
aptel
snt
XXII 2026

Operação em tempo real diante da expansão das fontes renováveis: desafios para a segurança e a confiabilidade do sistema elétrico

Camila Falcoeiras

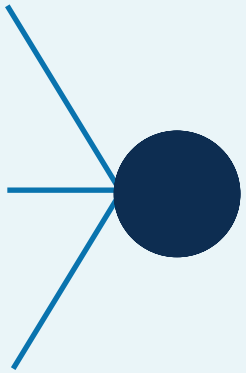
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico



A transformação da matriz elétrica brasileira

FONTES EM EXPANSÃO

- **Geração eólica**
- **Geração solar**
- **Micro e minigeração**



UM SISTEMA MAIS DINÂMICO

01 Expansão da geração eólica e solar

02 Crescimento da geração distribuída

03 Maior participação de fontes variáveis

04 Novos desafios para planejamento e operação

A matriz elétrica está mudando, e a operação precisa acompanhar essa transformação.



OPERAÇÃO EM TEMPO REAL

01 **Monitoramento contínuo**
das condições do SIN

02 **Equilíbrio permanente**
entre geração e carga

03 **Controle dos limites**
operativos do sistema

04 **Coordenação de ações**
para segurança elétrica

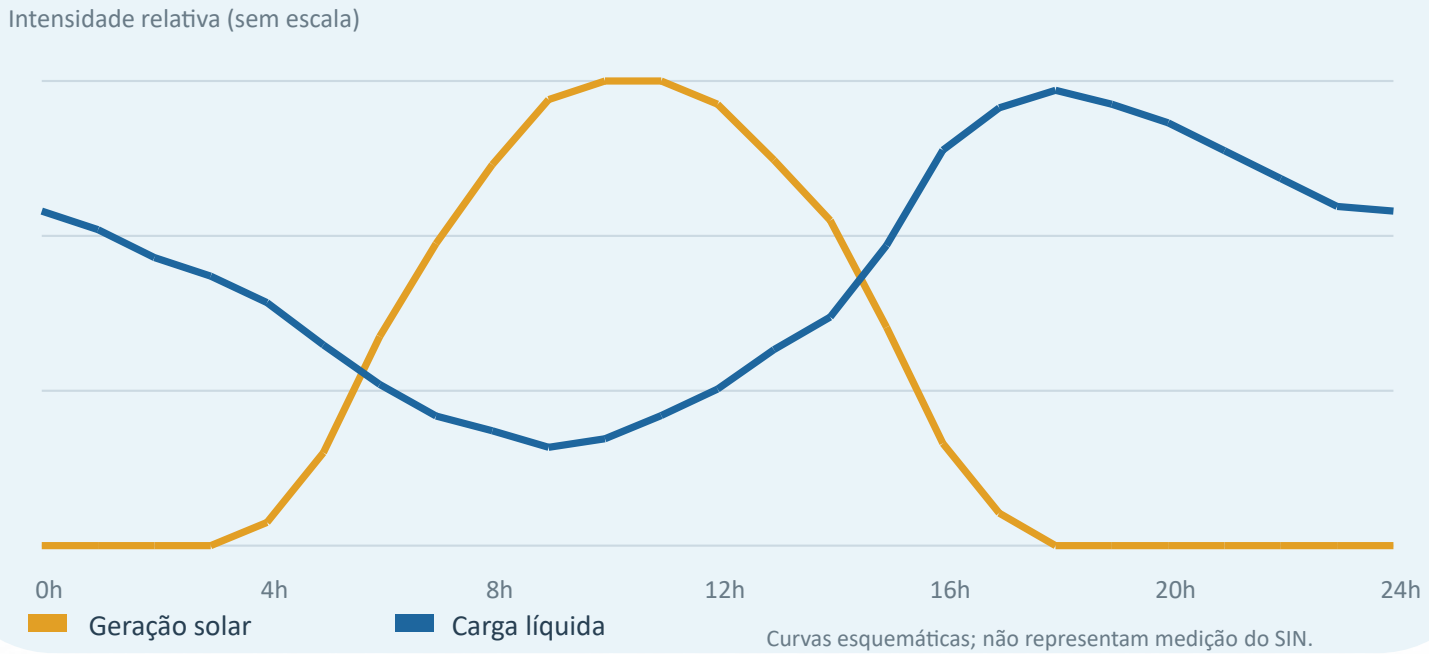
05 **Resposta a contingências**
e mudanças inesperadas

Planejamento, informações e recursos se tornam decisões que mantêm o SIN seguro.



