

Capítulo IX

Energia solar fotovoltaica – Introdução

Por Jonas Rafael Gazoli, Marcelo Gradella Villalva e Juarez Guerra*

O Sol é a principal fonte de energia do nosso planeta. Seguindo uma tendência que já ocorre em diversas partes do mundo, consumidores brasileiros agora vão começar a produzir sua própria eletricidade a partir da luz solar com os sistemas fotovoltaicos.

Os sistemas fotovoltaicos são baseados em painéis ou módulos compostos de células fotovoltaicas, dispositivos que captam a energia da luz solar e produzem corrente elétrica. Essa corrente produzida pelos módulos fotovoltaicos é coletada e processada por inversores eletrônicos, podendo ser utilizada para reduzir a conta de eletricidade ou até mesmo tornar o consumidor totalmente independente em energia elétrica.

Os sistemas de autoprodução de eletricidade com energia fotovoltaica são muito vantajosos diante da inflação das tarifas de eletricidade. Uma residência ou empresa, ao instalar um sistema fotovoltaico, fica imune aos aumentos do preço da energia e garante o abastecimento de eletricidade por pelo menos 25 anos, que é o tempo mínimo de vida de um sistema fotovoltaico. O investimento no sistema se paga em poucos anos com a energia produzida.

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica fornecem eletricidade para o consumidor junto à rede elétrica. Toda a eletricidade produzida a partir do Sol pode ser usada para o consumo próprio. Quando existe luz o consumidor pode usar sua própria energia elétrica.

Nos períodos em que não existe luz solar o consumidor continua sendo abastecido normalmente pela rede elétrica pública.

Nos períodos em que o consumo é baixo pode ocorrer excedente de energia – ou seja, o sistema fotovoltaico produz mais energia do que o consumidor precisa. Neste caso, o consumidor exporta energia para a rede pública, tornando-se um gerador de eletricidade. Ao exportar eletricidade o consumidor recebe um crédito de energia. Este crédito pode ser utilizado posteriormente por um desconto na conta de eletricidade do próximo mês, podendo também ser acumulado em meses posteriores caso não seja utilizado.

O sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica não utiliza baterias para armazenamento de energia, pois a própria rede elétrica é utilizada como meio de armazenamento por meio do sistema de créditos de energia. Toda a energia gerada pelo sistema fotovoltaico é imediatamente injetada na rede elétrica, sendo consumida internamente ou exportada para a concessionária, de acordo com os níveis de geração e consumo instantâneos.

O sistema de créditos de energia foi criado no Brasil com a publicação, em abril de 2012, da resolução nº 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Essa resolução autorizou a micro e a minigeração de energia elétrica para consumo próprio a partir de fontes

renováveis e alternativas com sistemas de geração conectados às redes elétricas de baixa tensão, ou seja, ligados diretamente às instalações elétricas de residências, escolas, empresas e todos os tipos de consumidores.

A publicação da resolução nº 482 constituiu um marco regulatório em nosso país, beneficiando a população e obrigando as concessionárias de energia elétrica a aceitar a entrada de sistemas próprios de geração fotovoltaica em suas redes de distribuição de eletricidade. A resolução estabelece que cada cidadão brasileiro ou empresa poderá ter sua própria usina fotovoltaica produzindo eletricidade para consumo próprio e determina as condições para a implantação dos sistemas de autoprodução de eletricidade.

A instalação em massa de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica vai contribuir para o aumento da disponibilidade de eletricidade em nosso país, ajudando a poupar água nos reservatórios das hidrelétricas nos períodos de seca. Além disso, os sistemas fotovoltaicos vão reduzir a necessidade de se construir usinas baseadas em fontes poluentes, contribuindo assim para a manutenção da característica da matriz elétrica brasileira, predominantemente limpa e renovável.

A implantação de um sistema fotovoltaico conectado à rede é rápida e simples. O sistema é dimensionado de acordo com as necessidades do consumidor, podendo ter potências de pico desde alguns quilowatts (para consumidores residenciais) até 1 MW (para comércios e indústrias), de acordo com as regras da micro e da minigeração de eletricidade implantadas no Brasil.

