



Curtailment, Flexibilidade e Armazenamento

Ricardo Perez

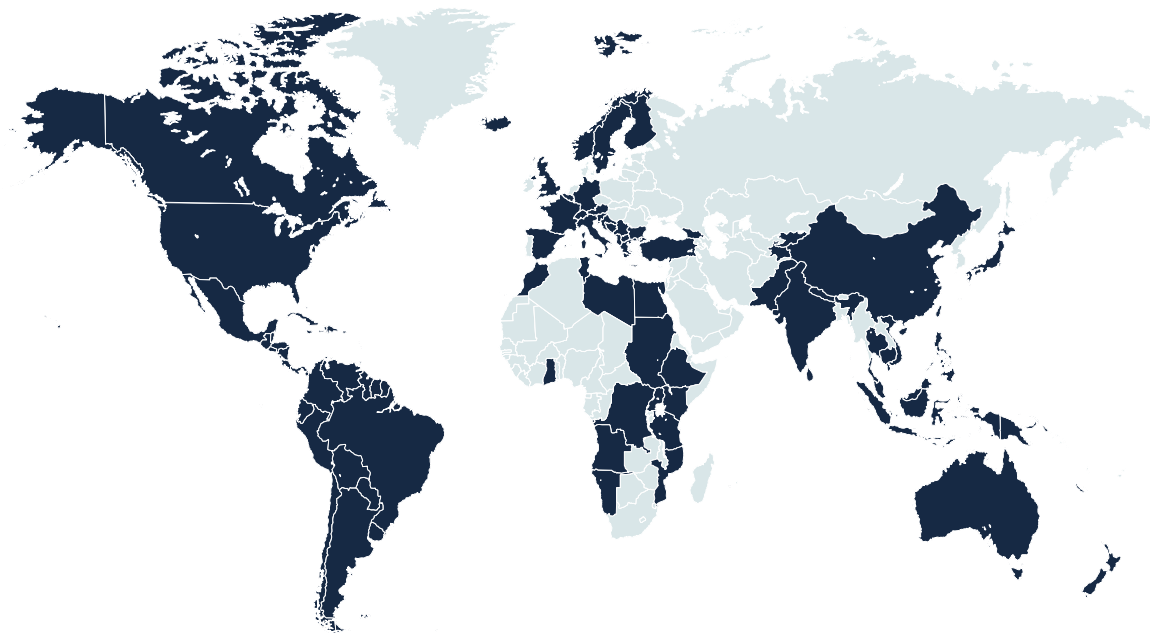
Novembro 2024



PSR

Sobre a PSR, nossa experiência e presença

A ESSENCIA DA PSR



A **PSR** está pronta e possui ampla experiência no **fornecimento de soluções** para ajudá-lo a resolver seus problemas.



