

Capítulo VII

Microrredes inteligentes: um novo modelo de negócio para a distribuição de energia elétrica

Por Márcio Venício Pilar Alcântara*

O Decreto nº 6.558, de 8 de setembro de 2008, estabelece que anualmente o horário de verão vá do terceiro domingo do mês de outubro até o terceiro domingo do mês de fevereiro do ano subsequente, em parte do território nacional. Muitos pensam que seja para economia de energia, o que realmente acontece, mas o principal objetivo é a redução do pico de consumo de energia, que tem normalmente duração de três horas. O horário de pico ocorre quando, além de outras cargas, grande quantidade de chuveiros elétricos e aparelhos de televisão são ligados no Brasil, ao mesmo tempo em que a iluminação pública é acionada, causando esse pico.

No horário de verão, devido à posição da Terra em relação ao Sol, as pessoas acabam demorando mais para ligar chuveiros e, assim, essas cargas são acionadas de forma atrasada em relação às outras cargas, diminuindo o pico de carga. O Sistema de Energia Elétrica, da geração à distribuição, é dimensionado justamente para atender a esse pico de carga, exigindo todo ano altos investimentos. Ao invés de obrigar o consumidor a acordar cedo e realizar altos investimentos em geração centralizada, seria interessante incentivar a utilização de Geração Distribuída (GD) associada às microrredes.

Microrredes têm uma longa história. De fato, a primeira planta de geração do próprio Thomas Edison construída em 1882 – a Estação Manhattan Pearl Street – foi essencialmente uma microrrede, já que uma rede centralizada ainda não havia se estabelecido. Em 1886, a empresa de Edison já havia instalado 58 microrredes de corrente contínua (DC).

Contudo, logo em seguida, a evolução da indústria de serviços de eletricidade se desenvolveu para um mercado monopolista regulado pelo Estado, removendo, assim, incentivos para o desenvolvimento de microrredes.

Hoje, no entanto, uma variedade de tendências está convergindo para criar mercados promissores para microrredes, particularmente nos Estados Unidos e na Europa. Tem sido cada vez mais claro que a arquitetura fundamental da rede elétrica de hoje, que é baseada na ideia de um sistema top-down com fluxos de energia unidirecionais, é obsoleto. A eleição de Barack Obama como presidente dos Estados Unidos em 2008 e a aprovação do pacote de estímulos de financiamento do seu governo em 2009 para responder à recessão econômica levaram a importantes novos recursos federais destinados para a “Rede Inteligente”, ou Smart Grid no termo em inglês.

O conceito fundamental de uma “microrrede” pode ser resumido da seguinte forma: um sistema integrado que consiste em recursos de energia distribuídos e várias cargas elétricas operando como uma rede única e autônoma, seja em paralelo ou “ilhada” da rede já existente de distribuição de eletricidade. Na configuração mais comum, os recursos energéticos distribuídos são conectados em seus próprios alimentadores, que estão por sua vez ligados à rede em um único ponto de acoplamento comum. Microrredes podem ser vistos como os blocos de construção da rede inteligente.

Talvez a característica mais atraente de uma

microrrede é a capacidade de separar e isolar-se – conhecido como “ilhamento” – do sistema da concessionária de distribuição durante desligamentos ou blecautes. No âmbito dos atuais protocolos de rede elétrica, toda geração distribuída, renovável ou de energia fóssil, pode continuar operando, mas atendendo carga local, o ponto de conexão com a rede da distribuidora é que deve ser desfeito. Caso o proprietário do gerador tenha carga própria, ele pode continuar operando em modo ilhado, mas desconectado da rede principal. Este fato provoca os defensores da microrrede, que argumentam que este é justamente o momento preciso quando essas fontes locais poderiam oferecer o maior valor para os proprietários dessa geração e para a sociedade. Essas fontes poderiam fornecer energia elétrica quando o sistema principal falhasse com consumidores e proprietários de sistemas de geração distribuída de energia.

A perspectiva de controle local dos serviços de energia elétrica é uma ameaça politicamente poderosa às empresas de energia, sejam públicas ou privadas. Estas empresas têm ajudado a segurar a crescente generalização das microrredes. No entanto, as novas tecnologias de inversores podem ser úteis para diminuir a oposição às microrredes devido a receios de ilhamento não intencional, uma preocupação tradicional de segurança, e podem assim fomentar um mercado crescente de geração pelo lado da demanda, ou seja, a consolidação da figura do “prosumidor”, o consumidor de energia elétrica que também produz energia para a rede.

Microrredes inteligentes

Nos últimos dez anos, o Setor Elétrico Brasileiro (SEB) deu um salto de qualidade e tecnologia, possuindo no nível de produção e transmissão de energia elétrica o título de maior sistema interligado do mundo. O Sistema Interligado Nacional (SIN) é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Conforme dados do Operador Nacional do Sistema (ONS), apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica. No entanto, a expansão e a manutenção desse sistema são cada vez mais onerosas ao consumidor, pois os atuais potenciais hidroelétricos se encontram em locais distantes e que exigem altos custos para sua construção. É o caso da Usina Hidroelétrica de Belo Monte que prevê custos de R\$ 30 bilhões e também para se levar a energia gerada aos grandes centros de carga com linhas de transmissão de longas distâncias, são necessários hoje gastos anuais da ordem de R\$ 10,5 bilhões para manutenção desse sistema de transmissão, conforme dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Uma solução para esse problema é expandir o papel das microrredes inteligentes que interagiriam com o SIN, mas que poderiam operar independentemente dele em caso de desligamentos ou outros distúrbios.

