



CADERNO OPINIÃO

OS DESAFIOS DO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NO SETOR ELÉTRICO

autores: Nelson Leite, Marco Delgado e Fabio Hage
janeiro.2017

SOBRE A FGV ENERGIA

A FGV Energia é o centro de estudos dedicado à área de energia da Fundação Getúlio Vargas, criado com o objetivo de posicionar a FGV como protagonista na pesquisa e discussão sobre política pública em energia no país. O centro busca formular estudos, políticas e diretrizes de energia, e estabelecer parcerias para auxiliar empresas e governo nas tomadas de decisão.

DIRETOR

Carlos Otavio de Vasconcellos Quintella

COORDENAÇÃO DE RELAÇÃO INSTITUCIONAL

Luiz Roberto Bezerra

COORDENAÇÃO OPERACIONAL

Simone C. Lecques de Magalhães

COORDENAÇÃO DE PESQUISA, ENSINO E P&D

Felipe Gonçalves

PESQUISADORES

Bruno Moreno Rodrigo de Freitas
Larissa de Oliveira Resende
Mariana Weiss de Abreu
Renata Hamilton de Ruiz
Tatiana de Fátima Bruce da Silva
Vinícius Neves Motta

CONSULTORES ASSOCIADOS

Cynthia Silveira
Goret Pereira Paulo
Ieda Gomes - Gás
Milas Evangelista de Souza – Biocombustíveis
Nelson Narciso - Petróleo e Gás
Olga Simbalista
Otavio Mielnik
Paulo César Fernandes da Cunha - Setor Elétrico

ESTAGIÁRIAS

Júlia Febraro F. G. da Silva
Raquel Dias de Oliveira



OPINIÃO

OS DESAFIOS DO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NO SETOR ELÉTRICO

Por Nelson Leite, Marco Delgado e Fabio Hage
Presidente, diretor e consultor da ABRADÉE,
respectivamente.

Desde que, no século XIX, a eletricidade foi controlada para uso em iluminação, tração e movimento, aquecimento e outros fins, os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica trabalham “on line”, ou seja, equilibrando demanda e oferta em tempo real, sem espaço para superávits ou déficits de energia. Os apagões ocorrem justamente quando há dificuldade em manter o equilíbrio entre consumo e produção de eletricidade, obrigando os sistemas de proteção a atuarem para que vidas e equipamentos sejam poupados.

Diferentemente de outras *utilities*, como água e gás, os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica devem ter capacidade, a qualquer tempo, para suprir a máxima demanda agregada provável, o que se traduz na necessidade de sistemas robustos o bastante para atender à demanda quando todos os escritórios ligam o ar condicionado ao mesmo tempo, ou quando a maioria das residências usa o chuveiro elétrico simultaneamente. A diferença

em relação ao sistema de abastecimento de água, por exemplo, é que quando os usuários, todos, dão descarga sanitária ao mesmo tempo, o sistema de abastecimento não precisa ter vazão agregada igual à soma das vazões instantâneas de cada residência, mas muito menor. Isso ocorre simplesmente porque as instalações consumidoras contam com um dispositivo inexistente no sistema elétrico: a caixa d'água.

Desde que a eletricidade se tornou um bem essencial à sociedade, não foi possível à engenharia desenvolver um dispositivo de armazenamento de energia que fosse tão eficaz e barato como uma simples caixa d'água. Na verdade, este é o motivo pelo qual os veículos elétricos têm demorado tanto a se tornar uma alternativa aos tradicionais modelos à combustão. Em um vídeo famoso disponível no Youtube, Bill Gates estima que, colocadas em conjunto, todas as baterias existentes do mundo poderiam suprir a demanda global por eletricidade por apenas 10 minutos. Esse número faz com que apreendamos a dimensão do desafio de armazenar energia elétrica.