Normalmente, em lajes ou telhados, a fixação das estruturas dos módulos fotovoltaicos deve ser feita por equipe especializada, tomando os cuidados necessários para trabalhos em altura. As instalações elétricas necessárias para a implantação do sistema fotovoltaico podem ser acrescentadas facilmente a construções já existentes, industriais ou residenciais, ou podem ser previstas ainda na etapa do projeto.

As Figuras 1 e 2 mostram a implantação de um sistema fotovoltaico residencial de microgeração. A instalação destes sistemas ainda é pioneira no Brasil, mas deverá crescer com a expansão do mercado de micro e minigeração possibilitada com a resolução normativa nº 482 da Aneel.

Células fotovoltaicas

O efeito fotovoltaico ocorre quando a luz do sol incide sobre uma célula constituída de material semicondutor. Uma célula fotovoltaica típica é composta por duas camadas de material semicondutor dos tipos P e N, uma grade de coletores metálicos e uma base metálica. A célula ainda possui uma camada de material antirreflexivo, necessária para aumentar a absorção de luz. A Figura 3 mostra uma célula fotovoltaica de silício monocristalino.

As células podem ser fabricadas com diferentes materiais. As células mais comuns disponíveis comercialmente são constituídas de silício monocristalino, policristalino ou amorfo.

Silício monocristalino

As células monocristalinas são fabricadas a partir da serragem de lingotes de silício monocristalino, como mostrado na Figura 4. Esses lingotes são obtidos a partir do silício purificado, extraído do mineral quartzo, muito abundante na crosta terrestre.

O lingote de silício monocristalino é constituído de uma estrutura cristalina única, por isso possui aspecto brilhante e uniforme. O lingote é serrado e fatiado para produzir bolachas de silício, ou wafers, como mostra a Figura 5. Os wafers são submetidos a processos de dopagem, durante os quais são formadas as camadas P e N que originam as propriedades fotovoltaicas. O wafer dopado recebe depois os eletrodos e o tratamento antirreflexivo, dando origem à célula fotovoltaica.

Uma célula monocristalina tem aspecto uniforme, podendo apresentar coloração azulada ou preta, dependendo do tipo de tratamento antirreflexivo empregado. As células de silício monocristalino são as mais eficientes disponíveis comercialmente em larga escala. Os módulos fotovoltaicos construídos de células monocristalinas tipicamente têm eficiência de 16%.

Silício policristalino

O silício policristalino tem um processo de fabricação mais

simples, que utiliza temperaturas mais baixas do que as empregadas na fabricação do silício monocristalino. O lingote de silício policristalino é formado por um aglomerado de inúmeros cristais, com tamanhos e orientações espaciais diferentes.

Os wafers policristalinos, bem como as células acabadas, possuem aparência heterogênea e aspecto bastante distinto do silício monocristalino. A Figura 6 mostra células fotovoltaicas policristalinas.

Os módulos fotovoltaicos policristalinos têm eficiências ligeiramente inferior às dos seus concorrentes monocristalinos, entretanto, as duas tecnologias coexistem no mercado e apresentam relações custo-benefício muito próximas.

Filmes finos

Os dispositivos de filmes finos são fabricados pela pulverização de finas camadas de silício sobre uma base feita de material rígido ou flexível.

O custo dos filmes finos é menor, pois em sua fabricação não há serragem de lingotes, ocorrendo menos desperdício de material e menor consumo de energia, pois os processos de fabricação empregam temperaturas menores do que as utilizadas na fabricação do silício cristalino. Além disso, a fabricação é menos complexa, tornando mais



Figura 1 – Instalação de estruturas e módulos fotovoltaicos em sistema de microgeração residencial. Fonte: Eudora Solar.



Figura 3 – Célula fotovoltaica de silício monocristalino. Fonte: Bosch Solar Energy AG.



Figura 2 – Conexão de inversores e instalação de cabeamento elétrico para implantação de sistema fotovoltaico residencial. Fonte: Eudora Solar.



Figura 4 – Lingote de silício monocristalino. Fonte: Bosch Solar Energy AG.

simples a automatização dos processos e facilitando a produção em grande volume.

Os dispositivos de filmes finos são produzidos em qualquer dimensão e a única restrição é a área da base para a fabricação do módulo. Os módulos fotovoltaicos de filmes finos, como os mostrados na Figura 7, são constituídos de uma única célula.

