

Os impactos da introdução das energias renováveis variáveis no setor elétrico

Ronaldo Bicalho*

1. Introdução

O que marca o atual momento do setor elétrico no mundo é o profundo e radical processo de transformação tecnológica, econômica, organizacional, institucional e política que o setor está passando.

A explosão da demanda pelos serviços elétricos e a necessidade de mitigar os efeitos da mudança climática colocam o setor no centro das discussões sobre política energética. Atender aos ditames da segurança energética e da redução das emissões de CO₂, mediante a ampliação da participação das Energias Renováveis Variáveis (ERVs)¹, constitui o maior desafio do setor elétrico desde o seu nascimento no final do século XIX.

Este texto procura avaliar as possibilidades de evolução do setor elétrico a partir da evolução dos atributos técnicos, econômicos e sociais do produto eletricidade e de seus processos, impactados pela introdução das energias renováveis no setor.

2. Os atributos fundamentais do setor

Segundo Bicalho (2006), o atributo que melhor define o setor elétrico é a radical complexidade presente na sua operação e expansão. Essa complexidade nasce da dramática interdependência que existe entre as partes que compõem os sistemas elétricos.

Para Joskow & Schmalensee (1983, p. 41), “*a unidade física de um sistema elétrico de potência é talvez o que o diferencia mais nitidamente dos sistemas que fornecem outros bens e serviços. Todos os componentes de um sistema elétrico são fisicamente conectados, e todos podem ser dramaticamente afetados por eventos ocorridos em qualquer parte do sistema*”.

Para Bicalho (2014), essa interdependência radical nasce de dois atributos básicos da eletricidade e dos processos associados a ela:

- Como a eletricidade não pode ser economicamente estocada em grandes volumes, os processos de geração, transmissão, distribuição e utilização devem ocorrer simultaneamente;
- Como todos esses processos estão no mesmo sistema (leia-se no mesmo campo elétrico), o que acontece em qualquer um deles tem impacto instantâneo sobre os outros, e vice-versa.

* Professor e pesquisador do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: bicalho@ie.ufrj.br

1 Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, [s.d.]), Energias Renováveis Variáveis incluem energia eólica, solar, das ondas e das marés e se baseiam em fontes que flutuam durante o curso de determinado dia ou estação do ano, compondo um subconjunto das chamadas energias renováveis. Energias renováveis são aquelas energias derivadas de processos naturais e reabastecidas a uma taxa mais rápida do que são consumidas. Incluem solar, eólica, geotérmica, hídrica e algumas formas de biomassa.

Assim, em função da não estocabilidade do seu produto e da natureza sistêmica dos seus processos, o setor elétrico apresenta uma interdependência entre os seus elementos que não será encontrada em outros setores da economia. Essa interdependência física entre os processos se estende aos agentes econômicos que detêm o controle sobre eles – geradores, transportadores, distribuidores e consumidores. Dessa forma, à interdependência física entre os processos corresponde uma interdependência econômica entre os agentes. Sistemas que apresentam graus de interdependência como os encontrados no setor elétrico adquirem um atributo crucial: a complexidade.

Complexidade, aqui, é sinônimo de imprevisibilidade e se explicita por intermédio da dificuldade de se prever os efeitos de um evento que ocorre em uma parte do sistema sobre o sistema como um todo. Segundo Bicalho (1997), essa imprevisibilidade nasce da amplificação da complexidade cognitiva e computacional presente no processo decisório advinda da forte interdependência física e econômica existente entre os agentes presentes em um sistema elétrico².

Diante disso, lidar com essa imprevisibilidade se colocou desde os primórdios como uma questão-chave para o desenvolvimento do setor elétrico. Sem trazer essa imprevisibilidade/complexidade para níveis manejáveis pelos agentes, não teria sido possível desenvolver o setor.

Ao longo da evolução do setor, do final do século XIX aos dias de hoje, se desenvolveu um conjunto de mecanismos para aumentar a adaptabilidade do sistema à imprevisibilidade e/ou reduzir essa imprevisibilidade.