O que são microrredes inteligentes?

Microrredes inteligentes são pequenos e modernos sistemas que

imitam em menor escala o grande sistema elétrico centralizado de hoje. Como uma rede centralizada, microrredes podem gerar, distribuir e regular o fluxo de eletricidade aos consumidores. Elas também podem se conectar entre si bem como com a rede principal para aumento da capacidade, confiabilidade e eficiência. Mas, ao contrário da rede centralizada, não são necessariamente as empresas de serviço público de energia elétrica que são proprietárias e as gerenciam. As microrredes podem ser propriedades construídas e operadas por uma comunidade, vizinhança, universidade, corporação, hospital, de forma individual ou por qualquer outra entidade que tenha autoridade legal sobre sua infraestrutura de energia elétrica (i.e., linhas, fontes de geração, medidores, etc.). Esse controle local, que permite investimento privado no sistema, juntamente com seu relativo pequeno tamanho faz das microrredes viveiros para a inovação empresarial: elas têm capacidade de aplicar as mais recentes tecnologias inteligentes que aumentam eficiência e confiabilidade e que criam ilhas de sustentabilidade energética dentro do SIN.

Benefícios das microrredes inteligentes

Benefícios-chave das microrredes inteligentes incluem:

- **Microrredes inteligentes aumentam a confiabilidade:** microrredes podem ser conectadas umas às outras e ao SIN, o que permite apoiarem umas às outras – e apoiarem o SIN – quando a demanda e o custo da energia estiverem altos. Isso levaria a menos apagões e quedas durante os períodos de pico, como os dias quentes de verão. A tecnologia inteligente, como sensores e chaves automáticas, permite que muitos dos problemas que causam blecautes sejam totalmente evitados, ou no pior dos casos, restritos a áreas muito pequenas.
- **Microrredes inteligentes tornam fácil e eficiente atender ao crescimento da demanda:** com taxas cada vez maiores de crescimento do consumo de energia no Brasil, não há sinais de que o crescimento da demanda por energia irá estabilizar. Microrredes permitem que comunidades locais, vizinhanças e até mesmo prédios individuais aumentem rapidamente o fornecimento de eletricidade por meio de relativos pequenos geradores locais, ao invés de ter de esperar que companhias de energia construam caras usinas centralizadas que demoram em média cinco anos para entrarem em operação. Elas também permitem que sejam fornecidos sinais de preço em tempo real e assim se ajustem automaticamente o uso e a necessidade de eletricidade de cada consumidor individual.
- **Microrredes inteligentes tornam possível aproveitar o máximo de energia limpa e renovável:** devido ao fato de microrredes incluírem localmente baterias e armazenadores de energia, elas têm maior flexibilidade para explorar uma gama muito maior de fontes de energia, incluindo aquelas que se apresentam como um desafio para o atual sistema centralizado, tais como eólica e solar fotovoltaica. Quando o Sol brilha e o vento sopra, microrredes podem produzir energia para elas mesmas e vender os excedentes a outros. Quando o tempo não cooperar muito, a microrrede reverte para armazenar essa energia ou a energia fornecida pelo sistema centralizado, ou por outra microrrede a

qual esteja conectada.

- **Microrredes inteligente incentivam importantes inovações tecnológicas:** microrredes representam uma das alternativas mais favoráveis e de menor custo ao consumidor, relativamente aos crescentes custos da expansão da geração e da transmissão centralizadas. Elas nos permitem colocar inteligência na rede uma peça de cada vez. O controle local sobre a infraestrutura de energia cria um possível novo modelo de negócio – aquele em que os empresários e suas tecnologias são convidados a participarem em um mercado aberto e competitivo. Além disso, como as microrredes podem ser construídas em escala ótima para seus usuários – seja um único edifício, seja uma comunidade inteira –, elas podem ser estabelecidas oferecendo serviços personalizados de energia com o melhor preço para cada consumidor. Como resultado, pela primeira vez, os consumidores teriam controle sobre o preço que pagam pela eletricidade, enquanto os produtores de eletricidade teriam um incentivo de mercado – a concorrência – para aumentarem a acessibilidade, a eficiência e a confiabilidade da energia.

Arquiteturas e tecnologias para microrredes

A arquitetura de microrrede é definida conforme o segmento em que ela mesma é aplicada:

