



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GIA 11
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO XI

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS – GIA

Sonda - SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS PARA O SETOR DE ENERGIA

^{A B e C} Sylvio Luiz Mantelli Neto(*) ^A Enio Bueno Pereira ^A José Celso Thomaz Junior
^B Sergio Colle.

INPE CPTEC DMA - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS, DIVISÃO DE CLIMA E MEIO AMBIENTE.

RESUMO

O principal objetivo do projeto SONDA é fornecer uma base de dados confiável para ser utilizada no mapeamento e previsão climática, voltada ao setor energético. A utilização de formas renováveis de energia esbarra no conhecimento detalhado, na previsão e na disponibilidade dos recursos existentes. A formação de uma série histórica de dados confiável e de longa duração é indispensável para conhecer as tendências, a variabilidade do clima e o seu impacto no setor de transmissão e geração de energia eólica e solar. Os critérios técnicos que nortearam o estabelecimento da rede encontram-se descritos em termos gerais no presente trabalho.

PALAVRAS-CHAVE

Precisão, Validação, confiabilidade de dados.

1.0 - INTRODUÇÃO

O evento conhecido como “apagão” há alguns anos atrás trouxe uma série de transtornos à sociedade brasileira e expôs as vulnerabilidades que o setor de geração de energia elétrica possui em relação às condições climáticas vigentes. A coincidência de um longo período de seca, do aumento da demanda do fornecimento da energia aliada a um período de transição de regulação do setor elétrico em rumo à privatização, reduziu os níveis de grande parte dos reservatórios de água das hidroelétricas causando um colapso no abastecimento. A coincidência destes fatores adversos resultou na mudança da política de geração de energia elétrica Brasileira. Esta mudança foi na direção da diversificação do setor de geração para outras formas complementares de geração, para reduzir a grande dependência da geração elétrica do potencial hidráulico. Dentre as opções disponíveis para a geração de energia estão as fontes renováveis solar e eólica. Estas fontes também dependem fortemente das condições climáticas e de um levantamento especializado das condições operacionais para o uso. O conhecimento do potencial disponível para a geração de energia e das condições climáticas se equivale comparativamente em importância à quantidade de água disponível nos reservatórios para a geração de eletricidade a partir do potencial hidráulico.

Seguindo uma tendência mundial, decidiu-se investir no setor renovável, mas o levantamento acerca da disponibilidade de tais recursos existentes na ocasião era incompleta, inapropriada, imprecisa, dispersa ou regionalmente restrita ao setor privado. O levantamento dos recursos existentes no setor privado é tratado como

(A) INPE-CPTEC-DMA (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – Divisão de Clima e Meio Ambiente Av. dos Astronautas 1758 São José dos Campos SP Brasil CEP 12230-221.

(B) UFSC-EMC-LEPTEN/LABSOLAR (Universidade Federal de Santa Catarina - Departamento de Engenharia Mecânica – Laboratórios de Engenharia de Processos de Conversão e Tecnologia de Energia – Laboratório de Energia Solar) Campus Universitário Trindade — CEP 88040-900 Florianópolis, SC – Brasil
Tel: (+55 48) 3234-2161 ramal 221 – Fax: (+55 48) 3721-7615 – Email: sylvio@labsolar.ufsc.br

(C) Doutorando do Departamento EGC-UFSC - Engenharia do Conhecimento turma 2007.

segredo industrial e não é disponibilizado para a utilização de políticas públicas, que norteariam previsão orçamentária, aplicação de linhas de crédito e investimentos públicos no setor. Tal situação dificultava a obtenção de investimentos por parte das agências financiadoras nacionais e internacionais, especialmente quando se tentava preencher o requisito de análise de risco de investimentos. A partir desta lacuna, em uma iniciativa combinada entre as Nações Unidas através do programa UNDP-GEF (United Nations Development Program, Global Environment Facilities) e o MCT-FINEP (Ministério da Ciência e Tecnologia - Financiadora de Estudos e Projetos) foi proposto através de uma série de seminários a organização de um levantamento da disponibilidade das informações das fontes renováveis solar e eólica para toda a América do Sul e Caribe através dos projetos SWERA (Solar and Wind Energy Resource Assessment) e para a geração de uma base de dados para o Brasil o projeto SONDA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais para o Setor de Energia).

