



## Energia solar fotovoltaica – Terminologia

### APRESENTAÇÃO

1) Este 1º Projeto de Revisão foi elaborado pela CE-03:082.01 – Comissão de Estudo de Sistemas de conversão fotovoltaicas de energia solar do ABNT/CB-03 – Comitê Brasileiro de Eletricidade, nas reuniões de:

|            |            |  |
|------------|------------|--|
| 19.03.2013 | 21.05.2013 |  |
|------------|------------|--|

2) Este 1º Projeto de Revisão é previsto para cancelar e substituir a edição anterior (ABNT NBR 10899:2006) quando aprovado, sendo que nesse ínterim a referida Norma continua em vigor;

3) Não tem valor normativo;

4) Aqueles que tiverem conhecimento de qualquer direito de patente devem apresentar esta informação em seus comentários, com documentação comprobatória;

5) Tomaram parte na elaboração deste Projeto:

| Participante | Representante           |
|--------------|-------------------------|
| OUTBACK      | Agnaldo Truccolo        |
| IEE/USP      | Aimé Pinto              |
| FURNAS       | Alcibiades de M.        |
| INCESA       | Alessandro Mendes       |
| SIEMENS      | Alexandre Sakai         |
| PUC MINAS    | Antonia Sônia Diniz     |
| ELEKTRO      | Antônio Vitor Salesse   |
| ELTEK        | Antoine Balady          |
| ABB          | Bruno Monteiro          |
| ELETROSUL    | Bruno Shimabukuro       |
| ENERGIA PURA | Caio Martins            |
| LIGHT        | Carlos Eduardo Pontes   |
| SEMIKRON     | Clovis Nunes Lopes Gajo |
| REDE ENERGIA | Cristiane Penna         |
| TOSHIBA      | Daniel Martins de Melo  |



|                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| EDP               | Daniela Martinez           |
| ELETROBRAS        | Dayana E. Pereira Teixeira |
| CPFL              | Dirceu José Ferreira       |
| EDP               | Edson Hideki               |
| SANTERNO          | Eduardo de Oliveira Cruz   |
| PROCOBRE          | Eduardo Gradiz             |
| AES ELETROPAULO   | Élio Vicentini             |
| COPEL             | Eloi Rufato Junior         |
| CPFL              | Enéas Pinto                |
| ELEKTRO           | Ernesto Mertens            |
| SCHNEIDER         | Felipe Martins             |
| FINDER            | Fernando Mairink           |
| MES-ENERGIA       | Giancarlo Gentile          |
| REDE ENERGIA      | Giorgiana Pinheiro         |
| CPQD              | Glácio Roberts Tessmen Haz |
| PROCOBRE          | Glycon Garcia              |
| CP ELETRÔNICA     | Gustavo Ceretta Flores     |
| EDP               | Gustavo Seixas Mendonça    |
| POWER ELECTRONICS | Hugo Ricardo Ferreira      |
| PHB               | Ildo Bet                   |
| AMPLA             | Iran da Silva              |
| CARLO GAVAZZI     | João Carlos Moreno         |
| EUDORA-ENERGIA    | Jonas Rafael Gazoli        |
| FINDER            | José Juarez Guerra         |
| REDE ENERGIA      | José Nelson Junior         |
|                   | José Walter O. de Araújo   |
| CELESC            | Jucemar Simões             |



|                |                                     |
|----------------|-------------------------------------|
| EXIDE          | Kazumi Obara                        |
| ORBE           | Koichi Nanbu                        |
| PUC MINAS      | Lauro Vilhena                       |
| FURNAS         | Leandro J. B. Rangel                |
| PRESERVA SOLAR | Leandro Motta                       |
| DUPONT         | Leônidas Andrade                    |
|                | Luiz Carlos Gonçalves Grossi Júnior |
| HARTING        | Luiz Coelho                         |
| SCHNEIDER      | Luiz Rosendo Tost                   |
|                | Marcelo Grandella Villalva          |
| IEE/USP        | Marcelo Pinho Almeida               |
| CEMIG          | Marcio Eli                          |
| CEPEL          | Marco Antônio Galdino               |
| TECTROL        | Marcos de Mello Rodrigues           |
| EUDORA-ENERGIA | Marcos Fernando Espíndola           |
|                | Marcos Poli                         |
| SANTERNO       | Marcos Ribeiro da Silva             |
| ELETROBRAS     | Marta Maria Almeida Olivieri        |
| WEG            | Martin Brand                        |
| SMA            | Moritz Werner                       |
| INPE           | Nelson Veissid                      |
| ELEKTRO        | Paulo Couto Gonçalves               |
| EBES           | Paulo de Tarso Peres                |
| SCHNEIDER      | Paulo Frugis                        |
| CPFL           | Pedro Derrico                       |
| VALE           | Pedro Rezende Coelho                |
| CPQD           | Raul Fernando Beck                  |



