AVALIAÇÃO E AJUSTES EM MODELO PARA ESTIMATIVA DE DADOS HORÁRIOS DE RADIAÇÃO GLOBAL HORIZONTAL COM BASE NA COBERTURA DE NUVENS

Pereira, Michel – michel@labeee.ufsc.br
Carlo, Joyce – joyce@labeee.ufsc.br
Lamberts, Roberto – lamberts@labeee.ufsc.br
Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil

1.3 Sequências de Dados

Resumo: *Medições de radiação solar no Brasil, embora importantes, não são comuns e contínuas para se caracterizar de forma confiável sua distribuição no espaço e no tempo. Dados de radiação solar são de difícil obtenção, principalmente pelos elevados custos de instalação e manutenção dos equipamentos exigidos para a sua medição. Ao contrário, registros meteorológicos de cobertura de nuvens são mais comumente obtidos em diversos locais, de forma contínua por longa série de anos, o que torna interessante aproveitá-los para a estimativa de dados confiáveis de radiação solar. Este trabalho tem por objetivo avaliar métodos para a estimativa de radiação global horizontal, com base na cobertura de nuvens, visando sua implementação em arquivos climáticos para simulação de desempenho energético de edificações. Para tanto, dois modelos foram estudados, sendo ajustados para estimativa de outros climas com referência em um Atlas de radiação solar do Brasil. Inicialmente foram selecionadas quatro cidades: Belém, Brasília, São Paulo e Recife; distribuídas em diferentes latitudes, procurando obter assim uma boa cobertura do território brasileiro. Devido a qualidades inerentes aos modelos, como precisão e simplicidade de calibração, um deles foi escolhido, sendo então a pesquisa estendida a outras nove cidades, a saber: Curitiba, Fortaleza, Maceió, Natal, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís e Vitória. Em cada uma dessas cidades o modelo teve seus coeficientes diferentemente calibrados, seguindo como base o Atlas de radiação solar. Finalizando o processo, estes dados estimados de radiação solar foram adicionados aos arquivos climáticos existentes e disponibilizados para simulação energética.*

Palavras-chave: *Radiação global horizontal, Arquivos climáticos, Simulação energética de edificações*

1. INTRODUÇÃO

O estudo do clima nas cidades é recente, sendo visado, principalmente a partir do século XX. Existem poucas estações que apresentam dados medidos de radiação horária ou médias de longo prazo de radiação solar no plano horizontal. Estes dados são de difícil obtenção, principalmente pelos elevados custos de instalação e manutenção dos equipamentos exigidos para a medição da radiação. Além disso, como existe uma variabilidade não apenas sazonal, mas também interanual de radiação solar incidente, o monitoramento deve ser contínuo, o que também não ocorre.

Devido às dificuldades de obtenção de dados de radiação solar, modelos analíticos ou empíricos têm sido largamente utilizados na predição de valores úteis às várias aplicações científicas ligadas à Arquitetura e Engenharia Civil.

MENDES et al (2005) comentam que, no ano de 1992, a falta de arquivos climáticos compilados para uso em programas de simulação dificultava a simulação de edificações no país.

Medições de radiação solar no Brasil, embora importantes, não são comuns e contínuas para se caracterizar de forma confiável sua distribuição no espaço e no tempo. Ao contrário, registros meteorológicos de cobertura de nuvens são mais comumente obtidos em inúmeros locais de forma contí-

nua por longa série de anos. Por isso é importante transformá-los em dados confiáveis de radiação solar, visando sua utilização em programas de simulação de desempenho térmico e energético de edificações.

Os arquivos TRY disponíveis para simulação energética são arquivos climáticos que fornecem dados horários de temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), pressão, direção e velocidade de ventos, nebulosidade, entre outros, mas que não contam com dados de radiação, fator de grande influência no desempenho enérgico. Buscando simulações mais realistas, torna-se necessário completar os arquivos já existentes com dados de radiação, estimados com base nos dados de nebulosidade presentes nos arquivos TRY de origem.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo avaliar métodos para a estimativa de radiação solar, com base na cobertura de nuvens, visando sua implementação em arquivos climáticos para simulação de desempenho térmico de edificações.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dois modelos de estimativa de radiação solar com base na cobertura de nuvens foram inicialmente analisados, buscando, a partir destes, optar por um modelo que apresente boa estimativa, assim como facilidade na utilização e calibração, para as diferentes cidades levadas em consideração neste trabalho. Os dois modelos que fazem parte deste estudo são apresentados abaixo, sendo eles: Método de Pitta e Método de Kasten.