O projeto SWERA, financiado pelo UNDP, montou uma base de dados em sistema GIS (Geographic Information System) seria disponibilizado para consulta pública e para o estabelecimento de políticas públicas no setor renovável. Para o levantamento do potencial solar, foi utilizado como referência o Atlas de radiação solar baseado no modelo físico Brasil-SR desenvolvido em conjunto entre o INPE-CPTEC-DMA (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - Divisão de Meio Ambiente) e a UFSC-EMC-LABSOLAR (Universidade Federal de Santa Catarina –Departamento de Engenharia Mecânica- Laboratório de Energia Solar). Para o levantamento do potencial eólico, foi adotado o Atlas eólico em cooperação entre o INPE, CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) e diversas bases de dados levantados regionalmente por vários órgãos estaduais. O Brasil é um país de grandes dimensões territoriais. Este fato dificulta a obtenção dos dados necessários para um levantamento preciso de toda a disponibilidade de energia renovável existente. Por isto o levantamento é obtido utilizando um modelo físico que combina imagens e dados de satélite e dados de superfície. As imagens e os dados de satélite são as disponibilizadas pelo INPE, a partir do satélite GOES. O modelo físico utilizado é o Brasil - SR foi anteriormente desenvolvido para a geração de Atlas do Potencial Solar para o Brasil e alcançou um excelente nível de refinamento. Todo o processamento do modelo é executado utilizando recursos computacionais de médio porte. Maiores informações acerca do desenvolvimento do modelo físico computacional utilizado pode ser obtido através do trabalho publicado e citado na referência (3) e na página da internet: <http://www.cptec.inpe.br/swera>. O primeiro Atlas do Potencial Solar para o Brasil utilizando o modelo Brasil - SR foi gerado para o ano de 1998 na UFSC-EMC-LABSOLAR (Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Mecânica – Laboratório de Energia Solar) e pode ser obtido juntamente com informações adicionais na página da internet: <http://www.labsolar.ufsc.br/prodeserv.htm>. A geração dos Atlas para os anos seguintes está sendo feita pelo INPE-CPTEC-DMA e as imagens poderão ser visualizadas na própria página ou obtidas através do contato descrito na página do projeto SWERA.

O projeto SONDA, através de um financiamento do MCT-FINEP estabeleceu de forma pioneira para o Brasil uma rede na superfície de alcance nacional de estações de monitoração ambiental, para validar modelos de levantamento da disponibilidade de recursos renováveis solar e eólico, obtidos a partir de satélite, e para a previsão de vento, visando atender principalmente ao setor elétrico. A necessidade do estabelecimento de uma rede dedicada se deve principalmente ao fato de a maior parte das estações de monitoração climáticas existentes no presente e que poderiam atender ao projeto de mapeamento proposto, na realidade possuem infra-estruturas estabelecidas para atender aos setores de pesquisa básica e climatológica, e portanto, não existe atualmente um levantamento oficial do potencial existente para a geração de energia a nível nacional para uso público. As atividades da rede SONDA estão focalizadas na obtenção e no controle de qualidade dos dados gerados na superfície para validar mapeamento das energias solar e eólica além de atender outras áreas afins. A rede SONDA também fornece dados para o projeto SWERA. Para servir como rede de validação de dados para o levantamento de modelos via satélite, é necessário montar uma rede com instrumentos e sensores de alta precisão, com monitoração contínua. Além dos instrumentos de precisão, também estão sendo implantados para os dados obtidos pelo projeto SONDA, um procedimento de controle de qualidade de dados baseado nas normas internacionais vigentes.

O presente trabalho descreve em termos gerais a rede nacional estabelecida para atender os objetivos propostos pelo projeto, bem como os critérios utilizados para estabelecer uma rede de monitoração de precisão de grande dimensão.

