

MEDIDA DA INTENSIDADE SOLAR DURANTE 3 ANOS EM FEIRA DE SANTANA

Antônio Érico Batista Alves Soares – antonioericobas@yahoo.com.br

Germano Pinto Guedes – germano@uefs.br

Universidade Estadual de Feira de Santana - Departamento de Física

Denis Gilbert Francis David – denisgfd@ufba.br

Universidade Federal da Bahia - Instituto de Física

1. Radiação Solar e Dados Meteorológicos

Resumo. Um radiômetro, inteiramente desenvolvido no Laboratório de Energia Solar da Universidade Estadual de Feira de Santana, está medindo a intensidade solar total no campus universitário desde Maio de 2003. Esse trabalho apresenta a análise dessas medidas realizadas durante 3 anos. Os principais resultados dizem respeito à energia total diária e à estatística de insolação: frequência e duração das nuvens, transmissão óptica das mesmas. Espere-se que esse tipo de resultados permita uma implantação mais segura de sistemas solares na Bahia, e particularmente nas regiões semi-áridas do Estado. Está prevista, a médio prazo, a instalação de radiômetros automáticos no Estado a fim de ter um conhecimento do seu potencial solar mais preciso e mais completo.

Palavras-chave: Energia solar, radiometria, instrumentação

1. INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

Dentre as energias renováveis, a energia solar apresenta várias vantagens como a ausência de emissão de poluição, uma disponibilidade considerável, tanto em termos de quantidade, quanto de duração, e uma presença particularmente interessante em países como o Brasil, e em especial na região nordeste (Cometta, E., 1978, Palz, W. 1981).

No entanto, seu desenvolvimento ainda é lento devido às dificuldades tecnológicas para converter essa energia em fonte útil de calor ou de eletricidade. No Brasil, o mais desenvolvido é o solar térmico para o aquecimento da água, particularmente em casas, hotéis e pousadas. Paradoxalmente, são mais as regiões do sul do Brasil que desenvolvem e aplicam essas tecnologias, enquanto as regiões do norte e do nordeste, apesar de ter uma maior insolação, não utilizam muito a energia solar.

Esse paradoxo indica, provavelmente, o resultado de uma situação econômica menos favorável nessas regiões e as dificuldades que enfrentam (Municípios, Estado, Federação) e os empreendedores (Indústria alimentícia, comércio, hotéis, etc.) para decidir a viabilidade de investimentos em energia solar. Assim, constatamos uma situação contraditória, visto que as regiões Norte e Nordeste dispõem de um recurso energético valioso, mas não utilizam convenientemente esse potencial.

Um passo importante para começar qualquer projeto na área de energia solar é determinar o potencial energético solar que apresenta o local do futuro projeto. Nesse ponto, convém salientar que a informação necessária deve ser uma informação detalhada e local, porque existe naturalmente uma grande variabilidade nesse recurso, a depender do clima local e de fatores regionais (Pereira, E.

B., 2000). Nesse aspecto, a situação atual não é brilhante porque não existe nenhum estudo detalhado desse potencial no Interior da Bahia, particularmente na sua região de sertão. Os únicos mapas que se encontram na literatura, apesar do esforço de síntese realizado, ainda são muito globais, por ser derivados de dados terrestres infelizmente insuficientes (Tiba, C., 1997), ou de observações por satélite, a partir do albedo da Terra (Pereira, E. B., 2000), ou ainda de modelos macroscópicos (Galdino, M. A., Gomes, C. M., 2000).

Objetivando melhorar essa situação, um radiômetro foi desenvolvido no Departamento de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), em maio de 2003. Esse radiômetro forneceu até o presente, dados da intensidade solar no solo, de maneira a poder medir, não somente a energia total diária, mas também a dinâmica de insolação, com a alternância de radiação direta e da radiação difusa (Soares, A. E. B. A., e David, D. G. F., 2003 e 2004).