O primeiro conjunto de mecanismos implica “*ampliar a capacidade de monitoração e intervenção nos sistemas para responder prontamente a eventos inesperados (...). Esse é o campo, por excelência, das soluções flexíveis, portadoras da adaptabilidade necessária para fazer face à premência das respostas*” (BICALHO, 2006, p. 14).

O segundo conjunto envolve os mecanismos que “*procuram diminuir a imprevisibilidade através do estabelecimento de regras e normas que disciplinem as relações entre os processos/agentes. (...) Esse, acima de tudo, é o campo das instituições, que têm como principal função a redução da imprevisibilidade, da incerteza, do risco, mediante o recurso às regras, às normas e às organizações específicas a esse fim, que se traduz, ao fim e ao cabo, na coordenação ex ante das ações e decisões dos agentes que compõem um sistema complexo*” (BICALHO, 2006, p. 14).

Na medida em que frutificou na sociedade a percepção de que a eletricidade era essencial para o desenvolvimento e para o bem-estar, a natureza pública da atividade elétrica prevaleceu sobre a sua natureza privada.

² Cabe chamar a atenção que o que diferencia a tomada de decisão no interior de um sistema elétrico daquela observada em outros sistemas de produção de bens ou serviços não se limita à presença da complexidade em graus significativos nas decisões de longo prazo. Na verdade, essa presença já pode ser identificada no âmbito das decisões de curto prazo.

Em função do reconhecimento dessa essencialidade econômica e social do insumo energia elétrica, o objetivo, o espaço e os agentes da coordenação passaram a ter um caráter público, portanto, sujeitos ao interesse público; cabendo *“ao Estado o papel de definidor em última instância da coordenação técnica e econômica que vai prevalecer no setor elétrico, incorporando, de forma inescapável, a dimensão política à atividade elétrica”* (BICALHO, 2014, p. 29).

Flexibilidade e coordenação foram os recursos utilizados para fazer frente à crescente complexidade presente no setor elétrico ao longo de todo o século XX. Flexibilidade e coordenação que apresentam três dimensões – técnica, econômica e política – para fazer face às três dimensões da complexidade/imprevisibilidade – técnica, econômica e política.

Nesse contexto, analisar as possibilidades de evolução futura do setor elétrico implica a análise das possibilidades de evolução do traço essencial do setor – a complexidade – e das formas de se lidar com ele – flexibilidade e coordenação.

Ao fim, avaliar as possibilidades de evolução do setor elétrico é avaliar as possibilidades de evolução dos atributos técnicos, econômicos e sociais do produto eletricidade e de seus processos.

Essencialidade

Para começar, devem ser analisadas as possibilidades de evolução de um atributo econômico e social chave do produto eletricidade: a essencialidade. Pelos cenários da Agência Internacional de Energia (AIE) (IEA, 2014), a eletricidade continuará sendo um insumo essencial para o desenvolvimento econômico e o bem-estar.

“O setor elétrico está passando por uma das mais profundas transformações desde o seu nascimento no final do século XIX. Com a crescente digitalização da economia mundial e o contínuo aumento da demanda pelos serviços elétricos, a necessidade de suprimentos acessíveis e confiáveis de eletricidade nunca foi tão grande. Ao mesmo tempo, o setor elétrico – individualmente a maior fonte de emissão de gases de efeito estufa – é o principal foco dos esforços para atacar a mudança climática, demandando a redução da sua pesada dependência dos combustíveis fósseis e a adoção de novas tecnologias de baixo carbono na geração e no uso” (IEA, 2014, p. 202).

Segundo esses cenários, a energia elétrica será a fonte cujo consumo crescerá mais rápido (2,1% a.a) de 2012 a 2040, implicando o aumento da sua participação na matriz energética (de 18% para 23%) em todos os setores (Industrial: de 27 para 32%; Residencial: de 21% para 34%; Serviços: de 51% para 55%; e Transporte: de 1% para 2,4%) e em todas as regiões (OCDE: de 22 para 27%; Não OCDE: de 17 para 23%).

