

## Desafios regulatórios para o armazenamento de energia no sistema de transmissão<sup>(1)</sup>

Nelson Hubner  
Roberto Brandão  
Fabio Diuna  
Murilo Miranda

### O armazenamento tem um uso peculiar da rede

Usinas hidrelétricas reversíveis (UHRs) e usinas hidrelétricas convencionais apresentam os mesmos aspectos físicos para o acesso ao sistema de transmissão de energia por possuírem as mesmas características. No entanto, as UHRs apresentam aspectos operacionais únicos de utilização do sistema de transmissão, em função de sua característica de atuar tanto na geração, como no consumo de carga do sistema. Esta característica, típica de sistemas de armazenamento, representa um desafio regulatório para a cobrança pelo uso dos serviços de transmissão.

Tipicamente, cada ponto de conexão com a rede é bem caracterizado quanto ao tipo de acesso, geração (injeção de energia) ou carga (consumo), a partir do qual a cobrança pelo seu acesso é estabelecida. Do lado do consumo, cada distribuidora, consumidor ou autoprodutor deve contratar um montante de rede que reflita as máximas demandas a serem solicitadas junto ao sistema de transmissão ou distribuição ao qual se conectam. Por outro lado, pela geração, o montante de rede a ser contratado deve refletir a capacidade instalada da usina, descontados o consumo interno e as perdas. Para os sistemas de armazenamento, esta lógica se perde, pois o mesmo ponto de conexão ora atua como consumo, ora atua como geração.

Depreende-se, assim, que a regulação, caso aplicada da forma tradicional, incorrerá em uma dupla cobrança (por geração e por consumo) de uso dos sistemas de transmissão. Algo similar ocorre com as usinas à biomassa sucroalcooleira. Estas usinas geram somente durante certos períodos do ano, relacionado ao processamento da safra de cana, enquanto no restante dos meses são consumidoras de energia. Neste caso, é comum a celebração de dois Contratos de Uso do Sistema de Transmissão (CUST), um na modalidade geração e outro na modalidade consumo. Assim, o agente tem duas tarifas calculadas para pagamento do uso do sistema de transmissão, uma para geração (quando injeta energia na rede) e outra para consumo (quando retira energia da rede), cada uma com requisitos próprios de acordo com a regulamentação em vigor.

Contudo, o caso dos sistemas de armazenamento é mais complexo, uma vez que não podem ser caracterizados como gerador ou consumidor comum. Um sistema de armazenamento gera e consome energia de forma muito mais flexível do que uma usina de biomassa, podendo alternar o papel durante o mesmo dia, inclusive mais de uma vez. Assim, a falta de definições precisas sobre o papel dos sistemas de armazenamento, ou mesmo a falta de atualização da regulamentação, tende a criar barreiras para viabilizar economicamente estas tecnologias, apesar dos benefícios que elas podem trazer aos sistemas de transmissão.

### Regulação econômica da transmissão

Os serviços de transmissão de energia elétrica são um caso de monopólio natural e, por isso, tradicionalmente são um setor fortemente regulado, com o objetivo de garantir o funcionamento do mercado com preços justos e qualidade dos serviços adequada. No Brasil, a regulação do setor de transmissão de energia elétrica é atribuída à Agência Nacional de

Energia Elétrica (ANEEL) e as relações contratuais entre usuários da rede e as companhias de transmissão são intermediadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Atualmente, a contratação dos serviços de rede de transmissão é prevista pela Resolução Normativa ANEEL nº 666/2015 e o Módulo 8 dos Procedimentos de Rede do ONS estabelece as diretrizes para a administração dos contratos e contabilização financeira destes serviços.

Em linhas gerais, o pagamento do uso do sistema de transmissão é realizado por meio da aplicação das Tarifas de Uso do Sistema de Transmissão (TUST). A TUST é aplicada sobre o Montante de Uso do Sistema de Transmissão (MUST), que é definido para cada usuário da rede, seja ele gerador, distribuidor, consumidor livre, importador ou exportador de energia elétrica. No caso de unidades de geração, o produto entre a TUST e o MUST calculados para estes agentes define o Encargo de Uso do Sistema de Transmissão (EUST) relativo à injeção de carga na rede.

Por sua vez, o cálculo dos EUST para o consumo de carga da rede segmenta o produto em uma parcela para o período de ponta e outra parcela para o período fora da ponta do perfil de demanda do sistema.

A soma entre os encargos do segmento de consumo e do segmento de geração deve totalizar a arrecadação da Receita Anual Permitida (RAP), que remunera os serviços de transmissão. A ANEEL é responsável por estabelecer os valores da RAP e reajustá-los anualmente. A RAP é obtida, no caso de linhas de transmissão que foram licitadas, como resultado do leilão e, no caso de linhas que tiveram seus contratos de concessão renovados, como resultado do cálculo de remuneração sobre os custos de operação e manutenção, conforme estabelece a Lei nº 12.783/2013.

