

QUALIFICAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE DADOS DE RADIAÇÃO SOLAR MEDIDOS EM FLORIANÓPOLIS - SC

Samuel L. de Abreu – samuel@emc.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Energia Solar
Campus Universitário SN - Trindade – Florianópolis, SC 88040-900 Brasil

Sergio Colle – colle@emc.ufsc.br

Anand P. Almeida – anand@labsolar.ufsc.br

Sylvio Luiz Mantelli Neto – sylvio@labsolar.ufsc.br

***Resumo.** Programas de simulação de sistemas térmicos solares e simulação térmica de edificações tem como uma das variáveis de entrada principais a intensidade da radiação solar na superfície. Atualmente esses dados estão disponíveis para países onde as medidas da radiação solar incidente na superfície foram realizadas ininterruptamente durante longos períodos, permitindo que através de uma série de procedimentos estatísticos fosse possível gerar anos meteorológicos típicos, a serem utilizados em simulações. No Brasil os dados de radiação medidos em superfície foram calculados em estações distribuídas ao longo de todo o território, instaladas na maioria das vezes por iniciativas de grupos isolados. Os dados provenientes dessas estações correspondem em geral a curtos períodos de medição, não tem nenhuma padronização de formatação final e são difíceis de encontrar, devido a inexistência de uma centralização dessas informações. No presente trabalho serão descritos passos que devem ser seguidos para, agregar maior confiabilidade aos dados brutos medidos nas estações solarimétricas. Os dados aqui utilizados correspondem ao período de 1990 a 1999, medidos na estação solarimétrica do Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina em Florianópolis.*

***Palavras-chave:** Energia Solar, Radiação Solar, Aquecimento Solar, TMY*

1. INTRODUÇÃO

Para a simulação do desempenho de sistemas de aquecimento solar, comportamento térmico de edificações e sistemas fotovoltaicos, é necessário o conhecimento da radiação solar disponível e outras variáveis meteorológicas acessórias (temperatura, umidade, pressão, etc.). Essa necessidade justifica a existência de inúmeros trabalhos de medição e de modelos para estimação da radiação solar incidente na superfície. Os dados mais comuns de serem encontrados são as médias mensais dos totais diários e os totais horários ambos em uma superfície horizontal. Esses dados podem se referir a uma determinada data ou períodos representativos das médias. Os procedimentos estatísticos utilizados para a determinação das médias dependem da finalidade dos dados e da origem deles. Autores distintos sugerem diferentes alternativas para geração de arquivos de radiação solar.

No caso de médias mensais de longo prazo, já existem disponíveis diversos trabalhos de compilação para vários países. Nos EUA foram publicados os manuais de radiação solar para coletores e construções (Marion e Wilcox, 1994 e 1995) que se utilizam do NSRDB (National

Solar Radiation Database, 1992 e 1995) para médias mensais da radiação solar e outras variáveis meteorológicas. Na Europa foi desenvolvido um trabalho semelhante que resultou em um atlas de radiação solar europeu (CEC, 1984). A Organização Mundial de Meteorologia (WMO) através do Centro Mundial de Dados de Radiação (World Radiation Data Centre) também realizou uma compilação que inclui países do mundo inteiro (WMO, 1985), porém não são apresentados valores para nenhuma localidade do Brasil.

Em outras situações são necessários totais horários de radiação solar na superfície. No caso dos EUA o banco de dados de radiação solar horários resultou nos chamados TMYs (Ano Meteorológico Típico). A primeira versão de TMY foi desenvolvida por Hall *et al.* (1978) incluindo dados de 26 estações espalhadas pelos EUA em um período de 23 anos. Este trabalho foi concluído utilizando o banco de dados do NSRDB (1992) que engloba 239 estações dos EUA em um período de 30 anos (1961-1990), resultando no TMY2 (Marion e Urban, 1995). Na Europa esse tipo de banco de dados é mais conhecido como TRY (Ano de Referência para Testes) e não existe nenhum trabalho mais completo que englobe dados de vários países, a maioria dos dados disponíveis vem de iniciativas individuais e pode-se destacar os trabalhos de Festa e Ratto (1993) - Itália, Lund (1995) - Dinamarca e Argiriou *et al.* (1999) - Grécia, entre outros. Para outros países do mundo destacam-se os trabalhos de Mosalam e Tadros (1994) - Egito e Schweitzer (1978) - Israel.

