

# PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM: A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR SOLAR DO IEE/USP NA QUALIFICAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

**André Ricardo Mocelin** – mocelin@iee.usp.br

**Roberto Zilles** – zilles@iee.usp.br

Universidade de São Paulo, Instituto de Eletrotécnica e Energia

**Alexandre Novgorodcev** - novgorodcev@inmetro.gov.br

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

**Resumo.** Este documento descreve o simulador solar utilizado pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP) para realização de ensaios de qualificação em módulos fotovoltaicos. Tais ensaios são realizados no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), que, desde outubro de 2005, possui um regulamento específico para uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) em sistemas e equipamentos para energia fotovoltaica. A instalação desse simulador é resultado de um projeto financiado pela Eletrobrás, através do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BIRD) e com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Além das características técnicas do simulador solar apresenta-se a classificação determinada na qualificação de módulos fotovoltaicos.

**Palavras-chave:** Programa Brasileiro de Etiquetagem, Módulos Fotovoltaicos, Simulador Solar

## 1. INTRODUÇÃO

A instalação de sistemas fotovoltaicos tem sido favorecida por leis e resoluções que regulamentam e estabelecem condições e procedimentos para fornecimento de energia elétrica gerada por tais sistemas. Dentre as determinações legais, no contexto da universalização de energia elétrica no Brasil, está que os componentes dos sistemas fotovoltaicos devem atender a exigências e a procedimentos técnicos. Como consequência disso, eles devem ser submetidos a ensaios de aceitação e qualificação realizados pelo PBE do INMETRO, programa reconhecido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para verificação da conformidade técnica desses componentes.

O PBE elaborou um regulamento específico para o uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Elétrica (ENCE) em sistemas e equipamentos para energia fotovoltaica. A ENCE tem por objetivo transmitir aos consumidores informações úteis relativas aos produtos que pretendem adquirir. Nos manuais de instruções, embalagens e materiais promocionais de produtos que tenham autorização para uso da ENCE, pode ser utilizada a seguinte frase: “Este produto tem seu desempenho aprovado pelo INMETRO e está em conformidade com o Programa Brasileiro de Etiquetagem”.

Para fins de etiquetagem, as informações supracitadas são fornecidas pelos fabricantes e verificadas pelo INMETRO por meio de um sistema de aferição, medição e controle. A medição é feita pelos fabricantes, segundo normas específicas, e controlada mediante a realização de ensaios por técnicos do INMETRO ou por laboratórios credenciados, após aferição dos sistemas de medição utilizados pelos fabricantes e pelos laboratórios. O Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos (LSF) do IEE/USP é reconhecido pelo INMETRO para a realização dos testes do PBE.

O regulamento específico do PBE para etiquetagem de componentes de sistemas fotovoltaicos aplica-se ao módulo fotovoltaico, ao controlador de carga, ao inversor e à bateria. Este artigo trata, especificamente, da conformidade técnica dos módulos fotovoltaicos. Estes, aprovados em ensaios e etiquetados com classificação A, conforme disposto no regulamento específico, estão aptos a receber o Selo de Eficiência Energética, concedido anualmente pelo PROCEL, sendo permitida a sua divulgação em suas propagandas individuais.

O processo de qualificação de módulos fotovoltaicos é constituído por: tratamento prévio de 5 kWh/m<sup>2</sup>, inspeção visual, desempenho nas condições-padrão de teste (SRC<sup>1</sup>) e isolamento elétrico, sendo para este artigo especialmente relevante o ensaio do desempenho, ou melhor, a determinação das características elétricas nas condições-padrão.

Para a medição de tal desempenho, é preciso utilizar a luz solar real ou simular um espectro para obter a curva característica do módulo fotovoltaico. Esse procedimento é realizado no LSF/IEE/USP utilizando um simulador solar do tipo *flash* de espectro AM 1,5 global, ou seja, de luz solar simulada pulsada, que será detalhado na seção 3.

