

Impactos da Integração de Plantas de Hidrogênio Verde na Operação do SIN

11 de setembro de 2024



Os Desafios na Operação do SIN

Principais Constatações

Crescimento da Geração projetado para 2029

✓ A previsão da potência instalada de geração fotovoltaica centralizada somada à Micro e Mini Geração Distribuída (MMGD) pode superar as fontes eólicas e térmicas juntas.

Desbalanço entre Geração e Consumo no Período Diurno

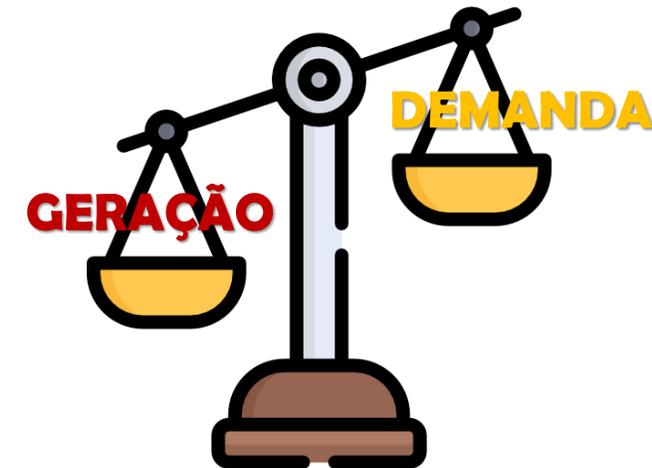
✓ Durante o período diurno, há uma tendência de sobreoferta de geração devido à alta capacidade instalada das renováveis, especialmente fotovoltaicas. Não há, atualmente, previsão de carga suficiente para acomodar a geração em operação e contratada.

Limites de Intercâmbio e Restrições de Geração no Nordeste

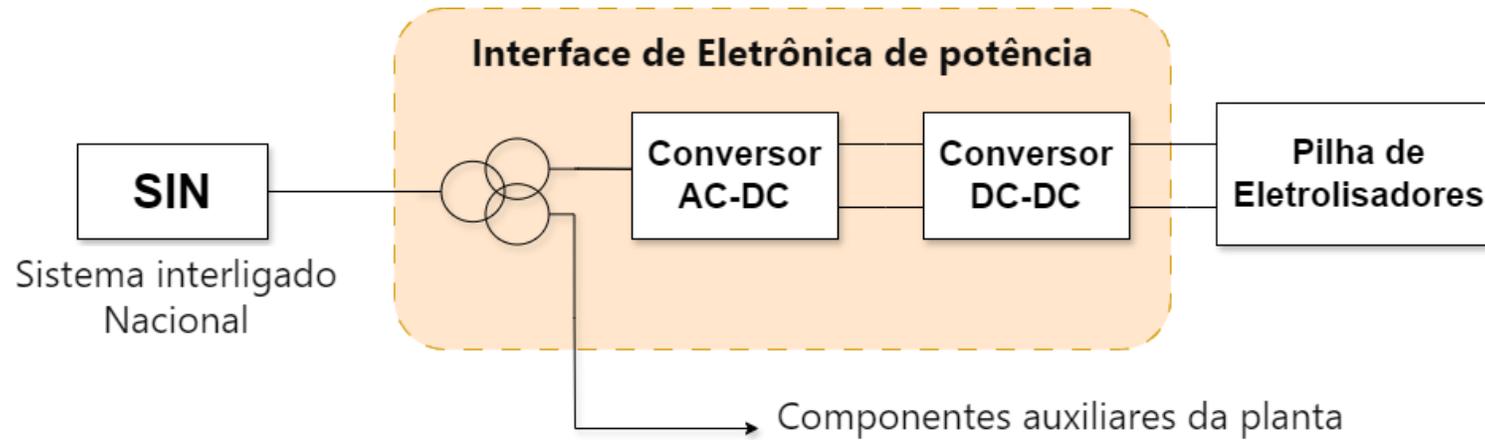
✓ A infraestrutura de transmissão atual enfrenta dificuldades em escoar o excedente de geração da região Nordeste, em função dos limites de intercâmbio e de problemas regionais, sobretudo de natureza dinâmica após a ocorrência de 15/08/2023.