Cabe salientar que esse crescimento não será geograficamente homogêneo. Enquanto os países da OCDE crescerão o seu consumo elétrico a 0,8% a.a, o conjunto dos países restantes crescerá a 3,0% a.a, com destaque para China (2,8% a.a) e Índia (4,4% a.a.).

A forte expansão da demanda de energia elétrica, principalmente nos países emergentes, em particular China e Índia, deve-se fundamentalmente ao crescimento da atividade econômica e ao aumento da renda.

A necessidade cada vez maior de energia elétrica para o desenvolvimento econômico e para o conforto e o bem-estar reforça a essencialidade dessa fonte de energia em termos econômicos e sociais para esses países.

Esse reforço se amplia, tanto em relação aos emergentes, quando se considera as políticas sociais de inclusão energética (ex.: caso indiano)³, quanto em relação aos demais, quando se leva em conta as políticas industriais relacionadas à competitividade industrial e as políticas ambientais relacionadas à mitigação do processo de mudança climática.

Nesse contexto, no qual a essencialidade econômica e social da energia elétrica não só se mantém, mas como também se fortalece, o papel do Estado no setor se torna mais importante e, em consequência, a dimensão política segue sendo crucial para a evolução do setor.

Não estocabilidade

A principal consequência da não estocabilidade da energia elétrica é a necessidade de equilibrar instantaneamente a oferta e a demanda desse bem sem o recurso ao estoque. Na medida em que a demanda é variável e incerta, a oferta tem que ser flexível o suficiente para acompanhar essa demanda. Nesse sentido, a flexibilidade da oferta é justamente a capacidade de se adaptar às mudanças imprevistas na demanda, em uma escala de tempo que varia de microssegundos a anos.

Note-se que, quanto maior a imprevisibilidade dos eventos, a capacidade de se adaptar a eles tem que ser maior. Ou seja, o aumento de incerteza gera a necessidade de maior flexibilidade; ou, em termos “econômicos”, maior “liquidez”⁴. Podem-se identificar duas dimensões da flexibilidade:

- Flexibilidade unidimensional: incerteza, imprevisibilidade e variabilidade pelo lado da demanda;
- Flexibilidade bidimensional: incerteza, imprevisibilidade e variabilidade pelo lado da demanda e da oferta.

A primeira caracteriza o contexto tradicional do setor elétrico e a segunda identifica o contexto atual do setor com a introdução das fontes de Energias Renováveis Variáveis. Assim, pode-se afirmar que a introdução das ERVs no setor elétrico implica um aumento significativo da demanda por flexibilidade, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

3 Segundo a AIE (IEA, 2013), 1.258 milhões (18% da população mundial) de pessoas no mundo não têm acesso à eletricidade. Desses, 1.257 milhões (23% da população desses países) estão nos países em desenvolvimento. 599 milhões (68% da população dessa região) estão na África subsaariana e 615 milhões (17% dessa população) nos países em desenvolvimento da Ásia, com destaque para a Índia, com 366 milhões (25% dos indianos).

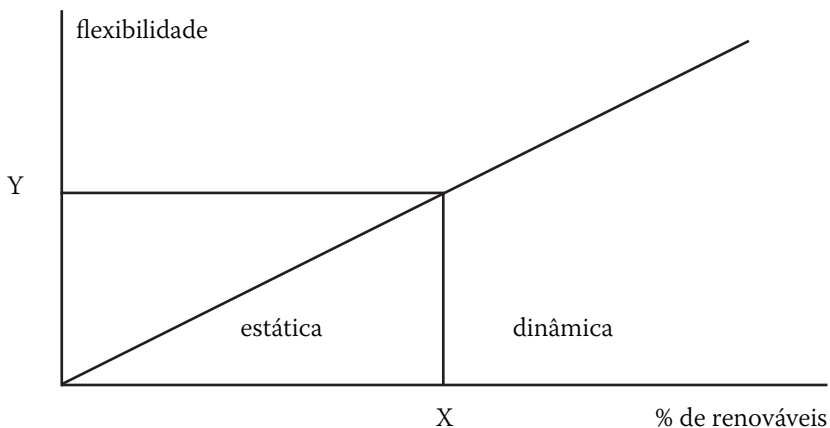
4 Liquidez aqui significa ter acesso à eletricidade na quantidade que se deseja, no momento e no lugar em que se deseja.