2.0 - CRITÉRIOS PARA DESENVOLVIMENTO DA REDE

A rede SONDA possui três configurações básicas de estações de monitoração. Estações de referência, estações solares básicas e estações eólicas. Havendo também a possibilidade de combinações entre estações de referência e eólica e estações básica e eólica. Um mapa da distribuição das estações no território nacional esta ilustrada na figura 1. Um fato importante a ser destacado acerca da rede SONDA é que a rede foi dimensionada de tal forma a permitir que novas estações possam ser acrescentadas. Estações de outras instituições de pesquisas compatíveis existentes podem ser acrescentadas à rede e participar do programa de validação de imagens, qualificação de dados e calibração de sensores que neste momento esta sendo estabelecido. Uma avaliação acerca da adesão ao programa pode ser avaliada através do contato na página do projeto SONDA. Cada estação básica do projeto pode ser expandida para ser uma estação de referência. Isto permite que a rede

se expanda ao longo dos anos e permita um levantamento mais preciso dos dados de superfície. Os sensores de medida que equipam os três tipos de estações, de referência, solar básica e eólica são descritos na tabela 1.

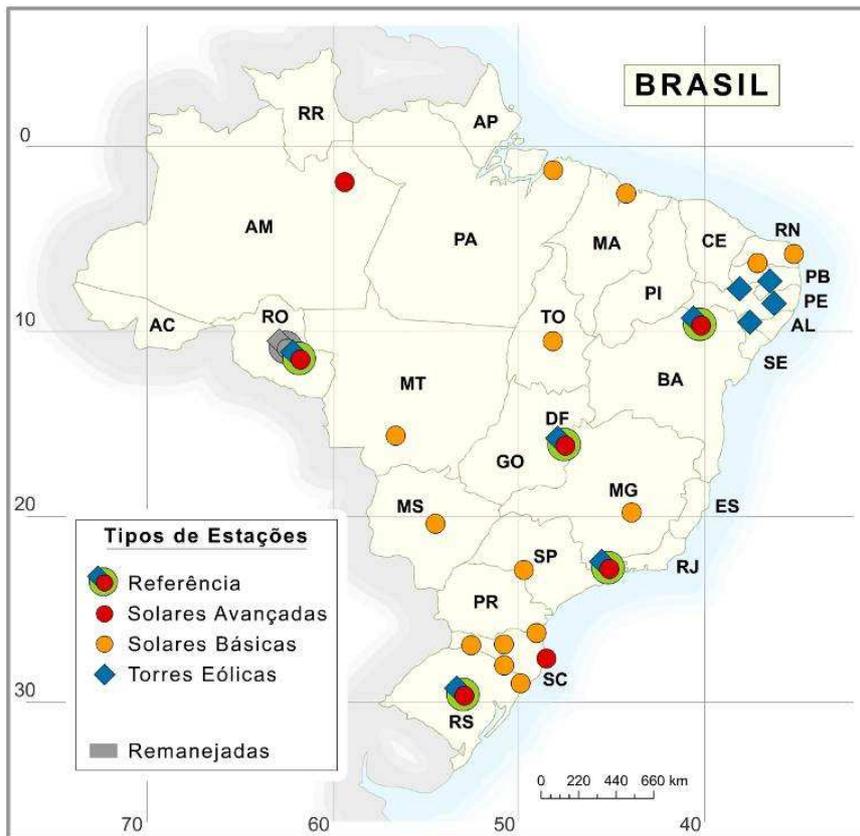


FIGURA 1 Distribuição das estações da rede SONDA no território nacional.