Plantas de produção de hidrogênio via eletrólise

✓ As plantas de produção de hidrogênio verde no Nordeste podem gerar uma nova demanda, com potencial de absorver parte do excedente de geração renovável, especialmente durante os períodos de maior oferta. E no período noturno?

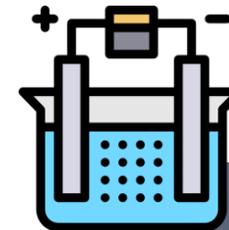


Topologia e tecnologias associadas



Tipos de
Retificadores

- Retificadores com Diodos
- Retificadores com Tiristores
- Conversores VSC com IGBT



Tipos de
eletrolisadores

- Alcalino (AEL)
- Membrana eletrolítica polimérica (PEM)
- Óxido Sólido (SOE)

Características dos tipos de Retificadores



| Tipo de Retificador | Fator de Potência | Controle sobre Fator de Potência | Impacto nas Distorções Harmônicas | Características |
|-------------------------------------|------------------------------------|---|--|--|
| Retificadores com Diodos | Baixo (indutivo) | Nenhum | Alto | Não possuem controle sobre o fator de potência, com grande necessidade de compensação reativa e filtragem das distorções harmônicas. |
| Retificadores com Tiristores | Moderado a Baixo (indutivo) | Limitado | Alto | Necessitam de compensação de potência reativa e não fornecem suporte de tensão diretamente; controle limitado e necessidade de filtros harmônicos. |
| Conversores VSC com IGBT | Alto (ajustável) | Total | Baixo | Permite o controle de potência reativa, regulação de tensão, resposta rápida em contingências, e fornecimento de serviços de regulação de frequência. |

O uso de conversores com menor gerenciamento de potência reativa pode exigir maior compensação externa, como através de Compensadores Síncronos ou STATCOMs.

Características dos tipos de Eletrolisadores



| Tipo de Eletrolisador | Flexibilidade Operacional | Tempo de Resposta | Restrição em Operação Mínima |
|--|----------------------------------|--|---|
| Eletrolisador Alcalino (AEL) | Baixa | Lento (minutos a horas) | Alta - Dificuldade de operar abaixo de 20-40% da capacidade nominal. |
| Eletrolisador de Membrana de Troca de Prótons (PEM) | Alta | Rápido (milissegundos a segundos) | Moderada - Pode operar a partir de 10-20% da capacidade nominal. |
| Eletrolisador de Óxido Sólido (SOE) | Baixa | Lento (minutos a horas) | Alta - Dificuldade de operar abaixo de 30-50% da capacidade nominal. |

A escolha do tipo de eletrolisador afeta diretamente a dinâmica das cargas, influenciando o tempo de resposta, restrições operacionais e a flexibilidade operativa.

Hidrogênio Verde: Flexibilidade, Desafios e Oportunidades para a Operação do SIN

- ✓ A eletricidade é o **maior componente de custo** para produção de hidrogênio verde. A **integração de hidrogênio como cargas flexíveis** pode ajudar a otimizar o planejamento e a operação do SIN e **reduzir os custos** de energia.
- ✓ Os impactos na operação dos sistemas elétricos dependem das **tecnologias de conversores e eletrolisadores**, bem como das **regras de mercado** em vigor.
- ✓ É essencial **modelar as plantas de hidrogênio verde** em estudos de estabilidade para garantir uma integração segura ao sistema elétrico. Isso assegura a **expansão adequada** do sistema e uma **operação otimizada**, além de garantir um atendimento **seguro à planta**.
- ✓ O hidrogênio verde deve ser analisado de forma ampla, **integrando diversos setores** e abordando os **desafios específicos** de cada um.
- ✓ Aproveitar a **inteligência coletiva**, adotar **boas práticas internacionais** e aplicar as **lições aprendidas** para promover o hidrogênio verde como um vetor energético estratégico.



Operador Nacional
do Sistema Elétrico

Obrigado

Fabricio Andrade Mourinho

fabricio.mourinho@ons.org.br