1.2 Escolha do radiômetro

O sol emite radiação de maneira aproximada a um corpo negro a uma temperatura de 5777°K (Duffie, J. A., 1991). Desta maneira, tem um máximo de intensidade para um comprimento de onda $\lambda = 0,48 \mu\text{m}$ e emite 6,4% na região do ultravioleta ($\lambda < 0,38 \mu\text{m}$), 48% na região visível ($0,38 \mu\text{m} < \lambda < 0,78 \mu\text{m}$) e os 45,6% restantes correspondem ao infravermelho ($\lambda > 0,78 \mu\text{m}$) (Tiwari, G. N., 2002). A radiação solar, ao atravessar a atmosfera, chega ao nível do solo em duas componentes: a radiação direta, recebida do sol sem espalhamento pela atmosfera e a radiação difusa, recebida de todas as direções em que a radiação foi espalhada na atmosfera. A soma da radiação direta com a radiação difusa fornece a radiação global (Duffie, J. A., 1991).

Existe atualmente no Brasil técnicas para produção de termopilhas na configuração preto e preto/branco, similares às importadas, para construção de instrumentos nacionais para medição de radiação (Escobedo 1997-1). Com o uso de tais termopilhas, são construídos piranômetros que, em condições de céu claro, tem uma precisão de $\pm 2,0\%$ e um desvio de linearidade em torno de 2,1% entre 0 e 1000W/m². Testes com piranômetros similares importados indicam diferenças inferiores a 1% (Escobedo 1997-2). Piranômetros fotovoltaicos também são construídos e usados no Brasil (Zanenco, I. e Krenzinger, A., 1990).

Os instrumentos para medida da radiação solar são basicamente de dois tipos: Pireliômetros, que usam um colimador para captar apenas a radiação direta e os Piranômetros, que a radiação global (difusa + direta) (Tiwari, G. N., 2002). Os piranômetros devem ter uma resposta independente do comprimento de onda em toda a faixa do espectro solar (Duffie, J. A., 1991). Um exemplo de piranômetros, que inspirou o radiômetro construído, é o fabricado pela Eppley: O piranômetro Eppley 180° usa um detector composto por dois anéis de prata concêntricos. O anel mais externo está coberto com oxido de magnésio, que é altamente refletor para a radiação solar. O anel mais interno é coberto pelo negro de Parson, que é altamente absorvedor para a radiação solar. A diferença de temperatura entre os anéis é medida por uma termopilha e fornece a energia solar absorvida (Duffie, J. A., 1991).

Como resultado do levantamento bibliográfico inicial, escolheu-se construir um radiômetro sob os moldes do piranômetro de Kimball – Hobbs, ou black & white, baseado na medição da diferença de temperatura entre setores de uma placa, uns enegrecidos e outros brancos (Basso et al., 1979 e Basso, 1980). Foi concluído que esse método era relativamente simples e podia ser desenvolvido com os recursos disponíveis no laboratório. Essa escolha ia proporcionar um baixo custo de construção para um radiômetro medindo a radiação global.

Esse trabalho apresenta o radiômetro desenvolvido na UEFS e sua caracterização, como também os resultados de 3 anos de medidas, analisados com o auxílio de um modelo teórico da intensidade solar no solo, levando em conta, além dos parâmetros astronômicos, a evolução da atmosfera e de seus efeitos: absorção e espalhamento pelas moléculas, os aerossóis, e o vapor de água, e a presença de nuvens.

2. DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

2.1 Radiômetro

O dispositivo experimental (Soares, A. E. B. A, 2002) é composto de um radiômetro do tipo piranômetro, de um circuito eletrônico condicionando o sinal analógico que o converte em sinal digital, além de um computador que adquire e armazena os dados.

O funcionamento do radiômetro é baseado na medida da diferença de temperatura entre duas placas expostas à radiação solar; uma com emissividade elevada (pintura negra), a outra com emissividade baixa (pintura branca). O princípio de medida da diferença de temperatura entre as duas placas garante a independência do sinal medido com a temperatura ambiente. Os sensores de medida de temperatura são circuitos integrados LM35 com características lineares dentro de toda a faixa de funcionamento do sensor.

Ele foi dimensionado para que seu tempo de resposta fique na faixa de 25 s (a $1/e$) e garante ao mesmo tempo uma sensibilidade suficiente. Para isso, as placas são feitas de latão com 10 cm^2 de superfície e $0,1 \text{ mm}$ de espessura, e os sensores de temperatura têm uma massa desprezível em relação à massa das placas. A condução do calor das placas para a base do radiômetro (servindo de termostato) é feita por hastes de cobre que asseguram uma transferência rápida do calor.

