

# Desafios Regulatórios para a Integração de Hubs Energéticos ao SIN: conciliando a segurança elétrica, a inovação tecnológica e a eficiência econômica

## Resumo

A transição energética tem impulsionado o surgimento de hubs energéticos que integram múltiplas fontes renováveis, tecnologias emergentes como o hidrogênio verde e cargas flexíveis, como data centers e eletrolisadores. Esses arranjos inovadores oferecem sinergias técnicas e econômicas relevantes, mas esbarram em limitações da regulação vigente, especialmente nos critérios de acesso ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e na aplicação da Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão (TUST). Este artigo analisa os principais desafios regulatórios enfrentados por esses empreendimentos e propõe adaptações normativas que visam viabilizar sua inserção eficiente e segura no SIN, com foco na revisão dos Procedimentos de Rede e na reformulação do modelo de cobrança da TUST para arranjos com autoprodução, uso compartilhado de infraestrutura e cargas flexíveis.

## 1. Introdução

A consolidação de novos paradigmas no setor elétrico, como a descentralização, a digitalização e a descarbonização, tem promovido o desenvolvimento de hubs energéticos. Esses hubs caracterizam-se por integrar, em uma mesma infraestrutura física, diversas tecnologias de geração renovável (eólica, solar, biomassa, etc.), produção de vetores energéticos (como o hidrogênio verde) e consumidores intensivos ou flexíveis (como data centers, plantas de dessalinização ou eletrolisadores).

Embora tragam benefícios potenciais para o sistema elétrico, como otimização do uso da rede, maior previsibilidade da carga e redução de perdas, esses arranjos enfrentam barreiras importantes na etapa de conexão ao SIN. Consideramos que um dos principais entraves é regulatório. As normas vigentes, especialmente as relacionadas ao uso do sistema de transmissão e ao pagamento da TUST, foram concebidas para modelos tradicionais de geração e consumo e não contemplam adequadamente configurações híbridas e integradas.

Este artigo discute os principais desafios regulatórios associados à conexão de hubs energéticos e propõe diretrizes para uma modernização normativa, de forma a permitir sua inserção segura, eficiente e não discriminatória no SIN.

Este artigo utiliza como base um estudo exploratório composto por três etapas: na Seção 2 será apresentado um levantamento normativo dos principais dispositivos que regulam a conexão ao sistema elétrico brasileiro e também serão apresentados os principais dispositivos que regulam a conexão ao sistema elétrico nos outros países; na Seção 3 serão apresentados e analisados cenários hipotéticos de hubs energéticos híbridos com arranjos distintos de geração (solar, eólica, H<sub>2</sub>V) e carga (data centers, eletrolisadores); na Seção 4 será apresentada uma proposta regulatória para o Brasil, considerando que é imprescindível o desenvolvimento dos hubs energéticos para a descarbonização brasileira e mundial; e na Seção 5 serão apresentadas as conclusões do trabalho.

## 2. Referencial Normativo e Regulação Atual no Brasil e no Mundo

Atualmente, o acesso ao sistema de transmissão é regulado por uma série de dispositivos legais e infralegais, entre os quais se destacam:

- Procedimentos de Rede do ONS, que estabelecem os critérios técnicos para a conexão de unidades geradoras e cargas;
- Resolução Normativa ANEEL N° 1.024/2022, aprovando os Submódulos 7.4, 9.4 e 10.5 dos Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET, relativo ao cálculo da TUST;
- Sandbox Regulatório de Resposta da Demanda – Produto Disponibilidade 2025 ([link](#));

- Regime de Autoprodução, previsto na legislação brasileira, que permite o uso da rede para fins próprios com isenções específicas.

Esses dispositivos, entretanto, apresentam lacunas frente aos novos arranjos híbridos. Por exemplo, a simultaneidade entre consumo e geração pode gerar dupla cobrança da TUST. Além disso, a regulação atual não contempla regimes de uso compartilhado da rede entre diferentes empresas ou tecnologias, tampouco incentiva cargas flexíveis que poderiam contribuir para o alívio da malha em momentos críticos.

### 3. Estudos de caso

A seguir, são apresentados dois cenários representativos. Cada cenário desse vai ser estudado considerando-se as regras atuais e também considerando-se as evoluções regulatórias possíveis.

**Tabela 1 – Descrição dos Cenários Hipotéticos**

Elemento	Cenário 1	Cenário 2
Fontes geradoras	Solar fotovoltaica (50 MW) Eólica offshore (50 MW)	Solar (40 MW) H2V com excedente de eólica (60 MW)
Cargas associadas	Data Center (30 MW)	Eletrolisador flexível (40 MW) Data center (20 MW)
BESS	30 MW / 1800 MWh	30 MW / 1800 MWh
Configuração de rede	Conexões separadas por CNPJ e também como SA Equiparada à Autoprodução	Conexão única com rateio interno
Modelo contratual	Contratos distintos de uso da rede e contrato conjunto	Contrato compartilhado com uso otimizado
Operação Otimizada	Não. Seguem-se as regras atuais de operação do ONS	Otimização interna da Operação (Flexibilizada via controle do eletrolisador ou outros equipamentos)
Uso da rede	Exportação líquida em algumas horas do dia e importação líquida em outras horas.	Exportação e importação líquidas a depender do benefício operacional indicado pelo ONS.
Tratamento da TUST	Cobrança integral para gerador + carga	Pode ser um benefício a depender da regulamentação proposta (provavelmente um estímulo à flexibilidade).
Benefícios Fiscais	Como Autoprodução e dentro de ZPE (Zona de Processamento de Exportação)	Benefícios futuros conforme proposta da legislação e da Regulamentação

### 4. Proposta Regulatória para o Brasil

A análise dos cenários hipotéticos, na Seção 3, revela inconsistências relevantes na aplicação da regulação atual??? Essas inconsistências seriam, por exemplo: cobrança da TUST em duplicidade; barreira ao compartilhamento de infraestrutura; ausência de incentivos para cargas flexíveis??? Devemos considerar na proposta para evolução regulatória, aspectos tais como, critérios dinâmicos de tarifação da TUST, estímulo à contratação coletiva do MUST, criação da figura do Agregador Físico, e bonificações para modulação de carga???

### 5. Conclusão

Os hubs energéticos com operação otimizada representam uma oportunidade concreta de modernização do sistema elétrico brasileiro. Entretanto, sua integração eficiente ao SIN depende de uma revisão e uma integração profunda dos marcos regulatórios vigentes, em especial no que tange à TUST e aos critérios de acesso à rede.

Este artigo apresenta uma contribuição ao debate ao identificar lacunas regulatórias e propor medidas de ajustes que conciliem a segurança elétrica com a inovação tecnológica e a eficiência econômica. Uma abordagem regulatória mais adaptativa será fundamental para que o Brasil aproveite plenamente as oportunidades da transição energética.