PITTA (2001) desenvolveu uma equação para estimar a radiação solar diária para a cidade de Florianópolis, elaborada com auxílio de dados medidos no LABSOLAR, Laboratório de Energia Solar da UFSC. A equação possui a nebulosidade e a radiação solar extraterrestre como dados de entrada, tendo ainda os coeficientes a, b e c, que se alteram de mês a mês, em razão do ciclo anual do sol. A estimativa da radiação solar é dada por:

$$I_g = \left(c + b.\left(\frac{C}{10}\right) - a.\left(\frac{C}{10}\right)^2 \right) * I_0 \qquad (1)$$

Sendo:

Ig - radiação solar [W/m^2];
I_0 - radiação extraterrestre [W/m^2];
C - nebulosidade [em décimas];
a, b, c - coeficientes mensais.

O Método de Kasten é descrito em THEVENARD e BRUNGER (2001) e é considerado um modelo relativamente simples e de fácil utilização. No que diz respeito à nebulosidade, utiliza somente a cobertura total de nuvens, não levando em consideração o tipo das mesmas. A radiação para céu claro é dada por:

$$I'_g = I_o.A.\exp\left(-B.T_l.m\right) \qquad (2)$$

E a radiação global é calculada por:

$$I_g = I'_g.\left(1 - a.C.A^b\right) \qquad (3)$$

Onde:

$I'g$ - radiação para céu claro [W/m2];

I_0 - radiação extraterrestre [W/m^2];
T_l - fator de turbidez de Linke;
m- massa de ar;
Ig - radiação global [W/m^2];
C - nebulosidade [em décimas];
a, b, A, B - coeficientes específicos para cada cidade.

O Atlas de Irradiação Solar [COLLE e PEREIRA, 1998] foi desenvolvido no LABSOLAR, e trata-se de uma consolidação de dados de irradiação global, computados com o algoritmo do modelo físico BRAZILSR, com base em dados de satélite. Em resumo, o modelo BRAZILSR estima a radiação solar incidente na superfície a partir dos dados de cobertura efetiva de nuvens, obtidos com um satélite geoestacionário, e das transmitâncias nas duas condições atmosféricas extremas: céu claro e céu nublado. Os dados brutos, na forma digital, são coletados em intervalos de três horas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Divisão de Satélites Ambientais (INPE/DAS). O Atlas apresenta imagens de radiação mensal e as variabilidades diárias no mês, fornecidas em Wh/m^2. As imagens foram construídas efetuando-se as médias de radiação mês a mês no período de 1995 a 1998, empregando-se todos os dados disponíveis neste período. Assim, as imagens do Atlas representam meses típicos do período de 1995 a 1998.

Buscando a minimização da diversidade de arquivos climáticos, a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Enginners* (ASHRAE) usou os arquivos TMY2 como base para o desenvolvimento dos arquivos *International Weather for Energy Calculations* (IWEC). Os arquivos que deram origem aos IWEC são os arquivos TMY2, procedentes de mais de 900 localidades fora do Canadá e dos Estados Unidos. O modelo final escolhido para cálculo de radiação solar nos arquivos IWEC foi o Método METSTAT para radiação de céu claro junto com o Método de Kasten para as outras condições.

O projeto SWERA (Solar and Wind Energy Resource Assessment), está provendo dados solares e de ventos e ferramentas de informação geográficas para o público e executivos do setor privado que estão envolvidos com o desenvolvimento do mercado de energia. Trata-se de informação de alta qualidade em recursos de energia solar e de ventos, trazendo projetos de energia renovável para países em desenvolvimento de dois modos: em primeiro lugar, mostrando o potencial global para energia renovável em um país; em segundo, por que informação confiável específica do local é necessária para analisar os méritos de projetos individuais. O Projeto SWERA está compilando tais dados em 13 países em desenvolvimento.

4. METODOLOGIA

Os métodos apresentados neste trabalho visam à estimativa de radiação solar no plano horizontal com base na cobertura de nuvens. Foram realizadas duas estimativas: a primeira através da Eq. (1), com os coeficientes a e b mantidos os mesmos para todo país, enquanto o coeficiente c é determinado individualmente para cada uma das cidades do estudo, sendo a partir de agora, este método chamado Método LabEEE; a segunda estimativa foi feita com as Eqs. (2) e (3), tomando-se novos coeficientes a, b, A e B para cada uma das cidades, ficando este modelo conhecido por Método Kasten adaptado.

Para a realização deste estudo foram selecionadas cidades distribuídas em diferentes latitudes, de modo a representarem uma boa cobertura do território brasileiro. A cidade de Belém (01º14’ S) representa a região norte, Brasília (15º36’ S) o centro-oeste, São Paulo (23º32’ S) o sudeste e Recife (08º04’ S) a região nordeste. A região sul fica representada pela cidade de Florianópolis (27º50’ S), cidade origem do Método Pitta, onde há disponibilidade de dados medidos. Para as estimativas de radiação das cidades aqui analisadas, os valores de pressão e nebulosidade foram obtidos dos arquivos TRY.