No Brasil os trabalhos existentes são bastante escassos e provenientes de iniciativas isoladas. Como compilação de dados para diversas localidades pode-se destacar o trabalho de Goulart *et al.* (1997) que apresenta dados climáticos para 14 cidades, porém sem incluir dados de radiação solar. O Instituto Nacional de Meteorologia INMET publicava trimestralmente um boletim onde apresentava os dados de radiação da sua rede de estações em totais diários, que era o único trabalho de abrangência nacional. Outras instituições monitoram regionalmente a radiação solar, entre elas empresas do setor elétrico, algumas universidades e institutos de pesquisa espalhados pelo país. Esses dados caracterizam-se por serem em geral de uso exclusivo da entidade que realizou as medições, não apresentarem nenhuma forma de padronização e os períodos de medição serem descontínuos e curtos.

O Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina (LABSOLAR) mede continuamente a radiação solar incidente desde o ano de 1990. Essa iniciativa ocorreu graças a um convênio internacional que possibilitou a instalação em Florianópolis de uma estação solarimétrica/meteorológica que faz parte da BSRN - Baseline Surface Radiation Network, que é uma rede de estações de superfície para monitoramento da radiação solar e outras variáveis climáticas. Essa rede é gerenciada pela WMO com auxílio de institutos de pesquisa e serviços meteorológicos de diversos países. Atualmente a BSRN conta com mais de 30 estações espalhadas por todo o planeta. Além da estação de Florianópolis, o LABSOLAR ainda mantém estações em Balbina-AM (BSRN), Lebon Régis-SC, Maracajá-SC, Joinville-SC e Chapecó-SC.

O objetivo do presente trabalho é apresentar a experiência adquirida no tratamento de dados de radiação solar da estação de Florianópolis. São descritos procedimentos de qualificação e complementação de dados e também de geração de dados necessários para a confecção de um arquivo para simulação de sistemas de energia solar.

2. QUALIFICAÇÃO DE DADOS

Na estação de Florianópolis são medidos os valores de radiação solar global, direta e difusa, radiação de onda longa, temperatura de bulbo seco e úmido, velocidade e direção do vento. Na Tabela 1 estão listadas as variáveis medidas e o respectivo instrumento utilizado para medição. Os dados de radiação da estação de Florianópolis são medidos a cada 2

segundos e registradas as médias a cada intervalo de 2 minutos, os valores de temperatura umidade pressão atmosférica são lidos e armazenados no meio do intervalo de 2 minutos.

Tabela 1. Variáveis medidas e sensores utilizados

Variável	Símbolo	Sensor	Modelo	Descrição
Radiação global	I	piranômetro	Kipp & Zonen CM11	
Radiação direta	I_b	pirheliômetro	Eppley NIP	Rastreador solar Eppley SMT3
Radiação difusa	I_d	piranômetro	Kipp & Zonen CM11	Anel de sombreamento CM121 Disco de sombreamento
Radiação onda longa	I_{ol}	pirgeômetro	Eppley PIR	
TBS	TBS	termômetro	PT100	Psicrômetro Thies
TBU	TBU	termômetro	PT100	Psicrômetro Thies
Velocidade do vento		anemômetro	Thies	
Direção do vento		indicador	Thies	

Os sensores de radiação, de variáveis meteorológicas acessórias e sistema de aquisição foram escolhidos de maneira a proporcionar uma incerteza de medição dentro dos limites determinados pela BSRN. Detalhes descritivos da localização e aspectos gerais do local escolhido também devem seguir uma padronização, propiciando um melhor controle sobre possíveis influências externas aos valores medidos. Maiores detalhes sobre os equipamentos utilizados e local escolhido para uma estação podem ser vistos em McArthur (1998). Quanto a calibração, todos os sensores devem ser periodicamente comparados a uma referência de classe superior. No caso da estação de Florianópolis, um radiômetro de cavidade Eppley Hickey-Frieden é utilizado como referência para calibração dos demais sensores de radiação solar.