É também possível qualificar a flexibilidade em termos tecnológicos: flexibilidade estática alcançada usando as tecnologias disponíveis hoje e flexibilidade dinâmica, alcançada introduzindo inovações tecnológicas.

Dessa maneira, pode-se afirmar que a participação das ERVs na matriz elétrica depende do nível de flexibilidade alcançado pelo sistema. Portanto, para cada nível de participação de ERVs existe um nível de flexibilidade. Se essa participação cresce, a flexibilidade tem que crescer. O teto desse crescimento e, portanto, dessa participação, é dado pelo atual estágio tecnológico (flexibilidade estática).

Assim, a elevação continuada dessa participação depende da introdução continuada de inovações que permitam a ampliação continuada da flexibilidade (flexibilidade dinâmica). Como ilustrado na Figura 1 abaixo.

Figura 1 – Esquema da ampliação da flexibilidade a partir da introdução de renováveis.



Fonte: elaboração própria.

O modelo tradicional de introduzir flexibilidade no setor elétrico sempre foi a construção de sobrecapacidade. Isso implica a existência de plantas e infraestruturas que permanecem ociosas durante parte do tempo. Assim, no modelo tradicional tem-se uma ociosidade planejada, um sobreinvestimento planejado.

Para a AIE (IEA, 2014b), com a introdução das Energias Renováveis Variáveis, três elementos tornam-se vitais: estocagem, centrais despacháveis (flexíveis), expansão e modernização das redes.

A estocagem é a solução clássica para se lidar com a intermitência característica das fontes renováveis. Os reservatórios das hidroelétricas constituem essa solução no caso da energia hidráulica. Contudo, as demais fontes renováveis precisam de soluções

a intermitência suplementares. Para grandes volumes, a estocagem no âmbito da oferta pode contemplar três soluções: bombeamento hidráulico (Pumped Hydroelectric Storage – PHS), ar comprimido (Compressed Air Energy Storage – CAES) e hidrogênio.

A primeira solução é bastante conhecida e constitui 99% da capacidade de estocagem existente no mundo. A segunda representa a segunda alternativa mais importante e tem duas plantas no mundo (Alemanha e Estados Unidos). Os dois casos dependem da existência de determinadas características geográficas para se viabilizarem técnica e economicamente: cursos de água e elevações no primeiro caso e cavernas – para estocar o gás – no segundo.

A terceira solução é aquela que apresenta a maior possibilidade de difusão de uso. Contudo, depende do avanço tecnológico para se viabilizar.

Assim sendo, pode-se afirmar que a estocagem de eletricidade em grandes volumes continua sendo uma solução que apresenta fortes restrições à sua difusão; quer por restrições geográficas, quer por restrições de custo. Nesse caso, sem dúvida, o salto na flexibilidade via estocagem é sinônimo de salto nos custos.

Para volumes menores, as possibilidades são maiores e as baterias sintetizam esse tipo de solução. Aqui não existem restrições geográficas e as limitações de custo dependem de avanços tecnológicos factíveis para serem superadas. Essa solução pode ser aplicada tanto no âmbito da oferta quanto no da demanda.

Embora, nesse caso, o salto na flexibilidade seja menor, os custos também são menores, constituindo o *front* no qual os avanços no binômio estocagem/flexibilidade serão maiores e com maior potencial de difusão.