A composição da RAP inclui a remuneração dos ativos existentes ajustada por índices de inflação, a remuneração de novas obras autorizadas pela ANEEL e a remuneração dos serviços prestados pelo ONS. Além disso, a composição da RAP conta com uma parcela de ajuste para corrigir déficits ou superávits apurados nos encargos dos períodos tarifários anteriores.

Em consequência dos reajustes na RAP e da entrada em operação de novas instalações, anualmente são definidas novas tarifas para o acesso ao sistema de transmissão, que refletem o adequado rateio da RAP entre todos os usuários da rede. A forma de rateio é baseada nos MUST relativos a cada usuário. Além disso, as tarifas de uso atribuídas ao segmento de consumo ou de geração são diferentes em cada ponto de conexão com a rede.

### **As Tarifas de Uso do Sistema de Transmissão**

A Resolução ANEEL nº 281/1999 definiu a Metodologia Nodal para o cálculo do rateio da receita requerida pelas transmissoras, a RAP, entre os usuários do sistema de transmissão, por meio de MUST solicitados à rede. As premissas para a escolha da Metodologia Nodal estabelecem a necessidade de um método de determinação das tarifas que reflita o custo de expansão de capacidade de transmissão em cada barra do sistema e produza a remuneração necessária para as empresas de transmissão.

Esta metodologia segmenta o cálculo da TUST em duas parcelas: Locacional e Selo. A primeira parcela corresponde às tarifas nodais puras, cuja função é valorar o impacto que um usuário causa nos fluxos de potência dos elementos da transmissão da rede. Devido ao ponto de acesso à rede incorrer em impactos diversos na operação do sistema, a Parcela Locacional calcula os fatores de sensibilidade que dependem da topologia da rede, das cargas e das gerações. Com isso, ela fornece valores em razão da localização na rede onde a energia estaria sendo injetada ou consumida, permitindo definir tarifas distintas por barra do sistema para identificar o melhor ponto de entrada na rede.

Entretanto, este cálculo tende a indicar valores que não recuperam a despesa total da transmissão, ou seja, não necessariamente remuneram a RAP. A condição em que a tarifa nodal garante a receita completa da RAP ocorre apenas quando os elementos de transmissão estão todos carregados nos seus limites. Dado que a regulamentação estabelece que o serviço de transmissão de energia deve ser remunerado pela disponibilização dos equipamentos da

rede, a insuficiência da Parcela Locacional precisa ser complementada. Por conta disso, é necessária uma parcela adicional, que é a Parcela de Ajuste ou Selo.

Atualmente, a Resolução Normativa ANEEL nº 559/2013 estabelece o procedimento de cálculo da TUST. Basicamente, o cálculo inicia com a simulação do Programa Nodal, que utiliza como dados de entrada a configuração da rede, representada por suas linhas de transmissão, subestações, geração e carga, e a RAP total a ser arrecadada no ciclo. Posteriormente, as diferenças identificadas entre a RAP e a Parcela Locacional são divididas entre todos os usuários da rede para compor a Parcela Selo.

A Parcela Locacional pode ser positiva ou negativa, enquanto a Parcela Selo é sempre positiva. Deste modo, dependendo da magnitude da Parcela Selo, existiria a possibilidade de a tarifa final resultar em um valor negativo. Este resultado indicaria que, ao invés do gerador/carga pagar uma tarifa, ele poderia receber pelo serviço prestado ao sistema, em função do seu impacto na rede calculado pela Metodologia Nodal. No entanto, a regulamentação não permite tarifas menores do que zero e, por isso, o montante negativo é redistribuído entre os demais pagamentos positivos na Parcela Selo.

Vale ressaltar que a Metodologia Nodal não utiliza o despacho real, mas sim um despacho proporcional, no qual o despacho de cada usina é calculado proporcionalmente à sua potência disponível. As condições do cálculo ocorrem de forma que a soma dos despachos atenda à demanda e às perdas da rede. Com isso, busca-se configurar uma condição em que a rede esteja carregada conforme o equilíbrio entre as injeções e extrações de energia no sistema. A partir disso, calcula-se o efeito de uma carga/geração marginal neste sistema.

Em função dessa condição da rede, uma carga/geração marginal tende a estressar ainda mais o sistema. A condição criada pelo despacho proporcional minimiza a ocorrência de situações em que a carga/geração possa estar beneficiando a rede e, por conseguinte, o fenômeno de tarifas negativas tende a não ser identificado no cálculo da Parcela Locacional.