---

<sup>1</sup> *Standard Reporting Conditions* (25°C; AM 1,5 e 1000 W/m<sup>2</sup>). Este trabalho adota o termo *reporting*, em vez de *reference* ou *test*, pois o desempenho pode ser medido em condições de irradiância e temperatura diferentes e depois ser corrigido para as condições-padrão. Conforme *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering* (2003).

## 2. PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

Os procedimentos de qualificação e aceitação utilizados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO visam, do ponto de vista da tecnologia, garantir maior confiabilidade e robustez aos sistemas fotovoltaicos; do ponto de vista dos usuários finais, tem por objetivo provê-los de informações que lhes permitam avaliar a eficiência dos equipamentos utilizados para energia solar.

As fases do processo de etiquetagem compreendem a solicitação feita pelos fabricantes, a análise da solicitação para etiquetagem, os ensaios iniciais, a aprovação para uso da ENCE e o acompanhamento da produção. Na solicitação para etiquetagem, a empresa que desejar obter a ENCE para os produtos de sua fabricação deve encaminhar o formulário de solicitação ao PBE, acompanhado da planilha de especificações técnicas do produto (Anexos A e B). Essa solicitação é analisada e, caso o parecer seja favorável, é agendada a coleta de amostra com o fabricante e a realização dos ensaios necessários à etiquetagem.

Para os ensaios iniciais, o fabricante inscreve um determinado modelo para etiquetagem, seguindo os procedimentos estabelecidos no regulamento específico para sistemas e equipamentos para energia fotovoltaica. Se o fabricante não possuir laboratório de ensaios próprio, pode, após autorização do INMETRO, fazer o conjunto de ensaios requeridos em um laboratório credenciado. Nesse caso, o fabricante deve enviar uma amostra do modelo que represente, obrigatoriamente, a fidelidade de sua linha de produtos.

O INMETRO, de posse do relatório de ensaios emitido pelo laboratório credenciado e constatada a conformidade do produto, confirma a aposição da etiqueta. Constatada a não aprovação, ensaia-se mais uma peça do mesmo modelo; no caso da reincidência da não aprovação, o modelo é oficialmente reprovado.

No acompanhamento da produção, uma vez a cada seis meses após a assinatura do termo de etiquetagem com o fabricante, o INMETRO procede à coleta de amostras de diferentes modelos e tensões no estoque da fábrica e realiza novos ensaios no laboratório credenciado. Caso constatada a não conformidade, o fabricante deve alterar os valores declarados conforme os dados obtidos nos ensaios ou reiniciar todo o processo de etiquetagem.

Os procedimentos para ensaios de módulos fotovoltaicos estão baseados na IEC 61215 (*Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic Modules - Design Qualification and Type Approval*), sendo que alguns itens dessa norma não foram adotados e outros foram modificados.

Para a execução dos ensaios é necessária uma amostra de dois módulos fotovoltaicos idênticos, mesmo modelo e características, selecionados aleatoriamente dos depósitos dos fabricantes/fornecedores pelo pessoal técnico do laboratório credenciado. A seqüência de ensaios desses módulos inicia com um tratamento prévio de 5 kWh/m<sup>2</sup> seguido por testes de inspeção visual, desempenho nas condições-padrão e isolamento elétrico. A Fig. 1 mostra o fluxograma para ensaios de módulos fotovoltaicos segundo o Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO.

Os três primeiros itens dessa seqüência de ensaios são realizados nos dois módulos e têm por objetivos: a detecção visual de defeitos nos módulos; a determinação das características elétricas dos módulos nas condições-padrão (25°C, AM 1,5 e 1000 W/m<sup>2</sup>); e a medição do isolamento elétrico existente entre os terminais positivo e negativo e a moldura metálica dos módulos.

Seguindo a seqüência dos ensaios, um módulo é separado como unidade de controle enquanto o outro segue para teste da resistência de isolamento em ambiente úmido.

Por fim, o módulo fotovoltaico é considerado aprovado nos respectivos ensaios se não houver evidência visual de um defeito importante e se a potência nas condições-padrão (SRC) estiver entre -5% e +10% da potência indicada na planilha de especificações técnicas, PET, apresentada pelo fabricante.