|              |                            |
|--------------|----------------------------|
| SCHNEIDER    | Renata Lourenço            |
| UNITRON      | Ricardo Diez               |
| UFSC         | Ricardo Ruther             |
| IEE/USP      | Roberto Zilles             |
| PETROBRAS    | Roberval Bulgarelli        |
| PETROBRAS    | Robson de Siqueira Oggioni |
| PETROBRAS    | Rodrigo Guido Araújo       |
| WEG          | Rogério Ferras             |
| ENERGIA PURA | Ronald Thomé               |
| EFFITECH     | Rúben Aguilló              |
| BRSolar      | Ruberval Baldini           |
| CELESC       | Salzano Garda              |
| OBO          | Sérgio Santos              |
| CEFET-RJ     | Trajano Viana              |
| JOVIC        | Wanderlei Serodio          |
| JEMA         | Nerea Zubillaga            |



## Energia solar fotovoltaica – Terminologia

*Photovoltaic solar energy – Terminology*

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica  
Descriptors: Photovoltaic *solar energy*

### Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A aplicação desta Norma não dispensa o respeito aos regulamentos de órgãos públicos que os equipamentos, os serviços e as instalações devem satisfazer. Como exemplos de regulamentos de órgãos públicos, podem ser citadas as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego e as Portarias Ministeriais elaboradas pelo Inmetro contendo os Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC) para produtos e serviços.

Esta Norma contém os Anexos A e B, de caráter normativo.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

### **Scope**

*This Standard specifies the technical terms related to photovoltaic conversion of solar radiant energy into electrical energy.*

*This Standard does not include the common electricity terms, which are defined in ABNT NBR 5456*



## 1 Escopo

Esta Norma especifica os termos técnicos relativos à conversão fotovoltaica de energia radiante solar em energia elétrica.

Esta Norma não inclui os termos gerais de eletricidade, que são definidos na ABNT NBR 5456.

## 2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 5456, *Eletricidade geral – Terminologia*

IEC 60904-3, *Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data*

ASTM G 159:1998, *Standard tables for references solar spectral irradiance at air mass 1.5: direct normal and hemispherical for a 37° tilted surface*

## 3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da ABNT NBR 5456 e os seguintes.

### 3.1

#### albedo

$G_{ALB}$

índice relativo à fração da potência radiante solar, recebida em uma unidade de área, devida à refletância dos arredores e do solo onde está instalado um dispositivo

### 3.2

#### ângulo azimutal de uma superfície

$\gamma$

ângulo entre o norte geográfico e a projeção da reta normal à superfície no plano horizontal, com faixa de variação  $-180^\circ \leq \gamma \leq +180^\circ$  e, por convenção, positivo no sentido leste com norte igual a  $0^\circ$  (ver detalhes no Anexo A)

### 3.3

#### ângulo azimutal do sol

$\gamma_s$

ângulo entre o norte geográfico e a projeção do raio solar (direção do sol) no plano horizontal, com faixa de variação  $-180^\circ \leq \gamma_s \leq +180^\circ$  e, por convenção, positivo no sentido leste com norte igual a  $0^\circ$  (ver detalhes no Anexo A)

### 3.4

#### ângulo de incidência em uma superfície

$\theta$

ângulo entre o raio solar incidente (direção do sol) e a reta normal à superfície

### 3.5

#### ângulo horário solar

$\omega$

ângulo diedro com aresta no eixo de rotação da Terra, formado pelo semiplano que contém o sol e o semiplano que contém o meridiano local, com faixa de variação  $-180^\circ \leq \omega \leq +180^\circ$  e, por convenção, positivo no período da tarde (ver detalhes no Anexo A)

### 3.6

#### ângulo zenital

$\theta_z$

ângulo de vértice no observador, formado pelas semi-retas definidas pela direção do sol e a vertical

