimétricas piloto no Estado de Santa Catarina. Os dados medidos nessas estações estão sendo utilizados atualmente para realizar a validação de um modelo computacional para estimação da irradiação solar utilizando imagens de satélite, como mostram Abreu et al. (1995) e Pereira et al. (1996). Foram instaladas cinco estações de três tipos, que diferem quanto à configuração dos instrumentos de medição utilizados. A estação do tipo I, localizada em Florianópolis pertence ao Programa BSRN (Baseline Surface Radiation Network) do WRMC (World Radiation Monitoring Center) sediado em Zurique na Suíça (<http://bsrn.ethz.ch>). Esta estação possui os dados qualificados conforme procedimentos estabelecidos pela WMO – Organização Meteorológica Mundial (1994). A estação do tipo II atende ao convênio firmado entre o LABSOLAR/UFSC e a AFF (Associação do Fruticultores de Fraiburgo) em Lebon Régis. Com relação ao tipo III, existem três estações que atendem ao convênio LABSOLAR/UFSC-CELESC, instaladas nos municípios de Maracajá, Joinville e Chapecó. No presente trabalho será feita uma descrição das configurações utilizadas em cada uma das estações.

## **Material e Métodos**

Todas as estações possuem instrumentos de medição de alta precisão. Os piranômetros utilizados para medição da irradiação solar são da marca Kipp & Zonen modelo CM11, considerados equipamentos “first class” ou “secondary standard”, podendo inclusive ser utilizados para calibração de sensores de classe imediatamente inferior. A utilização desses sensores segue recomendação da WMO/TD-No. 879 (1998) para a medida de irradiação solar global e difusa. Para a medição da irradiação direta e de onda longa são utilizados sensores da mesma categoria, porém fabricados pela Eppley. A WMO estabelece uma grande quantidade de requisitos e detalhes em vários níveis de instalação. Dentre eles pode-se citar a frequência de amostragem, detalhamento quanto à instalação das estações, precisão e qualidade dos instrumentos utilizados, manutenção e calibração dos mesmos. Também é recomendada a instalação de uma série de sensores de outras variáveis meteorológicas que devem acompanhar os radiômetros. Essas outras variáveis que devem também ser acompanhadas são pressão atmosférica, temperatura, umidade, temperatura de solo e relva e velocidade e direção do vento.

Quanto a localização das estações, elas foram distribuídas de forma a cobrir regiões com diferentes características de clima, relevo e vegetação para facilitar a calibração e validação do modelo de estimativa da irradiação solar através de imagens de satélite para o Estado. A distribuição das estações ao longo do Estado pode ser observada na figura 1.