Informações adicionais sobre qualificação de módulos fotovoltaicos podem ser obtidas em Ramos (2006) ou diretamente na norma IEC 61215.

## 3. SIMULADOR SOLAR DO IEE/USP

O simulador utilizado pelo IEE/USP é de fabricação alemã, da empresa OptoSolar, modelo *Flashlight Simulator Sol 2x2m*, e está montado conforme mostra a representação da vista superior da Fig. 2.

Convém mencionar que o termo Simulador Solar utilizado neste artigo refere-se ao conjunto de componentes mostrados na Fig. 2 instalados apropriadamente em um laboratório climatizado contendo uma sala escura com 7 metros de comprimento por 2,5 metros de largura e 2,5 metros de altura. A foto da Fig. 3 mostra a fonte de alimentação da lâmpada, o computador e o sistema de medição do simulador solar.

A foto da Fig. 4 mostra uma vista interna da sala escura a partir da porta. Ao fundo, nota-se a estrutura contendo a lâmpada Xenon e, em primeiro plano, tem-se o suporte para fixação do módulo fotovoltaico e da célula de referência juntamente com as conexões para medição da irradiância, tensão do módulo, corrente do módulo, temperatura ambiente, temperatura do módulo e temperatura da célula de referência.

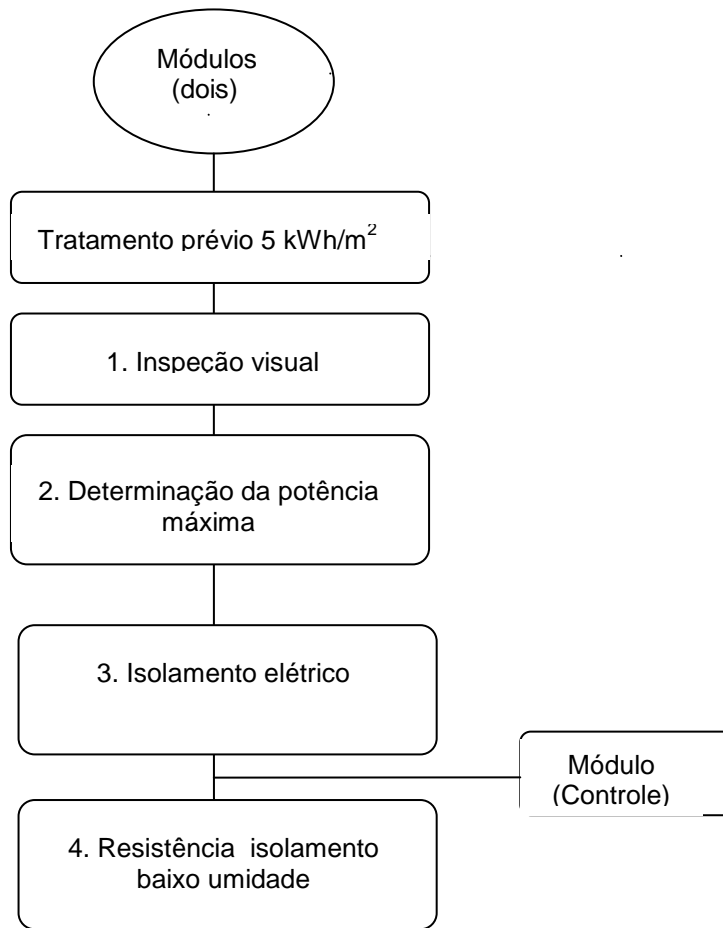


Figura 1- Fluxograma para ensaios de módulos fotovoltaicos segundo o PBE do INMETRO.