### **TUST para armazenamento?**

Avaliando a metodologia atual, percebe-se que não é trivial, ou talvez sequer seja possível, a inserção de tecnologias de armazenamento na metodologia de cálculo locacional. Afinal, a lógica de operação de uma unidade de armazenamento não pode ser representada como uma simples combinação entre gerador e consumidor, da maneira como eles são representados na metodologia vigente.

As características técnicas e operativas de sistemas de armazenamento como as UHRs deveriam ser consideradas com vistas a mensurar, de forma correta, seus montantes de uso do sistema e os impactos na rede de transmissão. Observa-se que o armazenamento gera energia quando a rede necessita e consome energia quando há excesso no sistema. Assim, o efeito marginal de uma unidade de armazenamento na rede nunca irá operar no sentido de estressar o sistema, o que se contrapõe à lógica preconizada na aplicação da Metodologia Nodal vigente, em termos do cálculo da Parcela Locacional da TUST.

Portanto, identifica-se um gargalo na regulação atual para incorporar a modernização advinda dos sistemas de armazenamento. A compreensão de que o agente de armazenamento constitui um elemento de características únicas na operação da rede permite, inclusive, ampliar a discussão para a necessidade de um tratamento diferenciado em relação às atuais regras concebidas para elementos de geração ou de consumo. As condições especiais desta tecnologia exigirão a criação de regras e procedimentos para conexão às redes e, possivelmente, tarifas específicas aplicáveis para este novo agente ou, ainda, uma revisão da metodologia atual, de modo a possibilitar a captura dos aspectos de flexibilidade do armazenamento.

Com a entrada de tecnologias de armazenamento no sistema, a ocorrência de parcelas locacionais negativas na TUST poderia ser intensificada, haja vista os descongestionamentos da rede que estes elementos podem proporcionar. Este aspecto poderia ser explorado por empreendimentos de armazenamento para compensar a barreira relativa à dupla cobrança da

TUST mencionada anteriormente. Entretanto, entende-se que uma modificação nas regras para favorecer os sistemas de armazenamento certamente implicará na reivindicação de outros geradores/cargas com efeitos similares, que podem estar mascarados pela utilização do despacho proporcional na Metodologia Nodal.

### **RAP para armazenamento?**

A introdução do armazenamento no sistema de transmissão pode levar a uma discussão mais ampla, que vai além da cobrança pelo acesso à rede, uma vez que esta tecnologia pode desempenhar uma função na operação da rede e ser utilizada, também, como reforços na rede. Observa-se que o armazenamento pode ser introduzido e operado de forma a evitar sobrecarga em determinados trechos da rede, desempenhando, assim, um papel estratégico nos sistemas de transmissão ou de distribuição. Neste cenário, os sistemas de armazenamento funcionam como alternativas a reforços convencionais na rede, desempenhando funções análogas, por exemplo, aos bancos de capacitores em subestações do sistema.

Seguindo esta linha de raciocínio, sistemas de armazenamento poderiam ser enquadrados como um ativo de reforço na rede e, enquanto tal, fariam jus a receber RAP ao invés de pagar TUST. Sob esta ótica, contudo, há uma inversão de lógica: o armazenamento deveria ser remunerado pelos usuários da rede e não pagar ele mesmo pelo acesso à rede.

A Resolução Normativa ANEEL nº 443/2011 define reforços na rede como a instalação, a substituição ou a reforma de equipamentos em instalações de transmissão existentes, ou a adequação destas instalações, visando o aumento de capacidade de transmissão, o aumento de confiabilidade do Sistema Interligado Nacional ou a conexão de usuários. Os reforços a serem realizados na rede de transmissão devem seguir o Plano de Ampliações e Reforços, elaborado pelo ONS e enviado ao Ministério de Minas e Energia (MME), e o Plano de Modernização de Instalações, também elaborado pelo ONS, mas enviado à ANEEL. Em seguida, o MME consolida as sugestões do ONS com os estudos da Empresa de Pesquisa Energética, a fim de deliberar quais projetos serão desenvolvidos, enquanto a ANEEL deverá autorizá-los para que as correspondentes concessionárias de transmissão os realizem, mediante o estabelecimento prévio de receita adicional na RAP.

Os investimentos em reforços autorizados pela ANEEL fazem jus a um acréscimo de RAP, calculado de forma a proporcionar ao transmissor o retorno sobre o capital investido do próprio reforço. Seguindo esta lógica, a adição de um sistema de armazenamento, associado à uma subestação do sistema de transmissão, deveria ser remunerado tal qual qualquer outro reforço na rede. Por isso, a discussão da regulação para sistemas de armazenamento deve ser ampliada, no sentido de avaliar se esses agentes deveriam, de fato, pagar TUST ou se deveriam receber RAP, em certos casos e sob determinadas condições.

### **O agente de armazenamento**

O pleno reconhecimento dos benefícios de sistemas de armazenamento para os sistemas de transmissão, incluindo as UHRs, envolve a correta caracterização do papel do armazenamento na regulação.

