

Por Marco Delgado*



Capítulo I

O Estado de Arte dos Recursos Energéticos Distribuídos

PRÓLOGO

Foi com satisfação e honra que recebemos o convite da revista “O Setor Elétrico” para apresentar, em oito edições, a visão de futuro do segmento de distribuição de energia elétrica, bem como suas contribuições que partiram da análise de riscos e de oportunidades de forma fundamentada e madura, com base em dados e fatos, objetivando evoluir de forma sadia e sustentável e mitigando efeitos colaterais negativos nas dimensões ambiental, social e econômica.

Em época de avaliações superficiais, em um tom quase proselitista, é que esses espaços para detalhamento e reflexão da imprensa especializada devem ser priorizados e valorizados.

Estamos em um contexto de contínuo crescimento das demandas e expectativas das pessoas por melhores e mais produtos inovadores dos serviços públicos, bem como inseridos em um forte ambiente de mutação tecnológica. Assim, a inserção de Recursos Energéticos Distribuídos é um cenário praticamente inexorável aos agentes do setor elétrico. Ou seja, por mais paradoxal que se mostre, principalmente quando conjecturamos sobre o futuro, isso é praticamente certo!

Não obstante, o que poderá discernir entre um ambiente de ameaças e de oportunidades será a qualidade e a equidade da regulação técnico-econômica que será estabelecida. A oportunidade, em nossa opinião, não se caracteriza por obtenção de condições e regras assimétricas que beneficiam alguns em detrimento aos demais usuários dos sistemas elétricos. O caso clássico dessa deformação são os subsídios. Se outrora foram necessários para romper imperfeições de mercado, caso sejam postergados desnecessariamente, ocasionarão diversos efeitos

colaterais negativos. O mais transparente e de curto prazo no setor elétrico é onerar as tarifas daqueles que não são beneficiados diretamente pelos subsídios. Contudo, o efeito secundário, de longo prazo, é apagar a volição da inovação da tecnologia e nos modelos de negócio, pois há tendência de que a criatividade e a energia dos beneficiados sejam drenadas para a manutenção desse status quo, como, lamentavelmente temos visto nos “debates” em redes sociais sobre a falaciosa “taxação do sol”. Ou seja, há um resultado nefasto conjugando injustiça e ineficiência.

A produção que apresentaremos é fruto de Projeto de P&D Cooperado, constituído com recursos da Lei 9.991, regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Foi coordenado e integrado pelo Instituto Abradee da Energia, uma Organização Social de Interesse Público e contou com participação de diversos pesquisadores nacionais e internacionais, bem como de profissionais do setor elétrico brasileiro. Esse projeto, além da produção acadêmica pertinente, apresentou ao público o livro “Recursos Energéticos Distribuídos e Suas Potencialidades”, lançado pela editora Synergia, em 2019, objetivando priorizar a difusão de conteúdo. Será dessa sistematização que apresentaremos os oito capítulos nas próximas edições. O capítulo 1, na sequência desse prólogo, traz o estado da arte das principais tecnologias que caracterizam o rol dos Recursos Energéticos Distribuídos (RED). O capítulo 2 tratará dos impactos dos RED, enquanto que o capítulo 3 abordará a visão prospectiva. O ciclo evolutivo da participação das fontes renováveis intermitentes e suas características operativas para uma inserção consistente serão objeto do capítulo 4. O capítulo 5 abordará as diferentes possibilidades de atuação de prosumidores no ambiente de distribuição, com destaque

para consumidores de pequeno porte e comercializadores agregadores. As microrredes elétricas e as plantas elétricas virtuais, novos atores com relevância no segmento da distribuição, também serão tratados naquele capítulo. No capítulo 6, serão apresentadas as oportunidades para prosumidores de distintas tipologias, incluindo consumidores de pequeno porte, condomínios solar e eólico, edifícios inteligentes, comercializadores agregadores e modelos de negócio para uma planta geradora virtual. No capítulo 7, será apresentado o agente distribuidor de energia e seus impactos, desafios e oportunidades frente às fontes renováveis intermitentes e perspectivas de convivência harmoniosa e dinamizadora de benefícios. Algumas práticas são sugeridas e avaliadas à luz da legislação vigente no Brasil. Por fim, no oitavo e último capítulo, apresentaremos uma síntese das recomendações gerais, bem como as referências bibliográficas consolidadas de todos os capítulos anteriores.