### 3.7

#### área ativa da célula fotovoltaica

$A_{CA}$

superfície exposta à radiação solar de uma célula fotovoltaica

### 3.8

#### área das células do módulo fotovoltaico

$A_{CM}$

área total de uma célula fotovoltaica individual multiplicada pelo número de células ( $n$ ) do módulo fotovoltaico, sendo:

$$A_{CM} = n \cdot A_{CT}$$

### 3.9

#### área total da célula fotovoltaica

$A_{CT}$

superfície de uma célula fotovoltaica limitada por seu perímetro

### 3.10

#### área total do módulo fotovoltaico

$A_{MT}$

superfície frontal do módulo fotovoltaico, incluindo a moldura externa ou qualquer outra protuberância, por exemplo, rebite

### 3.11

#### arranjo fotovoltaico

conjunto de módulos fotovoltaicos ou subarranjos fotovoltaicos mecânica e eletricamente integrados, incluindo a estrutura de suporte. Um arranjo fotovoltaico não inclui sua fundação, aparato de rastreamento, controle térmico e outros elementos similares

NOTA 1 Termo equivalente, em inglês, *PV array*.

NOTA 2 Normalmente o arranjo fotovoltaico corresponde a um conjunto de módulos fotovoltaicos, séries fotovoltaicas ou subarranjos fotovoltaicos eletricamente conectados em paralelo.

### 3.12

#### caixa de junção

invólucro no qual subarranjos fotovoltaicos, séries fotovoltaicas ou módulos fotovoltaicos são conectados em paralelo e que também aloja dispositivos de proteção e/ou seccionamento



- 3.13**  
**célula ou módulo de referência**  
célula fotovoltaica ou módulo fotovoltaico com curva I-V medida sob condições padrão de ensaio
- 3.14**  
**célula fotovoltaica**  
dispositivo fotovoltaico elementar especificamente desenvolvido para realizar a conversão direta de energia solar em energia elétrica
- 3.15**  
**concentrador solar**  
montagem que inclui componentes ópticos, como espelhos ou lentes, para concentrar a radiação solar sobre células fotovoltaicas
- 3.16**  
**condições padrão de ensaio**  
**STC**  
condições de ensaio especificadas na IEC 60904-3 para células e módulos fotovoltaicos
- NOTA Termo equivalente, em inglês, *Standard Test Conditions* (STC).
- 3.17**  
**corrente de curto-circuito**  
 $I_{sc}$   
corrente de saída de um gerador fotovoltaico, na condição de curto-circuito e para valores preestabelecidos de temperatura e irradiância
- NOTA Termo equivalente, em inglês, *short circuit current* ( $I_{sc}$ ).
- 3.18**  
**curva característica**  
representação dos valores da corrente de saída de um gerador fotovoltaico, em função da tensão, para condições preestabelecidas de temperatura e de irradiância, também conhecida por curva I-V
- 3.19**  
**declinação solar**  
 $\delta$   
ângulo de vértice no centro da Terra, formado pelas semiretas definidas pela direção do sol e pelo plano do Equador, com faixa de variação  $- 23,45^\circ \leq \delta \leq + 23,45^\circ$  e, por convenção, positivo quando estiver no hemisfério Norte (ver detalhes no Anexo A)
- 3.20**  
**distribuição espectral da irradiância**  
valores de irradiância correspondentes a cada comprimento de onda do espectro solar
- 3.21**  
**eficiência de conversão fotovoltaica**  
 $\eta$   
razão entre a potência máxima fornecida e o produto da área total do módulo, ou da célula, pela irradiância total, para valores preestabelecidos de temperatura, especificada na forma de porcentagem e calculada pela equação:





$$\eta(\%) = \frac{P_{MP}}{(A_{MT} \cdot ou \cdot A_{CT}) \cdot G_{TOT}} \cdot 100\%$$

### 3.22

#### elevação ou altura solar

$\alpha$

ângulo de vértice no observador, formado pelas semi-retas definidas pela direção do sol e a projeção da direção do sol no plano horizontal (ver detalhes no Anexo A)

### 3.23

#### fator de forma

FF

razão entre a potência máxima e o produto da tensão de circuito aberto pela corrente de curto-circuito, relativos à mesma curva característica, especificado na forma de porcentagem e calculado por:

$$FF(\%) = \frac{P_{MP}}{V_{OC} \cdot I_{SC}} \cdot 100\%$$

NOTA Termo equivalente, em inglês, *fill factor* (FF).

### 3.24

#### fator de ocupação ou de preenchimento do módulo

FO

razão entre a área das células do módulo " $A_{CM}$ " e a área total do módulo " $A_{MT}$ ", especificado na forma de porcentagem, sendo:

$$FO(\%) = \frac{A_{CM}}{A_{MT}} \cdot 100\%$$

### 3.25

#### gerador fotovoltaico

gerador que utiliza o efeito fotovoltaico para converter a luz do sol em eletricidade

NOTA Gerador fotovoltaico não inclui dispositivos de armazenamento de energia ou acondicionamento de potência.