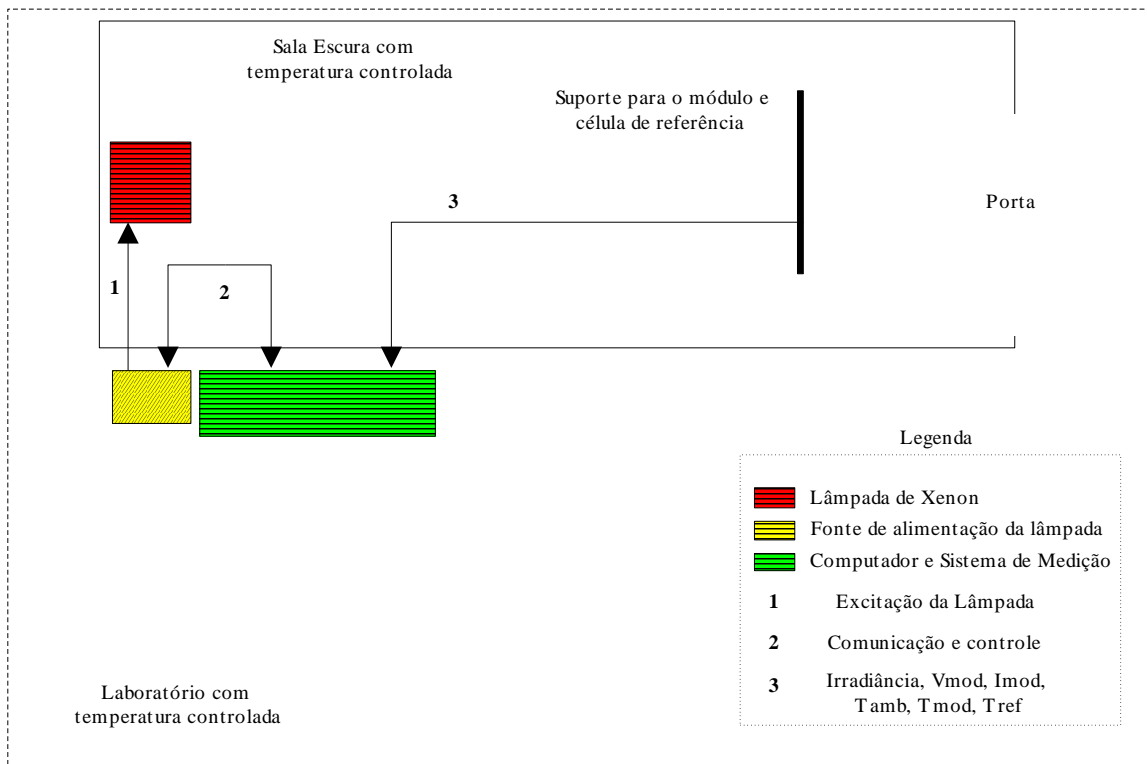


Figura 2- Representação da vista superior do laboratório do simulador solar.



Figura 3- Fonte de alimentação da lâmpada e sistema de medição do simulador solar.

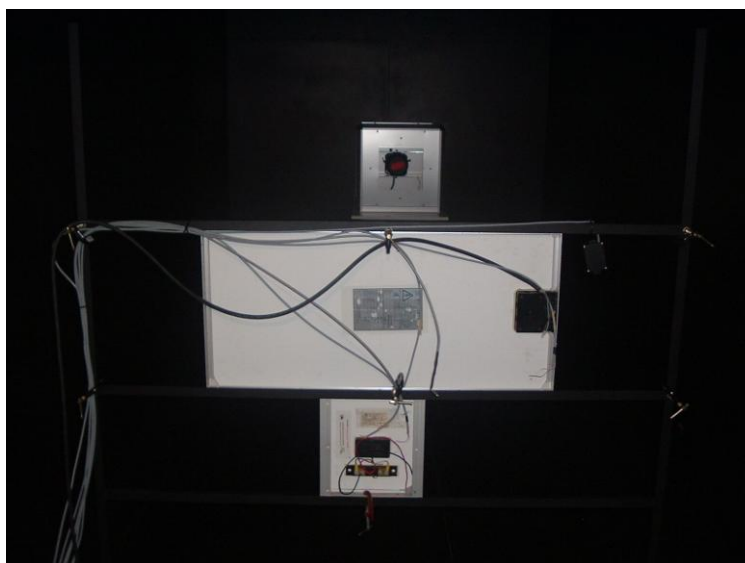


Figura 4- Vista interna da sala escura do simulador solar.