Boa leitura e que esses elementos estimulem a inovação tecnológica e a modernização dos mercados de energia a benefícios de todos!

Os recursos energéticos distribuídos (RED) possuem diferentes formatos e já são uma realidade em vários países, inclusive, no Brasil. Entre suas diferentes formas, a geração de energia não centralizada é uma delas, sendo acompanhada pelo armazenamento distribuído de energia, os veículos elétricos e a resposta da demanda, neste caso, representada pelas ações de modulação de carga, economia ou não utilização por parte dos consumidores de energia elétrica. Este capítulo apresenta os principais conceitos associados às mesmas, incluindo as diferentes tipologias, vantagens e barreiras para suas efetivas implantações.

1.1. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Conforme a literatura (Ackermann, Andersson e Söder, 2001), ainda não há consenso sobre a definição de Geração Distribuída. O Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) define a GD como a geração de energia feita a partir de unidades menores do que a geração centralizada, de forma que possam ser conectadas em qualquer ponto do sistema elétrico (Dugan e Mcdermott, 2002). O Conseil International des Grands Réseaux Électriques (CIGRÉ) define a GD como aquelas unidades geradoras com capacidade máxima de 50MW a 100MW, geralmente conectadas à rede de distribuição, que não são controladas nem despachadas de forma centralizada, pelo Operador do Sistema de Transmissão (Transmission System Operator – TSO) (CIGRÉ, 1998). A International Energy Agency (IEA) define a GD como unidades de geração cuja instalação esteja nas dependências do consumidor ou em áreas de distribuição da própria concessionária, atendendo diretamente a rede local (IEA, 2002).

No Brasil, a definição de GD é feita a partir do art. 14 do Decreto Lei nº 5.163/2004:

Considera-se geração distribuída toda a produção de energia elétrica proveniente de agentes concessionários, permissionários

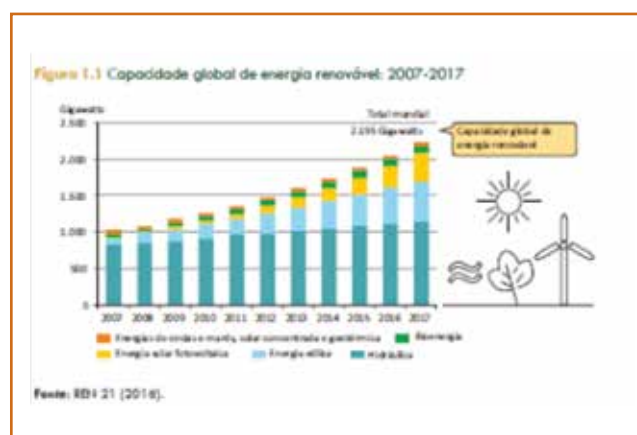
ou autorizados conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de: (I) hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30MW; (II) termelétricos, inclusive, de cogeração, com eficiência energética inferior a 75%. (Brasil, 2004) A GD inclui tecnologias diversas, como, por exemplo:

- Cogeração (a gás natural, diesel etc.);
- Geradores de emergência;
- Painéis fotovoltaicos;
- Geração eólica de pequeno porte;
- Pequenas centrais hidrelétricas (PCH).

A partir de estudos realizados pela REN nº 21 (2018), em 2017, a capacidade instalada global a partir de fontes renováveis foi de aproximadamente 2.195GW, sendo que a geração solar e eólica teve o maior crescimento (Figura 1.1).

Segundo Research and Markets (2017), prevê-se que o mercado da GD crescerá desde o patamar de US\$60 bilhões (2017) para US\$103 bilhões (2022). O aumento da capacidade instalada global e o crescimento do mercado da GD devem-se principalmente à queda nos custos dos equipamentos de geração solar, eólica e outras fontes de geração. A adoção de mecanismos de remuneração que incentivem a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis também constitui um importante estímulo para potencializar a aceitação e a promoção destas formas de geração e o crescimento do mercado da GD. Entre os mecanismos adotados para alavancar a geração de energia a partir de fontes renováveis, destacam-se:

- Política de Quota ou Renewable Portfolio Standard (RPS);
- Certificados de Energia Renovável ou Renewable Energy Certificates (REC);
- Tarifa Feed-in (FiT);
- Tarifa Net metering.