NOTA Na prática, o gerador fotovoltaico normalmente corresponde a uma célula fotovoltaica, a um módulo fotovoltaico ou a um arranjo fotovoltaico.

### 3.26

#### inclinação de uma superfície

$\beta$

ângulo de menor declive entre a superfície e o plano horizontal e faixa de variação  $0^\circ \leq \beta \leq +90^\circ$

### 3.27

#### inversor

conversor estático de potência que converte a corrente contínua do gerador fotovoltaico em corrente alternada

NOTA Às vezes é denominado de subsistema de condicionamento de potência, sistema de conversão de potência, conversor a semicondutor ou unidade de acondicionamento de potência.



- 3.28**  
**inversor de conexão à rede**  
inversor que converte a corrente contínua do gerador fotovoltaico em corrente alternada apropriada para a utilização pela rede elétrica
- 3.29**  
**inversor com função anti-ilhamento**  
inversor que deixa de fornecer energia à rede elétrica quando esta estiver fora das especificações normais de operação de tensão e/ou frequência
- 3.30**  
**irradiação difusa**  
irradiância difusa integrada durante um intervalo de tempo especificado, normalmente uma hora ou um dia, simbolizada por “ $I_{DIF}$ ” ou “ $H_{DIF}$ ”, respectivamente
- 3.31**  
**irradiação direta**  
irradiância direta integrada durante um intervalo de tempo especificado, normalmente uma hora ou um dia, simbolizada por “ $I_{DIR}$ ” ou “ $H_{DIR}$ ”, respectivamente
- 3.32**  
**irradiação global**  
irradiância global integrada durante um intervalo de tempo especificado, normalmente uma hora ou um dia, simbolizada por “ $I_{HOR}$ ” ou “ $H_{HOR}$ ”, respectivamente
- 3.33**  
**irradiação solar**  
irradiância solar integrada durante um intervalo de tempo especificado, normalmente uma hora ou um dia, medida em watt hora por metro quadrado ou Joule por metro quadrado, sendo simbolizada por “ $I$ ”, quando integrada no tempo de uma hora, ou por “ $H$ ”, quando integrada no tempo de um dia
- 3.34**  
**irradiação total**  
irradiância total integrada durante um intervalo de tempo especificado, normalmente uma hora ou um dia, simbolizada por “ $I_{TOT}$ ” ou “ $H_{TOT}$ ”, respectivamente
- 3.35**  
**irradiância difusa**  
 $G_{DIF}$   
potência radiante do céu, recebida em uma unidade de área em uma superfície horizontal, excluída a irradiância direta
- 3.36**  
**irradiância direta**  
irradiância solar incidente em uma superfície, sem ter sido espalhada pela atmosfera, podendo ser normal ou horizontal, sendo simbolizada por “ $G_{DIR}$ ”. A irradiância direta horizontal tem que considerar o cosseno do ângulo de incidência. A composição espectral da irradiância solar direta normal, para AM 1,5, está expressa no Anexo B

**3.37**  
**irradiância global**

$G_{HOR}$

potência radiante solar, recebida em uma unidade de área em uma superfície horizontal, sendo igual à irradiância direta no plano horizontal mais a irradiância difusa

**3.38**  
**irradiância solar**

$G$

taxa na qual a radiação solar incide em uma superfície, por unidade de área desta superfície, normalmente medida em watt por metro quadrado ( $W/m^2$ )

**3.39**  
**irradiância total**

$G_{TOT}$

potência radiante solar total com as componentes direta, difusa e de albedo, recebida em uma unidade de área em uma superfície com inclinação qualquer

**3.40**  
**massa de ar**  
 $AM$

razão entre o caminho óptico percorrido pelos raios solares na atmosfera e o caminho vertical na direção de zênite ao nível do mar, podendo ser aproximada pela equação:

$$AM = \frac{1}{\cos \theta_z}, \text{ para } \theta_z \leq 70^\circ$$

**3.41**  
**módulo fotovoltaico c.a.**

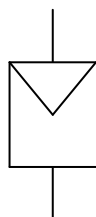
conjunto integrado módulo/inversor, cujos terminais de interface são unicamente c.a., sem nenhum acesso ao lado c.c.