No caso particular da radiação difusa, ela é medida de duas formas diferentes, com anel e com disco de sombreamento. A medição com disco de sombreamento é a mais precisa, pois o anel de sombreamento obstrui o horizonte visível. Em contrapartida o equipamento utilizado é mais sofisticado e erros de medição devido a desalinhamento do disco ocorrem com mais frequência. Devido a esse fato, optou-se por utilizar os dados medidos com disco de sombreamento apenas para determinar fatores de correção para a radiação medida com anel de sombreamento. O fator de correção utilizado é do tipo proposto por Dehne (1984) com coeficientes gerados a partir de dados medidos em Florianópolis (Abreu *et al.* 1999) e tem a seguinte forma:

$$f_{DKB} = 1,15017 - 0,0772317 (I_d / I)^3 - 0,000960871 \delta - 6,78397 \times 10^{-8} (1/\tau^*) \quad (1)$$

onde δ é a declinação solar do dia [graus] e τ^* é o fator de transmitância da radiação direta expresso por:

$$\tau^* = \log[I_0 / (I - I_d)] \quad (2)$$

onde I_0 é a radiação extraterrestre na superfície horizontal [W/m^2].

Caracterizada a qualidade dos sensores utilizados e corrigida a radiação difusa, deve-se caracterizar a qualidade dos dados de radiação medidos. A BSRN recomenda alguns critérios para escolha de dados, divididos em quatro etapas a saber: verificação se os dados são fisicamente possíveis, dados extremamente raros, intervalos de comparação e avaliação visual (Gilgen *et al.*, 1995). No presente trabalho será dada atenção especial à qualificação dos dados de radiação solar.

O primeiro passo a ser seguido é a verificação dos dados fisicamente possíveis. Na Tabela 2 estão listados os limites considerados possíveis para a radiação solar global e as suas componentes direta e difusa. O objetivo desse primeiro passo é a eliminação de erros grosseiros cometidos durante as medições ou o manuseio dos dados.

Tabela 2. Limites fisicamente possíveis da radiação solar

Variável	Limite inferior [W/m^2]	Limite superior [W/m^2]
Radiação global	0	constante solar (1367) ^(*)
Radiação direta	0	constante solar (1367) ^(*)
Radiação difusa	0	radiação extraterrestre + 10

(*) Iqbal (1983)

O segundo passo é a verificação da existência de valores medidos que se enquadrem dentro de limites que dificilmente acontecem. Esse passo serve para que seja dada atenção especial aos dados considerados improváveis. Os limites estabelecidos para esse passo são exibidos na Tabela 3.

Tabela 3. Valores extremamente raros

Variável	Limite superior [W/m^2]
Radiação global	radiação extraterrestre (se $Z^{(*)} < 80$) radiação extraterrestre + $0,56(Z-93,9)^2$ (se $Z \geq 80$)
Radiação direta	constante solar \times excentricidade $\times 0,9^{m(**)}$
Radiação difusa	700 W/m^2

(*) ângulo zenital

(**) $m = 1/(\cos Z + 0,15/(93,885 - Z)^{1,253})$ – massa ótica

O estabelecimento de intervalos de comparação objetiva detectar desalinhamentos dos sensores de medição de radiação direta e difusa. Na Tabela 4 estão listados os intervalos de comparação utilizados. Partindo-se do pressuposto de que as medições da radiação global são mais confiáveis, no primeiro caso, valores abaixo do limite inferior significam desalinhamento do pirheliômetro e valores acima do limite superior são devidos a desalinhamento do anel de sombreamento. No segundo caso ocorre o inverso, ou seja, valores abaixo do limite inferior significam desalinhamento do anel de sombreamento e acima do limite superior significam desalinhamento do pirheliômetro.