O segundo elemento, centrais despacháveis, pode ser caracterizado como centrais que apresentam uma partida rápida e uma capacidade de rápida elevação e redução da energia gerada. No limite, representam uma flexibilidade tradicional baseada na sobrecapacidade.

O fundamental aqui é preencher prontamente os buracos gerados pela intermitência das fontes renováveis com capacidade que vai operar apenas o tempo que durarem esses buracos (ociosidade planejada). Constitui um caso de flexibilidade estática quando se empregam as centrais já existentes e de flexibilidade dinâmica quando envolve centrais com novas tecnologias que implicam partidas mais rápidas e elevações/reduções mais ágeis.

O terceiro elemento, expansão e modernização das redes, se fundamenta na busca de energia onde e quando ela estiver disponível. Para isso é preciso em primeiro lugar expandir territorialmente o espaço geográfico coberto pelas redes usando não apenas a tecnologia de transporte hoje disponível, mas recorrendo a avanços tecnológicos, principalmente aqueles relacionados ao uso de tensões cada vez mais altas, tanto em corrente contínua quanto em corrente alternada.

Além disso, cabe incrementar a inteligência das redes mediante o avanço na tecnologia de monitoração e gestão dos fluxos; ou seja, redes mais inteligentes que são construídas a partir do uso intensivo das Tecnologias de Comunicação e Informação.

No limite, essa solução se baseia em um conceito tradicional do setor de exploração das diversidades temporais e espaciais tanto da demanda quanto da oferta. A questão central é preencher os buracos temporais e espaciais gerados pela intermitência das fontes renováveis mediante a diversidade temporal e espacial tanto dos perfis do consumo quanto dos perfis de oferta ao longo de todo o território coberto pelo sistema/rede. Quanto maior o território, quanto maior a inteligência da rede, maior a capacidade de fazer face à intermitência utilizando a diversidade da oferta/demanda.

Em síntese, a não estocabilidade da energia elétrica, principalmente no que concerne aos grandes volumes, irá permanecer como um atributo crucial da eletricidade nas próximas décadas. O nível de complexidade/imprevisibilidade, fruto da expansão das renováveis, que o sistema poderá manejar irá depender da evolução da flexibilidade do sistema.

Essa flexibilidade dependerá do avanço das tecnologias de estocagem e das tecnologias tradicionais de prover flexibilidade – centrais flexíveis e expansão e agilização das redes. Provavelmente, os avanços virão destas últimas, segundados pelos avanços na estocagem de pequenos volumes e tempos.

Assim, na medida em que a redução da pressão sobre a flexibilidade advinda do aumento radical da capacidade de estocar energia não vai acontecer, o avanço das renováveis vai depender do aumento da capacidade de injetar mais flexibilidade no sistema via centrais despacháveis e modernização das redes. Nesse contexto, mesmo o avanço na estocagem dos pequenos volumes se insere muito mais na trajetória de incremento possível da flexibilidade do que em uma trajetória de quebra do paradigma da não estocabilidade.

3. Interdependência sistêmica

A interdependência sistêmica é um atributo dos processos que compõem um sistema elétrico. Esse atributo repousa na unicidade dos sistemas, que nasce das grandes vantagens econômicas existentes a partir da exploração das economias de escala e escopo provenientes dessa unicidade. As consequências negativas estão associadas à complexidade/imprevisibilidade nascida dessa interdependência, fruto da ampliação do número de processos/agentes interconectados e da conectividade existente entre eles.

No que se refere ao número de processo, a introdução das Energias Renováveis Variáveis pode causar dois impactos distintos sobre a complexidade do sistema.

1) A desconcentração fragmentada: nesse caso, o uso das energias renováveis gera uma maior autossuficiência do usuário final, implicando o seu desligamento da rede e, portanto, causando uma redução do número de processos/agentes interconectados, e, por conseguinte, uma queda da complexidade do sistema.