PRESENÇA EM
70 +
PAÍSES



1,500 +
LICENÇAS VENDIDAS



98%
TAXA DE RENOVÇÃO
DE LICENÇAS

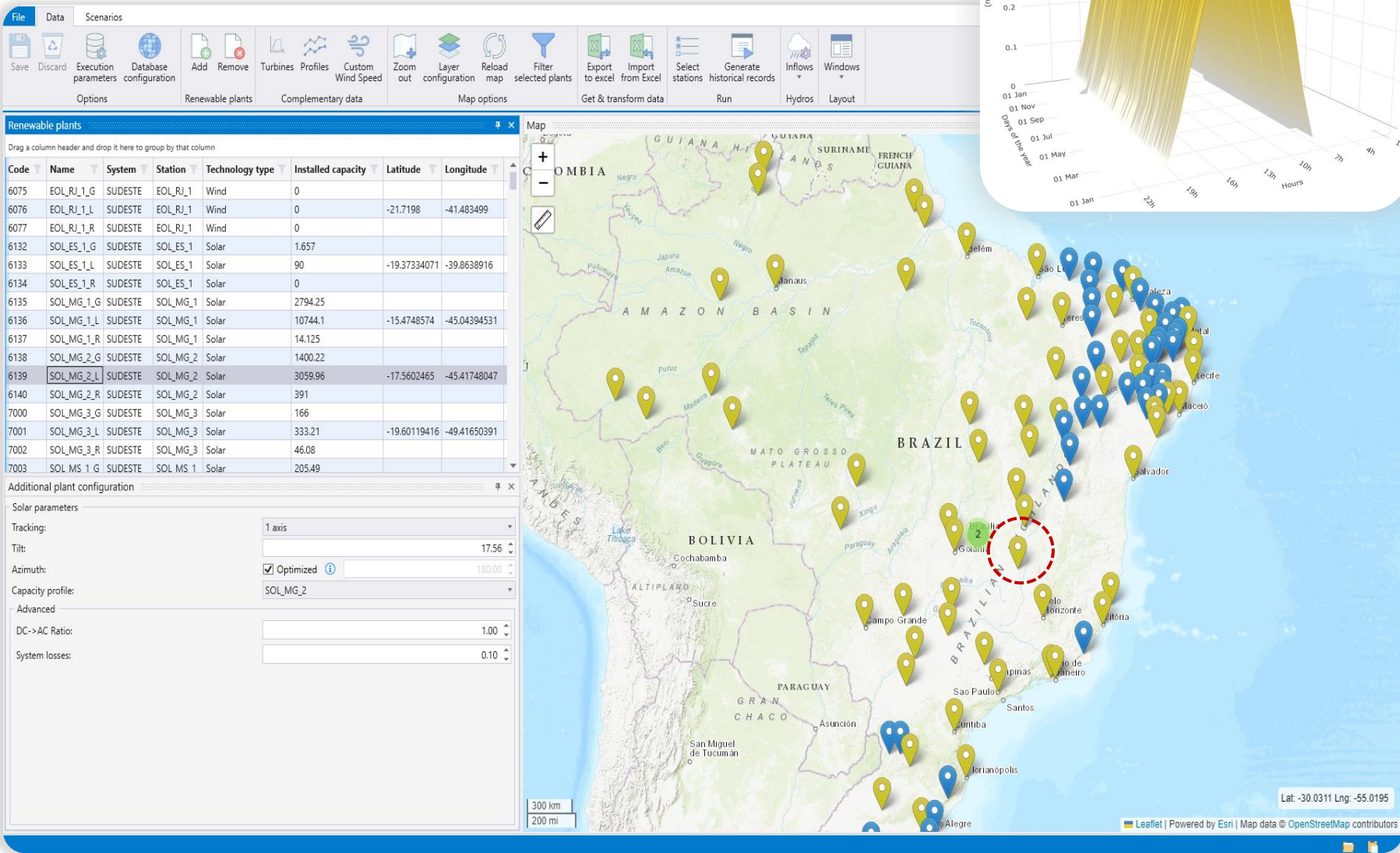


6,000 +
CITAÇÕES
CIENTÍFICAS

Modelagem de Renováveis



Energia Renovável



SDDP

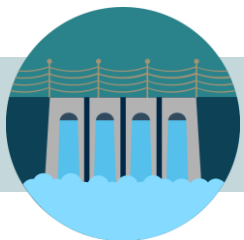
Modelo de Despacho Hidrotérmico Estocástico com Renováveis Intermitentes



Objetivo: minimizar custos operativos para atender a demanda

Resultados: geração, vertimento e PLD horário

Usado por: Operadores, reguladores, investidores e agentes de mercado



Hidros & Reversíveis



Renováveis



Rede de Transmissão



Baterias



Hidrogênio



Térmicas



Rede de Gás



Serviços Ancilares



Emissões



Veículos Elétricos

Simulações de Despacho do Sistema Elétrico Brasileiro



Projeções com o SDDP no Brasil

Análises Sistêmicas

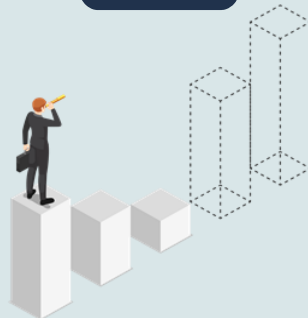
Projeção de PLD

**Diferenças de PLD entre
Submercado**

**Análise de Risco de
Suprimento Energético**

**Análise de Risco de
Suprimento de Potência**

Avaliação de Atributos



Análises Individuais

**Análise de Risco de
Submercado**

**Projeção de Curva
Forward**

Análise de Portfólios

Projeção de Geração

Projeção de Vertimentos

E porquê projeções de vertimento são importantes?

Medida tradicional para comparação de tecnologias

Levelized Cost of Energy (LCOE) [\$/MWh]