A seguir, são descritas a tarifa Feed-in e a tarifa net metering (REN 21, 2018), tidas como os mecanismos de incentivo de aplicação mais disseminados:

- **Tarifa Feed-in (FiT):** Refere-se ao preço que as concessionárias devem pagar aos produtores de energia com fontes de geração limpa por kWh produzido. Oferece três principais benefícios: (a) um pagamento pela energia produzida, mesmo que seja utilizada pelo próprio produtor; (b) um pagamento adicional (bônus) pela energia exportada à rede; (c) uma redução na conta padrão do produtor de energia, por ter usado sua própria energia gerada (Pietruszko, 2006). O período de remuneração em vários países é, em geral, de 10-20 anos. O pagamento de até 20 anos normalmente equivale a projetos de energia renovável. Períodos de remuneração mais longos são geralmente evitados já que podem desincentivar a inovação tecnológica do projeto.
- **Tarifa Net Metering:** Esta tarifa consiste na medição do fluxo de energia em uma unidade consumidora dotada de pequena geração através de medidores bidirecionais.

Dessa forma, registra-se o valor líquido da energia (net metering) no ponto de conexão.

Ou seja, se a energia gerada for maior que a carga, o consumidor recebe um crédito ou um desconto em energia na próxima fatura. Caso contrário, o consumidor pagará apenas a diferença entre a energia consumida e a gerada. Em Zinaman et al. (2017), pode-se observar o esquema de operação deste mecanismo, seja com um único medidor bidirecional ou dois medidores unidirecionais.

A política de incentivo mais popular mundialmente é o FiT, sendo empregada em vários países da Europa, em alguns estados dos Estados Unidos, Índia, Japão e na China. Outros países adotaram combinações de incentivos, como Itália e Grã-Bretanha, que utilizam o FiT e o REC (ou Renewable Obligation – RO). Incentivos Fiscais e o net metering também são muito populares nos Estados Unidos (REN 21, 2018).

Buscando uma maior diversificação da matriz elétrica nacional e se comprometendo com as políticas e acordos do mercado internacional referentes às questões de mudanças climáticas, economia de baixo carbono e redução da emissão de gases de efeito estufa, o governo brasileiro vem estimulando a geração de energia elétrica através de fontes renováveis, como a solar, a eólica, de biomassa e as pequenas centrais hidrelétricas.

O maior incentivo é voltado para a geração de energia solar fotovoltaica, através da MicroGD e MiniGD que, em termos de maturidade, estão em níveis mais avançados de desenvolvimento no País, dentre as tecnologias analisadas neste livro. Além disso, é a que tem se mostrado mais promissora no curto prazo.

No Brasil, a regulamentação a respeito da geração distribuída tem avançado muito nos últimos anos, tanto com a publicação da Resolução Normativa Aneel nº 4825 (17.04.2012), posteriormente

alterada pela Resolução Normativa Aneel nº 687 (24.11.2015), quanto com a efetivação dos procedimentos de rede (PRODIST – Módulo 3). Contudo, o atual modelo regulatório não apresenta uma estrutura de incentivos às concessionárias de distribuição de energia para promover este tipo de geração.

A criação de novas regulamentações e o aprimoramento da normatização existente são condicionantes para o desenvolvimento do tema e essenciais para que o aumento da penetração de geração distribuída não tenha impactos prejudiciais à rede elétrica e seus agentes.

Deve ser lembrado que a REN nº 482/2012 foi uma política de incentivos que visava superar imperfeições de mercado. Por isso, foi a primeira resolução da Aneel que nasceu com prazo de validade. O art. 15 estabelece a data de sua revisão, pois a atual regra do sistema de compensação de energia consiste em subsídio cruzado implícito que é pago pelas distribuidoras e pelos demais consumidores por efeito da oneração das tarifas.