Nas seções seguintes serão descritos cada um dos componentes do simulador solar do IEE/USP.

### 3.1 Fonte de radiação

A fonte de radiação para a realização dos ensaios é constituída por uma lâmpada Xenon, espectralmente filtrada para o espectro AM 1,5 global. A intensidade de luz é ajustada para atingir uma irradiância de  $1000 \text{ W/m}^2$  em um módulo fotovoltaico posicionado a 5,0 metros da lâmpada. As dimensões do módulo fotovoltaico a ser testado podem atingir até  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$  e a uniformidade espacial da radiação nessa área de  $4 \text{ m}^2$  é maior ou igual a 98%.

Durante um período de aproximadamente 20 ms (*flash plateau*) a irradiância da lâmpada Xenon no plano do módulo fotovoltaico atinge o valor de  $1000 \text{ W/m}^2$ , esse curto tempo de *plateau* garante que as medidas realizadas não sofram alterações devido ao aquecimento do módulo fotovoltaico.

### 3.2 Fonte de alimentação da lâmpada

A lâmpada Xenon possui uma fonte de alimentação própria, capaz de acendê-la utilizando uma rampa de tensão específica e sincronizada com a carga eletrônica. Alterando-se a rampa de excitação da lâmpada Xenon pode-se alterar o tempo de duração do *flash plateau*. O simulador solar utilizado pelo IEE/USP permite até seis *flashes* por minuto.

### 3.3 Sistema de medição

A carga eletrônica é o equipamento responsável pela aquisição das variáveis mostradas na Tab. 1.

Tabela 1. Conjunto dos sinais medidos pela carga eletrônica.

CANAL DE ENTRADA	VARIÁVEL
1	Irradiância
2	Temperatura Ambiente
3	Temperatura do Módulo Fotovoltaico
4	Temperatura da Célula de Referência
5	Tensão do Módulo Fotovoltaico
6	Corrente do Módulo Fotovoltaico

Para medição da irradiância utiliza-se uma célula de referência acoplada a um *Shunt*, cujo valor da tensão em seus terminais é igual a 120,4 mV quando a célula é exposta a irradiância de 1000 W/m<sup>2</sup> e temperatura de 25°C. Para medição da temperatura ambiente utiliza-se um sensor do tipo sonda e para medição das temperaturas do módulo fotovoltaico e da célula de referência usa-se um sensor do tipo PT 100. A carga eletrônica permite a conexão de módulos ou arranjos fotovoltaicos com tensão na faixa de 0 a 200 V e corrente na faixa de 0 a 20 A.

Acoplado à carga eletrônica existe um conversor analógico/digital de 12 bits que recebe os sinais analógicos dos canais de entrada e transfere para o computador os respectivos valores digitais desses canais. Durante o *flash plateau*, a carga eletrônica mede simultaneamente os valores de corrente, tensão e irradiância (normalmente são coletadas 440 amostras para cada canal durante o *flash plateau*), podendo, assim, determinar a curva característica do módulo fotovoltaico (curva IV).

### 3.4 Computador

A medição, o controle, a comunicação e a visualização dos resultados dos ensaios realizados pelo simulador solar são comandados por um micro-computador conectado a carga eletrônica. Através do *software* de operação do simulador é possível transferir a curva IV medida para as condições-padrão ou para qualquer outra condição de referência desejada. Tal correção da curva característica do módulo é realizada levando-se em conta a irradiância e as temperaturas do módulo, do ambiente e da célula de referência, tais procedimentos de transferência da curva IV estão de acordo com a norma IEC 60891. A Fig. 5 mostra um exemplo de curva característica medida pelo simulador solar.