4.1. Método Kasten adaptado - Ajuste dos coeficientes a, b, A e B:

Os valores mensais de fator de turbidez de Linke foram obtidos de mapas providos pelo sítio www.helioclim.org, baseado em KASTEN (1996). Outros dados necessários para a estimativa são: ângulo horário, declinação, e radiação extraterrestre; que foram calculados com base na época do ano e na latitude da cidade em questão.

Os coeficientes foram ajustados empiricamente baseados nas médias mensais do LABSOLAR (COLLE e PEREIRA, 1998). Em algumas cidades, foi necessário o acréscimo de uma constante C, para correção das médias mensais. Os resultados são apresentados na Tab. (1).

Tabela 1: Coeficientes das Eqs. (2) e (3) adaptados para as quatro cidades brasileiras.

	a	b	A	B	C
Belém	0.016	0,009	0,300	0,010	-4400
Brasília	0.020	0,012	3,150	0,020	-1800
Recife	0,010	0,009	3,600	0,028	-2000
São Paulo	0.034	0,082	7,000	0,034	

Com estes dados, implementou-se o Método Kasten adaptado e os valores horários de radiação global horizontal foram obtidos.

4.2. Método LabEEE - Cálculo do coeficiente c:

Nesta etapa do trabalho, as médias mensais de radiação geradas pelo Método LabEEE foram comparadas com as fornecidas pelo LABSOLAR. Os coeficientes a e b originais, Tab. (2), obtidos por PITTA (2001) não foram alterados, enquanto o coeficiente c foi adaptado de forma a se conseguir a menor diferença entre as médias do LABSOLAR e as do Método LabEEE.

Tab. 2: Coeficientes a e b

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
a	-1,01	-0,85	-0,50	-0,39	-0,26	-0,46	-0,64	-0,66	-0,58	-0,77	-0,60	-0,40
b	0,78	0,62	0,10	-0,04	-0,08	0,03	0,14	0,23	0,15	0,29	0,20	-0,10

Por fim, foi calculada a radiação de forma horária, em todos os dias do ano. Os valores dos coeficientes mensais c dessa forma estimados são mostrados na Tab. (3).

Tabela 3: Coeficientes c da Eq. (1), adaptados para as quatro cidades brasileiras.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Belém	0,67	0,66	0,825	0,865	0,71	0,70	0,68	0,70	0,85	0,72	0,67	0,84
Brasília	0,76	0,74	0,80	0,79	0,77	0,76	0,65	0,80	0,82	0,955	0,80	1,00
Recife	0,52	0,58	0,80	0,80	0,76	0,78	0,645	0,60	0,72	0,68	0,70	0,85
São Paulo	0,58	0,63	0,77	0,80	0,79	0,81	0,80	0,76	0,71	0,85	0,71	0,90

A publicação dos arquivos TMY do Projeto SWERA possibilitou uma segunda opinião sobre a qualidade dos dados estimados. Para tanto, os valores de nebulosidade total, fornecidos no pacote de dados do Projeto SWERA, foram inseridos no algoritmo, gerando valores de radiação global horizontal, que foram plotados em gráficos juntamente com os valores de radiação global horizontal disponibilidados pelo Projeto SWERA.

5. RESULTADOS

5.1 Médias mensais

Os resultados obtidos pelo Método LabEEE foram manipulados produzindo médias mensais, sendo utilizados na confecção de gráficos comparativos, juntamente com médias mensais disponíveis de outras fontes, a saber: LABSOLAR, Kasten adaptado e IWEC. O Método LabEEE foi calibrado a partir dos dados disponibilizados por LABSOLAR, apresentando assim coincidência de valores em todos os meses do ano.

Como casos extremos, são apresentados abaixo os gráficos da pior e da melhor correlação conseguida entre os métodos estudados e os dados disponíveis. A cidade de Belém apresentou a pior correlação, e a melhor delas foi obtida com a cidade de Recife.

Na Fig. (1), observa-se que o Método Kasten adaptado apresenta equivalência de valores com os dados do LABSOLAR, e conseqüentemente com LabEEE, nos meses de fevereiro a agosto e em dezembro, tendo como maior variação uma diferença na ordem de 1000 Wh/m^2 no mês de setembro. As médias de IWEC se equivalem às do LABSOLAR nos meses de maio a agosto e de outubro a dezembro, diferindo por aproximadamente 1000 Wh/m^2 nos demais meses. As médias obtidas pelo Método LabEEE encontram-se em um nível intermediário entre as médias IWEC, que se mostraram as menores de todas, e as médias do Método Kasten adaptado, as maiores. Uma exceção para este caso ocorre no mês de setembro, onde a média obtida pelo Método LabEEE foi superior às demais.