Apesar do baixo custo de fabricação, os dispositivos de filmes finos têm baixa eficiência e exigem maior área instalada para produzir a mesma energia que produzem as tecnologias cristalinas, tornando mais elevados os custos de instalação.

Uma vantagem dos filmes finos é o seu baixo coeficiente de redução de potência com o aumento da temperatura, o que os torna mais adequados para locais com temperaturas muito elevadas.

Os módulos de filmes finos sofrem degradação de maneira mais acelerada do que os cristalinos, o que pode ser um aspecto muito inconveniente para esta tecnologia.

A designação filme fino é usada para diferentes tecnologias, como o silício amorfo, o silício microcristalino, a tecnologia de telureto de cádmio (CdTe) e a tecnologia CIGS (cobre-índio-gálio-selênio) – estas duas últimas com reduzida presença no mercado.

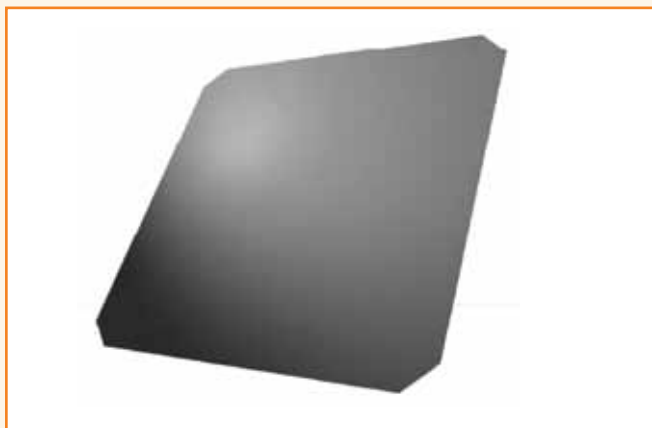


Figura 5 – Wafer de silício monocristalino. Fonte: Bosch Solar Energy AG.



Figura 6 – Células fotovoltaicas de silício policristalino. Fonte: Bosch Solar Energy AG.

Silício amorfo

A eficiência dos módulos de silício amorfo é muito baixa, entre 5% e 8%. Sua eficiência diminui durante os primeiros 6 a 12 meses de funcionamento devido à degradação induzida pela luz, até chegar a um valor estável.

Silício microcristalino

Uma alternativa promissora para o futuro dos módulos de filmes finos são as células microcristalinas. Apresentam simultaneamente as vantagens do silício cristalino e da tecnologia de fabricação de filmes finos, como a produção em massa, a elevada automatização, o menor desperdício de material e o reduzido consumo de energia na fabricação.

As células microcristalinas são fabricadas em dois processos, um em alta e outro em baixa temperatura. O processo em alta temperatura utiliza a deposição de silício de elevada qualidade a temperaturas situadas entre 900 °C e 1.000 °C, criando estruturas microcristalinas semelhantes à do silício policristalino.

No segundo processo, em baixas temperaturas, entre 200 °C e 500 °C, são produzidas películas de silício com estruturas microcristalinas de grãos muito finos. As baixas temperaturas permitem a utilização de materiais baratos, sobre os quais a célula é fabricada (vidro, metal ou plástico). Os processos de deposição são similares aos da tecnologia de silício amorfo. As células microcristalinas apresentam eficiências comerciais de até 8,5%.

CdTe e CIGS

As células de telureto de cádmio (CdTe) e CIGS (cobre-índio-gálio-selênio) são as mais eficientes dentro da família dos filmes finos. Entretanto não alcançaram ainda a produção em larga escala como as outras.

As células CdTe não são difundidas em larga escala devido à toxicidade do cádmio (Cd) e à escassez do telúrio (Te), um material raro.

As células CIGS não empregam materiais tóxicos, entretanto seu custo é muito elevado e sua inserção no mercado é pequena.



Figura 7 – Módulos fotovoltaicos de filmes finos. Fonte: Bosch Solar Energy AG.

e módulos fotovoltaicos com diferentes características e eficiências maiores ou menores. Algumas tecnologias têm custo reduzido, porém apresentam menor eficiência.

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre algumas das tecnologias de células fotovoltaicas existentes. Observa-se que as células e os módulos de silício mono e policristalino, com exceção das células híbridas, são os que apresentam as maiores eficiências de conversão, tanto nas versões de laboratório (obtidas a partir de processos de fabricação melhorados) como nos produtos comercialmente disponíveis (originados de processos de fabricação em larga escala).