Tabela 4. Intervalos de comparação

Variável	Limite inferior [W/m ²]	Limite superior [W/m ²]
$I_b \times \cos Z$	$(I - I_d) - 50$	$(I - I_d) + 50$
$I - I_d$	$I_b \times \cos Z - 50$	$I_b \times \cos Z + 50$

O próximo passo é uma verificação visual da variação de cada uma das componentes da radiação ao longo do dia. Nessa etapa podem ser detectados erros de medição que não foram verificados através dos outros métodos e também pode-se verificar se um valor enquadrado na categoria “extremamente raro” trata-se ou não de um erro de medição.

Quanto às demais variáveis, são estabelecidos limites com base na experiência adquirida. A temperatura é limitada pelos valores máximos e mínimos já registrados no local de medição acrescidos de um intervalo de segurança. A pressão atmosférica é considerada válida dentro de um intervalo selecionado de maneira semelhante. No caso da umidade é difícil detectar problemas de medição, visto que valores de umidade em torno de 100% podem significar tanto uma umidade muito alta como que o sensor da temperatura de bulbo úmido está seco.

3. MÉTODOS DE PREENCHIMENTO DAS DESCONTINUIDADES

Após a realização dos passos mencionados, os dados em que existem suspeitas de agregarem erros de medição são eliminados do banco de dados. O resultado são as descontinuidades nos arquivos, que são indesejáveis em simulações que exijam dados que variem em intervalos horários.

Primeiramente os dados de radiação antes do nascer do sol e depois do por do sol são considerados iguais a zero. Em seguida, nos arquivos de dados em intervalos de 2 minutos, todas as falhas de até 10 minutos das radiações global e de onda longa, temperatura, umidade e pressão são completadas por interpolação. Dados de radiação solar direta e difusa que não existam apesar da existência dos dados de radiação global são completados da seguinte forma:

Caso a - radiação global e direta medidos:

$$I_d = I - I_b \times \cos Z \quad (3)$$

Caso b – radiação global e difusa medidos:

$$I_b = (I - I_d)/\cos Z \quad (4)$$

Caso c – apenas radiação global é medida:
direta e difusa não são completados

A etapa seguinte é totalizar e realizar as médias na base horária. Nessa etapa, a inexistência de algum dado durante o período de uma hora invalida toda a hora. Para os valores de radiação global, direta, difusa e onda longa são feitas as totalizações durante o período, enquanto para os dados de temperatura, umidade e pressão são calculadas as médias.

Após a integração em intervalos horários é feito o preenchimento dos dados ausentes de radiação global, onda longa, temperatura, umidade e pressão por interpolação linear para um intervalo de até 2 horas.

O último passo é estimar os dados de radiação direta e difusa a partir da radiação global utilizando correlações estatísticas. Um modelo para estimar a radiação difusa a partir da radiação global e outras variáveis meteorológicas foi desenvolvido para Florianópolis (Pereira *et al.*, 1996), porém os dados de radiação difusa utilizados para a determinação dos coeficientes da correlação foram medidos com anel de sombreamento sem nenhuma correção. Por isso, optou-se em utilizar a correlação proposta por Reindl *et al.* (1990) que tem a seguinte forma:

para $0 \leq k_T \leq 0,3$ e restringindo-se I_d/I a valores menores ou iguais a 1

$$\frac{I_d}{I} = 1,020 - 0,254k_T + 0,0123 \cos Z \quad (5)$$

para $0,3 < k_T < 0,78$ e restringindo-se I_d/I ao intervalo entre 0,1 e 0,97

$$\frac{I_d}{I} = 1,400 - 1,749k_T + 0,177 \cos Z \quad (6)$$

para $0,78 \leq k_T$ e restringindo-se I_d/I a valores maiores que 0,1.

$$\frac{I_d}{I} = 0,486k_T - 0,182 \cos Z \quad (7)$$

Nas Eqs. (5), (6) e (7), $k_T = I/I_0$. A parcela da radiação direta é calculada subtraindo-se a parcela difusa estimada da radiação global conforme a Eq. (4).