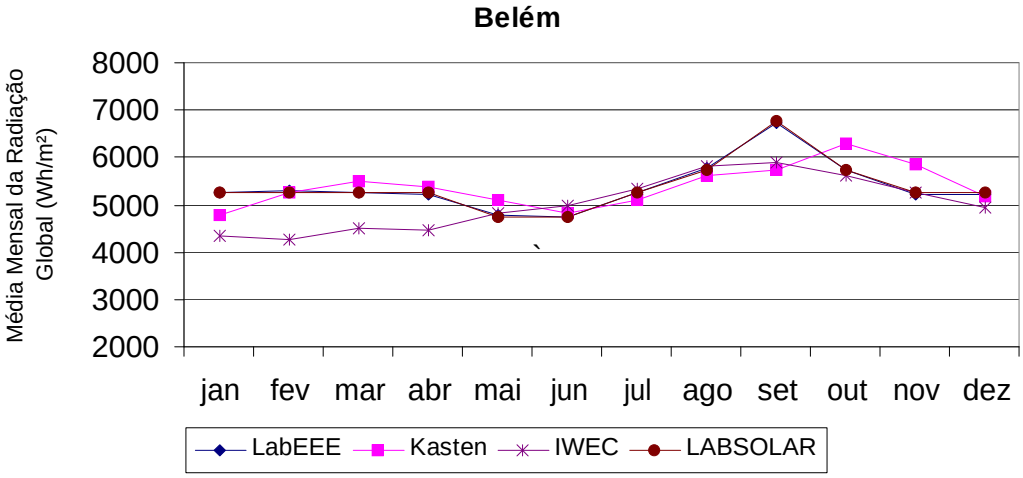

Figura 1: Médias mensais de totais diários de radiação solar para Belém.

As médias mensais da estimativa feita para Recife são apresentadas na Fig. (2). Percebe-se como as médias de LABSOLAR, Kasten adaptado e IWEC seguem uma mesma tendência. Os dados Kasten adaptado e LABSOLAR aproximam-se muito nos meses de fevereiro a junho e de setembro a dezembro, diferindo, nos demais, em aproximadamente 900 Wh/m^2. Novamente, as médias IWEC mostraram-se inferiores a todas as outras; as médias do Método Kasten adaptados foram as que apresentaram os maiores valores entre todas as fontes e as médias obtidas pelo Método LabEEE apresentaram valores intermediários entre as duas anteriores, com exceção nos meses de julho e agosto, onde são inferiores mesmo às IWEC.

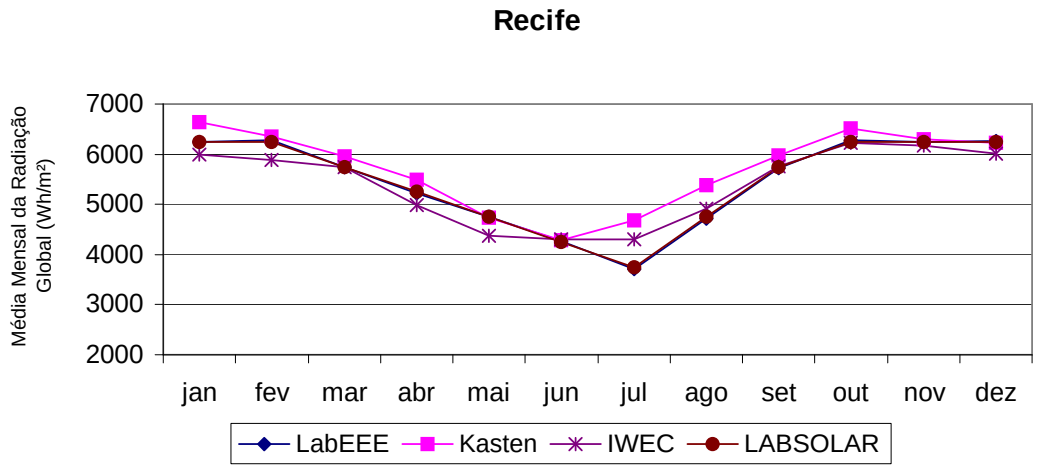

Figura 2: Médias mensais de totais diários de radiação solar para Recife.

Pela observação dos resultados obtidos com as médias mensais, como mostrado nas Figs. (1) e (2), conclui-se que o Método LabEEE adequou-se melhor aos dados do Atlas do que o Método Kasten adaptado, sendo então adotado para implementação dos arquivos climáticos destas quatro cidades assim como de mais nove cidades, a saber: Curitiba, Fortaleza, Maceió, Natal, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís e Vitória.