A boa nova é que, nesses últimos sete anos, os ganhos de tecnologia, de escala e de competição tornaram as fontes renováveis, inclusive, a MMGD, sustentáveis economicamente. Os recentes resultados do Leilão de Energia Nova A-4 de 2018 e 2019, bem como as espetaculares Taxas Internas de Retornos dos empreendimentos da MMGD selam o assunto. Assim, os subsídios cumpriram sua missão. É o momento de revisar a REN nº 482/2012 para que a MMGD possa se desenvolver de forma sustentável nas três dimensões: ambiental, econômica e social.

1.2. ARMAZENAMENTO DISTRIBUÍDO

Com a finalidade de utilizar a energia renovável de maneira mais eficiente e viável operacionalmente, frente aos problemas inerentes à sua operação (variabilidade e intermitência na geração, assim como questões de instabilidade na rede elétrica), é comum o uso de sistemas de armazenamento de energia (SAE). Esses sistemas são alternativas que contribuem com a qualidade de energia da rede ao manter a continuidade no fornecimento e serem dispositivos de resposta controlável pelo operador do sistema.

Entre as principais aplicações dos SAE estão o suporte a sistemas de geração renovável; o equilíbrio à curva de carga; o auxílio no controle de frequência, com provimento de inércia sintética; a mitigação de flutuações de tensão e melhoria na qualidade de energia; além do aumento da confiabilidade de fornecimento.

Hoje em dia, é possível classificar os sistemas de armazenamento de energia elétrica de três formas: armazenamento mecânico, armazenamento elétrico e armazenamento eletroquímico (Tabela 1.1) (ESA, 2018; CGEE, 2017).

No caso do armazenamento mecânico, a tecnologia mais promissora é a de armazenamento hídrico. Neste contexto, o acúmulo de energia pode alcançar patamares bastante elevados, capazes de suprir o déficit de energia elétrica por horas, ou dias, na



EFICIÊNCIA.

Servir clientes é sua prioridade. Fazer isso de maneira mais segura, eficiente e confiável deve ser sua estratégia.

A SOLUÇÃO PARA AMPLIAÇÃO E MAIOR CONFIABILIDADE DA REDE CIRCUIT-SWITCHER MARK V DA S&C

À medida que sua base de clientes cresce, sua rede de transmissão também deve crescer ou ser reconfigurada para aumento da confiabilidade. Mas as expansões da rede de transmissão, geralmente, são acompanhadas por custos de construção significativos. Estender ou reconfigurar suas linhas de transmissão não tem que significar a construção de subestações complexas e de custos elevados. Vários equipamentos, engenharia avançada, compra de terrenos, e obtenção de licenças para construção—a lista é longa. Em vez disso, o Circuit-Switcher Mark V da S&C permite que, de forma eficiente, faça seccionamento de linhas, transferência de carga entre linhas e conexão de novos clientes, por meio de um único produto montado em torre de transmissão, comparado a uma subestação de manobra, economizando significativamente tempo e dinheiro. Faça a troca.

Planeje para sucesso completo com a S&C, líder mundial em confiabilidade.



Veja a diferença em sandc.com/MarkV

© S&C Electric Company 2018. All rights reserved.



falta de uma grande usina hidrelétrica, por exemplo. As tecnologias de armazenamento de natureza elétrica podem ser utilizadas com sistemas de geração de pequeno a grande porte, já que baterias, por exemplo, possuem a qualidade do empilhamento (modularidade).

Sistemas eletrônicos e softwares de supervisão e controle de baterias; novos materiais que assegurem a confiabilidade, a durabilidade, a segurança e que minimizem impactos ambientais nos processos de fabricação, operação e descarte, são requisitos fundamentais para a integração de sistemas de armazenamento à respectiva matriz.

Tabela 1.1 Classificação dos sistemas de armazenamento de energia elétrica

| | |
|-----------------------------|--|
| Armazenamento mecânico | <ul style="list-style-type: none"> Armazenamento através da bombagem para reservatório elevado, em hidráulicos reversíveis (Pumped-Hydro Storage - PHS); Air comprimido (Compressed Air Energy Storage - CAES); Volantes de inércia (Flywheel). |
| Armazenamento elétrica | <ul style="list-style-type: none"> Bateria supercondutora (Superconducting coil); Capacitores. |
| Armazenamento eletroquímico | <ul style="list-style-type: none"> Tecnologias de hidrogênio; Baterias de sódio e de íons de lítio. |

Fonte: EIA (2016) e CGEE (2017).