O dimensionamento foi realizado utilizando um modelo térmico do aparelho. Foi verificado que as perdas por condução pelas hastes de cobre dominam no balanço e que as perdas por radiação ficam desprezíveis. Nessas condições, o sensor deve ter uma resposta linear. O tempo de resposta do sensor foi medido para várias intensidades (ver Fig. 1).

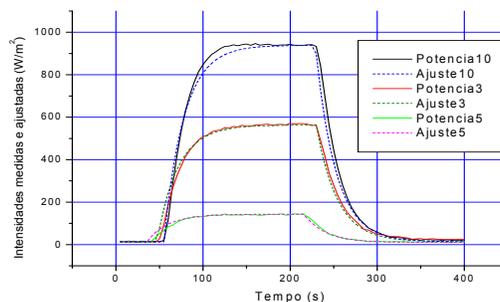


Figura 1: Tempo de resposta do radiômetro desenvolvido para várias intensidades

Os tempos de crescimento e de decaimento medidos (ver Tab. 1) são iguais. Com os níveis de potência mais elevados (a partir de 680 W/m^2) esses tempos diminuem ligeiramente, confirmando a hipótese de que as perdas por radiação não chegam a dominar as perdas térmicas, e garantindo a linearidade do sensor.

Tabela. 1: Determinação dos tempos de crescimento e de decaimento do sinal do radiômetro em função da intensidade aplicada

Intensidade (W/m^2)	Tempo de crescimento (s)	Tempo de decaimento (s)
926	23	23
684	23	23

435	24	24
314	24	24
206	24	24
133	24	24
76	24	24
549	24	24
165	24	24
339	24	24

O sinal é convertido em dados numéricos em uma escala de 256 pontos com uma resolução de 4 W/m². O controle da aquisição e o armazenamento dos dados são feitos por um computador tipo PC. Uma conversão é feita cada 5 segundos. Os dados são armazenados em um arquivo que contém aproximadamente 500 kbytes. Além disso, a evolução da intensidade solar é apresentada na tela em uma escala de 6 a 18 horas em abscissa, e de 0 a 1000 W/m² em ordenada.

2.2 Calibração do sensor

O modelo teórico do radiômetro permite prever a sensibilidade do instrumento, em termo de diferença de temperatura ΔT (K) entre as duas placas compondo a região exposta à luz:

$$\frac{\Delta T}{\Delta W_s} = \frac{A_1}{(8 \cdot \sigma_1 \cdot T_a^3 \cdot + 2 \cdot h_0) \cdot A_1 + \frac{k \cdot A_2}{H}} \quad (1)$$

onde ΔW é uma variação de intensidade solar; A_1 é a área de cada placa (m²), k é a condutividade térmica (W/K/m) das hastes de cobre ligando as placas ao invólucro; A_2 é a secção das hastes (m²), H a altura das hastes (m); σ_1 é a constante de Stefan ($5,67 \cdot 10^{-8}$ W/T⁴/m²), T_a é a temperatura ambiente (K) e h_0 é o coeficiente de convecção (W/K/m²). Com os dados construtivos do radiômetro, acha-se:

$$\Delta W_s / \Delta T = 45,180 \text{ W/m}^2/\text{K} \quad (2)$$

Para verificar essa sensibilidade, o radiômetro foi exposto a uma fonte de radiação de espectro contínuo similar ao espectro solar (lâmpada de incandescência de 200 W). Apesar da temperatura do filamento (3500 K) ser menor do que a temperatura superficial do Sol (6000 K), na hipótese de emissividade quase independente do espectro, tanto para a chapa branca, quanto para a chapa preta, é possível calibrar o radiômetro com essa fonte. Levantou-se também a hipótese de que, sendo uma lâmpada aberta, o seu fluxo é isotrópico e então segue uma lei em $P/4\pi d^2$. Os dados desta calibração (Tab. 2) permitem verificar o bom acordo entre as sensibilidades previstas e medida. Achou-se:

$$K = (59,89 \pm 0,75) \text{ W/m}^2/\text{K} \quad (3)$$

Tabela. 2 Intensidade da lâmpada usada na calibração em função da distância, sinal medido, sinal previsto pelo modelo.