2) A desconcentração integrada: nesse caso, o uso das renováveis não viabiliza a autossuficiência do usuário final, que não se desliga da rede, causando uma ampliação do número de processos/agentes interconectados – o consumidor agora também é produtor; além de retirar (usando a rede como *back-up*), ele adiciona energia ao sistema – e, portanto, um aumento da complexidade do sistema.

No entanto, a questão em tela não se limita ao número de processos interconectados. A natureza da conectividade entre eles também é importante. Esta pode ser unidirecional, no caso em que a troca de energia se dá em uma única direção – o fluxo de energia é unidirecional – da concessionária para o consumidor. A conectividade também pode ser bidirecional, nesse caso, a troca de energia se dá em duas direções – o fluxo de energia é bidirecional – da concessionária para o consumidor e do consumidor para a concessionária. A conectividade bidirecional implica um aumento significativo da complexidade do sistema.

Dessa maneira, ampliação de participação de energias renováveis na matriz elétrica que envolva desconcentração integrada e conectividade bidirecional implica aumento explosivo da complexidade do sistema, fruto da intensificação da interdependência, gerada a partir do aumento do número de processos e da conectividade entre eles.

Neste contexto podem-se imaginar três cenários distintos da evolução da unicidade e centralização dos sistemas elétricos baseados em diferentes configurações de elementos cruciais à sua evolução.

O primeiro cenário contempla a forte ampliação da geração com Energias Renováveis Variáveis, acompanhada de um avanço tecnológico significativo nas baterias, permitindo a autossuficiência dos consumidores finais. Um cenário desse tipo gera uma (des) conectividade sistêmica, com os consumidores abandonando a rede e causando uma redução significativa da demanda centralizada e, portanto, um impacto negativo sobre a rentabilidade dos ativos de geração, implodindo o modelo tradicional. Nesse cenário de implosão do sistema, a interdependência se reduz acentuadamente e, por conseguinte, a complexidade alcança níveis comuns às atividades econômicas ordinárias.

O segundo cenário contempla uma evolução mais tradicional do setor na qual a redução das emissões de gases de efeito estufa é alcançada via a utilização de nuclear, de carvão com mecanismo de captura e estocagem de carbono, de bombeamento hidráulico, gás comprimido e transporte em corrente contínua e alta tensão. Em outras palavras, um cenário evolutivo baseado em escala, concentração, intensidade de capital, conectividade unidirecional, sistemas maiores e complexidades maiores. Nesse cenário, a complexidade cresce de forma tradicional, associada à expansão clássica do sistema: escalas maiores – custos menores – implicam complexidades maiores.

No terceiro cenário, a introdução de renováveis se dá com o usuário final comprando e vendendo para a concessionária. A trajetória aqui se baseia na conectividade bidire-

cional, na desconcentração integrada e, portanto, no aumento da interdependência e da complexidade. Nesse cenário, a trajetória da complexidade é explosiva.

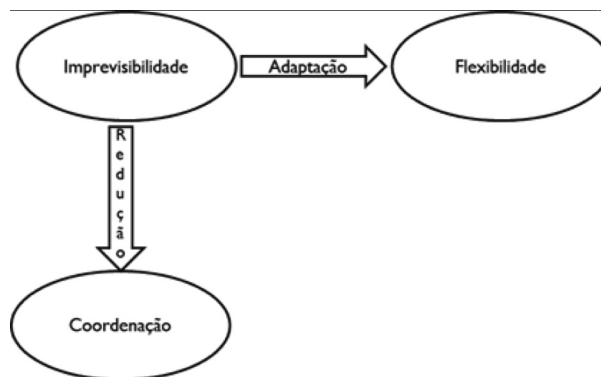
A evolução real do setor provavelmente apresentará elementos dos três cenários. Cabe observar que apenas o primeiro apresenta uma redução da complexidade. Assim, pode-se afirmar que a tendência é que ocorra um aumento líquido na complexidade do setor, tanto em termos tradicionais (cenário 2) quanto nos novos termos (cenário 3). O cenário 1 seria justamente aquele em que o setor deixaria de, no limite, existir. Assim, supondo que o setor elétrico subsista como atividade econômica – mesmo que seja em outros termos –, a sua complexidade irá aumentar.