O mercado dos SAE vem-se desenvolvendo de forma acelerada, ao passo que, a partir de 2006, a potência instalada no mundo quase que triplicou (de 1,4GW em 2006 para 3,8GW em 2015). A maior parte desse crescimento deve-se aos sistemas de baterias que aumentaram de 0,6GW para aproximadamente 1,7GW. Na Figura 1.2, é possível observar a evolução da capacidade dos sistemas de armazenamento (baterias) de 2006 até 2016. Nota-se que os EUA, até 2016, estavam na liderança, seguidos pela Coreia, Alemanha, Itália e Chile.



As baterias baseadas em íons de lítio são as mais utilizadas, sendo que estas são preferentemente empregadas em veículos elétricos, pelo fato de apresentarem baixa autodescarga e elevada densidade de energia (Vazquez et al., 2010).

No caso da Europa, a Itália lidera o mercado em termos de capacidade instalada e planejada de armazenamento eletroquímico (agosto de 2015), seguida pelo Reino Unido e pela Alemanha, com capacidades superiores a 1.000MWh de armazenamento de energia eletroquímica, Tabela 1.2 (BestRes, 2016).

Tabela 1.2 Capacidade de armazenamento eletroquímico na Europa

| País de origem | Capacidade total não planejada e de armazenamento eletroquímico planejada (em MWh) |
|----------------|--|
| Índia | 6.667 |
| Reino Unido | 1.608 |
| Alemanha | 1.457 |
| Franga | 534 |
| Países Baixos | 186 |
| Espanha | 131 |
| Portugal | 43 |
| Dinamarca | 34 |
| Rússia | 17 |
| Suíça | 11 |
| Grécia | 5 |
| Hungria | 1 |

Fonte: BestRes (2016).

Apesar de os sistemas de armazenamento oferecerem várias funções de segurança à rede, existem ainda alguns fatores que limitam o seu crescimento no mercado (Penta SGIII, 2017). A barreira mais significativa para sua implantação é o alto custo de capital, embora algumas implementações recentes indiquem que tais custos venham diminuindo.

1.3. VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os veículos elétricos (VE), elementos-chave para a mobilidade elétrica, são definidos como veículos equipados de motores elétricos e baterias. Por utilizarem a energia elétrica como insumo para a operação dos sistemas de propulsão, os VE estão intrinsecamente relacionados ao setor elétrico, mais especificamente, aos segmentos de geração e de distribuição de energia. Decorre daí a relevância desta temática, fundamentalmente os aspectos associados ao fornecimento de energia elétrica para os veículos e a integração destes com a operação da rede elétrica.

A adoção de VE em substituição aos convencionais a combustão tem se expandido de forma sistemática nos principais mercados mundiais, particularmente, nos Estados Unidos, na China e em diversos países europeus.

Via de regra, a decisão pela aquisição de um veículo elétrico tem sido estimulada por incentivos públicos que visam reduzir as emissões de gases de efeito estufa e por pressões locais para a redução das emissões de poluentes em áreas metropolitanas. Dessa forma, os VE podem ter um papel significativo nas ações de contenção das mudanças climáticas e de melhoria da qualidade de vida nas grandes cidades.

Entretanto, para que os benefícios dos VE se convertam efetivamente na redução de emissão de gases, a matriz de geração de energia elétrica deve ter uma participação significativa de fontes com baixo nível de emissões de CO₂. Assim, mercados fortemente dependentes, por exemplo, da geração térmica a carvão mineral podem não se mostrar propícios para a disseminação de veículos elétricos. Mesmo nesse contexto, deve-se cotejar o benefício pragmático ao meio ambiente, ocasionado pela substituição dos

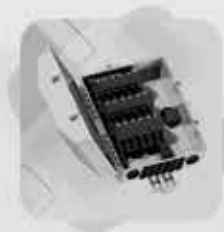
Mercados de altíssima EXIGÊNCIA TÉCNICA

É aqui que nosso time se destaca.