Distância (cm)	Intensidade da lâmpada (W/m ²)	Sinal medido (K)	Sinal previsto pelo modelo (K)
14,6	757,6	13,05	16,77
24,6	266,8	4,86	5,90

34,6	135	2,89	2,99
44,6	81,2	1,82	1,80
54,6	54,17	1,25	1,20
64,6	38,7	0,96	0,86

Como se verifica na Tab. 2, a sensibilidade medida está um pouco abaixo da sensibilidade prevista pelo modelo. Isto pode ser explicado pelo fato de que a emissividade da placa preta é um pouco menor que 1, e a da placa branca um pouco maior que 0.

No intuito de confirmar essa medida, o radiômetro foi comparado, tanto no laboratório, seguindo o mesmo procedimento (usando uma lâmpada de 100 W), quanto no campo, com um radiômetro tipo CM3 n° de série 058589 da Kipp&Zonen que é um padrão secundário. O desvio achado entre os dois é avaliado a $(7,67 \pm 1,85)\%$ (Tab. 3).

Tabela. 3 Comparação entre o radiômetro desenvolvido e o radiômetro padrão.

Distância (cm)	Radiômetro (W/m ²)	Kipp&Zonen (W/m ²)
10	386	361
15	210	215
20	131	135
30	102	103,5
35	82,6	84,5
40	72,4	74,3
45	63	66
50	55,4	61,5
60	48,5	53,7

É importante observar que a janela do radiômetro é de vidro e, conseqüentemente, o coeficiente de transmissão varia com o ângulo de incidência ; esse efeito tem importância para ângulos de incidência inferiores a 30°, seja de 6h a 8h e de 16h a 18h. Integrando a radiação direta e indireta do nascer até o por do Sol, com e sem a janela, determinou-se que o efeito da janela é de reduzir de 12,8% a medida da energia diária total. Observa-se que a energia diária medida nesse trabalho é próxima da energia recebida pela maioria dos painéis solares térmicos utilizados no Brasil, que possuem uma janela de vidro plana. Para a análise dos dados, o efeito da janela foi incluído no modelo teórico da intensidade solar usado nesse trabalho (ver mais adiante). A variação angular da sensibilidade foi medida e comparada à lei teórica ; o acordo é bom (ver Fig. 2). Foi verificado que o efeito azimutal é desprezível, devido à geometria do sensor.

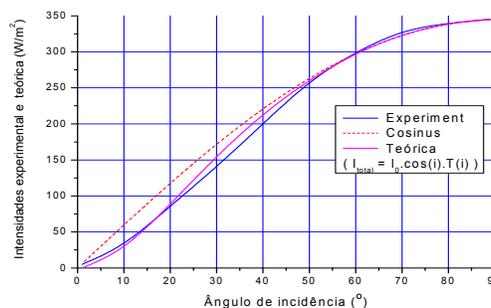


Figura 2: Variação da sensibilidade do radiômetro com o ângulo de incidência

A estabilidade do radiômetro foi verificada através da comparação do seu sinal com o sinal do CM3 durante quatro meses. Essa comparação foi satisfatória (ver Fig. 3).

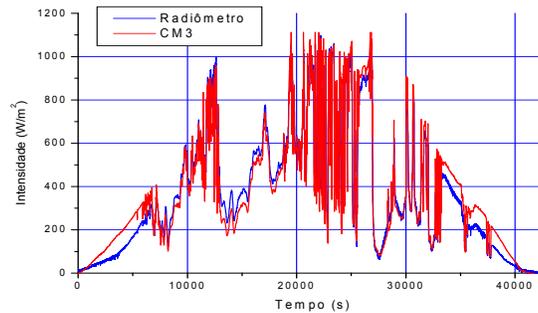


Figura 3: Comparação entre o radiômetro desenvolvido e o CM3 (4 de agosto de 2006)

3. METODOLOGIA DE ANÁLISE

3.1 Procedimento

No período compreendido entre maio 2003 e junho 2006, as medidas somam cerca de 1000 arquivos. Todos eles foram verificados e, nos dias em que houve cortes de energia, foram consertados de maneira a poder ser analisados automaticamente. Os mais danificados, no entanto, foram eliminados.