Mesmo após o procedimento de complementação de dados, ainda persistem uma série de discontinuidades devido a períodos mais longos sem medição de algumas das variáveis meteorológicas. Na Tabela 5 é apresentado um resumo das falhas nas medições de radiação da estação de Florianópolis após a qualificação e o preenchimento dos dados.

Tabela 5. Número de horas sem valores medidos de radiação em Florianópolis

Mês	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1	182	117	312	164	68	95	61	ND	62	0
2	65	61	364	30	46	84	0	ND	6	26
3	77	33	66	33	73	53	7	166	4	17
4	121	22	198	136	22	87	59	15	11	0
5	30	10	180	12	54	48	61	2	43	127
6	30	30	81	53	21	37	9	23	13	64
7	27	9	ND	2	24	29	7	0	8	-
8	36	54	9	10	18	5	36	23	3	-
9	70	50	20	37	13	12	0	29	8	-
10	60	12	19	13	5	43	0	0	36	-
11	120	12	84	63	29	18	0	57	12	-
12	84	24	57	8	124	96	281	0	0	-

(*) ND – dados não disponíveis

4. BANCO DE DADOS PARA SIMULAÇÃO

Os trabalhos publicados relativos a criação de anos típicos para simulação, apresentam uma série de estatísticas sobre os valores medidos de maneira a determinar em qual ano que determinado mês melhor representa a média de todo o período. No caso dos dados de Florianópolis, o número de anos de medição ainda é pequeno e o procedimento estatístico de seleção de meses característicos não fornece ainda resultados definitivos.

Utilizou-se então a seguinte metodologia. Inicialmente foram calculados os totais diários de todos os dias completos, descartando os dias em que haviam falhas na medição da radiação. Na Tabela 6 estão listados o número de dias falhos em cada um dos meses do período em análise. Em seguida foram calculadas as médias mensais dos totais diários dos meses com mais de 60% de dias completos e a média desses meses durante todo o período. O mês cujo valor médio mais se aproximou da média do período, foi escolhido como mês característico. Em alguns casos o mês característico ocorreu em anos onde alguma variável meteorológica não havia sido medida (temperatura, umidade ou pressão), nesses casos o mês escolhido foi o de segunda média mais próxima da média do período. Na Tabela 7, estão as médias mensais de todo o período e os valores médios dos respectivos meses escolhidos.

Como os meses escolhidos para fazerem parte do ano típico apresentam dias falhos, estas descontinuidades foram preenchidas com o dia mais próximo da média mensal. Nos meses adjacentes de diferentes anos e em dias que foram completados, os dados de temperatura, umidade e pressão foram ajustados linearmente utilizando as 3 últimas horas do dia anterior e as 3 primeiras do dia seguinte.

O banco de dados resultante é um arquivo anual contendo os valores das radiações global, direta, difusa e extraterrestre, e da temperatura e umidade, totalizados em intervalos horários utilizando como referência temporal o horário GMT.

Tabela 6. Número de dias falhos por mês durante o período de análise

Mês	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1	14	9	24	14	8	11	5	ND	5	0
2	5	6	28	4	5	9	0	ND	2	3
3	7	3	6	3	8	7	1	18	1	3
4	11	2	18	14	3	10	9	4	1	0
5	3	1	7	2	8	9	8	1	6	23
6	3	3	9	6	3	5	2	3	2	8
7	3	1	ND	1	4	4	1	0	2	-
8	4	6	1	2	2	2	5	4	1	-
9	7	5	2	4	2	2	0	4	2	-
10	5	1	2	2	1	5	0	0	3	-
11	10	1	9	7	4	3	0	5	1	-
12	7	2	5	2	11	8	24	0	0	-
total	79	40	142	61	59	75	55	98	26	-

(*) ND – dados não disponíveis

Tabela 7. Médias mensais características de radiação global durante o período de análise – MJ/m²dia