Grandeza	Sensor	Tipo de estação		
		Referência	Básica	Eólica
Global	CM11 ¹	*	*	
Direta	NIP ²	*		
Difusa	CM11 ¹		*	
Difusa de precisão	CM22 ¹	*		
Sistema de ventilação para radiação.	CVP ¹	*		
Rastreador solar	2AP ¹	*		
Anel de sombreamento.	CM121 ¹		*	
Onda Longa descendente	PIR ²	*		
Fotosinteticamente ativa	PAR ¹	*	*	
Iluminância	LUX ¹	*	*	
Temperatura e Umidade Aspirada	41372VC ³	*	*	
Temperatura abrigada	41342LC ³			
Pressão atmosférica	PTB101B ⁵	*	*	
Precipitação	TB4-L ⁴	*	*	
Velocidade e direção do vento a 10 m	5106-MA ³	*	*	*
Velocidade e direção do vento a 25 m	5106-MA ³			*
Velocidade e direção do vento a 50 m	5106-MA ³			*
Temperatura abrigada a 10 m	41342LC ³			*
Temperatura abrigada a 25 m	41342LC ³			*
Temperatura abrigada a 50 m	41342LC ³			*
Data logger	CR10X ⁸	*	*	*
Data logger	CR21X ⁸	*		
Internet	NL100 ⁸	*	*	
Imageador de nuvens	TSI-440 ⁷	*		
Aerossóis	AERONET ⁶	*		

¹ Kipp & Zonen, ² Eppley, ³ RMYoung, ⁴ Hidrological Services, ⁵ Vaisala, ⁶ Cimel, ⁷ YES, ⁸ CAMPBELL
TABELA 1 Descrição dos Sensores e grandezas medidas nas estações da rede SONDA.

A rede de monitoração de superfície do projeto SONDA, foi baseada na expansão da rede utilizada para levantamento do potencial solar e eólico do modelo Brasil-SR estabelecida no estado de Santa Catarina. Esta rede de estações que utiliza instrumentos de padrão secundário segundo os padrões WMO e ISO 9060(12), foi implantada a partir de um projeto estabelecido entre a CELESC (Centrais Elétrica de Santa Catarina) e a UFSC-EMC-LABSOLAR. Maiores detalhes acerca da rede de Santa Catarina podem ser consultados nas referências (3), (10) e (11). As estações de referência são estações que abrigam instrumentos de maior precisão e foram projetadas também para monitorar a variabilidade da disponibilidade da radiação solar ao longo dos anos. Para garantir a qualidade dos dados e inserir o Brasil em um programa de abrangência mundial, estas estações atendem aos requisitos necessários do programa WMO-WRMC-BSRN (World Meteorological Organization – World Radiation Monitoring Center - Baseline Surface Radiation Network). Maiores detalhes acerca deste programa poderá ser obtido através da página <http://bsrn.ethz.ch> e das referências (13) e (14). Além da rede de estações um sistema de coleta ambientais em escala nacional com estações integradas a internet para monitoração “on-line” para garantir a continuidade dos dados foi implantado.

2.1 O uso de equipamentos de precisão

De uma forma geral, na área de pesquisa ambiental não há uma preocupação fundamental com a qualidade dos sensores ou das medidas a serem tomadas. Alguns critérios de avaliação não são normalmente considerados tais como: análise de incertezas, resposta espectral e angular do sensor, recomendações e restrições do fabricante para o uso do sensor para determinadas finalidades, medidas no modo diferencial ou comum, aterramento, etc. Em geral um bom sistema de medidas tem custo considerável. Mas o custo adicional se compensa em uma melhor robustez, repetibilidade, estabilidade com o tempo ou temperatura, etc. Como as estações de superfície serão utilizadas para validar imagens de satélite e variação climática ao longo dos anos optou-se por radiômetros do tipo padrão secundário. Para as demais variáveis climáticas procurou-se atender aos requisitos da WMO ou BSRN conforme recomendado pelas referências bibliográficas mencionadas em (1) e (2).

2.2 Garantia na qualidade dos dados.

A qualidade dos dados gerados envolve não somente a utilização de equipamentos de precisão, mas também o procedimento operacional e a adesão a uma norma ou padrão de qualidade já estabelecida. Após a aquisição, os dados brutos são submetidos a uma qualificação baseada nos procedimentos recomendados pela WMO mencionada nas referências bibliográficas (1) E (2). Os procedimentos utilizados na qualificação dos dados da rede SONDA também estão documentados na forma de publicação na referência (5). A análise de incertezas das estações estabelecidas esta em fase de levantamento, para atender também aos requisitos estabelecidos nas normas ISO (6).