Uma metodologia foi elaborada com o intuito de obter, a partir desses dados, as seguintes informações:

- o fator de insolação, com a frequência das nuvens e seu coeficiente de transmissão,
- a energia total por dia.

O primeiro passo consiste em ler os dados e traçar a curva de intensidade medida (W/m^2). A integral desta curva dá a energia diária medida (ver Fig. 4, curva vermelha).

Em seguida, utilizando o modelo SPCTRAL2 (Bird, R., e Riordan, C., 1984), calcula-se uma curva de intensidade disponível com uma atmosfera padrão (3 cm de água, 0,275 cm de ozônio, atenuação pelos aerossóis nula, sem nuvem). Essa escolha é o resultado de uma análise das condições climáticas em Feira de Santana. A integral desta curva dá a energia diária teoricamente disponível (ver Fig. 4, curva verde claro).

O próximo passo consiste em variar a quantidade de água e de aerossóis a fim de obter uma curva de intensidade que se ajusta à parte superior da curva medida (supõe-se que o sol é visível em alguns momentos do dia, o que é geralmente o caso). Esse ajuste fornece um valor médio diário dos conteúdos em água e aerossóis (ver Fig. 4, curva azul).

A passagem de nuvens, quando houver, gera a parte inferior da curva medida, com amplitude da ordem de 30% da parte superior (ver Fig. 4, curva verde). Comparando a curva medida às curvas ajustadas, superior e inferior, determina-se a duração, o número e o fator de transmissão das nuvens (ver §3.3). Esses parâmetros são utilizados para ajustar uma curva teórica ainda mais próxima da curva medida. A integral desta curva dá a energia diária ajustada.

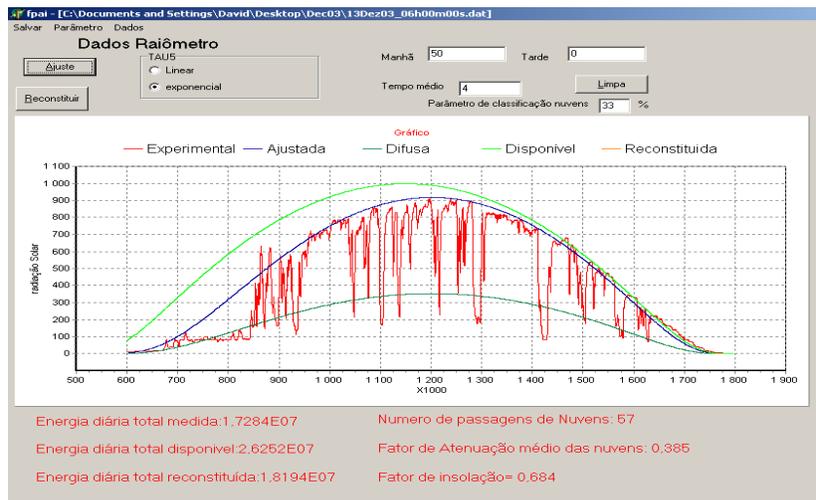


Figura 4: Gravação de um dia típico de intensidade solar com passagem freqüente de nuvens

3.2 Fator de insolação

O fator de insolação σ é definido como sendo o tempo durante o qual o Sol é visível dividido pela duração do dia. Tendo um modelo teórico de intensidade solar (ver §3.1), e levando em conta o fato que as nuvens atenuam, em geral, a intensidade por um fator 3, o tempo de Sol visível foi determinado segregando os pontos de medida acima de um limiar fixado a 67% da intensidade teórica (ver Fig. 1). σ (sem unidade ou SU) é dado então pela relação seguinte:

$$\sigma = \frac{N_{sup}}{N_{inf} + N_{sup}} \quad (8)$$

onde N_{sup} (SU) é o número de pontos acima do limiar e N_{inf} (SU) é o número de pontos abaixo do limiar.

A duração e a freqüência de passagem das nuvens são também determinadas na ocasião do teste: cada transição da curva superior para curva inferior é contada como uma passagem de nuvem; enquanto o número de pontos entre uma transição da curva superior para a curva inferior, seguida de uma transição da curva inferior para a curva superior, informa sobre o tempo de passagem da nuvem.