- **Microrrede comunitária/da distribuidora:** a palavra “comunidade” implica a região geográfica que inclui consumidores residenciais. Muitos preveem que essa arquitetura de microrrede não alcançará plena aceitação comercial até que padrões estejam definidos e barreiras regulatórias sejam removidas. Já uma microrrede da distribuidora é aquela que é construída e mantida pela empresa de energia conectada à sua rede de distribuição, próxima a um grande centro de carga e que a utiliza como forma de reduzir perdas e atender ao pico de carga.
- **Microrrede comercial/industrial:** nos Estados Unidos, desde a década de 1950, existem plantas de refinarias de petróleo que possuem microrredes baseadas em geração termofóssil. O Japão é um líder moderno no setor comercial/industrial em microrredes, muitas delas incluem instalações governamentais. No Brasil, as figuras do produtor independente de energia e do autoprodutor poderiam caracterizar essa arquitetura de microrrede.
- **Microrrede institucional/campus universitário:** devido ao fato de seus prédios se localizarem na mesma área e serem construídos por uma só instituição, esta arquitetura de microrrede oferece as melhores oportunidades de desenvolvimento. Atualmente, vários campi universitários nos EUA possuem microrredes sofisticadas. Esse é um modelo que as universidades públicas poderiam seguir no Brasil, gerando sua própria energia, inclusive servindo de base para pesquisas em rede inteligente.
- **Microrredes em sistemas isolados:** essa arquitetura de microrrede representa o maior número em operação no mundo, mas possuindo pequena capacidade. Enquanto muitos desses sistemas historicamente têm utilizado geradores térmicos a óleo, como na região Norte do Brasil, a fonte que mais cresce para esse atendimento é a solar fotovoltaica. Projeta-se que pequenas

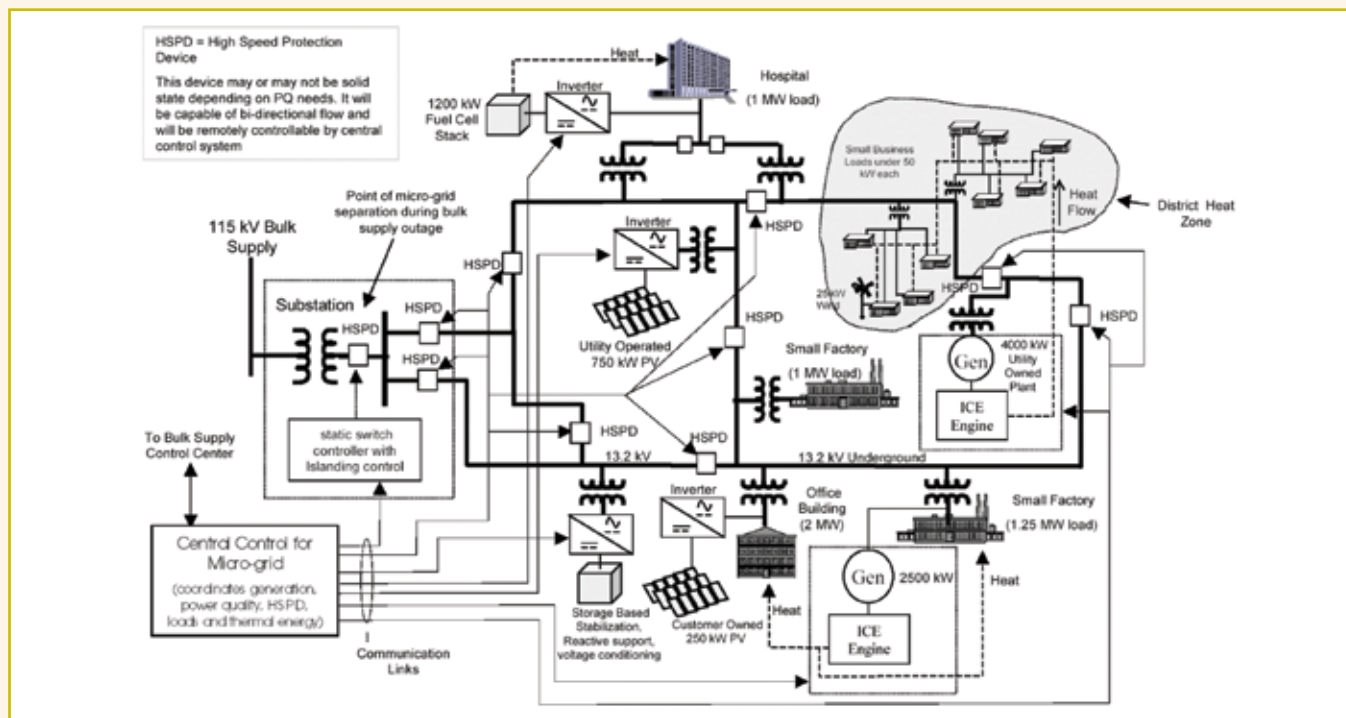


Figura 1 – Exemplo de aplicação de microrredes, integrando vários tipos de arquiteturas.

centrais eólicas também crescerão nessas regiões.

- **Microrredes militares:** a arquitetura que possui menos do seu tipo, essas microrredes estão sendo desenvolvidas atualmente. Elas são a integração de geração distribuída a partir de fontes renováveis como uma forma de assegurar o fornecimento de energia de forma independente de outras fontes fósseis.

A Figura 1 mostra um exemplo de aplicação de microrredes, integrando vários tipos de arquiteturas.

Geração Distribuída (GD)

Geração Distribuída ou Geração Embutida (o termo europeu) refere-se à geração aplicada no nível de distribuição, seja ou não dentro de uma microrrede. Não existe hoje um padrão de potência e um nível de tensão aceitos como forma de se definir GD. Um termo semelhante, Recursos Distribuídos (RD), vai além de GD, incluindo as tecnologias de GD, de geração de backup, de armazenamento de energia (em baterias, supercapacitores ou veículos elétricos plugáveis) e Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD).