Módulos fotovoltaicos

A célula fotovoltaica é o menor dispositivo fotovoltaico existente. Uma célula produz pouca eletricidade, então várias células são ligadas em série para produzir painéis ou módulos fotovoltaicos.

Um módulo fotovoltaico é composto de um número de células coladas sobre uma estrutura rígida e ligadas eletricamente em série para proporcionar tensões de saída maiores.

Os módulos fotovoltaicos de silício cristalino encontrados no mercado, como os ilustrados na Figura 8, apresentam potências de pico entre 85 W e 255 W. Suas tensões máximas de saída em circuito aberto vão até aproximadamente 37 V e podem fornecer em torno de 8,5 A de corrente elétrica.

Os módulos de filmes finos são formados por uma célula única

com as dimensões do próprio módulo. Em geral são encontrados em potências em torno de 50 W e 100 W. Esses módulos apresentam tensões de saída maiores, de até 70 V aproximadamente, e são mais difíceis de empregar, pois suas correntes de saída são pequenas e exigem um grande número de conjuntos em paralelo para alcançar a produção de energia desejada.

A Figura 9 mostra os componentes de um módulo solar fotovoltaico típico. As células e suas conexões elétricas são prensadas dentro de lâminas de plásticas. O módulo é recoberto por uma lâmina de vidro e por último recebe uma moldura de alumínio.

Na parte traseira o módulo recebe uma caixa de conexões elétricas à qual são conectados os cabos que normalmente são fornecidos junto

TABELA 1 – COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DAS DIVERSAS TECNOLOGIAS DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

<i>Material da célula fotovoltaica</i>	<i>Eficiência da célula em laboratório</i>	<i>Eficiência da célula comercial</i>	<i>Eficiência dos módulos comerciais</i>
Silício monocristalino	24,7%	18%	14%
Silício policristalino	19,8%	15%	13%
Silício cristalino – filme fino	19,2%	9,5%	7,9%
Silício amorfo	13%	10,5%	7,5%
Silício micromorfo	12%	10,7%	9,1%
Célula solar híbrida	20,1%	17,3%	15,2%
CIS, CIGS	18,8%	14%	10%
Telureto de cádmio	16,4%	10%	9%

com o módulo. Os cabos possuem conectores padronizados, que permitem a rápida conexão de módulos em série.

A energia solar fotovoltaica no Brasil

Histórico

Antes do surgimento dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede, a energia solar fotovoltaica no Brasil era restrita a pequenos sistemas isolados ou autônomos em locais não atendidos pela rede elétrica, em regiões de difícil acesso ou onde a instalação de linhas de distribuição de energia elétrica não era economicamente viável.

Sistemas fotovoltaicos autônomos são muito importantes na eletrificação de propriedades rurais, comunidades isoladas, bombeamento de água e sistemas de telecomunicações, por exemplo. Inúmeras residências brasileiras foram eletrificadas com sistemas fotovoltaicos autônomos pelo programa Luz Para Todos, criado pelo Governo Federal em 2003.

Embora os sistemas autônomos de energia solar fotovoltaica sejam uma alternativa para a geração de eletricidade, espera-se que o maior uso da energia solar fotovoltaica em breve esteja concentrado nos sistemas conectados à rede elétrica. O número de sistemas fotovoltaicos conectados à rede vem aumentando no Brasil e sua utilização deverá ter um salto extraordinário nos próximos anos.

Além da publicação da resolução nº 482 da Aneel, um importante passo para a inserção da energia solar fotovoltaica em nossa matriz energética foi o projeto estratégico “Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira”, lançado pela Aneel em 2011 em conjunto com empresas concessionárias de energia elétrica de todo o país. O projeto teve o objetivo de promover a criação de usinas experimentais de energia solar fotovoltaica interligadas ao sistema elétrico nacional, que deverão somar quase 25 MW de capacidade instalada de geração.

Potencial de utilização

A energia solar fotovoltaica proporciona menos intermitência no fornecimento de eletricidade do que a energia eólica e pode ser

empregada em todo o território brasileiro, que apresenta elevadas taxas de irradiação solar.