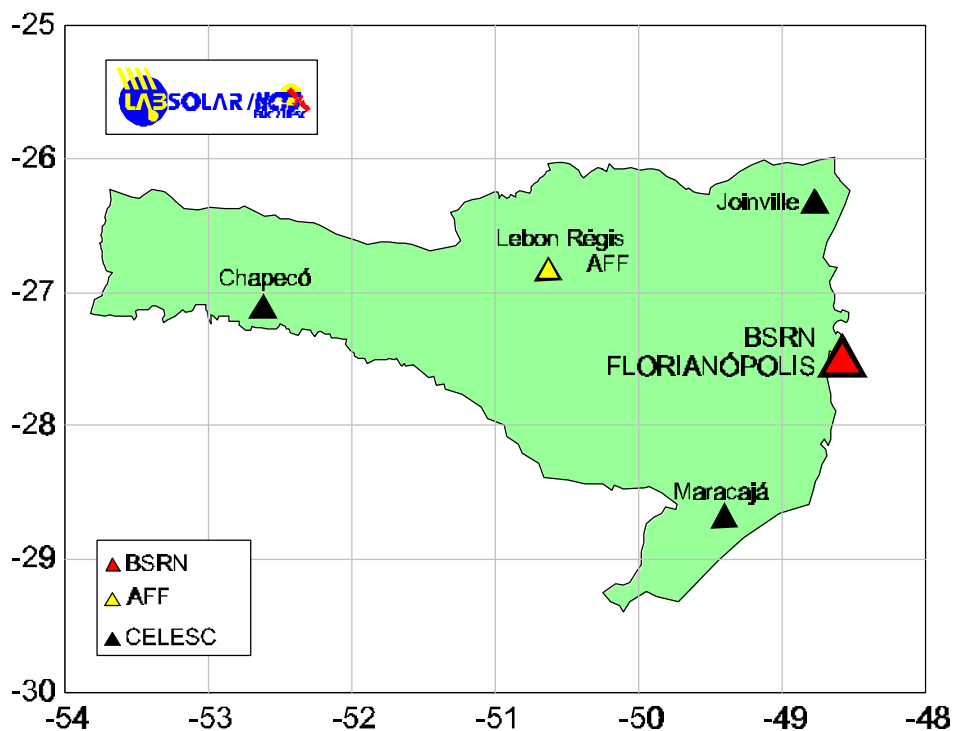


Figura 1. Distribuição das estações solarimétricas no Estado de Santa Catarina.

Seguindo a recomendação da WMO, a taxa de amostragem de dados é elevada. Os dados de irradiação e de velocidade e direção do vento são medidos a cada segundo e os dados de suporte meteorológicos a cada minuto. Ao final de cada minuto são armazenados os valores médio, máximo, mínimo e desvio padrão das componentes da irradiação solar e também é efetuado o armazenamento da leitura dos sensores meteorológicos.

Os dados armazenados nas estações são recuperados de forma remota. Periodicamente as estações de Maracajá, Joinville e Chapecó são acessadas via linha telefônica e os dados são armazenados em um banco de dados centralizado em Florianópolis.

Um exemplo de configuração típica utilizada nas estações pode ser visto na figura 2. Na Tabela 1 estão listados os sensores presentes em cada estação.

Tabela 1. Sensores presentes em cada estação da rede solarimétrica.

Sensores	Estação Solarimétrica				
	Florianópolis	Lebon Régis	Maracajá	Joinville	Chapecó
Data logger	X	X	X	X	X
NO-BREAK	X	X	X	X	X
Micro p/ "backup"	X	X	X	X	X
Radiação Global	X	X	X	X	X
Radiação Difusa	X	X	X	X	X
Radiação Direta	X				
Onda Longa	X				
Pressão	X	X	X	X	X
Temperatura	X		X	X	X
Umidade			X	X	X
TBU	X	X			
TBS	X	X			
Direção e vel. do vento	X	X	X	X	X
Temp. Solo		X	X	X	X
Temp. Relva		X	X	X	X