**3.42**  
**módulo fotovoltaico concentrador**

dispositivo constituído por células solares integradas a um concentrador solar

**3.43**  
**módulo fotovoltaico**

unidade básica formada por um conjunto de células fotovoltaicas, interligadas eletricamente e encapsuladas, com o objetivo de gerar energia elétrica, representada pela Figura 1, onde o triângulo indica o polo positivo



**Figura 1 – Símbolo de módulo fotovoltaico**



**3.44**  
**potência de pico ou nominal**  
potência de saída de um gerador fotovoltaico, sob as condições padrão de ensaio. A unidade de medida utilizada para a potência de pico ou nominal é o Watt pico (Wp).

**3.45**  
**potência máxima**  
 **$P_{MP}$**   
potência em um ponto da curva característica de um gerador fotovoltaico, onde o produto da corrente pela tensão é máximo, no quadrante de geração

**3.46**  
**radiação solar**  
forma de transferência de energia advinda do sol, através da propagação de ondas eletromagnéticas (ou fótons)

**3.47**  
**rastreador solar**  
mecanismo que proporciona o seguimento do movimento aparente do sol

**3.48**  
**resposta espectral**  
densidade de corrente de curto-circuito por comprimento de onda, ao longo do espectro solar

**3.49**  
**seguimento do ponto de máxima potência**  
**SPMP**  
estratégia de controle utilizada para maximizar a potência fornecida pelo gerador fotovoltaico em função das condições de operação

NOTA Termo equivalente, em inglês, *maximum power point tracking* (MPPT).

**3.50**  
**série fotovoltaica**  
circuito no qual módulos fotovoltaicos são conectados em série com o intuito de gerar a tensão de saída desejada de um arranjo fotovoltaico

NOTA Termo equivalente, em inglês, *PV string*.

**3.51**  
**sistema fotovoltaico**  
conjunto de elementos que geram e fornecem eletricidade pela conversão da energia solar

NOTA 1 Os componentes de um sistema fotovoltaico variam de acordo com a aplicação, podendo incluir inversores, controladores de carga, dispositivos para controle, supervisão e proteção, armazenamento de energia elétrica, fiação, fundação e estrutura de suporte. Sistemas fotovoltaicos sempre apresentam o gerador fotovoltaico, independentemente da sua configuração.

NOTA 2 O termo em inglês *balance-of-system components* (BOS) refere-se ao sistema fotovoltaico não incluindo o gerador fotovoltaico.

**3.52**

**subarranjo fotovoltaico**

parte de um arranjo fotovoltaico que pode ser considerada uma unidade

**3.53**

**temperatura nominal de operação da célula**

temperatura média de equilíbrio da célula fotovoltaica encapsulada em um módulo, em um ambiente com irradiância de  $800 \text{ W/m}^2$ , temperatura ambiente de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , velocidade do vento de  $1 \text{ m/s}$  e em circuito aberto

NOTA Termo equivalente, em inglês, *nominal operating cell temperature* (NOCT).