5.2 Dados horários

Critério semelhante ao anterior foi escolhido para a comparação do Método LabEEE com os valores horários providos pelo Projeto SWERA. Deste modo, são mostrados novamente os dois extremos da situação: a pior das correlações, obtida para a cidade de Belém; e a melhor delas, para a cidade de Recife.

Neste caso, a curva do gráfico chamada Swera apresenta os valores de radiação cedidos pelo pacote de dados do Projeto SWERA. A curva LabEEE2 refere-se aos valores médios mensais obtidos quando a nebulosidade horária oriunda de SWERA foi inserida no Método LabEEE para se obter valores horários de radiação; e finalmente, a curva LabEEE1 representa os valores médios mensais de radiação obtidos de forma horária pelo Método LabEEE com os totais de nebulosidade horários procedentes dos arquivos TRY.

No caso da cidade de Belém, mostrado na Fig. 3, a curva LabEEE2 mostra-se, em relação à curva Swera, superestimada nos quatro meses iniciais do ano, e um pouco inferior nos meses restantes, com exceção para o mês de setembro. Em relação à curva LABEEE1, observa-se uma leve superestimativa dos resultados de LABEEE2, novamente nos quatro meses iniciais do ano; a partir disso, as duas curvas, LABEEE1 e LABEEE2 mantêm a mesma tendência até o final do ano. A curva LABEEE1 encontra-se, em praticamente todos os meses do ano, num nível intermediário entre LABEEE2 e Swera.

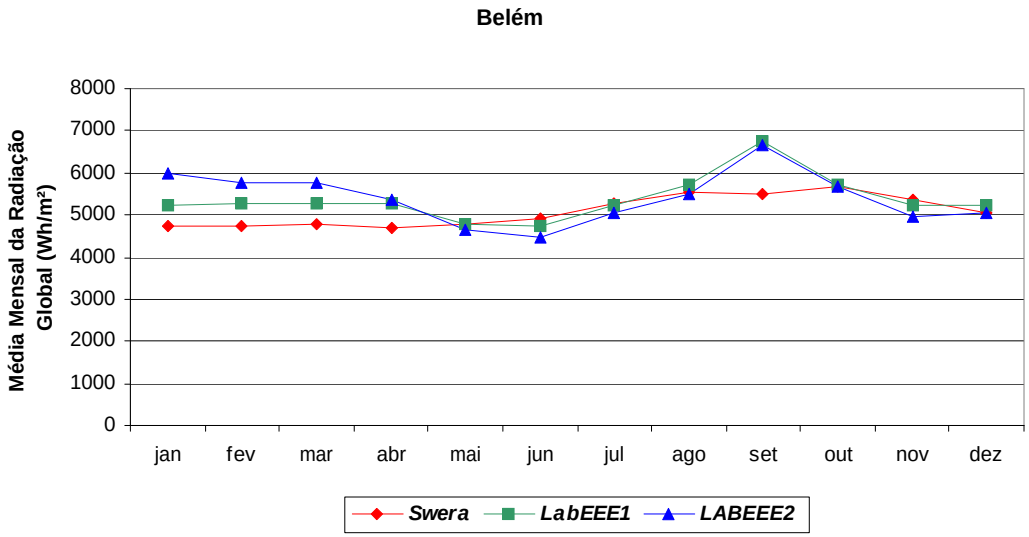

Figura 3 – Médias Mensais dos Totais Diários – Belém.

No caso da cidade de Recife, Fig. (4), onde se observou a melhor correlação entre as quatro cidades estudadas, a tendência das três curvas mostra-se semelhante. Novamente LabEEE1 encontra-se numa posição intermediária entre as duas outras curvas e LabEEE2 está superestimada em relação à Swera, com exceções nos meses de janeiro, julho e agosto. Chama atenção o fato de se ter obtido pequenas diferenças entre as três curvas, sendo a maior diferença da ordem de 1000 Wh/m² no mês de outubro.