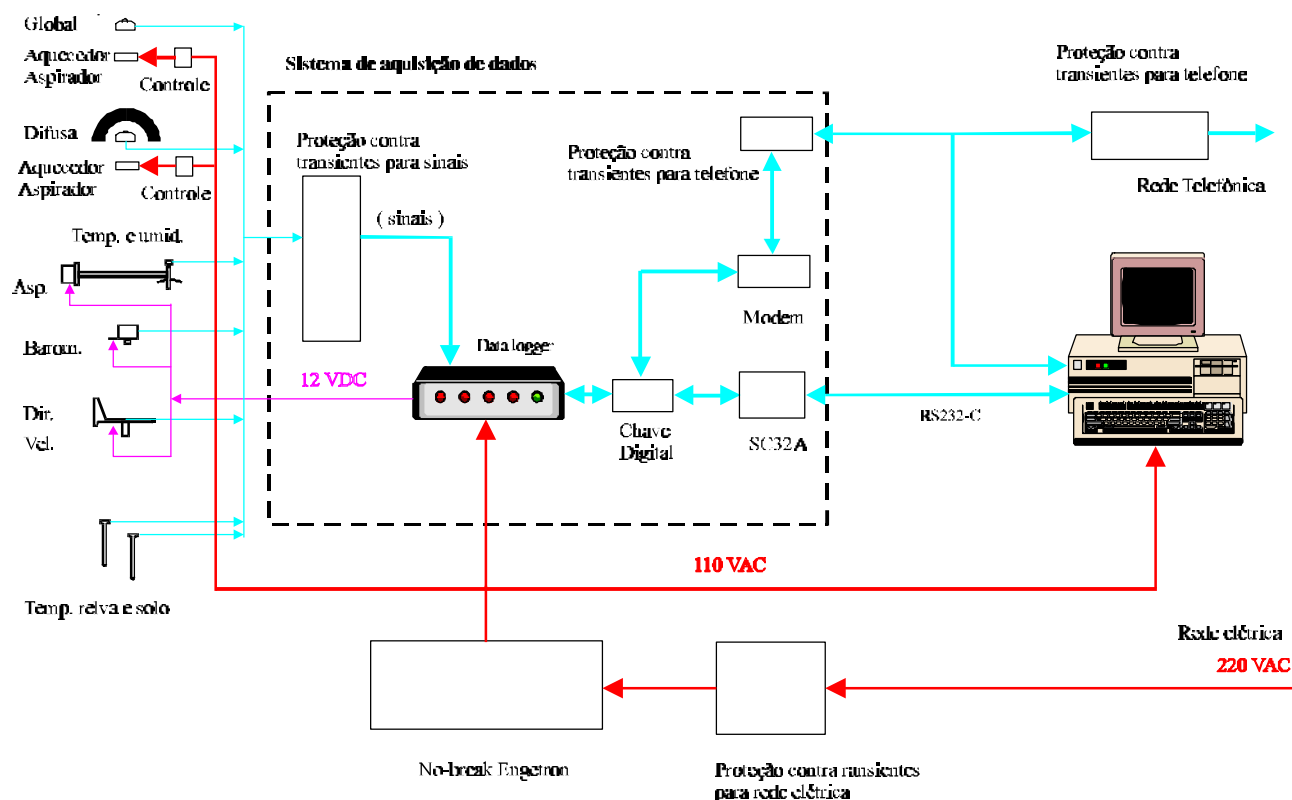


Figura 2 Esquema da estação solarimétrica do tipo III



Tabela 6. Dados adquiridos para a estação solarimétrica de Chapecó.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
98											1 a 24	
99	3 a 31	1 a 19										

Os dados adquiridos das estações estão sendo inseridos no banco de dados do LABSOLAR (<http://www.labsolar.ufsc.br>). Os dados da Estação de Florianópolis são pré qualificados e enviados para o banco de dados das estações BSRN em Zurique, onde recebem certificação de qualidade. Os dados das estações estão disponíveis para consulta, referência ou estudos complementares e podem ser obtidos junto aos autores. Uma carta típica do atlas de irradiação solar para o Brasil, já validado com os dados de algumas das estações mencionadas, pode ser vista na figura 3.