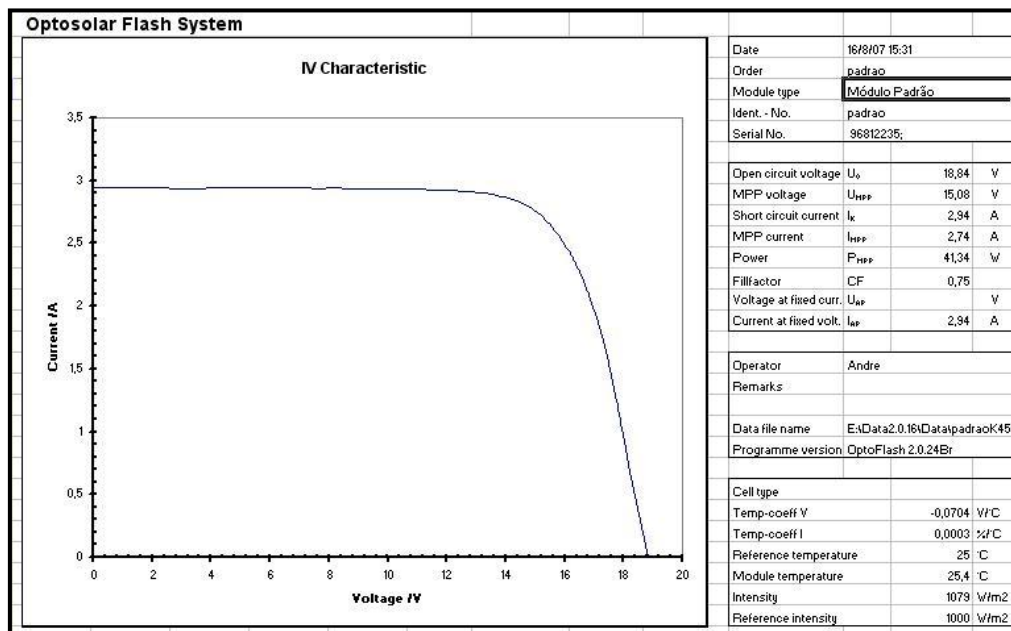


Figura 5 – Exemplo de uma curva característica medida pelo simulador solar.

Nota-se na Fig. 5 que a curva característica do módulo fotovoltaico ensaiado já está corrigida para as condições padrão (25°C; AM 1,5 e 1000 W/m<sup>2</sup>).

#### 4. ETIQUETA DE EFICIENCIA DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

O regulamento específico do PBE para etiquetagem de componentes de sistemas fotovoltaicos determina que a etiqueta deve ser aposta no próprio produto de forma que seja totalmente visível ao consumidor. Nos pontos de vendas a etiqueta dos módulos deve ser afixada na parte frontal, exceto para produtos onde essa exigência é impraticável. Nas instalações a etiqueta deve ser aplicada na parte posterior dos módulos fotovoltaicos.

O regulamento específico do PBE para etiquetagem de componentes de sistemas fotovoltaicos determina a classificação apresentada na Tab. 2 para a eficiência dos módulos fotovoltaicos de Silício cristalino (mono-Si ou poly-Si) e a Tab.3 mostra a classificação referente aos módulos com tecnologia de filme fino.

Tabela 2. Classificação dos módulos de Silício cristalino (mono-Si ou poly-Si) de acordo com sua eficiência.

Classe de Eficiência Energética
A > 13,5%
13% < B ≤ 13,5%
12% < C ≤ 13%
11% < D ≤ 12%
E < 11%

Tabela 3. Classificação dos módulos de filmes finos de acordo com sua eficiência.

Classe de Eficiência Energética
A > 9,5%
7,5% < B ≤ 9,5%
6,5% < C ≤ 7,5%
5% < D ≤ 6,5%
E < 5%

A etiqueta nacional de conservação de energia dos módulos deve ter o formato e as dimensões em conformidade com a Fig. 6.