2.3 Base de dados climático e ambientais

Uma base de dados climáticos e ambientais de cada estação, ainda em fase de implantação, esta sendo disponibilizada na internet na internet para consulta na página do projeto SONDA. Esta base de dados, possui um código de validação inserido junto aos dados, que classifica os dados de acordo com cinco níveis de validação. Corretos, fisicamente possível, validação cruzada, de acordo com o modelo físico e dados suspeitos. Maiores detalhes acerca dos critérios utilizados pode ser consultado nas referências (4) e (5).

2.4 Calibração dos sensores da rede

Esta previsto a elaboração de um procedimento para calibração e controle de sensores envolvidos nas medidas, baseado em normas internacionais. As estações possuem vários tipos de sensores. Os sensores de radiação solar, são rastreados por padrões fornecidos pela WMO por um pirheliômetro de cavidade absoluta adotado como padrão mundial e produzido pela Eppley <http://www.eppleylab.com>. Também de acordo com recomendação ISO, existe um procedimento para a calibração dos piranômetros e pirheliômetros. O LABSOLAR da UFSC possui um padrão de referência radiação rastreado utilizado para calibrar os padrões secundários. O LIM (Laboratório de Instrumentação Meteorológica do INPE-CPTEC) já possui infra-estrutura necessária para calibrar os piranômetros e diversos outros sensores (temperatura, umidade, pressão, etc.) conforme recomendo pelo INMETRO. Tal cuidado com o rastreamento dos sensores, deve-se ao fato de os dados certificados poderem ser utilizados nos levantamentos para estudos de viabilidade nas agências financiadoras de órgãos nacionais e internacionais além de redes de monitoração compatíveis com as de nível internacional. Maiores detalhes a respeito da disponibilidade de tais procedimentos poderão ser obtidos na página do LIM (Laboratório de Instrumentação Meteorológica do CPTEC) <http://lim.cptec.inpe.br>.

2.5 Status das estações

As estações estão sendo implantadas gradualmente desde o início do projeto em 2002 e encontra-se na sua fase final de implantação. O estabelecimento das estações foi feito através de convênios com inúmeros órgãos públicos, privados, instituições e ensino etc. O Status atual das estações pode ser visualizado na tabela 2.

Estação	Parceria	Status	Tipo
AM – Balbina UHE	ELETRONORTE	Manutenção	BSRN
RO – Ouro Preto D'Oeste	UFRO	Normal	Eólica
RO – Rolim de Moura	UFRO	Parcial	BSRN
MT - Cuiabá	INPE	Normal	Básica
MS – Campo Grande	UNIDERP	Normal	Básica
TO - Palmas	UFTO	Normal	Básica
MA – São Luiz	INPE	Normal	Básica
DF - Brasília	EMBRAPA	Normal	Referência
RN - Natal	UFRN e INPE	Em implantação	Básica
RN - Caicó	PREFEITURA	Parcial	Básica
PA – São João do Cariri	UFCG	Normal	Eólica
PE - Triunfo	UFPE e PREFEITURA	Normal	Eólica
PE – Belo Jardim	UFPE e PREFEITURA	Normal	Eólica
PE - Petrolina	EMBRAPA	Parcial	Referência
AL – Piranhas UHE Xingó	UFPE e CHESF	Manutenção	Eólica
MG – Belo Horizonte	UFMG e PUCC	Planejada	Básica
SP - Ourinhos	UNESP e PREFEITURA	Normal	Básica e eólica
SP – Cachoeira Paulista	INPE	Em implantação	BSRN
SC - Florianópolis	UFSC-LABSOLAR	Normal	BSRN
SC - Sombrio	UFSC-LABSOLAR, EAFS EPAGRI.	Normal	Básica
SC - Joinville	UFSC-LABSOLAR, UNIVILLE.	Normal	Básica
SC - Chapecó	UFSC-LABSOLAR, EPAGRI.	Em implantação	Básica
SC – Lebon Regis	UFSC-LABSOLAR, AGF e EPAGRI.	Normal	Básica
SC – Campos Novos SE	UFSC-LABSOLAR, e ELETROSUL	Normal	BSRN e eólica
RS – São Martinho da Serra	INPE e UFSM	Normal	Referência
PA – Belém	UFPA	Planejada	Básica

TABELA 2 Status atual das estações da rede SONDA.