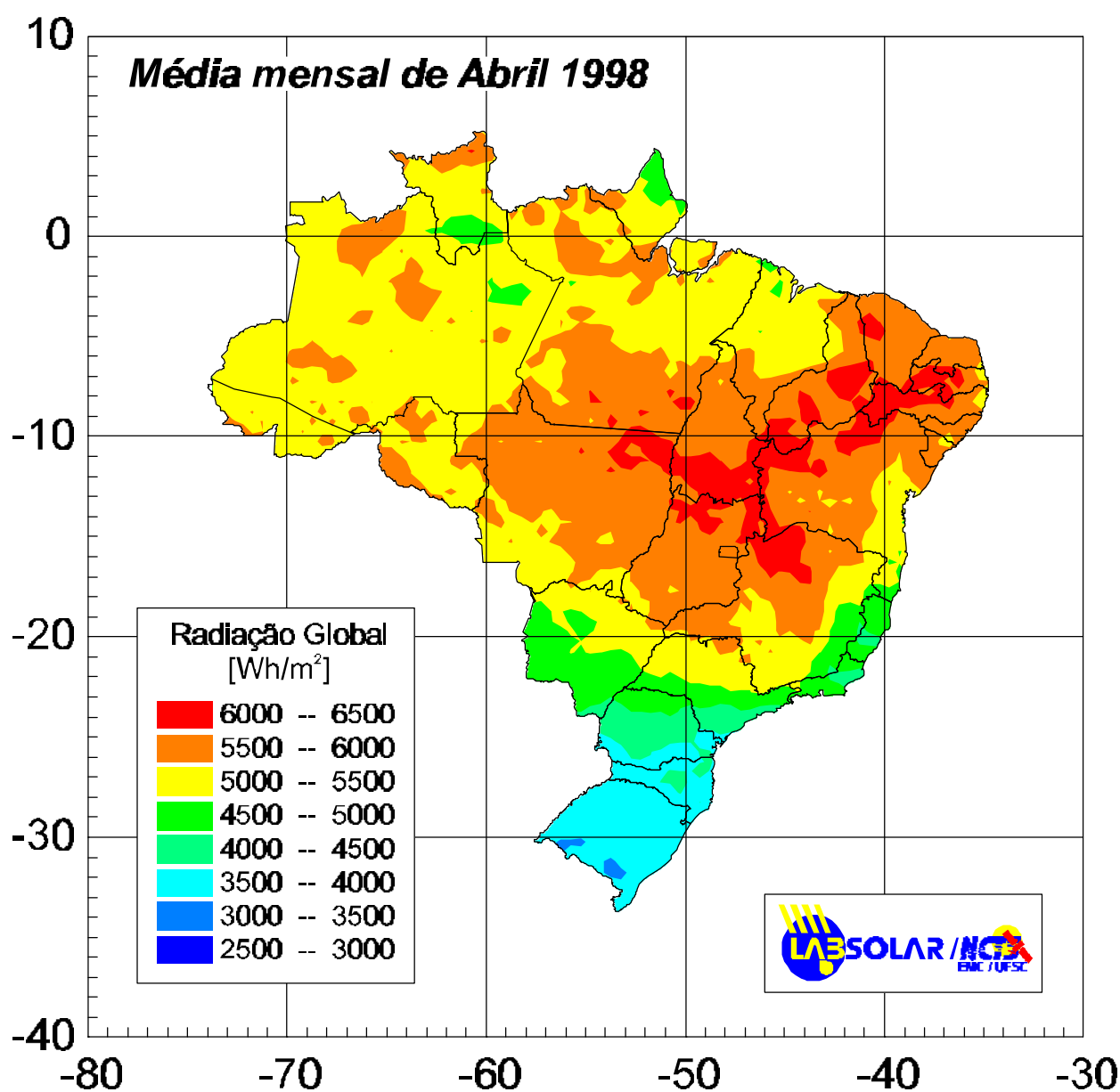


Figura 3 Média de radiação solar Global obtido a partir de imagens do Satélite GOES-8 e validado com os dados disponíveis das estações.

## **Bibliografia**

ABREU, S. L.de; PEREIRA, E.B.; COLLE S.; E COUTO, P. "Validação de um Modelo de Estimção da Radiação Solar Incidente na Superfície Utilizando Imagens de Satélite", COBEM-CIDIM/95 – XII Congresso Brasileiro e II Congresso Ibero Americano de Engenharia Mecânica, de 12 a 15 de Dezembro, Belo Horizonte – MG.

COLLE, S.; PEREIRA E. B.; INMET. Atlas de Irradiação Solar para o Brasil – 1ª versão para irradiação global derivada de satélite e validada na superfície. INMET-Brasília 1998.

Colle S.; Abreu S. L. de; Ruther, R. Uncertainty analysis of Solar Water Heating and Photovoltaic Systems submissão no. 0083 ISES Solar World Congress Jerusalém Israel 4 a 9 de julho de 1999.

PEREIRA, E. B.; ABREU, S. L.de; STUHLMANN R.; RIELAND, M.; COLLE, S. "Survey of the Incident Solar Radiation in Brazil by use of METEOSAT Satellite Data" in Solar Energy Vol 57 pp 125-132 1996.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION; McArthur, L J. B. Baseline Surface Radiation Network – Operations Manual V 1.0 1998 WMO/TD-No. 879.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION; WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAM ;WORLD RADIATION MONITORING CENTER Technical Plan for BSRN Data Management VERSION 2 MAY 1994.