O potencial de exploração da energia solar fotovoltaica é muito grande quando se consideram a micro e a minigeração de eletricidade em redes de distribuição de baixa tensão, como prevê a resolução nº 482 da Aneel, bem como os parques de geração solar que funcionarão como usinas de eletricidade tradicionais.

A quantidade de energia produzida por um sistema fotovoltaico depende da insolação do local em que é instalado. O Brasil apresenta taxas de insolação médias anuais entre 4.500 e 6.000 Wh/m². As regiões Nordeste e Centro-Oeste são as que possuem o maior potencial de aproveitamento da energia solar. Entretanto, outras regiões também possuem importantes taxas de insolação solar, melhores do que as encontradas em muitos países que empregam largamente a energia solar fotovoltaica.

Diante das dimensões territoriais e das elevadas taxas de insolação brasileiras, é razoável esperar para o Brasil um potencial de geração solar fotovoltaica pelo menos dez vezes superior à capacidade instalada na Alemanha atualmente. Isso representaria cerca de 200 GW de eletricidade a partir da luz do Sol, ou seja, aproximadamente o dobro de toda a capacidade de geração instalada no país atualmente.

Com o imenso potencial solar fotovoltaico que o Brasil possui, poderá tornar-se um dos líderes mundiais no emprego de energias renováveis alternativas. Embora o país seja conhecido por possuir uma matriz de geração de eletricidade relativamente limpa e bastante renovável, esta situação não vai perdurar nos próximos anos sem o uso de novas fontes de energia.

Existe muito espaço para o crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil. Mais do que uma fonte alternativa, a energia solar fotovoltaica é uma opção viável e promissora para complementar e ampliar a geração de eletricidade.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser instalados em telhados de indústrias, residências e prédios comerciais, estacionamentos, fachadas e áreas rurais. Usinas solares de eletricidade poderão ser construídas em



Figura 8 – Módulos fotovoltaicos de silício monocristalino. Fonte: Bosch Solar Energy AG.



Figura 9 – Componentes de um módulo fotovoltaico. Fonte: Bosch Solar Energy AG.

áreas abertas de qualquer dimensão, próximas ou distantes dos centros de consumo. As condições climáticas e o espaço territorial do nosso país são extremamente favoráveis para esta fonte de energia.

Situação atual

Há sinais muito positivos de que a energia fotovoltaica será seriamente considerada como uma alternativa energética para o Brasil, não somente com a criação de parques de geração, mas principalmente com o emprego de sistemas de micro e minigeração distribuída conectados à rede elétrica de baixa tensão.

Ao longo dos anos de 2011 e 2012 houve muitos avanços no setor de energia solar fotovoltaica no Brasil, especialmente com os resultados das discussões geradas pelo Grupo Setorial de Energia Fotovoltaica da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee) e pela comissão de estudos CE-03:082.01 do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (Cobei), responsável pela elaboração da norma para a conexão de inversores fotovoltaicos à rede elétrica.

Esses dois fóruns de discussão reuniram representantes de empresas e universidades com o objetivo de promover a energia fotovoltaica, propor mecanismos e discutir regras para a inserção desta fonte renovável de energia na matriz brasileira.

Até o início do ano de 2012 o principal obstáculo para o florescimento da indústria e do mercado fotovoltaicos era a ausência

de regulamentação e de normas técnicas para o setor, o que inibia o avanço dos sistemas de geração fotovoltaica em baixa tensão, que são um importante nicho para o crescimento e o fortalecimento da energia fotovoltaica.

Em abril de 2012 foi aprovada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) a resolução normativa nº 482, que permite a micro e a minigeração de energia elétrica a partir de fontes renováveis e alternativas com sistemas de geração distribuída conectados às redes elétricas de baixa tensão.

Em março de 2012, como resultado das discussões técnicas ocorridas na comissão CE-03:082.01 do Cobei, foi publicada a norma técnica ABNT NBR IEC 62116:2012 sobre o procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores fotovoltaicos conectados à rede elétrica.

Atualmente está em análise, para breve publicação, a norma "Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição". E também está em elaboração a complementação da norma para instalações elétricas de baixa tensão, esta última com base na IEC 60364, Parte 7-712, que diz respeito aos requisitos complementares para a instalação de sistemas fotovoltaicos.