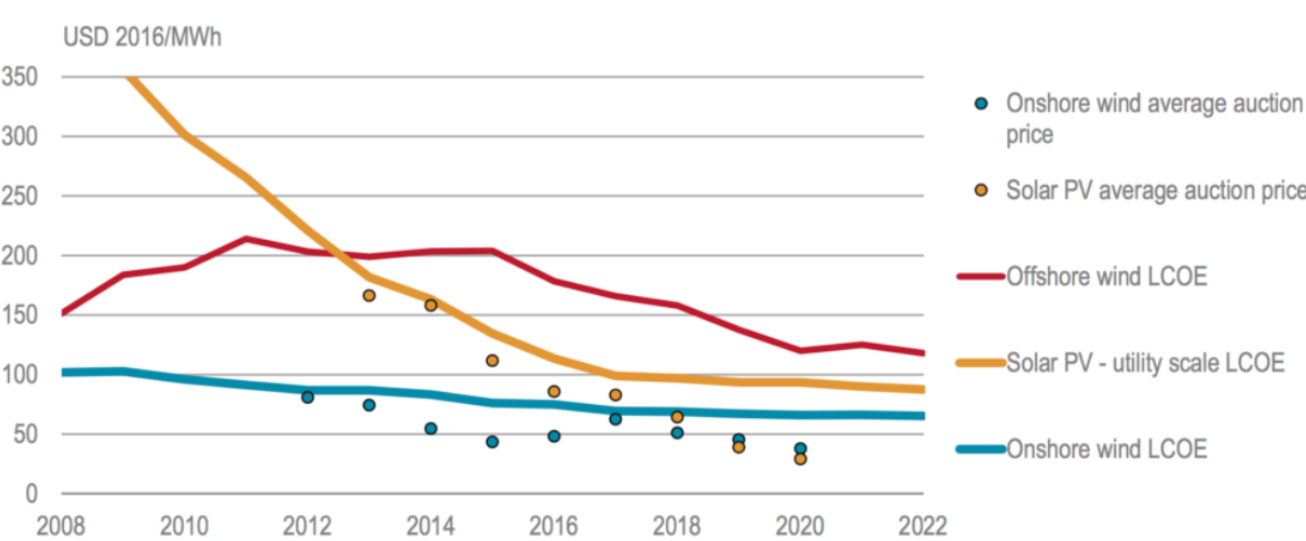
=

Custo Anualizado do Investimento + Custo Fixo

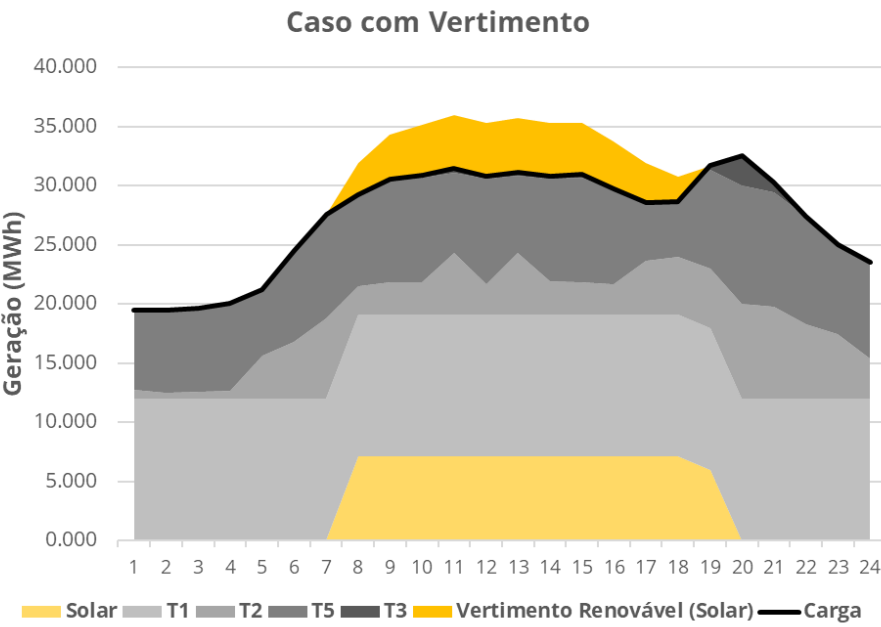
Expectativa de Geração

+

Custo Variável Unitário



Global average levelised cost of energy (LCOE) and auction results for projects by commissioning date. Source: Renewables 2017, IEA.