Pequenos geradores continuam a melhorar em custo e eficiência. Distribuidoras ou usuários finais podem instalar módulos de GD de forma rápida. GD permite às distribuidoras adiarem investimentos em transmissão e distribuição e também reduzirem perdas e melhorarem o controle de tensão. Com a configuração correta, GD pode também melhorar a confiabilidade e a qualidade da energia.

GD pode ser instalada por diferentes razões: para os consumidores finais é uma forma de economia em diversas aplicações tais como através da cogeração em processos de geração de vapor, água quente, ou ar condicionado, ou como forma de se obter confiabilidade, como

em hospitais, indústrias de processos contínuos e outros locais que não podem de forma alguma ficar sem energia, mas que poderiam por meio de uma microrrede serem mais econômicos gerando o tempo todo ou no pico de carga.

Apesar de oferecer benefícios e oportunidades, GD nem sempre é fácil de ser integrada ao sistema de distribuição. Sistemas de distribuição não foram projetados para incluírem geração. Eles foram projetados para fluxo unidirecional de energia, da subestação para o consumidor final. GD viola essa regra básica e se não for aplicada com cuidado pode danificar a distribuição. Uma das situações mais críticas é quando uma queda de energia da distribuidora isola uma sessão de circuito que está conectada a uma microrrede que continua a energizá-la, é o que chamamos de ilhamento. Ilhamento apresenta riscos à segurança dos eletricitistas que vierem a trabalhar na manutenção desse circuito supostamente “desligado”, além de poderem provocar sobretensões, danificar a proteção e a regulação de tensão, e causar outros problemas de qualidade de energia.

Adicionalmente às dificuldades técnicas, microrredes com GD levantam outras questões. Como seria medida essa geração? Qual é um preço justo a se pagar pela energia vinda da microrrede? Como poderiam as microrredes serem despachadas ou controladas, especialmente as que são construídas pelos próprios consumidores? Como poderia se aplicar microrredes de forma otimamente localizada no sistema, ao invés de apenas se aceitar sua instalação onde o consumidor quer?

Fontes e conversores de energia

A Figura 2 é um mapa-múndi mostrando as principais fontes globais de energia renovável – Sol, ventos, chuvas – e fica evidente que o Brasil é um país privilegiado em todas essas fontes de energia renováveis.