Enfim, o coeficiente de transmissão das nuvens τ_{nuvem} (SU) é determinado a partir do valor médio da razão entre a amplitude dos pontos da curva inferior A_{inf} (W/m^2) e a amplitude dos pontos da curva superior A_{sup} (W/m^2), na vizinhança das transições:

$$\tau_{nuvem} = \frac{A_{inf}}{A_{sup}} \quad (9)$$

4. RESULTADOS

A Fig. 5 mostra a evolução da energia medida pelo radiômetro do dia 12 de maio de 2003 a 30 de junho 2006, como também da energia teoricamente disponível por uma atmosfera padrão. Em azul, é representada a diferença entre energia solar ajustada e a energia medida; uma diferença quase nula confirma a validade do ajuste. Observa-se que a energia diária medida segue

globalmente a energia teoricamente disponível, com um fator aproximadamente igual a 0,6 no verão (anos 2004 e 2006), e um fator que passou de 0,28 a 0,50 no inverno (anos 2003 a 2005).

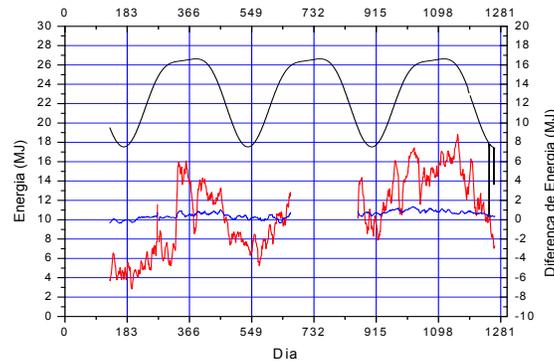


Figura 5: Evolução, de maio de 2003 a junho de 2006, das energias medida (em vermelho), disponível (em preto), e da diferença calculada - medida (em azul).

Em razão de alguns problemas (umidade e ruptura de uma solda), o radiômetro ficou inativo entre novembro de 2004 a abril de 2005, o que explica a interrupção das curvas nesse período.

Na Fig. 6.a, observa-se a evolução anual do fator de insolação, comparado com a razão da energia medida com a energia teoricamente disponível. O fator de insolação acompanha de maneira regular essa razão. Na Fig. 6.b, onde essa razão foi representada em função de σ , observa-se, apesar da dispersão, um comportamento bastante linear. Quando σ se aproxima de 1, a razão da energia medida com a energia disponível se aproxima de 1, conforme o esperado.

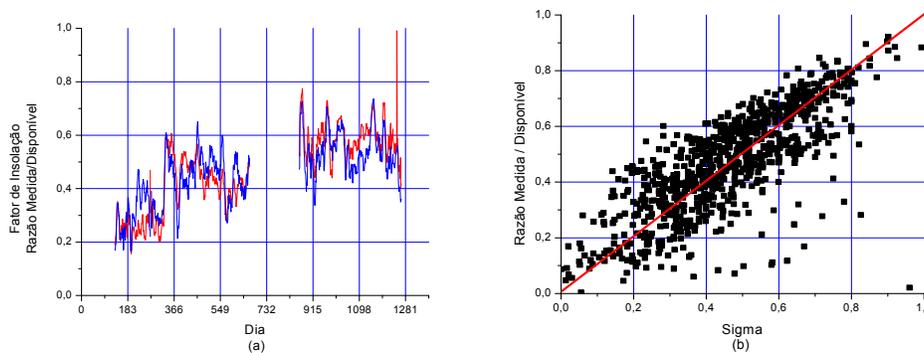


Figura 6: (a) Evolução, de maio de 2003 a junho de 2006, do fator de insolação e da razão energia medida / energia disponível. (b) Correlação entre os dois.

A Fig. 7.a mostra a distribuição do número de nuvens por dia durante o período de maio de 2003 a junho de 2006. Essa distribuição é bem representada por uma gaussiana centrada em 45, com largura a meia altura igual a 38. A Fig. 7.b mostra a distribuição da média diária do coeficiente de transmissão das nuvens durante mesmo período. Essa distribuição é também bem representada por uma gaussiana centrada em 36,8%, com largura a meia altura igual a 11,1%.