**3.54**

**tensão de circuito aberto**

$V_{oc}$

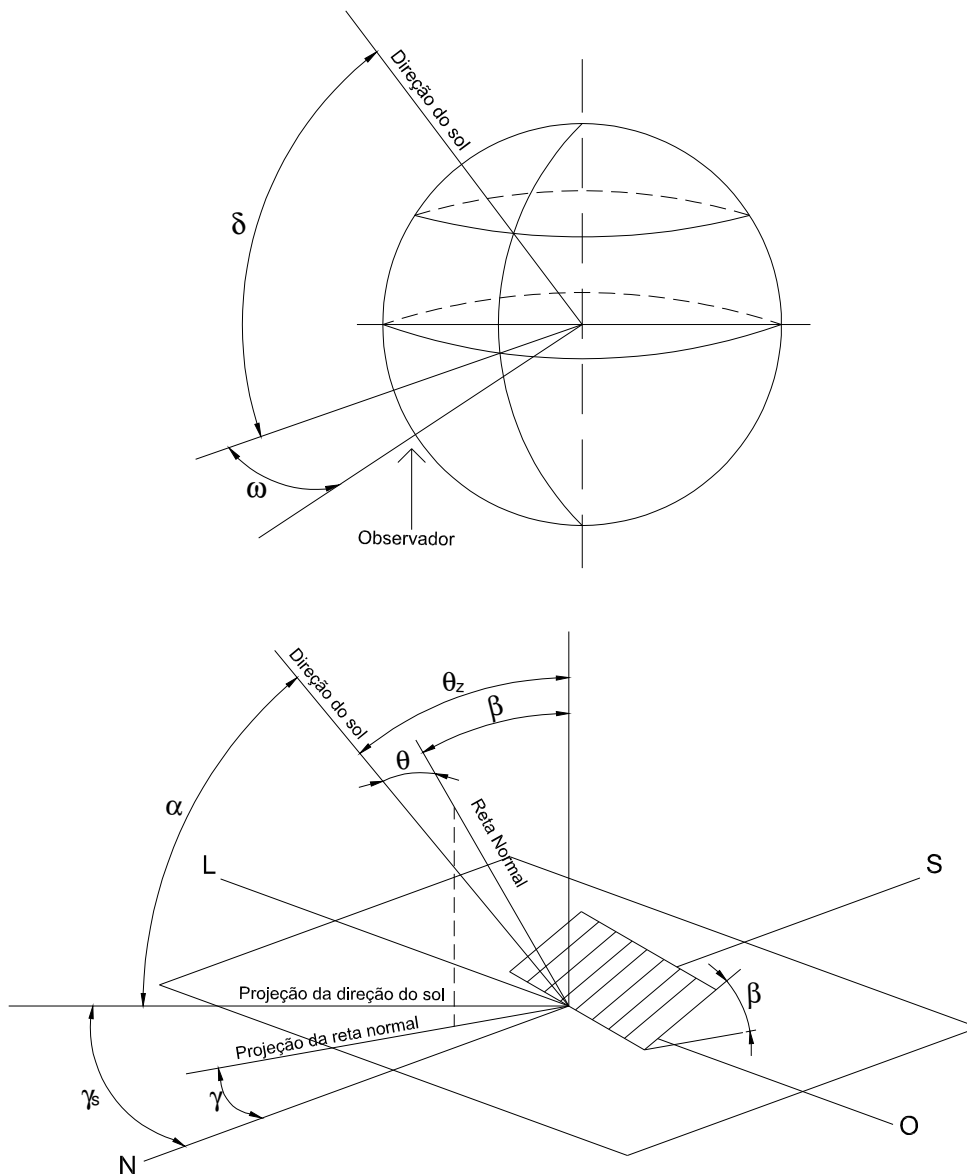
tensão gerada através de um gerador fotovoltaico sem carga (aberto), para valores pré-estabelecidos de temperatura e irradiância

NOTA Termo equivalente, em inglês, *open circuit voltage* ( $V_{oc}$ ).

## Anexo A (normativo)

### Ângulos notáveis em energia solar

A.1 Os ângulos notáveis em energia solar estão indicados na Figura A.1.



|                                 |                                     |  |
|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Legenda:                        | $\alpha$ - elevação ou altura solar | $\beta$ - inclinação de uma superfície       |
| $\delta$ - declinação solar     | $\theta_z$ - ângulo zenital         | $\gamma$ - ângulo azimutal de uma superfície |
| $\omega$ - ângulo horário solar | $\theta$ - ângulo de incidência     | $\gamma_s$ - ângulo azimutal do sol          |