Com o crescimento vertiginoso das fontes de geração renováveis, como solar e eólica, o armazenamento de energia ganha um ímpeto ainda maior no Brasil e no mundo. Segundo o *Global World Energy Council*, o Brasil já ocupa a décima posição no *ranking* mundial de capacidade instalada de geração eólica. Segundo dados do Balanço Energético Nacional, "o crescimento da oferta de energia eólica e solar entre 2014 e 2015 foi de 78% e 97%, respectivamente". O problema do crescimento das fontes alternativas é que elas são também intermitentes, ou seja, produzem energia não necessariamente quando há demanda, mas principalmente, podem estar indisponíveis quando a demanda é alta. Por conta disso, o armazenamento de energia passa a ser crucial para a segurança energética do sistema, além de constituir elemento de legitimação da própria expansão das fontes renováveis.

Apesar de ainda ser um dos maiores desafios tecnológicos do século XXI, o armazenamento de energia passa a ter um horizonte menos incerto com a retomada da corrida tecnológica pelos veículos

elétricos. A Tesla Motors, por exemplo, está construindo a maior fábrica de baterias do mundo no estado de Nevada, EUA, a *Gigafactory*, com capacidade anual para produzir baterias que, juntas, somam 35 GWh, energia suficiente para abastecer toda a cidade de São Paulo por dois dias.

Outras tecnologias também têm se mostrado promissoras, como a de armazenamento de energia por ar liquefeito. Segundo a empresa HighView Power Storage, sediada no Reino Unido, já é realidade conceber plantas armazenadoras com capacidade de potência de 200 MW e com 600 MWh de energia armazenada, suficiente para abastecer um bairro inteiro no Rio de Janeiro por três horas. Embora pareça nova, a tecnologia é do final do século XIX, baseado no ciclo de Claude, e usada há bastante tempo na indústria para liquefazer oxigênio para uso hospitalar, por exemplo.

Supercapacitores, indutores feitos de supercondutores, *Flywheels*, água bombeada, ar comprimido, armazenamento de energia potencial gravitacional por elevação de pesos são algumas das muitas possibilidades tecnológicas alternativas para o armazenamento de energia, mas ainda em fase experimental, exigindo investimentos vultosos em pesquisa e desenvolvimento para seu amadurecimento, bem como para testes de aplicação em diversos arranjos técnicos e econômicos. Em visita recente ao Reino Unido, uma delegação brasileira patrocinada pela Embaixada Britânica, com apoio do MCTI e do Instituto ABRADÉE da Energia, constatou tanto os esforços daquele país em superar desafios para a acomodação das tecnologias de armazenamento, quanto a incipiência das soluções experimentais, embora alguns projetos já tenham maturidade notável.

Em agosto último, a Agência Nacional de Energia elétrica – ANEEL publicou a Chamada Pública para projetos de P&D estratégicos nº 21, intitulada "*Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia no Setor Elétrico Brasileiro*", a partir da qual 96 agentes de geração, transmissão e distribuição nacionais demonstraram interesse em executar ou financiar

projetos de pesquisa no tema. De fato oportuna, a chamada ANEEL abre caminho para a inserção de novas tecnologias de armazenamento no setor elétrico brasileiro, com especial atenção às soluções de grande capacidade, que podem ser usadas nos três segmentos do setor.

Com efeito, existem de antemão aplicações dramaticamente nacionais para o armazenamento de energia, como por exemplo, na substituição dos geradores a óleo diesel de nossos sistemas isolados no norte do país. A Conta de Consumo de Combustíveis – CCC, encargo pago por todos os consumidores em suas contas de luz, consome cerca de 6 bilhões de reais por ano, dentre custos com combustível e transporte em regiões de difícil acesso. Em sistemas isolados, a associação de geração solar ou eólica a tecnologias de armazenamento de energia pode reduzir consideravelmente os altíssimos custos variáveis dos geradores diesel, além de reduzir a praticamente zero os impactos ambientais.