São ainda escassos no país os conhecimentos sobre a construção e a operação de plantas de energia solar fotovoltaica. As normas técnicas publicadas recentemente e atualmente em elaboração vão trazer importantes esclarecimentos para consumidores, fabricantes de equipamentos, instaladores e concessionárias de energia elétrica.

Obstáculos

A exemplo do que ocorreu com a energia eólica e outras fontes alternativas, esperam-se ações para promover a inserção da energia fotovoltaica no Brasil. O Proinfa, programa criado pelo Governo Federal para promover o uso de fontes alternativas de energia, não incluiu a energia fotovoltaica. A energia fotovoltaica também ficou de fora do Plano Decenal de Energia até 2020 do Ministério de Minas e Energia (MME).

Valorizada nos países mais desenvolvidos, a energia fotovoltaica ficou esquecida durante muitos anos no Brasil, um país que possui luz solar em abundância. Pouco havia sido feito para impulsionar a energia fotovoltaica antes do ano de 2011.

O custo da eletricidade gerada com a energia fotovoltaica ainda é considerado elevado em comparação com a energia hidrelétrica e isso tem sido apontado como um fator negativo para a inserção da energia fotovoltaica no país.

Entretanto, esse obstáculo praticamente inexistente para as micro e miniusinas fotovoltaicas instaladas em zonas urbanas, onde o custo da energia elétrica é muito elevado devido à incidência dos impostos e dos custos de transmissão e distribuição no preço final da energia elétrica pago pelo consumidor.

Mesmo com a recente desoneração das tarifas de eletricidade, cujos efeitos são pontuais e certamente efêmeros, a energia solar fotovoltaica é economicamente viável e muito competitiva diante do elevado custo da energia elétrica para o consumidor brasileiro e diante

dos aumentos inflacionários esperados.

A presença de um enorme potencial hidrelétrico ainda não explorado no país também é um fator negativo para a inserção da energia fotovoltaica em nossa matriz energética. A existência desse potencial torna menos atraente o investimento em outras fontes de energia. Entretanto, quando se levam em conta as dificuldades para construir usinas hidrelétricas, relacionadas aos licenciamentos ambientais e ao enfrentamento da opinião pública sobre os impactos causados pela construção de barragens, outras fontes de energia, incluindo a fotovoltaica, tornam-se mais vantajosas devido à facilidade e rapidez de instalação e à ausência de impactos ambientais.

Finalmente, existem os obstáculos econômicos. Faltam ainda incentivos governamentais, que poderiam surgir com a concessão de subsídios ou de linhas de crédito para micro e minissistemas fotovoltaicos. Já existem programas de financiamento para projetos de alto custo, como as linhas “Fundo Clima” e “Energias Alternativas” do BNDES e a linha “Economia Verde” da Agência de Desenvolvimento do Estado de São Paulo, mas espera-se a criação de programas nacionais para incentivar pequenos produtores, pessoas comuns ou pequenas empresas, a possuir micro e minissistemas de geração fotovoltaica instalados em seus telhados.

Quando as barreiras técnicas, regulatórias e econômicas forem totalmente vencidas, será criada na sociedade brasileira a cultura da geração de eletricidade com sistemas fotovoltaicos. Os sistemas

fotovoltaicos conectados à rede, disseminados na forma de micro e miniusinas de eletricidade, permitirão ampliar a oferta de energia elétrica e ao mesmo tempo contribuir para a manutenção da característica renovável de nossa matriz energética.

A resolução nº 482 da Aneel

A resolução, normativa nº 482, publicada pela Aneel em 17 de abril de 2012, define a microgeração e a minigeração distribuídas e cria o sistema de compensação de energia para consumidores atendidos por concessionárias de distribuição.

A partir da publicação da resolução as distribuidoras de eletricidade tiveram o prazo de 240 dias, a vencer em dezembro de 2012, para adequar seus sistemas comerciais e elaborar ou revisar normas técnicas para tratar do acesso dos sistemas de autoprodução de eletricidade às suas redes. Essas normas devem utilizar como referência os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (Prodist), as normas técnicas brasileiras e as normas internacionais.

De acordo com o texto da resolução, usina de microgeração de eletricidade é uma central geradora de energia elétrica com potência instalada de até 100 kW, conectada à rede de distribuição de baixa tensão por meio das instalações das unidades consumidoras. A minigeração, por sua vez, engloba os sistemas com potência entre 100 kW e 1 MW.