A VARIABILIDADE EM UM DIA

Carga líquida = carga total − geração não despachada centralizadamente (representação simplificada)



O QUE OBSERVAR

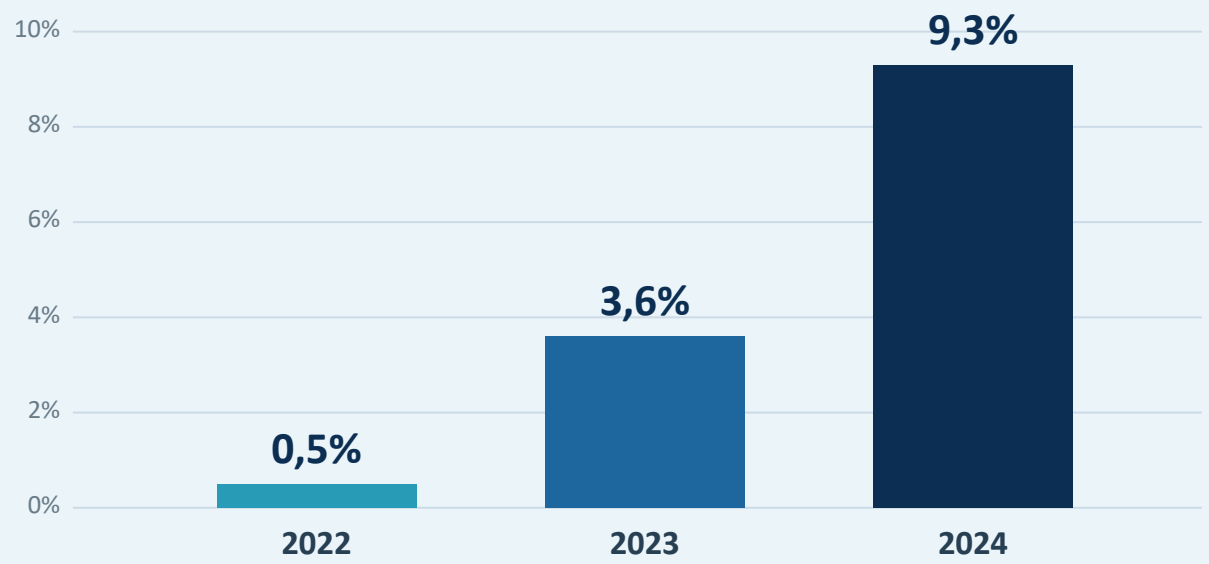
- **Solar**
  Oscilações por nebulosidade
- **Eólica**
  Mudanças na velocidade dos ventos
- **Previsão**
  Diferença entre previsto e realizado
- **Rampas**
  Variação rápida da carga líquida
- **Resposta**
  Necessidade de flexibilidade

Como garantir o equilíbrio do sistema quando parte da geração depende das condições meteorológicas?



EVOLUÇÃO DAS RESTRIÇÕES DE GERAÇÃO

Parcela da geração renovável variável potencial restringida (%)



Fonte: ONS • RT DGL-ONS 0189/2025, figura 4-2 (anos 2022–2024).

POR QUE HÁ RESTRIÇÕES?

- **Confiabilidade elétrica**
  Respeito aos limites e à segurança do SIN
- **Indisponibilidade externa**
  Restrições na rede para escoamento
- **Razões energéticas**
  Excedentes de oferta em certos períodos
- **Coordenação**
  Ações conforme procedimentos operativos

Nem sempre toda a energia disponível pode ser aproveitada com segurança pelo sistema.

Geração distribuída: o desafio da observabilidade

XXII APTEL | Operação do Sistema Interligado Nacional

Geração distribuída



Expansão da solar conectada à distribuição

Carga líquida

Mudanças no consumo aparente exigem leitura mais precisa do comportamento do sistema.