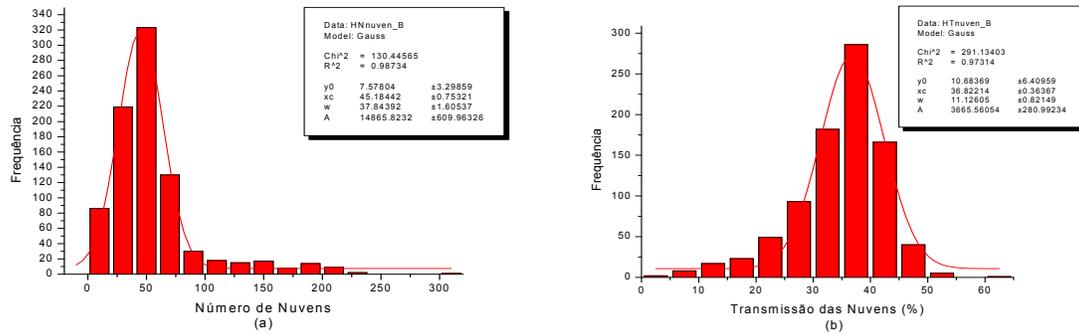


Figura 7: (a) Número diário de nuvens e (b) Média diária da transmissão das nuvens.

Como se pode observar na Fig. 8.a, o coeficiente de transmissão óptica das nuvens (em vermelho) sofreu uma evolução em três períodos: de maio de 2003 a março de 2004, ele evoluiu linearmente de 20 a 40% ; de abril a outubro de 2004, ele regrediu linearmente de 40 para 30% ; e de maio de 2005 a junho de 2006, ele ficou constante em 40%. Quanto ao número de nuvens (em azul), ele é bastante variável, com um período particularmente alto de maio a outubro de 2003 (100 passagens por dia), passando por um valor menor (45 passagens por dia) a partir de novembro de 2003. Essas mudanças se refletem nos histogramas pela presença de uma asa prolongando um lado da gaussiana. Não se enxergue uma variação sazonal pronunciada, mas uma evolução provavelmente ligada a variações climáticas a longo prazo.

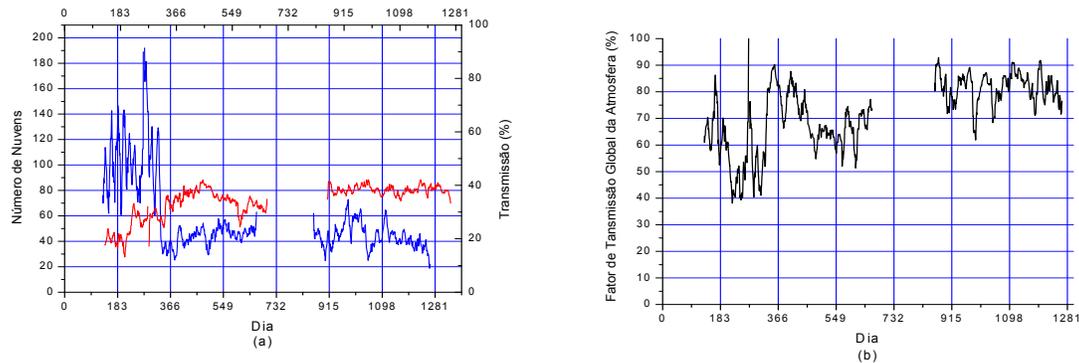


Figura 8: Evolução, de maio de 2003 a junho de 2006, (a) do número diário de nuvens e da média diária da transmissão das nuvens, (b) do fator de transmissão global da atmosfera.

5. CONCLUSÃO / PERSPECTIVAS

Um radiômetro foi desenvolvido e utilizado com sucesso durante 3 anos no campus da UEFS. Um método de análise dos inúmeros dados coletados foi implementado. As principais informações que foram determinadas são:

- A energia solar diária no solo, variando entre 4,5 e 17 MJ.
- A proporcionalidade entre a razão da energia medida com a energia disponível e o fator de insolação.
- O coeficiente de transmissão médio das nuvens, próximo de 36,8%.
- O número de passagem de nuvens, próximo de 45 / dia.
- O fator de transmissão global da atmosfera próximo de 85% a cada verão, e variando de 50 a 75% de um inverno para o outro.