<b>Energia</b> (Elétrica)	MÓDULO FOTOVOLTAICO	I
Fabricante	ABCDEF	II
Marca	XYZ (Logo)	III
Modelo	XPQOPT	
<b>Mais eficiente</b>		IV
<b>Menos eficiente</b>		
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)</b>	<b>XY,Z</b>	V
Área Externa do Módulo (m2)	0,00	VI
Produção Média Mensal de Energia (kWh/mês)	0,00	VII
Potência nas condições Padrão (W)	0,00	VIII
<small>Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia                      Linha de Sistemas de Energia Fotovoltaica - RESP/013-FOT</small>		
<small>Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho</small>		
<b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>		

Figura 6 - Modelo da etiqueta para módulo.

A estimação da produção média mensal de energia pressupõe uma irradiação solar global média mensal de 150 kWh/m<sup>2</sup> e é calculada através da Eq. (1).

$$E_{mensal} = \frac{150 h \times P_{nominal}[kW]}{1.20} \quad (1)$$

A etiqueta deve ser impressa em fundo branco e cor do texto em preto e composta de duas partes: uma fixa (etiqueta base) e outra variável (campos I a VIII Tab. 4).

Tabela 4. Parte variável da etiqueta para módulos fotovoltaicos.

<b>Campos</b>	<b>Preenchimento</b>
<b>I</b>	Indicar o nome do fabricante
<b>II</b>	Indicar a marca comercial (ou logomarca)
<b>III</b>	Indicar o modelo do módulo
<b>IV</b>	Indicar a letra (A, B, C, D ou E) correspondente à eficiência energética do módulo, em alinhamento com a seta correspondente
<b>V</b>	Indicar a eficiência máxima nas condições padrão (STC)
<b>VI</b>	Indicar a área externa do módulo, em m <sup>2</sup>
<b>VII</b>	Indicar a Produção Média de Energia (kWh/mês)
<b>VIII</b>	Indicar a Potência nas condições padrão (W)

## 5. COMENTÁRIO

Neste trabalho foi apresentado o simulador solar e o procedimento para qualificação e etiquetagem de módulos fotovoltaicos proposto no regulamento específico do PBE para etiquetagem de componentes de sistemas fotovoltaicos. De acordo com as deliberações da Comissão Técnica de "Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica" (CT-FOT) do Programa Brasileiro de Etiquetagem, apenas o item 2, Desempenho nas condições padrão de teste, está em execução. A execução dos demais itens será iniciada quando a etiquetagem de módulos fotovoltaicos se tornar compulsória.

Nesse processo de qualificação de módulos fotovoltaicos o simulador solar do IEE/USP pode contribuir para o refinamento dos procedimentos de Etiquetagem.

### *Agradecimentos*

Este trabalho foi possível graças ao apoio da Eletrobrás, do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BIRD) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

## REFERÊNCIAS

- IEC 61215, 1993. Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic Modules - Design Qualification and Type Approval, International Electrotechnical Commission.
- INMETRO, 2010. Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Programa Brasileiro de Etiquetagem.
- Luque, A. and Hegedus, S., 2003, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, John Wiley & Sons.
- OptoSolar, 2007. Flashlight Simulator Sol 2x2m. Optosolar GmbH.
- Ramos, C., 2006. Procedimentos para Caracterização e Qualificação de Módulos Fotovoltaicos, Dissertação de Mestrado, PIPGE, USP, São Paulo.

## **BRAZILIAN LABEL PROGRAM: USING THE IEE/USP SOLAR SIMULATOR TO QUALIFY PHOTOVOLTAIC MODULES**

**Abstract.** This document describes the solar simulator used by the Electrotechnical and Energy Institute of the University of São Paulo (IEE/USP) to perform qualifying tests to photovoltaic modules. The tests are performed within the scope of the Brazilian Label Program (PBE) of the National Institute of Metrology, Standardization, and Industrial Quality (INMETRO), which, since October 2005, has specific rules for using the Energy Conservation National Label (ENCE) for photovoltaic energy systems and equipment. The installation of this solar simulator is a result of a project sponsored by Eletrobrás, through the Electric Energy National Conservation Program (PROCEL), in partnership with the Inter-American Development Bank (BIRD) and the United Nations Development Program (UNDP). In addition to the technical characteristics of the solar simulator, the photovoltaic module classification scheme is presented.