Atender clientes exigentes, que adotam padrões globais de qualidade e eficiência técnica: este é o mercado que o Grupo Condumax Incesa escolheu para atuar. E para nós, é motivo de muito orgulho sermos reconhecidos como **Fornecedor Destaque** por empresas como **ENEL, NEOENERGIA, GENERAL MOTORS e outras**. Parabéns a todos os colaboradores e parceiros, estas conquistas são de todos nós.

COMPROMISSO COM CONTRATOS • SUPORTE TÉCNICO ESPECIALIZADO PRODUTOS E PROCESSOS CERTIFICADOS



EMPRESA CERTIFICADA
COMPANY CERTIFIED

ISO 9001

EMPRESA CERTIFICADA
COMPANY CERTIFIED

ISO 14001

EMPRESA CERTIFICADA
COMPANY CERTIFIED

IATF 16949

NOSSA ENERGIA É A CONFIANÇA.

Condumax
FIOS E CABOS ELÉTRICOS

Incesa
COMPONENTES ELÉTRICOS

0800 701 3701 | 0800 770 3228
CONDUMAX.COM.BR | INCESA.COM.BR

ciclos termodinâmicos de baixa eficiência (o ciclo Otto, por exemplo, nos motores dos veículos de passeio, está em torno de 25%) pelas termelétricas de ciclo combinado (Rankine e Brayton, que superam os 50%) para atendimento da demanda dos VE.

Ainda assim, é igualmente importante o uso de fontes renováveis, como a hidrelétrica, solar, eólica e biomassa, para viabilizar e até potencializar os benefícios dos VE. Neste aspecto, o Brasil se encontra em posição privilegiada devido à elevada participação de fontes renováveis na matriz energética. Segundo dados do Banco de Informações da Geração (BIG) da Aneel, as fontes renováveis totalizam cerca de 74% da capacidade instalada, principalmente devido às fontes hídrica, eólica e biomassa (ANEEL, 2016a). Além disso, a evolução do crescimento de tais fontes aponta para um cenário de baixo nível de carbonização da matriz elétrica brasileira, tornando o Brasil um ambiente bastante propício ao desenvolvimento da mobilidade elétrica. Ainda assim, até o momento, no País, não existem metas definidas para a implantação de VE, como ocorre em vários outros países.

1.4. RESPOSTA DA DEMANDA

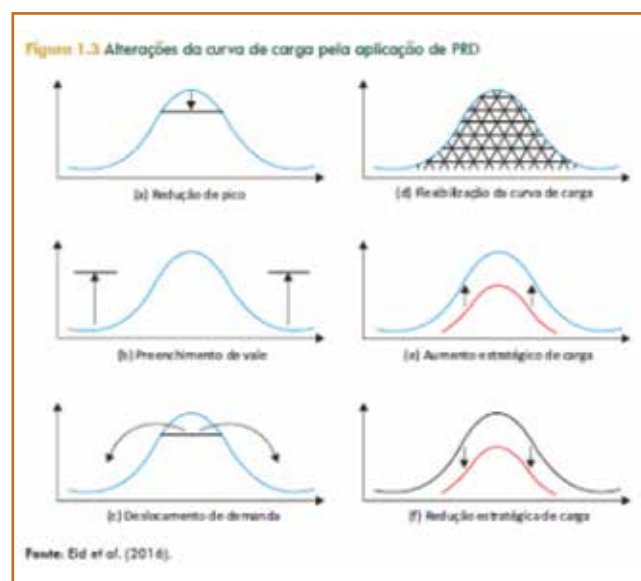
Nos últimos anos, a resposta da demanda (RD) vem ocupando importante papel em vários mercados de energia no mundo. A RD tem estado significativamente presente no setor para ajudar a garantir o atendimento da demanda por eletricidade com qualidade, confiabilidade e com sustentabilidade ambiental, permitindo que o consumidor se envolva mais ativamente no mercado e participe da integração de sinais de preço no atacado e no varejo.