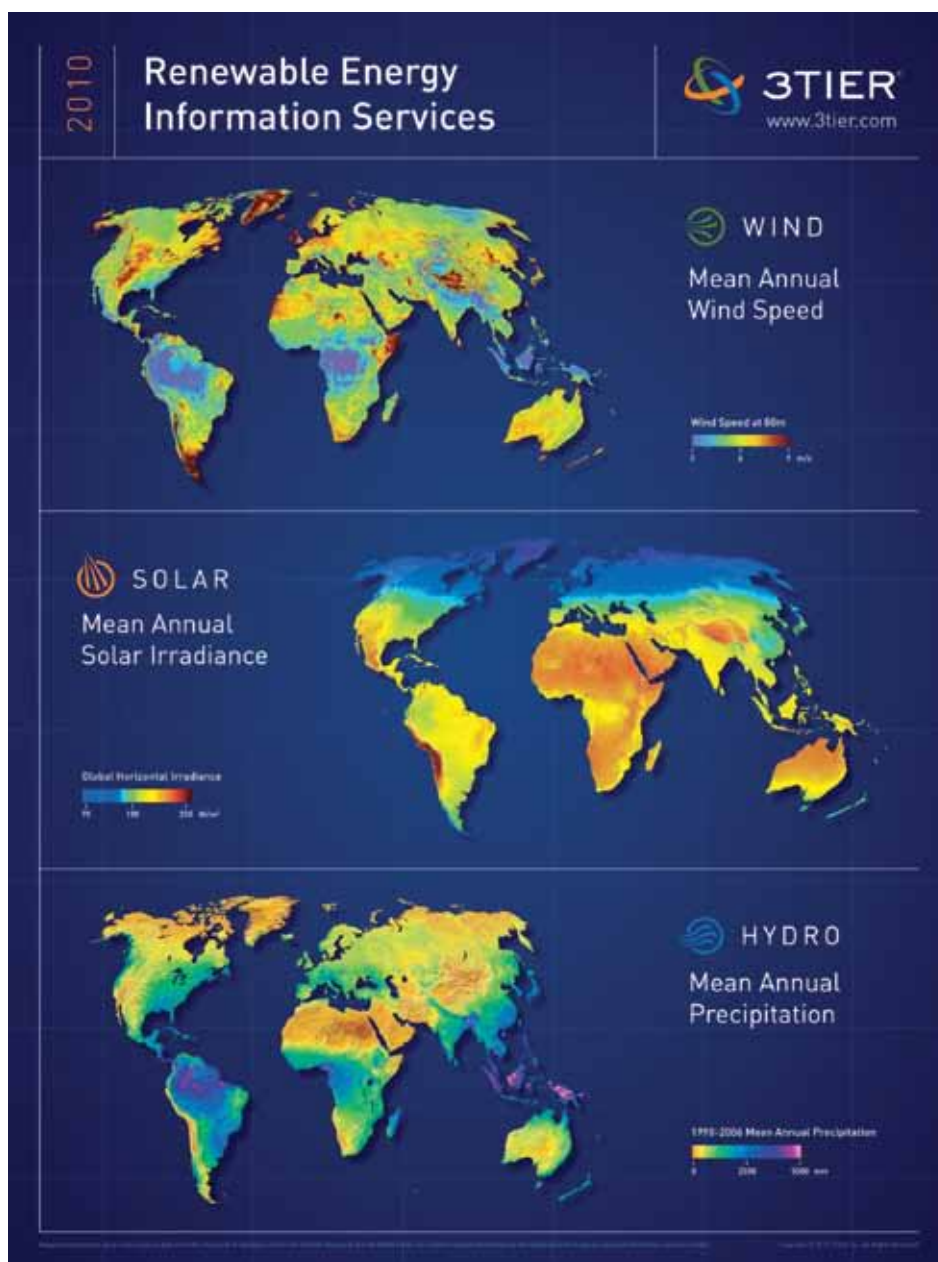


Imagem: Copyright (c) 2010 3TIER, Inc. (http://www.3tier.com/static/ttcms/us/images/support/maps/3tier_all_renewables_poster.jpg)

Figura 2 – Mapa-múndi das três principais fontes de energias renováveis: vento, Sol e chuva.

Cada fonte primária de energia determina o gerador distribuído que será utilizado na microrrede, existindo aqui grande potencial de se utilizarem fontes renováveis como o Sol, os ventos e a biomassa:

- **Microturbinas (30 kW a 1 MW):** as microturbinas podem constituir uma opção vantajosa para a produção distribuída de eletricidade e de calor, devido à sua simplicidade, ao fato de serem uma tecnologia já amadurecida e devido às suas reduzidas emissões. Comparadas às turbinas convencionais, apresentam uma potência mais reduzida (normalmente até 1 MW), um ciclo de combustão simplificado, uma menor taxa de compressão e um eixo do rotor de reduzidas dimensões, com o gerador montado em uma das extremidades. Estes grupos podem adaptar-se para funcionarem com diferentes tipos de combustíveis, sem quaisquer modificações significativas a serem realizadas nos seus

dispositivos mecânicos. Os combustíveis que podem ser utilizados vão desde os que apresentam elevado conteúdo energético, como o propano, até aos gases provenientes das estações de compostagem, passando pelo gás natural e os combustíveis líquidos como o diesel, a gasolina ou o querosene. Sua interface com a microrrede é via gerador síncrono. A ideia é que esse tipo de geração não seja incentivado e sim as de fonte renovável como solar fotovoltaica, microgeração eólica e até mesmo biomassa urbana, como as baseadas em lixo.

- **Microturbina eólica (30 W a 10 MW):** a melhor forma de aproveitar a energia do vento é por meio da utilização de turbinas eólicas. Uma turbina eólica é uma máquina que converte a energia cinética do vento em energia mecânica, a qual é imediatamente utilizada para gerar eletricidade. Atualmente, existem diversas tecnologias, havendo

diferentes tipos de potências, formas e tamanhos. As potências com maior capacidade de aplicação em edifícios situam-se entre os 0,5 kW e os 50 kW. Sua interface com a microrrede se dá muitas vezes por inversores.

- **Célula a combustível (1 kW a 10 MW):** as células de combustível são dispositivos eletroquímicos que convertem diretamente a energia química contida em um combustível rico em hidrogênio em energia utilizável (eletricidade e calor) sem combustão, tendo-se afirmado como uma das tecnologias de produção de energia mais promissoras. Produzem eletricidade com eficiência entre 40% e 60%, com emissões reduzidas e de forma tão silenciosa que podem facilmente ser utilizadas em ambiente urbano. Sua interface com a microrrede se dá muitas vezes por meio de inversores.

- **Painel fotovoltaico (5 W a 5 MW):** nos edifícios existem duas formas distintas de aproveitar a energia solar. Uma é a forma ativa, na qual os raios solares são convertidos diretamente em outras formas de energia (térmica ou elétrica) por equipamentos especialmente instalados para o efeito. Outra é a forma passiva, onde se faz o aproveitamento da energia para a climatização dos edifícios por meio de concepções e estratégias construtivas apropriadas. A necessidade de aquecimento e de arrefecimento ambiente nos edifícios pode ser reduzida através de medidas de aproveitamento da energia do Sol. A instalação de coletores solares em edifícios pode reduzir em cerca de 80% o consumo de energia convencional (eletricidade, gás natural, gás propano, entre outros) para o aquecimento de água. Sua interface com a microrrede se

dá muitas vezes por meio de inversores.

- **Biomassa:** a biomassa pode ser convertida em energia elétrica por vários processos. Na maioria das centrais de biomassa, a energia é gerada usando um ciclo de vapor. A biomassa é queimada em uma caldeira, de forma a produzir vapor, que vai acionar uma turbina. A biomassa também pode ser queimada em conjunto com carvão (combustão conjunta) diminuindo, assim, as suas emissões. Outro processo é a conversão da biomassa sólida em gás, através de um gaseificador, sendo essa biomassa obtida, por exemplo, a partir de resíduos sólidos urbanos (aterro de lixo), ou então obtenção direta de biogás via tratamento de esgoto. Este biogás pode ser queimado fazendo uso do acondicionamento de uma turbina a gás, existindo também a possibilidade de utilização de ciclo combinado, adicionando uma turbina a vapor para obter maior rendimento.

