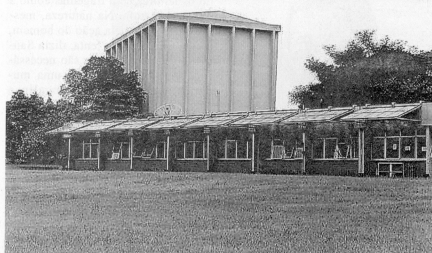


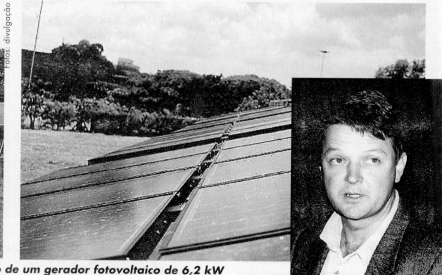
As promissoras dádivas que vêm do céu

Hoje utilizada experimentalmente na USP, a energia solar deverá ser, num futuro próximo, uma alternativa importante e acessível ao mercado

ROBERTO ZILLES



Vista do prédio com a incorporação de um gerador fotovoltaico de 6,2 kW



A geração de eletricidade através de módulos fotovoltaicos incorporados em edifícios de consumidores cativos de eletricidade constitui uma das aplicações da energia solar fotovoltaica. Nesse caso, além de confortáveis de energia, essas edificações passam a ser produtoras de energia. A figura 1 apresenta um esquema da configuração mais simples de um sistema fotovoltaico conectado à rede. Na figura podem-se observar os dois equipamentos básicos do sistema: gerador fotovoltaico e inversor DC/AC, que se encarrega de transformar em AC a eletricidade DC produzida no gerador fotovoltaico.

Um aspecto importante que se deve ressaltar desses sistemas é o fato de serem instalados para operar em paralelo com a rede de distribuição do sistema convencional de fornecimento. Isto é, o cliente está consumindo eletricidade de ambas as fontes simultaneamente, e se o consumo de energia dele for menor do que a energia gerada pelo sistema fotovoltaico, o excedente de energia gerada pode ser injetado à rede de distribuição. Nessa situação temos o consumidor convencional operando como fornecedor de energia elétrica.

Em abril de 1998, com o apoio da Fapesp, o Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da USP iniciou suas atividades em sistemas fotovoltaicos conectados à

rede elétrica de distribuição. A primeira instalação, com potência de 695 W, possibilitou as primeiras conversações com a empresa distribuidora, Eletropaulo, no que se refere à qualidade da energia fotogerada e à medição da energia excedente disponibilizada à rede de distribuição. Desde então o sistema é monitorado e esse acompanhamento permitiu analisar o comportamento de um sistema de geração distribuída conectado na rede de baixa tensão. Os resultados obtidos durante esses três anos de operação permitiram ampliar a experiência com a implementação de 6,2 kW na fachada do prédio da administração do IEE (figura 2). Essa ampliação, fundamentada no apoio da Fapesp, conta também com o apoio do CNPq e do MME através da Secretaria de Estado de Energia.

A figura 3 apresenta um esquema monofilar da instalação.

Esse prédio, com curva de carga predominantemente diurna, apresenta um consumo médio diário, durante os dias laboráveis, de 142 kWh. Com esses 6,2 kW (aproximadamente 60 metros quadrados), temos em média 15% da demanda suprida pelo gerador fotovoltaico. A figura 4 apresenta a curva de carga do prédio durante um dia típico de operação, com a geração fotovoltaica e sem a geração fotovoltaica.

Essas atividades, essencialmente de pesquisa, em andamento no IEE visam ao aprofundamento da utilização de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica como forma complementar de geração distribuída de energia elétrica no País, tanto sob o ponto de vista técnico como legal. Atualmente o IEE busca estabelecer em conjunto com a Eletropaulo padrões técnicos de referência para conexão de sistemas na rede de baixa tensão.

Com isso espera-se eliminar as barreiras técnicas e regulatórias à operação da geração fotovoltaica como forma complementar de geração distribuída de energia elétrica.

Custos atuais de geração

O sistema implementado no IEE teve um custo de instalação de US\$ 7.000 por kW. É dizer que o investimento total foi de US\$ 43.400. Considerando a energia anual fornecida pelo sistema, 9.600 kWh/ano, o custo de operação e manutenção, taxa anual de desconto de 6% e 20 anos de operação, obtemos que o custo da energia elétrica fotogerada é de 430 US\$/MWh. Pode-se observar que o valor ainda é oito vezes superior ao preço da energia que a USP compra atualmente da Eletropaulo. Essa barreira econômica vem sendo superada gradativamente e as previsões, fundamentadas no crescimento do mercado e o consequente benefício da economia de escala, indicam que em 2005 teremos o custo do kW instalado de US\$ 3.000. Esse valor permitirá obter energia elétrica a partir de sistemas fotovoltaicos a 185 US\$/MWh.