Do ponto de vista mais formal, a resposta do lado da demanda ou RD pode ser definida como “a mudança no uso da energia pelos consumidores finais, alterando seus padrões normais de consumo frente às mudanças no preço da energia” (DOE, 2006). Por sua vez, o conceito correlato de gerenciamento do lado da demanda (GLD) pode ser estabelecido como o processo que visa modificar o comportamento do consumidor através de sinais de preços, incentivos financeiros e ações de conscientização, entre outros mecanismos, a fim de melhorar a eficiência econômica do mercado, a segurança e adequação do fornecimento de energia.

Da mesma forma que a GD, o gerenciamento da demanda cumpre um importante papel na melhora do desempenho do sistema de distribuição, auxiliando na redução da demanda de pico (peak shaving) e na elasticidade da demanda frente a variações na geração (contribuindo para reduzir os requisitos de Reserva de Potência Operativa – RPO). Vale ressaltar que os benefícios da GD não devem ser comparados aos da RD para fins de gerenciamento e planejamento das redes elétricas sem um detalhamento da efetividade. A intermitência da fonte primária da GD não traz o benefício de postergação de investimentos nas redes como a RD. Ademais, a massificação da GD pode impactar os níveis de perdas elétricas, situação que pode ser evitada ou gerenciada na RD.

Essas questões, inclusive, estão tratadas posteriormente. Além disso, os mecanismos de RD representam uma fonte potencial de flexibilidade para o sistema elétrico e podem resultar em aumento de carga, redução de carga ou deslocamento temporal da carga, conforme ilustrado na Figura 1.3. Apesar de a RD estar normalmente associada à redução de carga, a vasta inserção de fontes renováveis no sistema tem exigido maior flexibilidade na operação e, conseqüentemente, na modulação da demanda nos dois sentidos.

Atualmente, existem programas (softwares) capazes de fornecer uma ampla gama de serviços segmentados, proporcionando benefícios diretos à rede de distribuição, refletindo a transformação da RD a fim de reduzir, por exemplo, demanda de pico e outras variáveis de interesse. Conforme mostrado na Figura 1.3, é possível reduzir a demanda de pico, preencher os períodos de baixo consumo (vales), deslocar a demanda máxima, flexibilizar a curva de carga e aumentar ou reduzir o consumo total.



Outra forma relevante de RD ocorre quando o consumidor utiliza algum tipo de geração própria (geração distribuída, armazenamento ou geração de backup), diminuindo a demanda do sistema. Nesse caso, mesmo que não haja mudança no padrão de consumo, o sistema apresenta uma redução na demanda líquida. A geração distribuída, além de permitir que os consumidores produzam sua própria energia, também pode permitir que o consumidor aja como um prosumidor, vendendo o excedente de energia ao sistema.

Sob o aspecto da eficiência econômica, os mecanismos de RD devem permitir que os consumidores respondam com eficiência aos sinais de preços, otimizando o uso dos recursos do sistema, ajudando a reduzir os custos de energia, a volatilidade dos preços e a mitigar o poder de mercado. Na perspectiva da segurança do fornecimento, os mecanismos de RD podem ser implementados para apoiar a integração de nova capacidade de geração renovável,

PRIMEIRO RELÉ DE PROTEÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO NO DOMÍNIO DO TEMPO

SEL-T400L



- Detecção de faltas iminentes - reduz Parcela Variável (PV)
- Localização de faltas por ondas viajantes por dois e um terminal
- Tempo de atuação menores que 4ms
- Simplicidade nos ajustes - apenas 9 ajustes de proteção
- Oscilografia de alta resolução com 1MHz

gerenciar restrições de rede e emergências e fornecer serviços ancilares para manter o equilíbrio e a estabilidade do sistema.

Do ponto de vista da adequação da oferta, a redução / deslocamento da demanda de períodos de ponta de carga para períodos fora da ponta de carga permite uma melhor utilização das instalações e o adiamento de novos investimentos em redes (transmissão e distribuição) e usinas, resultando em custos de energia mais baixos para o consumidor.

