

A importância das *smart grids* de eletricidade na transição energética¹

Nivalde de Castro²
Leonardo Gonçalves³
Carolina Tostes⁴

Ao longo dos últimos anos, ampliou-se a percepção de que as tendências atuais no fornecimento e uso de energia são claramente insustentáveis do ponto de vista econômico, social e ambiental. Neste sentido, há uma necessidade urgente de acelerar o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono, com o objetivo de enfrentar os desafios globais relacionados à segurança energética, às mudanças climáticas e ao crescimento econômico.

No que diz respeito aos sistemas de distribuição de energia elétrica, este segmento enfrenta uma série de desafios, tais como a infraestrutura envelhecida, o crescimento contínuo da demanda, a integração dos veículos elétricos (VE) e das fontes renováveis intermitentes, a garantia da segurança energética e a necessidade de redução das emissões de carbono. Diante deste novo cenário complexo, as redes inteligentes são um elemento fundamental do processo de modernização das redes de distribuição, necessário para superar os desafios contemporâneos vinculados diretamente à transição energética.

Redes elétricas inteligentes (*smart grids*) consistem no agrupamento de tecnologias digitais que permitem o gerenciamento da energia elétrica. Ao elevar a capacidade de operacionalização do sistema elétrico e viabilizar uma participação mais dinâmica dos consumidores, as *smart grids* buscam atingir o estabelecimento de uma rede elétrica flexível, resiliente, eficiente, econômica e confiável.

Observa-se que as redes inteligentes surgem em um contexto de mudança de paradigma no setor elétrico, tendo em vista a necessidade de tornar o sistema mais interativo e com participação ativa dos consumidores. O paradigma tradicional do setor, no qual prevalecem a comunicação e o fluxo unidirecional de energia entre os

¹ Artigo publicado no Broadcast Energia. Disponível em:

<https://energia.aebroadcast.com.br/tabs/news/747/43831391>. Acesso em: 03 de fev. 2023.

² Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Coordenador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL-UFRJ).

³ Pesquisador associado do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL-UFRJ).

⁴ Pesquisadora júnior do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL-UFRJ).

fornecedores e os clientes no sistema de distribuição, está sendo substituído por uma nova configuração, caracterizada pela descentralização da geração e por conferir um novo papel aos usuários finais, transformando-os em atores ativos da rede.

Uma das características mais emblemáticas das mudanças trazidas pelas redes inteligentes é a massificação dos recursos energéticos distribuídos (REDs), tecnologias de geração ou armazenamento de energia elétrica que podem servir de complemento ou substituto à geração centralizada. Atualmente, os REDs mais usuais são a geração distribuída fotovoltaica, o armazenamento de energia distribuído, a resposta da demanda, a eficiência energética e os veículos elétricos.

No caso da geração distribuída, por exemplo, o setor passa de um modelo de mercado no qual as concessionárias de distribuição são o único supridor de uma energia produzida por grandes centrais geradoras instaladas longe dos centros de carga, para um mercado com a presença crescente de múltiplas fontes de geração e clientes que podem atuar hora como consumidor, hora como fornecedor de energia (prossumidor).

Neste sentido, a infraestrutura da rede inteligente associada à geração distribuída oferece um importante benefício aos consumidores com relação à qualidade do fornecimento de energia, uma vez que a proximidade com as cargas permite um melhor uso das fontes de energias locais. Além disso, a geração distribuída resulta na redução da dependência dos autoprodutores em relação à rede elétrica e do custo das faturas de energia de consumidores com acesso à instalação destes sistemas.

Outro aspecto importante associado à promoção das redes inteligentes na infraestrutura do setor elétrico refere-se às estimativas de disseminação da mobilidade elétrica. A diminuição dos preços dos veículos elétricos, os custos reduzidos de manutenção e as preocupações de ordem ambiental estão estimulando os indivíduos a adquirir veículos elétricos em detrimento dos veículos movidos a combustíveis fósseis.

Além de oferecer zero emissões de escape e maior eficiência energética, se posicionando como uma importante tecnologia para reduzir o consumo de combustíveis fósseis e a emissão de CO₂, os VEs criam uma nova demanda por energia, que pode ser fornecida por fontes renováveis. Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), o número de VEs deve passar de 16 milhões de unidades em 2021 para cerca de 200 milhões em 2030. Este crescimento projetado irá elevar a demanda de energia dos VE para 1.100 TWh, o equivalente a 4% da demanda final mundial no final da década.

No entanto, o carregamento dos VE se apresenta como um desafio adicional para a rede elétrica, uma vez que implicará em um consumo significativamente maior de energia. Com isso, além das políticas ambientais e dos incentivos públicos, dotar o sistema de distribuição de energia de mais inteligência e flexibilidade constitui um dos principais fatores críticos para a disseminação dos VE.

Ademais, a tecnologia *vehicle-to-grid* (V2G) se apresenta como um recurso diferencial em comparação a outros tipos de veículos ao conceber um fluxo bidirecional de energia entre o VE e a rede elétrica, permitindo, assim, a injeção da energia armazenada de volta à rede. Deste modo, os VE poderão ser uma ferramenta importante para suprir as exigências de demanda de energia nos horários de pico e contribuir para a estabilidade da rede elétrica.