Três fatores são considerados para a fonte primária de energia: a estabilidade da geração de energia, a habilidade de acompanhar as mudanças na carga e a confiabilidade (disponibilidade) da fonte.

Em microturbinas, a taxa de queima da mistura combustível/ar controla a geração de energia. A saída de potência ativa é controlável e responde rapidamente às mudanças de carga. Esses geradores baseados em combustão são normalmente muito estáveis.

Microturbinas eólicas e painéis fotovoltaicos produzem saída variável de energia que não é normalmente controlável. Um grande problema de microturbinas eólicas em microrredes é a possibilidade

de gerar cintilação de tensão (voltage flicker) devido à forma de saída da energia. Variação no brilho do Sol também causa variação na saída de energia dos painéis solares, mas as mudanças são lentas o suficiente para limitarem problemas de oscilação na tensão. Nenhuma dessas pode seguir as mudanças na carga.

Células a combustível têm a capacidade de seguir a carga, mas são significativamente mais lentas do que geradores a combustão. Células a combustível e painéis fotovoltaicos não têm reservas naturais para atender às sobrecargas (alguns fabricantes incluem baterias ou supercapacitores para adicionarem essa funcionalidade).

Quanto ao despacho nesses tipos de microgeração, a fonte primária também exerce grande influência. Equipamentos baseados em combustão e turbinas são facilmente despacháveis. Painéis fotovoltaicos e geração eólica não são despacháveis, pois a fonte de energia nem sempre está disponível. Pequenas unidades hidroelétricas podem ou não serem despacháveis, dependendo do nível do reservatório. A Tabela 1 resume os microgeradores e suas características quanto à conversão e interconexão às microrredes.

Desafios

A pergunta que fica ao final é como incentivar microrredes já que possuem tantos benefícios? Incentivar microrredes passa pela consolidação das tecnologias, pela mudança de legislação, posteriormente pela regulação do tema na Aneel e, claro, por incentivos para que esse mercado cresça e se desenvolva.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) hoje, em alternativa às usinas termelétricas, já incentiva a produção de energia a partir de fontes alternativas renováveis, sendo que, em dezembro de 2009, foi feito o primeiro leilão de energia eólica no país. Essa geração de fonte renovável, no entanto, é de grande porte e se encontra longe dos centros de carga sendo necessária a construção de mais linhas de transmissão e Instalações Coletoras de Geração (ICGs) para o escoamento dessa energia, o que demanda mais

investimentos e licenças ambientais. Isso também será necessário para os empreendimentos do leilão de reserva de fontes renováveis de energia (PCH, eólica e biomassa), que aconteceu no mês de agosto de 2010. Mesmo sendo considerados empreendimentos de GD, a usina de menor potência é de 4,8 MW, ou seja, ainda não existe em larga escala a GD de pequeno porte (microgeração) e muito menos microrredes no Brasil.

O desafio tecnológico

Apesar de já estar estabelecida a maioria das tecnologias voltadas para GD e microrredes, a sua integração em um sistema real ainda carece de pesquisa e de aprimoramentos. Ainda existem obstáculos quanto, por exemplo, ao aumento do nível de tensão nos circuitos em que microrredes são conectadas. Há o desafio da operação ilhada dessas microrredes com consequências diretas no custo dos sistemas de proteção envolvidos, o risco de aumento do nível de curto-circuito dos alimentadores, bem como questões de impacto na qualidade da energia elétrica, como cintilação, harmônicos, etc.

Até existem soluções técnicas sendo pesquisadas para esses diversos problemas, mas muitas vezes o custo para se instalar todo o aparato que dá suporte à GD é superior aos ganhos financeiros com a sua aplicação. É claro que, se instalado em grande escala, esses custos tendem a cair, principalmente com o advento da rede inteligente, que alavancará, além de investimentos em GD, outros investimentos em sistemas de telecomunicação e de Tecnologia da Informação (TI).

No PRODIST da Aneel consta a definição de agrupamento de centrais de geração distribuída como sendo o conjunto de centrais de geração distribuída situadas em uma mesma área e conectadas a uma mesma distribuidora, despachadas por meio de um mesmo centro de despacho da geração distribuída. Colocando em outras palavras, é uma microrrede que pode ser despachada por uma distribuidora, já prevendo assim a ascensão dessas tecnologias.