Outra possível aplicação nacional imediata para o armazenamento de energia seria na sua utilização conjunta aos parques eólicos do nordeste brasileiro. Ao mesmo tempo em que a capacidade instalada dos geradores eólicos é grande, quando os ventos param de soprar de forma abrupta, o que não é incomum, complexas manobras devem ser realizadas em poucos minutos para que esse volume de potência seja substituído por outras centrais geradoras, muitas vezes

localizadas a milhares de quilômetros de distância. Ainda, com o advento das redes inteligentes e do aumento da geração distribuída em micro e pequena escala, o armazenamento de energia pode constituir solução técnica otimizada para o funcionamento das redes de distribuição. Vistos como ativos que podem concorrer com os tradicionais investimentos em expansão de transformadores e linhas de distribuição, as instalações de armazenamento de energia poderiam tornar o sistema de distribuição mais confiável e flexível, inclusive permitindo às distribuidoras, num arranjo regulatório ainda inexistente, atender clientes com exigências e necessidades específicas em relação aos níveis de qualidade de suprimento, que podem ser muito maiores que os mínimos estabelecidos pela ANEEL.

Por fim, em um momento de possíveis e desejáveis reestruturações no setor elétrico brasileiro, o armazenamento de energia deve ser encarado como uma grande oportunidade para a solução de problemas técnicos seculares, assim como para a preparação do terreno com vistas à necessária mudança na expansão da matriz energética nacional, que contará com crescente presença de energias renováveis e muito maior intermitência. Não obstante, é hora de rediscutir o papel das distribuidoras de energia elétrica que, mundo afora, estão sendo cada vez mais vistas como integradoras de soluções energéticas, como é o caso do armazenamento de energia, em sistemas cada vez mais multidirecionais, ou horizontais, e complexos.



Nelson Fonseca Leite. graduado em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais. Possui pós-graduação em Gestão de Negócios pelo IBMEC, em Administração - Setor Elétrico pela FGV e Electric Power Management pela JICA, no Japão. Trabalhou como engenheiro na Usina Nuclear de Angra dos Reis e na CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), ocupando vários cargos de Gerente e Superintendente. Foi Coordenador Nacional de Distribuição e Comercialização da CIER (Comissão de Integração Energética Regional) e membro do Conselho de Administração do Comitê Brasileiro da CIER. Foi Diretor de Assuntos Regulatórios e Projetos Especiais e Diretor de Operação das Empresas Distribuidoras da Eletrobrás. Atualmente, ocupa o cargo de Presidente da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADEE e Presidente do Conselho Consultivo da EPE



Marco Antonio de Paiva Delgado. Engenheiro Eletricista com mestrado e doutorado em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ. Foi consultor do Instituto Nacional de Tecnologia para projetos de eficiência energética na indústria. Trabalhou na Light Serviços de Eletricidade na área de tarifas. Lecionou em cursos de pós-graduação na FGV/RJ. Autor de diversos artigos e livros na área de eficiência energética, planejamento energético e regulação econômica e tarifária. Atualmente é diretor da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica.



Fabio Sismotto El Hage. Professor de engenharia do Insper e consultor da ABRADEE, é mestre e doutor em engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pós-graduado em economia pela Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, com estágio pós doutoral em políticas públicas pela Suffolk University, em Boston. Trabalhou na área de planejamento da EDP Bandeirante, foi pesquisador do Centro de Regulação e Qualidade de Energia (ENERQ) da USP e sócio fundador da Daimon Engenharia e Sistemas, tendo atuado como pesquisador e coordenador em dezenas de projetos de P&D do ciclo ANEEL desde 2001. É autor de artigos e livros sobre modelos matemáticos aplicados ao setor elétrico, estrutura tarifária e regulação de monopólios naturais.

Este texto foi extraído do Boletim de Conjuntura do Setor Energético - Janeiro/2017.

Veja a publicação completa no nosso site: fgvenergia.fgv.br



fgv.br/energia