O controle do uso da energia é realizado como uma resposta às mudanças no preço da energia ou quando a confiabilidade do sistema é ameaçada. Basicamente, essa função é executada por quatro agentes (conforme ilustrado na Figura 1.4):

1. Consumidores de energia que participam do programa de RD, englobando consumidores residenciais, comerciais ou industriais;
2. Participação de um agregador de RD,⁹ que é um agente do segmento de comercialização de energia, com vínculo contratual com seus clientes e para os quais executa o programa de RD (Tabela 1.3);
3. Presença de um Operador do Sistema de Distribuição (DSO) que controla a rede de distribuição e;
4. Um Operador de Sistema Independente (ISO) ou um Operador

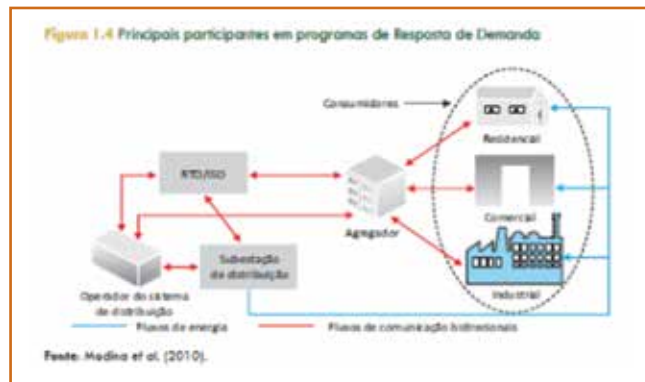


Tabela 1.3 Agregador de Resposta do Lado da Demanda (DSR Aggregator)

| MODELOS DE NEGÓCIOS | |
|---|--|
| Agregador combinado (fornecedor de energia) | O fornecimento de energia e sua agregação são oferecidos em forma de pacote, sendo estabelecido um único BPP (Billing Responsible Party) por ponto de conexão. |
| Agregador combinado (BPP) | Neste modelo, existem dois BPP no mesmo ponto de conexão, um BPP-1 (agregador independente) e outro BPP-2 (fornecedor). O BPP-2 (fornecedor) deverá ser compensado por eventuais desequilíbrios na rede. |
| Agregador combinado (DSO) | Este modelo não foi ainda discutido, porém, Barlett (2016) sugere que as funções reguladas e não reguladas não sejam misturadas. |
| Agregador independente como prestador de serviços | O agregador é um provedor independente de serviços para um (qualquer) outro agente do mercado, mas não vende a compradores potenciais para evitar riscos próprios. |
| Agregador delegado independente | O agregador vende por sua conta e risco a potenciais compradores, como por exemplo ao TSO, ao BPP e ao mercado atacadista. |
| Consumidor como agregador | Neste modelo, os consumidores industriais ou comerciais podem adotar fazer o papel de agregador para seus próprios fluxos (portfólio). |

Fonte: (Barlett, 2016).

de Transmissão Regional (RTO) (Medina et al., 2010).

A implementação da resposta da demanda tem avançado em grande ritmo na maioria dos países desenvolvidos. Nestes, o preço é o principal impulsionador da RD, influenciando as decisões não apenas para atividades industriais e comerciais, mas também as escolhas dos consumidores residenciais. Ainda assim, muitas são as barreiras que dificultam a disseminação dos programas de resposta da demanda.

Por hoje, é isso. A análise completa, incluindo as barreiras e suas superações, podem ser encontrada conforme mencionado anteriormente, no livro “Recursos Energéticos Distribuídos e Suas Potencialidades” da editora Synergia.

Continuaremos na próxima edição trazendo um extrato do capítulo 2 que versará sobre impactos dos RED, impactos técnicos e econômicos que precisam ser considerados nos processos de operação e planejamento desses sistemas nas redes elétricas. Até lá!

**Marco Delgado é engenheiro electricista com Doutorado em Planejamento Energético pela Coppe / UFRJ. Atualmente, é diretor da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (Abradee).*



Relés de Proteção e Controle Multilin



Geração



Transmissão



Distribuição



Indústria

Revenda Autorizada & Serviços



Value Added Reseller
Grid Solutions

www.protcontrol.com



10
ANOS
GARANTIA

(11) 2626-2453 / (11) 4777-0289
comercial@protcontrol.com