**Figura A.1 – Indicação dos ângulos notáveis em energia solar**



**Anexo B**  
(normativo)

**Tabela**

**Tabela B.1 – Composição espectral da irradiância solar direta normal para AM 1,5  
(ASTM G 159:1998)**

| $\lambda$ | $G_{DIR \lambda}$ | $G_{DIR 0 \rightarrow \lambda}$ | $F_{\lambda}$ | $\lambda$ | $G_{DIR \lambda}$ | $G_{DIR 0 \rightarrow \lambda}$ | $F_{\lambda}$ |
|-----------|-------------------|---------------------------------|---------------|-----------|-------------------|---------------------------------|---------------|
| 0,3050    | 3,4               | 0,02                            | 0,0000        | 0,9800    | 549,7             | 518,10                          | 0,6743        |
| 0,3100    | 15,6              | 0,07                            | 0,0001        | 0,9935    | 630,1             | 526,06                          | 0,6847        |
| 0,3150    | 41,1              | 0,21                            | 0,0003        | 1,0400    | 582,9             | 554,26                          | 0,7214        |
| 0,3200    | 71,2              | 0,49                            | 0,0006        | 1,0700    | 539,7             | 571,10                          | 0,7433        |
| 0,3250    | 100,2             | 0,92                            | 0,0012        | 1,1000    | 366,2             | 584,69                          | 0,7610        |
| 0,3300    | 152,4             | 1,55                            | 0,0020        | 1,1200    | 98,1              | 589,33                          | 0,7670        |
| 0,3350    | 155,6             | 2,32                            | 0,0030        | 1,1300    | 169,5             | 590,67                          | 0,7688        |
| 0,3400    | 179,4             | 3,16                            | 0,0041        | 1,1370    | 118,7             | 591,68                          | 0,7701        |
| 0,3450    | 186,7             | 4,08                            | 0,0053        | 1,1610    | 301,9             | 596,73                          | 0,7767        |
| 0,3500    | 212,0             | 5,07                            | 0,0066        | 1,1800    | 406,8             | 603,46                          | 0,7854        |
| 0,3600    | 240,5             | 7,34                            | 0,0095        | 1,2000    | 375,2             | 611,28                          | 0,7956        |
| 0,3700    | 324,0             | 10,16                           | 0,0132        | 1,2350    | 423,6             | 625,26                          | 0,8138        |
| 0,3800    | 362,4             | 13,59                           | 0,0177        | 1,2900    | 365,7             | 646,96                          | 0,8421        |
| 0,3900    | 381,7             | 17,31                           | 0,0225        | 1,3200    | 223,4             | 655,80                          | 0,8536        |
| 0,4000    | 556,0             | 22,00                           | 0,0286        | 1,3500    | 30,1              | 659,60                          | 0,8585        |
| 0,4100    | 656,3             | 28,06                           | 0,0365        | 1,3950    | 1,4               | 660,31                          | 0,8594        |
| 0,4200    | 690,8             | 34,80                           | 0,0453        | 1,4425    | 51,6              | 661,57                          | 0,8611        |
| 0,4300    | 641,9             | 41,46                           | 0,0540        | 1,4625    | 97,0              | 663,06                          | 0,8630        |
| 0,4400    | 798,5             | 48,66                           | 0,0633        | 1,4770    | 97,3              | 664,46                          | 0,8648        |
| 0,4500    | 956,6             | 57,44                           | 0,0748        | 1,4970    | 167,1             | 667,11                          | 0,8683        |
| 0,4600    | 990,0             | 67,17                           | 0,0874        | 1,5200    | 239,3             | 671,78                          | 0,8744        |
| 0,4700    | 998,0             | 77,12                           | 0,1004        | 1,5390    | 248,8             | 676,42                          | 0,8804        |
| 0,4800    | 1046,1            | 87,34                           | 0,1137        | 1,5580    | 249,3             | 681,15                          | 0,8866        |
| 0,4900    | 1005,1            | 97,59                           | 0,1270        | 1,5780    | 222,3             | 685,87                          | 0,8927        |
| 0,5000    | 1026,7            | 107,75                          | 0,1402        | 1,5920    | 227,3             | 689,01                          | 0,8968        |
| 0,5100    | 1066,7            | 118,22                          | 0,1539        | 1,6100    | 210,5             | 692,95                          | 0,9019        |
| 0,5200    | 1011,5            | 128,61                          | 0,1674        | 1,6300    | 224,7             | 697,31                          | 0,9076        |
| 0,5300    | 1084,9            | 139,89                          | 0,1810        | 1,6460    | 215,9             | 700,83                          | 0,9122        |
| 0,5400    | 1082,4            | 149,93                          | 0,1951        | 1,6780    | 202,8             | 707,53                          | 0,9209        |
| 0,5500    | 1102,2            | 160,85                          | 0,2094        | 1,7400    | 158,2             | 718,72                          | 0,9355        |



ABNT/CB-03  
1º PROJETO DE REVISÃO ABNT NBR 10899  
JUL 2013

Tabela B.1 (continuação)