TABELA 1 – MICROGERADORES E SUAS CARACTERÍSTICAS QUANTO À CONVERSÃO E INTERCONEXÃO ÀS MICRORREDES

MICROGERAÇÃO		HABILIDADE DE OPERAR COMO UMA FONTE ISOLADA	SINCRONISMO COM A REDE DE DISTRIBUIÇÃO	CONTRIBUIÇÕES ÀS FALTAS	INJEÇÃO DE POTÊNCIA REATIVA E CAPACIDADE DE CONTROLE	VELOCIDADE DE RESPOSTA A MUDANÇAS DE CARGA E NECESSIDADE DE REATIVOS	ANTI ILHAMENTO ATIVO
MICROTURBINAS/ MICROTURBINA EÓLICA	GERADOR SÍNCRONO	EXCITATRIZ PERMITE OPERAR DE FORMA ILHADA	PODE OPERAR COMO UMA FONTE SÍNCRONA	PICO DE CORRENTE DE QUATRO A OITO VEZES POR ALGUNS CICLOS	SIM – ATRAVÉS DO AJUSTE DA EXCITAÇÃO PODE REGULAR A POTÊNCIA REATIVA	REQUER CERTO TEMPO PARA RESPONDER	NÃO
MICROTURBINA EÓLICA	GERADOR DE INDUÇÃO	NORMALMENTE NÃO ATUA ILHADO, MAS PODE SE AUTOEXCITAR ACIDENTALMENTE SE ISOLADO COM UM CAPACITOR	TÍPICAMENTE OPERADO COM ALTO PERCENTUAL DE ESCORREGAMENTO	PICO DE CORRENTE DE 4 A 8 VEZES POR ALGUNS CICLOS	SEM CONTROLE DE POTÊNCIA REATIVA	NÃO POSSUI CONTROLE DE EXCITAÇÃO	NÃO
MICROTURBINA EÓLICA/ FOTOVOLTAICA/ CÉLULA A COMBUSTÍVEL/ MICROTURBINAS	INVERSOR AC/DC/ AC	INVERSOR COM FONTE DE TENSÃO AUTOCOMUTADA PODE FUNCIONAR ILHADO	DEVE FUNCIONAR COMO UMA FONTE DE SINCRONISMO	NORMALMENTE, MENOS DE DUAS VEZES A CORRENTE NOMINAL E DE MUITO CURTA DURAÇÃO	ALGUNS INVERSORES PODEM VARIAR A SAÍDA DE POTÊNCIA REATIVA E OFERECER SUPORTE REATIVO, DEVE FUNCIONAR PRÓXIMO DO FATOR DE POTÊNCIA UNITÁRIO	O INVERSOR PODE RESPONDER QUASE QUE INSTANTANEAMENTE PARA DETECTAR CONDIÇÕES DE CONTROLE DE POTÊNCIA ATIVA E REATIVA SE DEVIDAMENTE PROJETADO E CONECTADO A UM ARMAZENADOR DE ENERGIA	SIM

O desafio legislativo

No primeiro caso, quanto à mudança legislativa, existe o Projeto de Lei nº 630/2003 em tramitação no Congresso, aguardando para ser apreciado na plenária da Câmara dos Deputados. Estabelece incentivo à produção de energia a partir de fontes alternativas renováveis e biocombustíveis; fomenta a realização de pesquisas relacionadas a essas fontes de energia, aos veículos automóveis elétricos e híbridos, ao armazenamento de energia elétrica e ao uso do hidrogênio e do ar comprimido para fins energéticos; institui o Fundo Nacional para Pesquisa e Desenvolvimento das Fontes Alternativas Renováveis. Tem como conceito de fontes alternativas renováveis a energia eólica, solar, geotérmica, maremotriz, de pequenos aproveitamentos hidráulicos, da biomassa, dos biocombustíveis e das ondas do mar.

O PL propõe, entre outras coisas, alterar a Lei nº 10.848/2004 obrigando que o atendimento dos mercados das concessionárias, permissionárias e autorizadas do serviço de distribuição seja feito em parte por meio da contratação, em conjunto, anualmente e por dez anos (a partir de 2011), de um mínimo de geração por fontes alternativas renováveis:

- 200 MW médios provenientes da fonte eólica;
- 200 MW médios produzidos a partir da biomassa;
- 200 MW médios oriundos de Pequenas Centrais Hidrelétricas.

Coloca ainda que, a partir de 2011, anualmente, essas mesmas empresas de distribuição deverão realizar chamadas públicas para contratação da energia gerada por fontes renováveis entre 50 kW e 1.000 kW (GD), dando prioridade a empreendimentos com maior índice de nacionalização ou consórcios de pequenos produtores de energia (microrredes). Os contratos são de 20 anos, a partir da entrada em operação comercial, com isenção da TUSD/TUST por dez anos, sendo o custo de conexão do agente e instalação da distribuidora em até 18 meses da solicitação. Os custos serão rateados com os consumidores finais, excluindo-se os consumidores de baixo poder aquisitivo (baixa renda).

A remuneração desses prosumidores aconteceria da seguinte forma:

- Valor Anual de Referência do Mercado Regulado (VR), acrescido de 10% para o caso de pequenos aproveitamentos hidráulicos e de centrais termelétricas que utilizem biomassa proveniente de atividades agropecuárias, florestais e industriais realizadas de forma ambientalmente sustentável;
- VR, acrescido de 20%, para o caso de centrais termelétricas que utilizem biomassa proveniente de resíduos urbanos e do tratamento de esgotos;
- VR, acrescido de 50%, para o caso da energia elétrica proveniente da fonte eólica;
- VR, acrescido de 100%, para o caso da energia elétrica proveniente das fontes solar, geotérmica, maremotriz e das ondas do mar.

Já para prosumidores de microgeração, que conforme o PL seria de

até 50 kW de capacidade instalada de fontes alternativas renováveis, as distribuidoras ficariam obrigadas a adquirir, também a partir de 2011, toda a energia injetada na rede. A remuneração seria por meio de tarifa média nacional, calculada com base nos últimos 12 meses, excluída a subclasse baixa renda, e sendo feita exceção do piso mínimo para aquisição de energia solar como VR + 450%. Os custos seriam rateados entre os consumidores finais, excluindo-se os de baixo poder aquisitivo. Teriam também isenção da TUSD/TUST e os custos de conexão seriam arcados pelos próprios prosumidores, com prazo de instalação de 90 dias para a distribuidora. Os custos de medição da energia injetada correriam por conta das distribuidoras, bem como os reforços de redes, sendo que repassariam os custos nas respectivas tarifas.