Resumindo a discussão sobre os atributos da energia elétrica, pode-se afirmar que a essencialidade econômica e social do insumo energia elétrica permanecerá; a não estabilidade do produto e a interdependência sistêmica dos seus processos também permanecerão. Nesse quadro, a introdução de Energias Renováveis Variáveis aumentará a complexidade e a imprevisibilidade presentes no sistema.

4. Flexibilidade e coordenação

Em função do aumento da complexidade/imprevisibilidade, a demanda por flexibilidade e coordenação naturalmente também aumentará. A primeira para incrementar a capacidade de adaptação do sistema a esse novo patamar de imprevisibilidade e a segunda para tentar reduzir institucionalmente esse patamar, como ilustrado no esquema da Figura 2.

Figura 2 – Esquema ilustrativo de reações à imprevisibilidade.

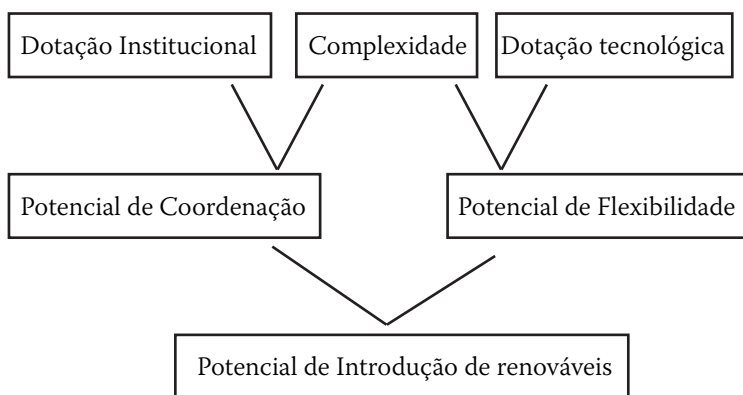


Fonte: elaboração própria.

Assim, para o novo nível de imprevisibilidade é necessário um novo nível da combinação flexibilidade/coordenação. Dessa maneira, de forma esquemática, se a participação das Energias Renováveis Variáveis aumenta na matriz elétrica, a complexidade do setor elétrico também cresce. Para enfrentar esse aumento de complexidade é preciso incre-

mentar o conjunto flexibilidade/coordenação. No entanto, a capacidade de aumentar a coordenação/flexibilidade depende da dotação da indústria institucional (que permita coordenação) e dotação tecnológica (que permita flexibilidade). Assim, o potencial de introdução de renováveis de forma segura e eficiente ao sistema depende do potencial de flexibilidade e de coordenação, como ilustrado no esquema proposto na Figura 3.

Figura 3 – Esquema de definição do potencial de introdução de renováveis.

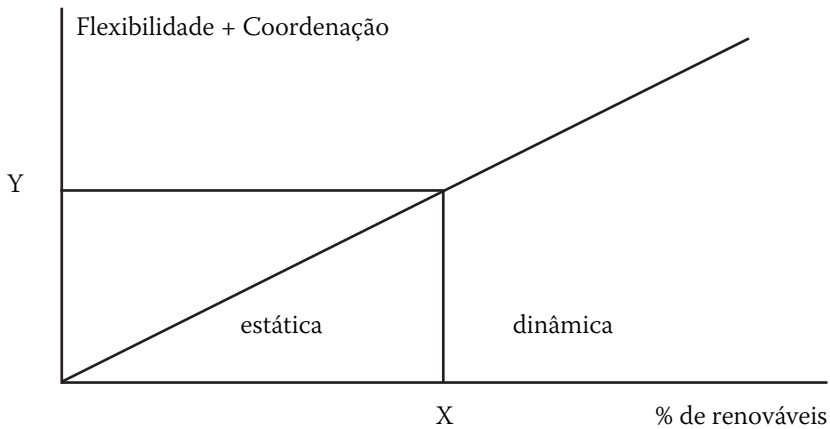


Fonte: elaboração própria.