Quatro objetivos foram estabelecidos para a continuidade da pesquisa e difusão da geração distribuída de energia elétrica a partir da energia solar na USP, a saber:

1. Determinar o potencial de integração de módulos fotovoltaicos em fachadas e coberturas de prédios no campus da USP. Identificar prédios no campus da USP cuja orientação permita a incorporação de geradores fotovoltaicos. Com isso pretende-se obter a potência que pode ser implementada sem necessidade de modificações estruturais nas edificações.

2. Instalar 26 kW em sistemas distribuídos: 6 kW na fachada do prédio da administração do IEE e dois sistemas de 10 kW, um na Reitoria e outro no IEE (ambos integrados em estruturas de estacionamento que, além de gerar energia, proporcionem área de sombra para os veículos).

A instalação de mais 6 kW na fachada do prédio do IEE permitirá incrementar a contribuição da energia solar na demanda total do prédio. Nesse caso teremos 30% da demanda suprida por energia solar. Esta situação possibilitará o desenvolvimento de estudos associados com a produção de energia em prédios públicos (curva de carga predominantemente diurna). A instalação de dois sistemas de 10 kW como cobertura de estacionamentos para veículos (um na Reitoria e outro no IEE) possibilitará explorar um conceito que está sendo objeto de crescente interesse nos últimos anos, a integração dos geradores fotovoltaicos na arquitetura como elemento construtivo. Este é um dos aspectos mais destacáveis dessa aplicação e que interessa insistir aqui, já que a proposta está destinada a ter um caráter emblemático com alto poder de demonstração.

3. Monitorar o funcionamento e estudar o comportamento dos geradores fotovoltaicos como opção à geração distribuída de energia. Dotar as duas instalações com transdutores necessários para aquisição dos parâmetros que serão monitorados. Esse monitoramento permitirá estudar detalhes particulares da geração distribuída de energia em sistemas de baixa tensão e propiciará um elemento didático de grande utilidade para os cursos de engenharia relacionados com a geração e distribuição de energia.

4. Analisar e formular cenários e normativa de regulamentação

ção para comercialização de energia excedente. A análise de cenários incluirá, por um lado, a incorporação dos danos ambientais no cálculo do custo da geração de eletricidade pelas diversas fontes. Por outro lado, procurará incorporar na análise mecanismos de incentivo que permitam projetar um cenário onde a geração de eletricidade distribuída, a partir de sistemas fotovoltaicos, possa compor a matriz energética em igual e reais condições de competitividade.

Benefícios do sistema

A implementação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica convencional pode trazer vários benefícios. Para a produção de energia: a produção de energia se realiza no próprio lugar de consumo, diminuindo o transporte de energia e a perdas associadas. Para a USP em particular: permitirá a participação em uma implementação com elevado grau de novidade no País; possibilitará iniciar os debates sobre as novas metas e diretrizes definidas em Kyoto, redução de emissões de carbono e mecanismo de negociação em bolsa; abrirá espaço para discutir a implementação de sistemas fotovoltaicos em grandes centros urbanos, unindo esforços das diversas unidades da Universidade. Aspectos técnicos, econômicos, ambientais e jurídicos no âmbito da nova regulamentação do setor energético são temas que poderão constituir uma força-tarefa entre IEE, Escola Politécnica e Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) da USP; poderá capitalizar benefícios em termos publicitários, como Universidade que incentiva projetos em energias renováveis como forma de atenuação dos problemas energético-ambientais futuros. Para o IEE, a Poli, a FEA e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU); permitirá estudar algumas particularidades desses sistemas dignos de análises, entre elas estabelecer uma regulamentação em conjunto com a Anel para conexão de produtores independentes de energia através de fontes renováveis e estabelecer o grau de segurança e requisitos técnicos em relação à concessionária e em relação ao usuário.

Roberto Zilles é professor do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da USP

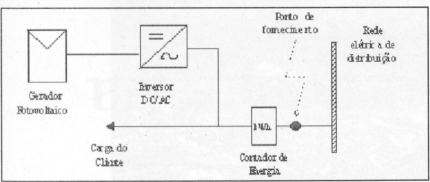


Figura 1. Diagrama esquemático de um sistema fotovoltaico conectado à rede

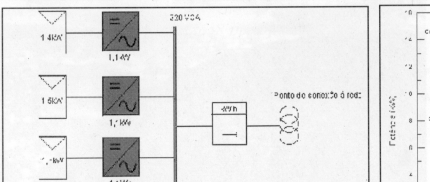


Figura 2. Esquema monofilar do gerador fotovoltaico de 6,2 kW

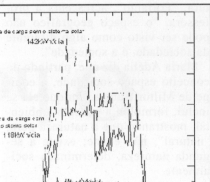


Figura 3. Curva de carga de um dia típico em um sistema solar fotovoltaico