Mês	Média geral	Média mês	ano
1	20.6	20.4	1999
2	19.0	18.9	1993
3	16.5	15.9	1998
4	14.5	14.0	1998
5	12.4	12.3	1998
6	10.0	10.0	1995
7	10.3	9.5	1995
8	12.2	12.8	1994
9	13.2	13.4	1994
10	15.8	15.3	1998
11	20.1	20.7	1998
12	22.1	23.5	1992

5. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados até agora apontam para a necessidade de um controle mais rigoroso das medições, visto que o número de dias falhos não tem diminuído ao longo dos anos. Apesar disso períodos de falhas mais longos podem ser justificadas devido a mudança dos equipamentos de medição (início de 1992) e de local da estação (início de 1997). Os resultados apresentados ainda não são definitivos e novos métodos para recuperação de dados a partir de outras variáveis meteorológicas ainda estão sendo discutidos.

Os dados medidos nas estações espalhadas pelo país deveriam ser padronizados com relação a critérios estabelecidos por uma comissão formada por membros dos diferentes grupos que realizam medições. Essa comissão seria responsável por rever os critérios de qualificação e preenchimento de dados incompletos e por viabilizar a criação de um banco de dados único facilitando o acesso futuro dos dados em projetos de pesquisa.

O trabalho de qualificação e controle de dados de radiação exige uma série de cuidados que fazem com que esta atividade demande muito tempo. A maneira ideal de proceder é realizar os trabalhos de complementação e qualificação imediatamente após as medidas serem realizadas, pois dados antigos em geral são mais difíceis de recuperar e a verificação de possíveis problemas de medição pode ser detectada e corrigida mais rapidamente,

A continuidade das medições é fundamental para a realização dos procedimentos estatísticos. O período de dados medidos a disposição ainda é insuficiente para garantir resultados representativos estatisticamente da radiação incidente, os TMY2s por exemplo, englobam 30 anos de dados medidos. Portanto, a medição com critérios pré estabelecidos deve ser iniciada muitos anos antes da geração dos bancos de dados, o que dificulta muito o trabalho feito por universidades, visto que recursos para a manutenção de estações solarimétricas em funcionamento em geral são provenientes de projetos cuja duração é restrita a alguns anos.

A metodologia apresentada pode servir como ponto de partida para a confecção de arquivos horários para simulação em outros locais do país, onde dados de radiação estejam disponíveis de forma semelhante. A mesma metodologia já está sendo aplicada às estações da rede sob responsabilidade do LABSOLAR (Balbina - AM, Lebon Régis – SC, Maracajá – SC, Joinville – SC e Chapecó – SC).