Desta forma, dada a necessidade estratégica de impulsionar a modernização das redes elétricas, torna-se fundamental analisar as experiências internacionais mais avançadas. Por exemplo, nos EUA, encontram-se os casos mais bem-sucedidos de difusão das *smart grids*. O desenvolvimento de redes inteligentes está sendo fortemente estimulado na Califórnia, a partir do encontro de investimentos e políticas públicas, regulamentações das agências de energia e projetos de P&D das empresas privadas.

A promoção das redes inteligentes nos EUA tornou-se uma política federal com a aprovação da Lei de Independência e Segurança Energética de 2007. A partir de então, as redes inteligentes se tornaram foco de projetos do governo, como no caso da Lei Americana de Recuperação e Reinvestimento, aprovada após a crise econômica de 2008 e que destinou US\$ 11 bilhões para as tecnologias de *smart grids*.

Nos anos seguintes, como parte da política de modernização do setor elétrico do país, o governo norte-americano aprovou o *Policy Framework for the 21st Century Grid*. A medida, além de reforçar o papel da Federal Energy Regulatory Commission (FERC) no processo de modernização dos sistemas elétricos, determinou que as agências reguladoras estaduais e federais devem elaborar estratégias de fortalecimento dos mercados e fornecer incentivos às utilities por meio da provisão de investimentos custo-efetivos que impulsionem a eficiência energética. Deste modo, os órgãos reguladores e os formuladores de políticas públicas buscaram alterar os modelos de negócios das concessionárias para, por exemplo, tornar a eficiência energética um de seus objetivos centrais.

Neste sentido, a tendência observada recentemente é de uma adaptação cada vez maior das utilities a este novo cenário. Em 2020, o investimento total em tecnologias digitais realizado pelas concessionárias de energia elétrica dos EUA foi de, aproximadamente, US\$ 15 bilhões. O Departamento de Energia Americano prevê que o montante alcance mais de US\$ 24,5 bilhões até 2026, sendo cerca de 80% dos recursos aplicados em tecnologias *smart grids*.

As políticas regulatórias no âmbito estadual, em paralelo aos incentivos federais, também influenciam o ritmo de implantação das redes inteligentes. Os estados dos EUA têm promovido, cada vez mais, políticas que impulsionam a adoção de energias renováveis e de REDs, bem como iniciativas associadas ao planejamento integrado do sistema de distribuição.

A Califórnia, em especial, desempenha um papel de vanguarda na formulação de políticas de modernização da rede elétrica, de eficiência energética e de integração

de fontes renováveis nos EUA. Os marcos deste processo, que provocou profundas mudanças no setor de energia californiano, tiveram início com as medidas tomadas em resposta à crise energética de 2001. Desde então, diversas políticas foram adotadas pelos *stakeholders* locais com o objetivo de incentivar a implementação de mecanismos de resposta da demanda, o aumento da eficiência energética, assim como a incorporação de fontes renováveis de energia e dos REDs, o que levou a Califórnia a se antecipar às metas nacionais de modernização da rede elétrica.

Dentre as iniciativas regulatórias, a Comissão de Serviços Públicos da Califórnia determinou que as concessionárias de energia do estado elaborassem Planos de Recursos de Distribuição (PRDs). Os PRDs exigem que as concessionárias comecem a planejar e investir no sistema de distribuição, de forma a permitir níveis mais altos de adoção de REDs. No caso das redes inteligentes, uma abordagem planejada para aumentar os investimentos é necessária para elevar a confiabilidade da rede e reduzir os riscos de segurança que podem ser causados pelo aumento dos níveis de penetração dos REDs.

Na mesma linha, a Comissão instituiu o Plano de Ação dos Recursos Energéticos Distribuídos (*DER Action Plan*) como parte dos esforços para contemplar todos os aspectos da criação de uma rede elétrica moderna para o estado. A iniciativa foi elaborada para servir como um roteiro aos *stakeholders* e facilitar o desenvolvimento proativo, coordenado e em linha com a visão de futuro das políticas californianas de promoção dos Reds.

Portanto, a implementação das redes inteligentes é percebida como fundamental dentro da agenda de modernização do setor elétrico norte-americano. Em um primeiro momento, o poder público teve uma participação decisiva na difusão das redes inteligentes, contribuindo diretamente com os recursos necessários para o *take off* da tecnologia.

Após o estágio inicial, o Estado passou a atuar como regulador e facilitador do processo de difusão das redes inteligentes. Nos últimos anos, esforços estão sendo empenhados para construir políticas e mecanismos de regulação claros, consistentes e capazes de alavancar o aproveitamento econômico das novas tecnologias de smart grids.

Ademais, é possível verificar uma intensa articulação entre o setor produtivo e as instituições governamentais no desenho dos planos estratégicos que orientam a implementação das redes inteligentes, de modo a impulsionar a incorporação da geração renovável e a integração dos REDs, além de assegurar a qualidade do fornecimento de energia.

Em suma, a transição energética, notadamente no seu vetor da descentralização, força inovações tecnológicas, estimula políticas públicas para orientar os investimentos e demanda inovações regulatórias para reduzir os riscos dos investimentos.