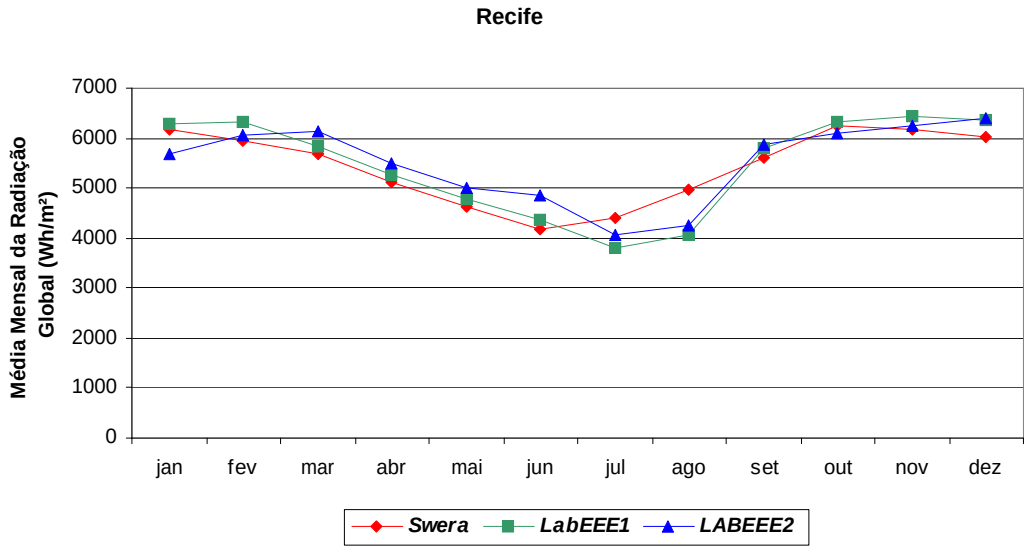

Figura 4 – Médias Mensais dos Totais Diários – Recife.

A disponibilidade dos arquivos horários do Projeto SWERA tornou possível uma comparação estatística dos dados estimados pelo Método LabEEE. Na Fig. (5), abaixo, é mostrada a nuvem de pontos obtida através da comparação dos dados do Método LabEEE com os dados do Projeto SWERA, onde se conseguiu um coeficiente de determinação R^2 de 0,9364, o que indica uma boa correlação nas 8760 horas que compreendem um ano completo.

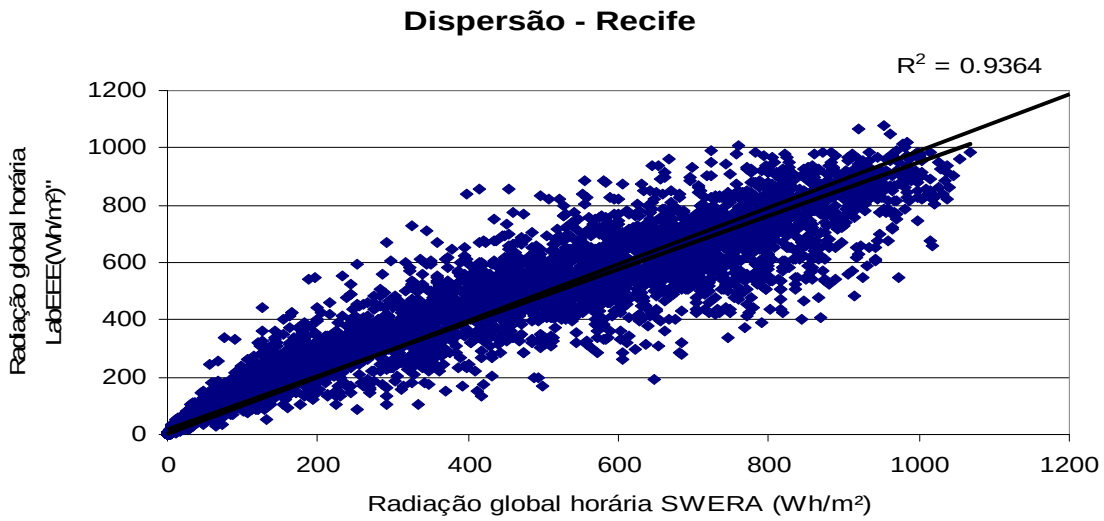

Figura 5 – Dispersão de Pontos para a Cidade de Recife.

Analisando a freqüência da diferença dos dados de radiação global horária entre Método LabEEE e Projeto SWERA foi traçado o gráfico com o percentual acumulado das diferenças, apresentado na Fig. (6), mostrando que aproximadamente 70% dos dados horários válidos, isto é, excluindo-se os valores nulos, apresentam uma diferença menor que 100 Wh/m².