3.0 - CONCLUSÃO

O estabelecimento de uma Rede Nacional de Dados Ambientais para o setor elétrico de precisão encontra-se atualmente em fase de conclusão. Os dados das estações estão sendo monitorados e coletados on-line pela internet aonde existe a disponibilidade de conexão direta com o sistema de aquisição de dados, através do centro de controle do INPE-CPTEC-DMA-LIM. Nos locais aonde não existe esta conexão os dados das estações são enviados “a posteriori” pelo operador local. Um procedimento de qualificação de dados foi estabelecido de acordo com os critérios estabelecidos pela WMO e BSRN (5).

Foi acrescentada à base de dados energética uma base de dados climáticos ambientais (4) que esta disponível para consulta através do endereço eletrônico na página do projeto SONDA.

Se encontra em andamento as análises de incertezas das estações para atender a norma ISO/IEC/NBR 17025 (Requisitos gerais para competência de laboratórios de calibração e ensaios). Um procedimento de calibração de sensores de radiação solar baseado nas normas ISO (7, 8 e 9) foi estabelecido, baseado nos padrões recomendados pela WMO.

Um laboratório de padrões de calibração de instrumentos meteorológicos esta em fase de implantação no INPE-CPTEC-DMA-LIM, para garantir a rastreabilidade dos dados medidos pelos sensores. Atualmente se encontra em implantação as grandezas de pressão atmosférica, temperatura e umidade do ar. Futuramente esta prevista a extensão para procedimentos de calibração de pluviômetros e anemômetros. Os dados da rede SONDA também foram utilizados para validação dos modelos de previsão de disponibilidade de energia solar que foram gerados pelo projeto SWERA para os anos de 1995 a 2005 que estão em fase de publicação final.

4.0 - AGRADECIMENTOS

MCT-FINEP através do projeto 22.01.0569.00 (FAPEU 223/2001) que forneceu o suporte financeiro para a implantação da rede SONDA.

Ao engenheiro Jorge Nogueira e aos técnicos Jorge Melo e José Carlos de Andrade, todos do INPE-CPTEC-LIM pelo suporte técnico na fase de implantação das estações da rede SONDA.

CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina) pelo suporte financeiro na implantação da rede piloto de monitoração de superfície no Estado de Santa Catarina conforme referência (11).