Assim, de fato, não é apenas a flexibilidade que define o teto de participação das renováveis na matriz elétrica, mas o conjunto flexibilidade/coordenação. Nesse sentido, a elevação continuada desse teto depende, no limite, da inovação tecnológica – flexibilidade dinâmica – e da inovação institucional – coordenação dinâmica.

Assim, como para se alcançar a flexibilidade necessária em determinadas situações, é preciso introduzir inovações tecnológicas (flexibilidade dinâmica), porque as tecnologias disponíveis (flexibilidade estática) não dão conta, para se chegar a determinados níveis de coordenação. Neste contexto, é preciso introduzir inovações institucionais (coordenação dinâmica), já que a institucionalidade disponível (coordenação estática) não basta para enfrentar a nova complexidade presente no sistema. Um esquema ilustrativo desta problemática se encontra representado na Figura 4.

Figura 4 – Esquema da ampliação da flexibilidade/coordenação a partir da introdução de renováveis.



Fonte: elaboração própria.

Este esquema analítico sugere a necessidade de pensar o papel das renováveis no setor de energia a partir de necessidade de dinamizar dois eixos da indústria: a esfera tecnológica e a esfera da coordenação do sistema.

5. Conclusão

Na evolução tradicional do setor elétrico, marcada pela exploração de escala e geração centralizada, a verticalização e o monopólio regulado sintetizam um tipo de coordenação (estática) caracterizada pela rigidez e reduzida autonomia dos agentes.

Na nova trajetória evolutiva do setor que se desenha, marcada pela descentralização, instabilidade tecnológica e econômica, variedade de estruturas de mercado, novos mecanismos de coordenação terão de ser capazes de dotar o sistema de maior flexibilidade, fluidez e maior autonomia dos agentes. Nesse sentido, se os desafios tecnológicos para viabilizar a ampliação das fontes renováveis na matriz elétrica são significativos, os desafios institucionais para realizar essa ampliação também são de monta.

Em síntese, é correto afirmar que a introdução das Energias Renováveis Variáveis na geração de eletricidade é o maior desafio enfrentado pelo setor elétrico desde o seu nascimento no final do século XIX. O setor que irá resultar desse processo de transformação provavelmente será bastante distinto daquele que conhecemos. É possível que a evolução final surpreenda gerando um setor que mantenha os traços fundamentais de hoje; porém não seria nada de mais se ao final o setor elétrico simplesmente deixasse de existir como um espaço econômico relevante. Contudo, é provável que o resultado final vá se situar entre esses dois extremos. Um pouco do mesmo, um pouco do novo. Qual proporção? O tempo dirá.

Referências

BICALHO, R. A Complexidade das Relações no Setor Elétrico. *Boletim Infopetro*, v. 7, n. 6, p. 13-22, dez. 2006.

BICALHO, R. A Crise Elétrica e a Falta de Coordenação. *Boletim Infopetro*, v. 14, n. 2, p. 28-33, jun. 2014.

BICALHO, R. *A Formação de Regularidades Tecnológicas na Indústria de Eletricidade*. 1997. Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, Brasil, 1997.

IEA. *IEA – Renewable energy*. Disponível em: <<http://www.iea.org/aboutus/faqs/renewableenergy/>>. Acesso em: 3 abr. 2015.

IEA. *World Energy Outlook 2013*. Paris: OECD/IEA, 2013.

IEA. *World Energy Outlook 2014*. Paris: OECD/IEA, 2014.

IEA. *Energy technology perspectives 2014: harnessing electricity's potential*. Paris, France: OECD/IEA, 2014b.

JOSKOW, P. L.; SCHMALENSEE, R. *Markets for power: an analysis of electric utility deregulation*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1983.