O armazenador não é um gerador, afinal tem consumo líquido. Tampouco ele é um consumidor, pois injeta energia em grandes volumes na rede. Este agente também não é uma simples soma de um gerador com um consumidor, pois ele atua na rede sempre no sentido de reduzir seu carregamento, injetando energia em momentos em que ela é escassa e retirando energia apenas quando ela é abundante.

O armazenamento pode ser utilizado como um ativo de transmissão, todavia precisa desempenhar funções que, pela regulação atual, não competem a um transmissor. Notadamente, os transmissores não são agentes da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e não comercializam energia, mas um sistema de armazenamento necessariamente retira e injeta energia da rede e, portanto, deve ter débitos e créditos no Mercado de Curto Prazo da CCEE.

O enquadramento regulatório de um sistema de armazenamento como ativo de distribuição, por outro lado, seria mais fácil, uma vez que as distribuidoras já comercializam energia e são agentes da CCEE, mas isto só é possível para pequenos armazenamentos conectados aos sistemas de distribuição. O armazenamento como ativo de transmissão esbarra na própria caracterização atual do que um transmissor pode fazer.

Assim, a introdução do armazenamento a nível do sistema de transmissão requer, seja o reenquadramento regulatório do agente de transmissão, que teria que se tornar, ao menos em algumas situações, um agente do mercado atacadista de energia, seja a criação da figura do agente de armazenamento. Esta última hipótese talvez seja desejável, pois poderia amparar, também, um enquadramento distinto do armazenamento no que diz respeito ao pagamento pelo uso da rede.

### **Considerações Finais**

Em resumo, fica evidente que será preciso repensar o modelo de cobrança pelo acesso à rede transmissão para acomodar o armazenamento. Entende-se que a metodologia vigente não apenas impede a justa remuneração pelo papel do armazenamento na rede, como pode inviabilizar estes empreendimentos com uma dupla cobrança pelo uso do sistema, o que os penalizaria por uma característica intrínseca a eles e que, paradoxalmente, normalmente é utilizada em benefício do sistema, descongestionando a rede.

Por outro lado, os sistemas de armazenamento têm vocação para serem incorporados à rede de transmissão e serem remunerados enquanto ativos deste segmento. Porém, trata-se de uma atividade que envolve compra e venda de energia, algo vedado ao transmissor na regulação atual.

Portanto, a introdução do armazenamento, tida como essencial em um sistema com presença crescente de renováveis não controláveis, requer ampla discussão sobre a regulação da transmissão, desde a regulação tarifária à própria conceituação precisa da atividade de armazenamento.

### **Referências Bibliográficas**

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução nº 281, de 01 de outubro de 1999. Estabelece as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=96656>> Acesso em maio de 2021.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 443, de 26 de julho de 2011. Estabelece a distinção entre melhorias e reforços em instalações de transmissão sob responsabilidade de concessionárias de transmissão e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2011443.pdf>> Acesso em maio de 2021.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 559, de 27 de junho de 2013. Estabelece o procedimento de cálculo das Tarifas de Uso do Sistema de Transmissão – TUST. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2013559.pdf>> Acesso em maio de 2021.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 666, de 23 de junho de 2015. Regulamenta a contratação do uso do sistema de transmissão em caráter permanente, flexível, temporário e de reserva de capacidade, as formas de estabelecimento dos encargos correspondentes e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015666.pdf>> Acesso em maio de 2021.

BRASIL. Lei nº 12.783, de 11 de janeiro de 2013. Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária; altera as Leis nº s 10.438, de 26 de abril de 2002, 12.111, de 9 de dezembro de 2009, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 10.848, de 15 de março de 2004; revoga dispositivo da Lei nº 8.631, de 4 de março de 1993; e

dá outras providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12783.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12783.htm)> Acesso em maio de 2021.

ONS, Operador Nacional do Sistema Elétrico. Procedimentos de Rede Módulo 8 – Administração dos Contratos e Contabilização Financeira. Disponível em: < <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/procedimentos-de-rede/vigentes> >. Acesso em abril de 2021.

VARIAN, H. R. Microeconomia – Princípios Básicos – 7ªed. Editora Campus/ Elsevier. Rio de Janeiro, 2006. Acesso em maio de 2021.

**Nelson Hubner é Pesquisador Sênior do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL-UFRJ). Roberto Brandão é Pesquisador Sênior do GESEL-UFRJ. Fabio A. Diuana e Murilo Miranda são Pesquisadores do GESEL-UFRJ.**

(1) Artigo publicado na Agência CanalEnergia. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53176899/desafios-regulatorios-para-o-armazenamento-de-energia-no-sistema-de-transmissao>. Acesso em 18 de junho de 2021.