Mas tudo isso ainda não é lei, apesar de indicar 2011 como início da sua aplicação, provavelmente, após aprovada, será necessário um período transitório, para ser possível regular a matéria pela Aneel e posteriormente torná-la operacional.

O desafio regulatório

O desafio regulatório é grande, pois é preciso calcular essa tarifa que será recebida pelo prosumidor, realizar alterações nos procedimentos de rede da distribuição, o PRODIST, para estabelecer padronização dos sistemas de medição e de conexão, forma de registro dos empreendimentos, modelos de CUSD/CUST e conformidade com a futura regulação da Aneel para medição eletrônica.

Hoje a Aneel está estudando novas formas de tarifação de energia, mas não contempla ainda nos seus estudos esta possibilidade de o consumidor poder vender energia para a rede, até porque é necessário primeiro que a legislação esteja em vigência. Outro aspecto a se analisar quando da regulação tarifária para microrredes é a possibilidade de tomar a distribuição um mercado livre também para os consumidores de baixa tensão, a exemplo do que vem acontecendo na Europa, em que cada consumidor contrata sua energia de diferentes fornecedores, inclusive de fora do país onde mora, sendo que, nesse caso, a distribuidora é remunerada pela manutenção adequada da rede e uma comercializadora negocia essa energia com o consumidor.

O desafio de mercado

Se o PL 630/2003 for efetivamente colocado em prática, tem grande potencial de acontecer no Brasil o que aconteceu na Alemanha após implantar legislação semelhante que foi copiada por 70 nações. Em vigor desde 2000, a Erneuerbare-Energien-Gesetz, conhecida pela sigla EEG, permite que todo cidadão alemão monte uma pequena central de energia de fontes renováveis, que é ligada à rede elétrica. As operadoras do país são obrigadas a comprar o que for produzido em excedente, pagando tarifas preestabelecidas, que valem por 20 anos. Os valores variam de acordo com o tipo de energia, sendo mais altos para as fontes que custam mais e que precisam ser mais desenvolvidas, como a solar fotovoltaica. A diferença de preço é repassada para os consumidores, que têm um pequeno aumento na conta de luz. Assim, o custo-benefício da instalação da tecnologia para esse tipo de energia torna-se muito interessante.

Outro exemplo é Portugal com o Decreto Lei nº 363 de 2007, que

permite que hoje mais de 2.500 prosumidores produzam energia a partir de fontes como solar, eólica, hídrica e combinadas. Todo o processo do registro até a operação comercial dura menos de seis meses, e toda a energia produzida pode ser vendida à rede com tarifa diferenciada em função da tecnologia. O acesso à atividade de microgeração pode ser limitado caso o somatório das potências de ligação das unidades ligadas a um determinado transformador ultrapassar o limite de 25% da potência desse mesmo transformador.

No Brasil as comercializadoras de energia poderiam fazer parceria com os grupos de consumidores interessados em investir em tecnologias de microgeração renovável de energia em suas residências, prédios comerciais ou indústrias, oferecendo, inclusive, aporte de recursos e serviços de licença ambiental caso necessário, de engenharia, de instalação dos equipamentos e, posteriormente, de comercialização da energia gerada por essas microrredes inteligentes.

Conclusão

Microrredes com GD são uma alternativa ambientalmente sustentável e socialmente responsável para o incremento da oferta de energia no sistema, além de representarem uma solução cuja implantação pode ser feita em prazo reduzido. Sua implantação terá impacto direto no planejamento do sistema como um todo, tendo em vista sua capacidade de atender a parte do pico de carga, adiando investimentos na expansão do sistema interligado. Além disso, irá promover a criação de um novo mercado de microgeração, com criação de empregos e novos serviços

e necessidades de formação de pessoal. E quem sabe no futuro não precisaremos no verão acordar tão cedo.

Referências

ANEEL. (2009). *Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST)*. Brasília.

EPRI. (2001). *Investigation of the Technical and Economic Feasibility of Micro-Grid Based Power Systems*. Palo Alto, CA.

GALVIN, R.; YEAGER, K. *Perfect power: how the microgrid revolution will unleash cleaner, greener, more abundant energy*. New York: McGraw-Hill, 2008.

MACHADO, C. M.; CORREIA, C. L.; SIQUEIRA, R. P. *Smart grid – uma visão de redes e residências inteligentes*, n. 42, 2009..

SHORT, T. A. *Electric power distribution handbook*. Florida: CRC Press LLC, 2003.

***MÁRCIO VENÍCIO PILAR ALCÂNTARA é engenheiro eletricista, mestre em engenharia elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e doutorando em engenharia elétrica. Atualmente, é especialista em Regulação de Serviços Públicos de Energia Elétrica da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Tem experiência na área de engenharia elétrica, com ênfase em sistemas de potência, atuando principalmente nos seguintes temas: rede inteligente (smart grid), eficiência energética, operação de sistemas elétricos, redução de perdas, alimentadores radiais de distribuição e sistemas inteligentes.**

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@atituedeeditorial.com.br