**Key words:** Brazilian Label Program, Photovoltaic Modules, Solar Simulator




**ANEXO A - SOLICITAÇÃO DE ETIQUETAGEM**

	<b>INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL</b>					<b>REF: ETIQUETAGEM SE/001-PBE</b>			
	<b>PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM</b>					DATA APROVAÇÃO	ORIGEM:		
	<b>SOLICITAÇÃO DE ETIQUETAGEM - FOTOVOLTAICO</b>					20/10/05	INMETRO/PBE		
						REVISÃO:	DATA ÚLTIMA REVISÃO:		
					01	16/11/2006			
01	NOME / RAZAO SOCIAL DA EMPRESA								
02	CNPJ			03	ENDEREÇO				
04	NÚMERO	05	COMPLEMENTO	06	BAIRRO	07	MUNICÍPIO		
08	CEP	09	UF	10	TELEFONE	11	FAX / E.MAIL		
12	NOME E DESCRIÇÃO DO PRODUTO PARA O QUAL É SOLICITADO A ETIQUETAGEM								
13	TÍTULO, Nº E ANO DA NORMA OU ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO								
14	NOME REGISTRADO DO PRODUTO			15	QUANTIDADE	16	UNIDADE	17	APLICAÇÃO
18	OUTROS DADOS RELEVANTES								
19	<b>DECLARAÇÃO DE CONHECIMENTO E ACEITAÇÃO</b>								
DECLARO CONHECER E ACEITAR OS TERMOS DO REGULAMENTO ESPECÍFICO DE SISTEMAS E EQUIPAMENTOS PARA ENERGIA FOTOVOLTAICA - RESP/013-FOT DO INMETRO. ( <a href="http://www.inmetro.gov.br/consumidor/regEspecifico.asp">http://www.inmetro.gov.br/consumidor/regEspecifico.asp</a> )									
20	DATA SOLICITAÇÃO	21	NOME DO SOLICITANTE			22	CARIMBO E ASSINATURA DO SOLICITANTE		

É OBRIGATÓRIO ANEXAR A ESTA SOLICITAÇÃO, A PLANILHA DE ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

## ANEXO B - PLANILHAS DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – MODELOS--

 <b>INMETRO</b>	<b>PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM</b>	<b>REF: ETIQUETAGEM</b>	
	<b>SISTEMAS E EQUIPAMENTOS PARA ENERGIA FOTVOLTAICA</b>	<b>RESP/013-FOT</b>	
	<b>PLANILHA DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</b>	<small>DATA APROVAÇÃO</small> 24/10/05	<small>ORIGEM:</small> INMETRO/PBE
		<small>REVISÃO:</small> 00	<small>DATA ÚLTIMA REVISÃO:</small> 24/10/2005

### MÓDULOS

<b>1</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO FABRICANTE</b>									
Nome Fabricante: _____ Fone: _____ Marca: _____ Fax: _____ Endereço: _____ E-mail: _____										
<b>2</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DOS MÓDULOS</b>									
Marca: _____ Material: <input type="checkbox"/> mono-Si <input type="checkbox"/> poly-Si										
MODELO / CÓDIGO	Características nas condições padrão (STC)					NOCT *	Características físicas			
	Voc (V)	Isc (A)	Im (A)	Vm (V)	$\eta$ (%)		Comprimento (mm)	Largura (mm)	Área (m <sup>2</sup> )	Peso (kg)
<b>3</b> OBSERVAÇÕES										
<b>4</b> DATA	<b>5</b> CARIMBO E ASSINATURA DO FABRICANTE									

\* Temperatura das células nas condições nominais de operação; Temperatura ambiente de 20 °C e irradiância de 800 W/m<sup>2</sup>.