O sistema de compensação de energia elétrica criado pela Aneel

permite que a energia ativa gerada pela unidade consumidora por microgeração ou minigeração distribuída compense o consumo de energia elétrica ativa.

O consumo faturado mensalmente, referente à energia elétrica ativa, é a diferença entre a energia consumida e a injetada na rede pelo sistema, devendo a distribuidora utilizar o excedente que não tenha sido compensado para abater o consumo medido em meses posteriores.

O objetivo dos sistemas contemplados por esta resolução é atender ao consumo próprio de eletricidade, de modo que ao longo de um período máximo de 36 meses o consumo médio de energia se iguale à geração média, zerando os créditos referentes ao excedente de energia gerada.

As contas de eletricidade, quando o sistema de compensação de créditos entrar em funcionamento, possivelmente no início de 2013, deverão conter a informação de eventual saldo positivo de energia ativa para o mês seguinte, em quilowatt-hora (kWh), por faixa de horário, quando for o caso, e também o total de créditos que expirarão no próximo mês.

Para o acesso dos sistemas de micro e minigeração às redes de distribuição será necessária a troca dos medidores de energia dos consumidores. Os medidores convencionais deverão ser substituídos por medidores bidirecionais, capazes de medir simultaneamente o consumo e a geração de eletricidade.

O custo da troca do medidor de energia do consumidor,

necessário para implantar o sistema de compensação de energia elétrica, será de responsabilidade do interessado. Após a troca do medidor a distribuidora será responsável pela sua operação e manutenção, incluindo os custos de eventual substituição ou adequação em caso de defeito.

Um aspecto interessante do sistema de compensação de créditos é que a energia gerada que não tenha sido compensada na fatura da própria unidade geradora poderá ser utilizada para compensar o consumo de outras unidades de propriedade do mesmo interessado, bastando que essas unidades sejam previamente cadastradas para este fim e atendidas pela mesma distribuidora.

Dessa forma, empresas que possuem filiais, por exemplo, poderão construir uma planta geradora em determinada localidade e utilizar a energia gerada em suas várias unidades, conforme a necessidade. Analogamente, consumidores residenciais que tenham mais de um imóvel também poderão gerar eletricidade em um local para compensar o consumo de outra propriedade. Assim, de um modo geral, uma propriedade com mais área disponível e baixo consumo poderá atender a geração de eletricidade de outro local com elevado consumo e baixa disponibilidade de espaço para a instalação do sistema fotovoltaico.

Referências

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações – sistemas isolados e conectados à rede. Editora Érica, 2012.

ANEEL. Resolução Normativa nº 482, de 17 abr. 2012.

**JONAS RAFAEL GAZOLI é engenheiro eletricista, mestre e doutorando em Engenharia Elétrica pela Unicamp. É especialista em inversores fotovoltaicos na Universidade de Padova, Itália. Autor de trabalhos sobre energia solar fotovoltaica publicados em revistas e congressos no Brasil e no exterior. É membro da Associação Brasileira de Eletrônica de Potência e do IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers. É autor do livro “Energia solar fotovoltaica – conceitos e aplicações”, publicado pela Editora Érica em 2012. Atualmente é diretor da Eudora Solar.*

MARCELO GRADELLA VILLALVA é engenheiro eletricista, mestre e doutor em Engenharia Elétrica pela Unicamp. É especialista em inversores para sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. Professor e palestrante nas áreas de sistemas fotovoltaicos, energias renováveis, eletrônica de potência e máquinas elétricas. Autor de trabalhos científicos e artigos publicados no Brasil e no exterior. É membro da Associação Brasileira de Eletrônica de Potência e do IEEE. É autor do livro “Energia solar fotovoltaica – conceitos e aplicações”, publicado pela Editora Érica em 2012. Atualmente é professor e pesquisador da Universidade Estadual Paulista (Unesp).

JUAREZ GUERRA é engenheiro eletricista. É membro ativo do Condec do Conselho de Desenvolvimento Econômico de São Caetano do Sul e diretor adjunto da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp). Realiza trabalhos como consultor palestrante em congressos, fóruns e palestras em instituições de ensino. Atualmente é diretor comercial da Finder do Brasil.

**Continua na próxima edição
Confira todos os artigos deste fascículo em
www.osetoreletrico.com.br**

**Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o
e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br**