Tendo desenvolvido e utilizado com sucesso um radiômetro na UEFS, parece necessário aplicar esse trabalho à medida do potencial solar no Interior do Estado da Bahia que apresenta, conforme os mapas de Chigueru Tiba (1997), um potencial de insolação particularmente favorável (regiões de Juazeiro, de Canudos, Euclides da Cunha, citando as mais ensolaradas). Para isso, um projeto de uma rede de radiômetros na Bahia está sendo estudado. Essa rede inclui novos radiômetros, autônomos e automáticos, um sistema de transmissão de dados por rádio, e um sistema de integração dos dados via internet. Alguns desses módulos já foram desenvolvidos e encontram-se em fase de teste.

REFERÊNCIAS

- Basso, D., Aveline, A. e Corbella, O.D., 1979. Construção e Análise de um Solarímetro para a Medida de Radiação Solar. Anais do Congresso Latinoamericano de Energia Solar, p81-91, João Pessoa PB.
- Basso, D., 1980. Desenvolvimento, construção e calibração de radiômetros para a medida da radiação solar. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre
- Bird, R. and Riordan, C., 1984. Simple Solar Spectral Model for Direct and Diffuse Irradiance on Horizontal and Tilted Planes at the Earth's Surface for Cloudless Atmospheres, SERI/TR-215-2436.
- Duffie, J. A., 1991. Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley & Sons. Inc.
- Cometta, E., 1978. Energia solar, Hemus - Livraria Editora Ltda.
- ESA, 1995. Global Ozone Monitoring Experiment (GOME).
- Escobedo, J.F., Frisina, V.A., Saglietti, J.R. e Oliveira, A. P., 1997-1. Radiômetros Solares com Termopilhas de Filmes Finos I – Descrição e Custos. Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo, 16 (1), 10-15.
- Escobedo, J.F., Frisina, V.A., Saglietti, J.R. e Oliveira, A.P., 1997-2. Radiômetros Solares com Termopilhas de Filmes Finos II – Performances. Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo. 16 (1), 16-21.
- Galdino, M. A., Gomes, C. M., 2000. Potencial Solar – Sundata, CEPTEL.
- Palz W., 1981. Energia solar e fontes alternativas, Hemus - Livraria Editora Ltda.
- Pereira, E. B., 2000. Demanda de dados sobre energia solar e eólica na América do Sul e o Projeto UNEP/SWERA, Seminário e Mostra Tecnológica: Formas não convencionais de geração e uso racional de energia, Florianópolis.
- Soares, A. E. B. A., 2002. Construção e calibração de radiômetros Feira de Santana (BA), Relatório final sobre as atividades desenvolvidas como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – UEFS.
- Soares, A. E. B. A., e David, D. G. F., 2003. Construção de radiômetro para levantamento do nível de insolação na região de Feira de Santana, XXI Encontro de Físicos do Norte-Nordeste, Fortaleza.
- Soares, A. E. B. A., e David, D. G. F., 2004. Medidas de insolação para determinação do potencial solar na região de Feira de Santana, XXII Encontro de Físicos do Norte-Nordeste, Feira de Santana.
- Tiba C., 1997. Atlas Solarimétrico do Brasil, Banco de Dados Terrestres - Universidade Federal de Pernambuco.
- Tiwari, G. N., 2002. Solar energy. Fundamentals, Design, Modelling and Applications. Narosa Publishing House
- Zanenco, I. e Krenzinger, A., 1990. Estudo da Correção Espectral para um Piranômetro Fotovoltaico. V Congresso Brasileiro de Energia - CBE, p218-227, Rio de Janeiro RJ.

MEASUREMENT OF SOLAR IRRADIANCE DURING 3 YEARS AT FEIRA DE SANTANA

Abstract.

A radiometer entirely developed in the Solar Energy Laboratory of the State University of Feira de Santana measures the total solar intensity at the university campus, since May 2003. This work presents the analysis of these measurements continuously realized during 3 years. The main results are aimed at total daily energy and statistics of sunshine: frequency and duration of clouds, optical transmission of clouds. It is wished that this kind of results will facilitate a better implantation of solar systems in the Bahia state, particularly in its semi-arid regions. It is scheduled to install automatic radiometers at every place in the Bahia state in order to get a more precise and more complete knowledge of its solar energetic potential.

Key words: Solar Energy, Radiometry, Instrumentation