A todas as instituições conveniadas que, operam as estações de superfície cooperando com o projeto SONDA.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation 6 ed. World Meteorological Organization n. 8 1996.
- (2) BSRN Operations Manual version 2.1 World Meteorological Organization, World Climate research program. L. J. B. MacArthur April 2004.
- (3) Update of technical plan for BSRN data management. Technical report 2 v. 1.0 October 9,1998. World Climate Research Program, World Radiation Monitoring Center, Baseline Surface Radiation Network.
- (3) COLLE, Sergio ; ABREU, Samuel Luna de ; COUTO, Paulo ; MANTELLI NETO, S. L. ; PEREIRA, Enio Bueno ; RASCHKE, E. ; STUHLMANN, R. . Distribution of Solar Irradiation in Brazil Derived From Geostationary Satellite Data. In: International Solar Energy Society, 1999, Jerusalém. Anais do International Solar Energy Society, 1999.
- (4) MARTINS, Fernando Ramos ; PEREIRA, Enio Bueno ; YAMASHITA, C. ; PEREIRA, S. V. ; MANTELLI NETO, S. L. . Base de dados climático-ambientais aplicados ao setor energético - Projeto SONDA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. p. 3563-3570.
- (5) CHAGAS, Rafael Carvalho ; MARTINS, Fernando Ramos ; PEREIRA, Enio Bueno ; GUARNIERI, R. A. ; Asiel Bonfin Junior ; Silvia Garcia de Castro ; Eliana Soares de Andrade ; MANTELLI NETO, S. L. . Procedimentos de Validação de Dados de Radiação Solar da Rede de Estações do projeto SONDA. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006, Florianópolis. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006.
- (6) Albertazzi, A. e Souza, A.. Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial. Publicação interna do setor de informação da Fundação CERTI da Universidade Federal de Santa Catarina, 1994. (Livro a ser lançado em fase final de impressão).
- (7) Solar Energy – Calibration of field pyrheliometers by comparison to a reference pyrheliometer. ISO 9059:1990
- (8) Solar Energy – Calibration of a pyranometer using a pyrheliometer. ISO 9846:1993
- (9) Solar Energy – Calibration of field pyranometer by comparison to a reference pyranometer. ISO 9847:1992
- (10) Mantelli Neto S. L., Abreu S., Colle S. Rede de Estações Solarimétricas para o Estado de Santa Catarina no XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia 19-24 Julho de 1999 em Florianópolis SC.
- (11) Relatório final do convênio entre a UFSC e a CELESC em 28/04/1997. Publicada também na forma de relatório no Diário Oficial do Estado de Santa Catarina em 05/05/1997 Processo CELESC N. 13317.
- (12) Kipp & Zonen CM11 Pyranometer Brochure and CM11 Instruction Manual.
- (13) World Climate Research Program – Baseline Surface Radiation Network, Report of the Sixth BSRN Science and Review Workshop, Melbourne Australia, 1-5 may 2000.
- (14) World Climate Research Program – Baseline Surface Radiation Network, Operations Manual V. 2.1 L. J. B. McArthur 2004.
- (15) As especificações técnicas dos sensores podem ser obtidas junto aos fabricantes nos seguintes endereços eletrônicos.

<http://www.kippzonen.com>

<http://www.eppleylab.com>

<http://www.rmyoung.com>

<http://www.campbellsci.com>

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Sylvio Luiz Mantelli Neto

Nascido em Campinas, SP em 09 de Agosto de 1960.

Especialização em Instrumentação Nuclear IPEN-USP em 1980.

Graduação em Engenharia Elétrica/Eletrônica na UNIVAP São José dos Campos em 1986.

Pós-Graduação em Engenharia de Computação na Universidade de Waterloo no Canadá em 1995.

Mestrado em Ciências da Computação da UFSC em Santa Catarina em 2000.

Doutorando em Engenharia e Gestão de Conhecimento da UFSC desde 2007.

Empresa: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais desde 1982.

Pesquisador da Divisão de Clima e Meio Ambiente - DMA, do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC, atualmente redistribuído na UFSC-EMC-LABSOLAR desde 1995.

Enio Bueno Pereira

Nascido em São Paulo/SP-Brasil, em 29 de outubro de 1948.

Graduação (1973) em Física, Instituto de Física-USP / SP.

Mestrado (1977): Instituto Astronômico e Geofísico – USP / SP.

Doutorado PHD (1980) em Geofísica, W.M. Rice University, Houston, Texas, USA.

Empresa: INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, desde 1982.

Pesquisador Sênior e Chefe da Divisão de Clima e Meio Ambiente - DMA, do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC. : INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Sergio Colle

Nascido em Morro da Fumaça em

Graduação

Mestrado

Doutorado

Empresa: Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Engenharia Mecânica Laboratório de Engenharia de Processos e Conversão de Energia – LEPTEN da UFSC

Atualmente: Professor Titular e coordenador geral do LEPTEN (LABTUCAL, LABBOILING e LABSOLAR).

José Celso Thomaz Junior

Nascido em São Paulo/SP-Brasil, em 05 de Novembro 1961.

Graduação (1982) Licenciatura em Física, UNESP-SP.

Mestrado (1986) ITA-SP, Física.

Doutorado (1992) em Physique des Gaz et des Plasmas, Universyte de Paris XI (Paris-Sud), U.P.XI, Orsay, França

Empresa: INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, desde 1999.

Pesquisador da Divisão de Clima e Meio Ambiente - DMA, do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC. Chefe do LIM Laboratório de Instrumentação Meteorológica.