REFERÊNCIAS

- Argiriou, A., Lykoudis, S., Kontoyiannidis, S., Balaras, C. A., Asimakopoulos, D., Petrakis, M. and Kassomenos, P., 1999, Comparison of methodologies for TMY generation using 20 years data for Athens, Greece, *Solar Energy*, vol. 66, n. 1, pp. 33-45.
- Abreu, S. L., Colle, S. e Almeida, A. P., 1999, Determinação de um fator de correção para a radiação solar difusa medida com anel de sombreamento, *Anais XV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica*, 22-26 de Novembro, Águas de Lindóia, SP.
- CEC – Commission of the European Communities, 1984, *European Solar Radiation Atlas*, Vol. 1, *Global Radiation on Horizontal Surfaces*, Vol. 2, *Inclined Surfaces*, W. Palz ed., Koln, Germany.
- Colle, S., Abreu, S. L.; Couto, P.; Mantelli, S.; Pereira, E. B.; Raschke, E.; e Stuhlmann, R., 1999, Distribution of solar irradiation in Brazil derived from geostationary satellite data, *Proceedings of the ISES - International Solar Energy Society 1999 Solar World Congress*, July 4-9, Jerusalem, Israel.
- Dehne, K., 1984, Diffuse solar radiation measured by the shade ring method improved by a correction formula, *Proceedings of the WMO Conference, Instruments and observing methods*, Rep. n. 15, pp. 263-267, Noordwijkerhout, Holanda.
- Festa, R. & Ratto, C. F., 1993, Proposal of a numerical procedure to select Reference Years, *Solar Energy*, vol. 50, n. 1, pp. 9-17.
- Gilgen, H., Whitlock, C. H., Koch, F., Müller, G., Ohmura, A., Steiger, D. and Wheeler, R., 1995, *Baseline Surface Radiation Network - Technical plan for BSRN data management*, Version 2.1, WMO/TD-No.443, World Radiation Monitoring Centre – WRMC, Zurich, Switzerland.
- Goulart, S., Lamberts, R. e Firmino, S., 1997, *Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 Cidades Brasileiras*, Núcleo de Pesquisa em Construção - UFSC, Florianópolis, SC.
- Hall, I. J., Prairie, R. R., Anderson, H. E. e Boes, E. C., 1978, Generation of a Typical Meteorological Year, *Proceedings of the 1978 Annual Meeting, American section of ISES - International Solar Energy Society*, vol. 2, pp. 669-671, Denver, USA.
- Iqbal, M., 1983, *An Introduction to Solar Radiation*, Academic Press,
- Lund, H., 1995, *The Design Reference Year User's Manual*, Thermal Insulation Laboratory, Technical University of Denmark, Report 274.
- Marion, W & Urban, K., 1995, *User's Manual for TMY2s*, NREL/SP-463-7668, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA.
- Marion, W. & Wilcox, S., 1994, *Solar Radiation Data Manual for Flat-Plate and Concentrating Collectors*, NREL/TP-463-5607, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA.
- Marion, W. & Wilcox, S., 1995, *Solar Radiation Data Manual for Buildings*, NREL/TP-463-7904, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA.
- McArthur, L. J. B., 1998, *Baseline Surface Radiation Network – Operations manual*, Version 1.0, WMO/TD-No.879, Atmospheric Environment Service, Ontario, Canada.
- Mosalam Shaltout, M. A., & Tadros, M. T. Y., 1994, Typical Solar Radiation Year for Egypt, *Renewable Energy*, vol. 4, 387-393.
- NSRDB - National Solar Radiation Database – Vol. 1, 1992, *User's Manual – National Solar Radiation Database (1961-1990)*, Version 1.0, National Climatic Data Center, Asheville, NC, USA.
- NSRDB - National Solar Radiation Database – Vol. 2, 1995, *Final Technical Report: National Solar Radiation Database (1961-1990)*, NREL/TP-463-5784, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA.

- Pereira, E. B., Abreu, S. L. e Colle, S., 1996, Determinação de uma correlação para o cálculo da radiação solar difusa incidente a partir da radiação solar global, Anais VI ENCIT / VI LATCYM, Novembro - 1996, Florianópolis, SC.
- Reindl, D. T., Beckman, W. A. e Duffie, J. A., 1990, Diffuse fraction correlations, Solar Energy, vol. 45, n. 1, pp. 1-7.
- Schweitzer, S. 1978, A possible “average” weather year on Israel’s coastal plain for solar system simulations, Solar Energy, vol. 21.,pp. 511-515.
- WMO – World Meteorological Organization, 1985, Solar Radiation and Radiation Balance Data (The World Network) (Annual data compilations, 1964-1985), World Radiation Data Centre, Voeikov Main Geophysical Observatory, Leningrado, Russia.

QUALIFICATION AND RECOVERING OF SOLAR RADIATION DATA MEASURED AT FLORIANOPOLIS - SC

***Abstract.** The incident solar radiation is one of the most important inputs for simulation programs of solar thermal systems and of thermal behavior of buildings. Actually, these kind of data are well known for countries where long-term measurements of incident solar radiation are available. This fact allows the use of statistical procedures to generate typical meteorological years for simulation. In Brazil, solar radiation data are measured in sites spread all over the country by individual efforts. These data are usually measured only during short periods of time, does not have any standardization, and also are not easy to access. The present work describes the steps of qualification and data-filling used to handle the raw data measured in a specific location. The present data were measured in the radiometric station of the Solar Energy Laboratory (Federal University of Santa Catarina) in Florianopolis, for the period of 1990 to 1999.*

***Keywords:** Solar Energy, Solar Radiation, Solar Heating, TMY*