| $\lambda$ | $G_{DIR \lambda}$ | $G_{DIR 0 \rightarrow \lambda}$ | $F_{\lambda}$ | $\lambda$ | $G_{DIR \lambda}$ | $G_{DIR 0 \rightarrow \lambda}$ | $F_{\lambda}$ |
|-----------|-------------------|---------------------------------|---------------|-----------|-------------------|---------------------------------|---------------|
| 0,5700    | 1087,4            | 182,75                          | 0,2379        | 1,8000    | 28,6              | 724,33                          | 0,9428        |
| 0,5900    | 1024,3            | 203,87                          | 0,2653        | 1,8600    | 1,8               | 725,24                          | 0,9439        |
| 0,6100    | 1088,8            | 225,00                          | 0,2928        | 1,9200    | 1,1               | 725,32                          | 0,9441        |
| 0,6300    | 1062,1            | 246,51                          | 0,3208        | 1,9600    | 19,7              | 725,74                          | 0,9446        |
| 0,6500    | 1061,7            | 267,74                          | 0,3485        | 1,9850    | 84,9              | 727,05                          | 0,9463        |
| 0,6700    | 1046,2            | 288,82                          | 0,3759        | 2,0050    | 25,0              | 728,15                          | 0,9477        |
| 0,6900    | 859,2             | 307,88                          | 0,4007        | 2,0350    | 92,5              | 729,91                          | 0,9500        |
| 0,7100    | 1002,4            | 326,49                          | 0,4249        | 2,0650    | 56,3              | 732,14                          | 0,9529        |
| 0,7180    | 816,9             | 333,77                          | 0,4344        | 2,1000    | 82,7              | 734,57                          | 0,9561        |
| 0,7244    | 842,8             | 339,08                          | 0,4413        | 2,1480    | 76,2              | 738,39                          | 0,9611        |
| 0,7400    | 971,0             | 353,23                          | 0,4597        | 2,1980    | 66,4              | 741,95                          | 0,9657        |
| 0,7525    | 956,3             | 365,27                          | 0,4754        | 2,2700    | 65,0              | 746,68                          | 0,9719        |
| 0,7575    | 942,2             | 378,82                          | 0,4816        | 2,3600    | 57,6              | 752,20                          | 0,9790        |
| 0,7625    | 524,8             | 373,69                          | 0,4864        | 2,4500    | 19,8              | 755,68                          | 0,9836        |
| 0,7675    | 830,7             | 377,08                          | 0,4908        | 2,4940    | 17,0              | 756,49                          | 0,9846        |
| 0,7800    | 908,9             | 387,95                          | 0,5049        | 2,5370    | 3,0               | 756,92                          | 0,9852        |
| 0,8000    | 873,4             | 405,77                          | 0,5281        | 2,9418    | 4,0               | 758,34                          | 0,9870        |
| 0,8160    | 712,0             | 418,46                          | 0,5446        | 2,9730    | 7,0               | 758,51                          | 0,9872        |
| 0,8237    | 660,2             | 423,74                          | 0,5515        | 3,0050    | 6,0               | 758,72                          | 0,9875        |
| 0,8315    | 765,5             | 429,30                          | 0,5580        | 3,0560    | 3,0               | 758,95                          | 0,9878        |
| 0,8400    | 799,8             | 435,95                          | 0,5674        | 3,1320    | 5,0               | 759,25                          | 0,9882        |
| 0,8600    | 815,2             | 452,10                          | 0,5884        | 3,1560    | 18,0              | 759,53                          | 0,9886        |
| 0,8800    | 778,3             | 468,04                          | 0,6092        | 3,2040    | 1,2               | 759,99                          | 0,9892        |
| 0,9050    | 630,4             | 485,65                          | 0,6321        | 3,2450    | 3,0               | 760,08                          | 0,9893        |
| 0,9150    | 565,2             | 491,62                          | 0,6399        | 3,3170    | 12,0              | 760,62                          | 0,9900        |
| 0,9250    | 586,4             | 497,38                          | 0,6474        | 3,3440    | 3,0               | 760,82                          | 0,9902        |
| 0,9300    | 348,1             | 499,72                          | 0,6504        | 3,4500    | 12,2              | 761,62                          | 0,9913        |
| 0,9370    | 224,2             | 501,72                          | 0,6530        | 3,5730    | 11,0              | 763,05                          | 0,9932        |
| 0,9480    | 271,4             | 504,45                          | 0,6566        | 3,7650    | 9,0               | 764,97                          | 0,9957        |
| 0,9650    | 451,2             | 510,59                          | 0,6646        | 4,0450    | 6,9               | 767,20                          | 0,9986        |
|           |                   |                                 |               | >4,0450   | ....              | 768,31                          | 1,0000        |

onde

$\lambda$  é o comprimento de onda (micrometro);

$G_{DIR \lambda}$  é a irradiância solar direta normal, no comprimento de onda  $\lambda$  expressa em watt por metro quadrado ( $W/m^2$ );

$G_{DIR 0 \rightarrow \lambda}$  é a irradiância solar direta normal, integrada na faixa de comprimentos de onda de 0 até  $\lambda$  expressa em watt por metro quadrado ( $W/m^2$ );

$F_{\lambda}$  é a fração da irradiância solar direta normal, integrada desde  $\lambda = 0,3050 \mu m$  até o comprimento de onda  $\lambda$ .

NOTA A quantidade de radiação solar que chega à superfície da Terra é insignificante para comprimentos de onda abaixo de  $0,3 \mu m$ .