Impacto operacional

Mais dados significam melhores decisões para previsão, despacho e segurança.

Por que a observabilidade importa?

01 — Crescimento da GD
A expansão altera o perfil da carga líquida observada.

02 — Menor visibilidade
Parte da geração não é vista diretamente em tempo real.

03 — Previsão e balanço
Estimativas e balanços energéticos ficam mais desafiadores.

04 — Integração de dados
Distribuidoras, operação e demais agentes precisam compartilhar informações.

MENSAGEM CENTRAL: Não basta ter geração renovável; é necessário conhecer seu comportamento e seus impactos sobre o sistema.

A operação precisa preservar os atributos que sustentam o SIN

01	**Frequência**	Controle do equilíbrio instantâneo entre geração e carga.
02	**Tensão e reativos**	Manutenção dos perfis de tensão e do suporte de potência reativa.
03	**Resposta dinâmica**	Mudanças no comportamento do sistema diante de perturbações.
04	**Inércia síncrona**	Redução em determinados cenários com maior participação de conversores.
05	**Recursos de suporte**	Necessidade de serviços e controles que contribuam para a estabilidade.

MENSAGEM CENTRAL
A expansão das renováveis exige atenção não apenas à quantidade de energia, mas também aos atributos necessários à segurança elétrica.

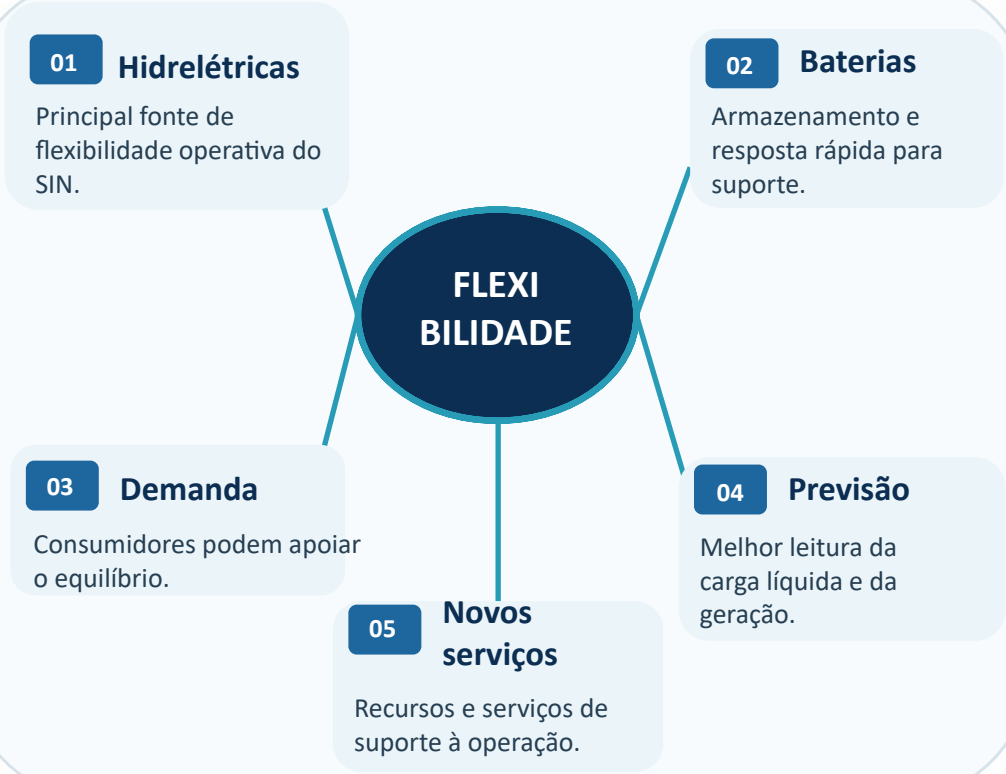




Flexibilidade do sistema

Hidrelétricas, baterias e novos recursos ampliam a capacidade de resposta do SIN.