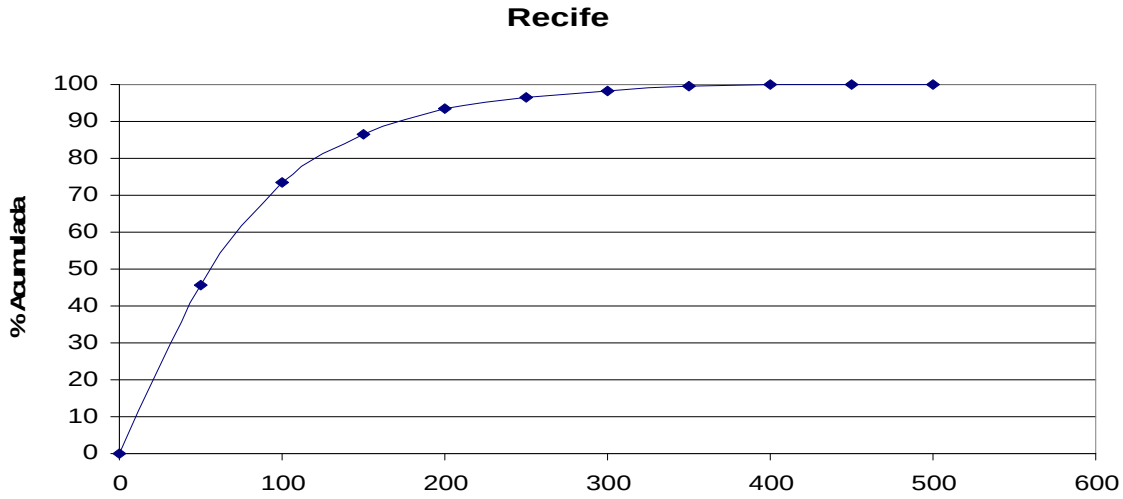

Figura 6 – Porcentagem Acumulada da Diferença entre LabEEE e SWERA para Recife.

O presente trabalho foi idealizado para a estimativa da radiação global horizontal horária, de modo a se usar estes dados para implementação em arquivos climáticos já existentes. Encontrou-se uma limitação no fato de calibrar o Método LabEEE com dados de médias mensais. Para tanto, os valores horários obtidos através do Método LabEEE foram convertidos em médias mensais, depois seu coeficiente c foi ajustado procurando-se obter a menor diferença possível em relação às médias mensais provenientes do Atlas do LABSOLAR, e então este mesmo coeficiente foi utilizado para a estimativa da radiação de forma horária. Com este procedimento, foram obtidos resultados normalizados, pois foram gerados a partir de coeficientes obtidos através de médias, isso é, sem os extremos máximos e mínimos.

Levando-se em conta a finalidade a que se destinam estes dados, ou seja, à simulação de desempenho energético de edificações, pode-se considerar esta diferença baixa, sendo então aceito o

uso do arquivo TRY tanto com a radiação estimada pelo Método LabEEE quanto proveniente do TMY2 do Projeto SWERA

6. DISCUSSÃO

Na primeira etapa desse trabalho, quando foi comparado o Método LabEEE com fontes de dados médios mensais, observou-se que o Método Kasten adaptado, em relação à LABSOLAR, apresentou resultados satisfatórios nas cidades de Belém e Recife, e resultados regulares em Brasília e São Paulo. Analisando as curvas de médias mensais de radiação geradas por este método, pode-se notar que elas apresentam linhas contínuas, com poucos pontos dispersos, resultando em médias sem valores extremos, tanto máximos quanto mínimos, comportamento este que pode ser explicado pelo fato deste método ter sido ajustado com auxílio de médias mensais. Mesmo com esta precisão nos resultados do Método Kasten adaptado, o mesmo não apresenta a simplicidade do Método LabEEE, fazendo uso de variáveis mais complexas e em maior número. Além disso, o Método LabEEE mostrou-se ainda mais preciso em sua calibração, justificando assim sua escolha perante o Método Kasten adaptado.

Numa segunda etapa, na qual havia dados horários disponíveis, quando comparados os valores obtidos pelo Método LabEEE com os valores fornecidos pelo Projeto SWERA observou-se que a freqüência estatística da comparação dos arquivos Método LabEEE com Projeto SWERA mostrou-se boa para três das quatro cidades estudadas, com valores de R^2 iguais a 0,9225; 0,9364 e 0,9264 para Brasília, Recife e São Paulo, respectivamente. Além disso, essas três cidades apresentam mais de 40% dos dados horários de radiação com diferença de até 50 Wh/m^2.

Salienta-se o fato de não ter sido possível esclarecer porque ocorrem diferenças entre as médias mensais apresentadas pelo Atlas do LABSOLAR e as médias cedidas pelo Projeto SWERA, levando-se em conta que o desenvolvimento de ambos foi feito com base no modelo BRAZILSR. Essas diferenças são mostradas nas Fig. (3) e (4), sendo que LABEEE1 pode representar uma curva das médias mensais do LABSOLAR. As diferenças podem se encontrar no fato das imagens do Atlas representarem meses típicos do período de 1995 a 1998, enquanto que o TMY2 oriundo do Projeto SWERA é uma reunião de dados sem extremos de temperatura de meses pertencentes a diferentes anos. Além de usar meses não subseqüentes, a escolha do fator "temperatura" em detrimento da radiação solar indica que o TMY2, assim como o TRY sem radiação solar, são arquivos representativos do clima local principalmente em relação à temperatura do ar, e não em relação à radiação. Embora haja relação entre os fatores climáticos, não é seguro afirmar que o TMY2 represente condições de radiação solar típicas como o são os dados do LABSOLAR, mas sim condições típicas de temperatura do ar.

7. CONCLUSÕES

Procurando por simulações energéticas cada vez mais verossímeis, a presença de dados de radiação em arquivos climáticos é indispensável. Por se mostrarem de difícil obtenção, seja pelos elevados custos de instalação ou manutenção dos equipamentos necessários à sua medição, torna-se necessário procurar caminhos alternativos para sua estimativa, através de outras fontes de dados disponíveis.

Registros de nebulosidade são comuns e freqüentes, normalmente obtidos de forma horária em aeroportos, caracterizando assim uma maneira viável de se estimar a radiação, isto é, permitindo que a estimativa da radiação solar possa ser feita através da cobertura total de nuvens. Levando-se também em consideração a finalidade a que os dados se destinam, que é a simulação energética de edificações, as diferenças apresentadas entre as estimativas e os valores de referência dos arquivos do Projeto SWERA podem ser consideradas pequenas, validando, desta maneira, os dados estimados para uso em simulação energética.

Finalmente, por se mostrar o mais versátil dos métodos avaliados neste estudo, tanto em termos de calibração, já que utiliza apenas duas variáveis como dados de entrada; quanto em termos de re-

sultados, por apresentar erros de estimativa considerados baixos, fica escolhido o Método LabEEE para a estimativa de radiação global horizontal e posterior implementação dos arquivos climáticos, no que se refere às quatro cidades do estudo e também às outras nove cidades citadas anteriormente.

REFERÊNCIAS

COLLE, S. e PEREIRA, E. Atlas de Irradiação solar do Brasil. 1ª versão. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Brasília, 1998.

IQBAL, M. An introduction to solar radiation. Department of Mechanical Engineering. The University of British Columbia. Vancouver, 1983.

KASTEN, F. The Linke turbidity factor based on improved values of the integral Rayleight optical thickness. Solar Energy, 1996.

MENDES, Nathan; WESTPHAL, Fernando Simon; LAMBERTS, Roberto; NETO, José A. Bellini da Cunha. Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil. AMBIENTE CONSTRUÍDO, Porto Alegre, V5 N4, p. 47-68, 2005.

NASA, National Aeronautics and Space Administration (EUA). Surface meteorology and Solar Energy: Methodology. 2003. Disponível em http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/documents/SSE_Methodology.pdf . Acesso em: 05 de setembro de 2006.

PITTA, T. O. Estudo de métodos diretos e indiretos de estimativa de irradiação solar global diária horizontal a partir de observações superficiais de cobertura total de nuvens em Florianópolis, SC. Dissertação de curso de pós-graduação em Engenharia Civil. UFSC. Florianópolis, SC, 2001.

SWERA, Solar and Wind Energy Resource Assessment (EUA). Disponível em http://SWERA.unep.net/SWERA. Acesso em: 05 de setembro de 2006.

THEVENARD, D. e BRUNGER, A. Typical Weather Years for International Locations: Fincal Report. 2001.

EVALUATION AND FITTINGS IN MODEL TO ESTIMATE HORIZONTAL GLOBAL RADIATION HOURLY DATA BASED IN THE COVERING OF CLOUDS

Abstract: *Although solar radiation measurements are an important climatic factor, they are not usual and do not have a continuous registration through the last decades to be reliably characterized in space and time. Solar radiation data are difficult to be obtained, mainly by the high costs of installation and maintenance of the measurement equipment. In the opposite, meteorological registration of cloud cover are easily obtained in weather stations and weather airport stations, becoming useful for the estimation of hourly solar radiation data. This work aims to evaluate methods to estimate horizontal global radiation data based on hourly cloud cover data for its implementation in weather files for building energy performance simulation. Two different models were studied and selected to be adjusted and compared to monthly solar radiation data of an solar radiation atlas. Four cities were selected: Belem, Brasilia, Sao Paulo and Recife; they are located in different latitudes, as an attempt to obtain a good coverage of the Brazilian territory. By some natural qualities of the models, such as precision and calibration simplicity, one of them was chosen to be adopted on other nine cities: Curitiba, Fortaleza, Maceio, Natal, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Salvador, Sao Luis and Vitoria. In each city the model has its coefficients differently adjusted, with the solar radiation atlas as a reference. Finally, these estimated data of solar radiation where added to the existing climatic files to be available for building energy simulation.*

Key words: *Horizontal global radiation, Weather data, Building simulation*