Recursos e capacidades de flexibilidade



Novos recursos de flexibilidade precisam acompanhar a expansão renovável para sustentar a operação segura.

Tecnologias que ampliam a capacidade de decisão

01 Supervisão avançada
Acompanhamento contínuo do estado do SIN.

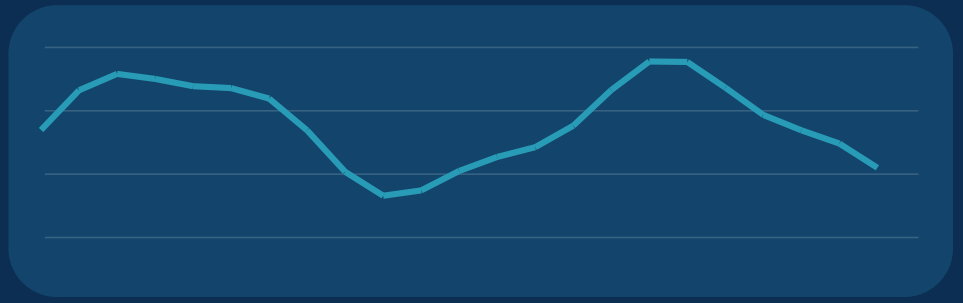
02 Análise de dados
Tratamento de grandes volumes de informação.

03 Previsão
Meteorologia, geração e carga líquida.

04 Inteligência artificial
Apoio à análise e à tomada de decisão.

05 Alarmes e contingências
Priorização de alertas e avaliação de cenários.

CENTRO DE SUPERVISÃO



Condições do sistema • tendências e eventos

DADOS	ANÁLISE	DECISÃO
Coleta	Tratamento	Operador

A tecnologia apoia; a decisão preserva critérios operativos e segurança.

A tecnologia deve ampliar a capacidade de antecipação e resposta dos operadores.

O profissional da Operação em Tempo Real do futuro

XXII APTEL | Operação do Sistema Interligado Nacional



Operação do futuro

Sistemas mais digitais e complexos elevam a exigência sobre a formação, a análise e a coordenação humana.

Competências essenciais

01	**Conhecimento técnico**	Formação multidisciplinar para compreender rede, geração, carga e recursos energéticos.
02	**Capacidade analítica**	Leitura crítica de dados e visão sistêmica para interpretar cenários operativos.
03	**Decisão sob pressão**	Rapidez, critério e responsabilidade diante de contingências e eventos inesperados.
04	**Ferramentas digitais**	Domínio de supervisão, análise de dados e demais soluções tecnológicas.
05	**Comunicação e coordenação**	Articulação com agentes, equipes e áreas para execução das ações operativas.
06	**Aprendizado contínuo**	Atualização permanente para acompanhar a transformação do setor elétrico.

MENSAGEM CENTRAL: Quanto mais complexo e tecnológico se torna o sistema, mais importante é a qualificação humana.

**“A transição energética não termina quando a energia é gerada.
Ela se concretiza quando conseguimos integrar, controlar e entregar essa energia com segurança e confiabilidade.”**

O QUE PRECISAMOS DESENVOLVER

1 INFRAESTRUTURA	**2 RECURSOS OPERATIVOS**	**3 TECNOLOGIAS**	**4 PESSOAS**
Redes e capacidade de integração	Flexibilidade e suporte ao SIN	Observabilidade e inteligência	Qualificação e decisão segura

Expandir as renováveis é fundamental. Integrá-las com segurança é igualmente necessário.



Obrigada!

Camila Falcoeiras

Engenheira de Operação em Tempo Real Sênior
Vice-Presidente da ABME • Secretária de Engajamento WiE CIGRE-Brasil

Vamos nos conectar

Aponte a câmera do celular para acessar meus perfis profissionais.

Instagram profissional

@eng.camilafalcoeiras

instagram.com/eng.camilafalcoeiras

LinkedIn

Camila Falcoeiras

linkedin.com/in/camila-falcoeiras-505561104

Muito obrigada pela atenção!
Seguimos construindo caminhos para uma transição energética segura, inteligente e confiável.

Contato profissional • Instagram e LinkedIn via QR code