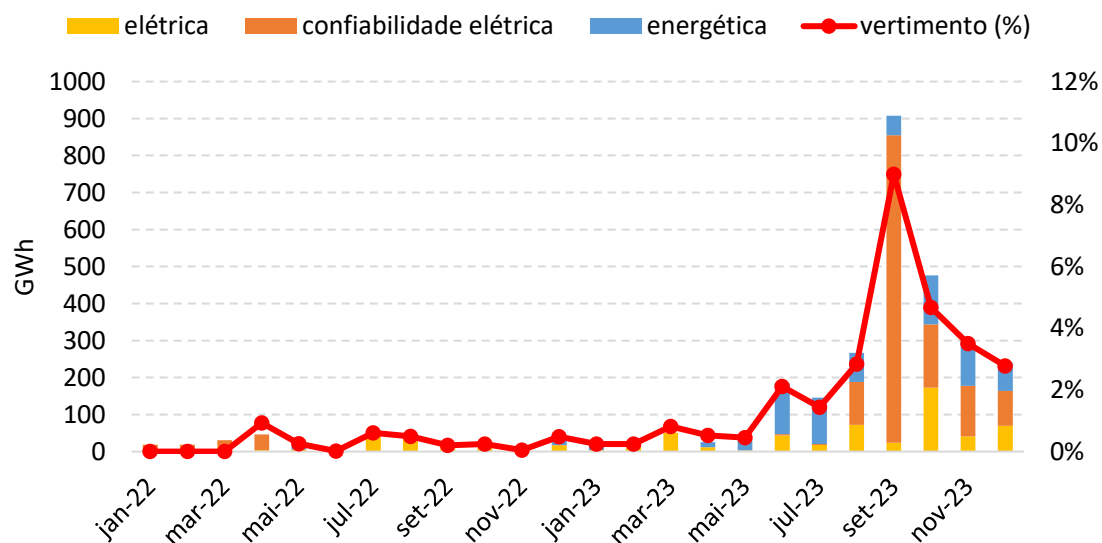


LCOE [\$/MWh] Dado de Placa	LCOE [\$/MWh] Real
80.61	129.53

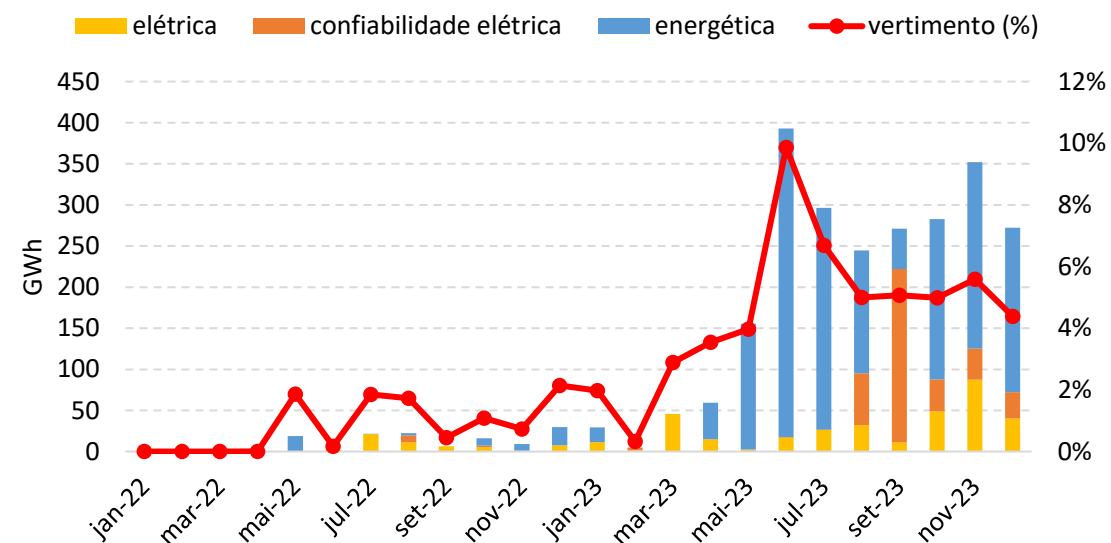
Histórico de Curtailment

- Os gráficos abaixo mostram o histórico de curtailment para usinas eólicas e solares conectadas ao SIN devido à indisponibilidade externa, restrições elétricas e energéticas.
- Há um aumento na energia total vertida, principalmente devido a restrições energéticas quando há um desbalanço entre a demanda por energia e a quantidade sendo produzida.

Eólica



Solar



Análise de Risco de Vertimento Renovável



Visão geral da região de interesse



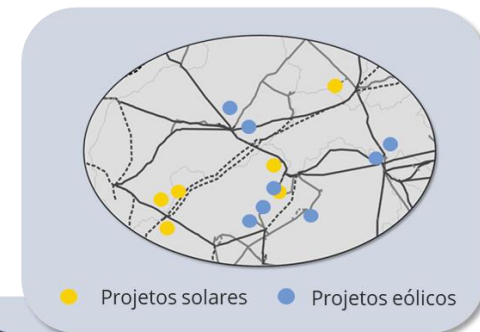
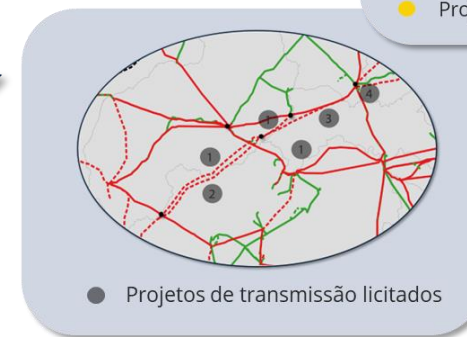
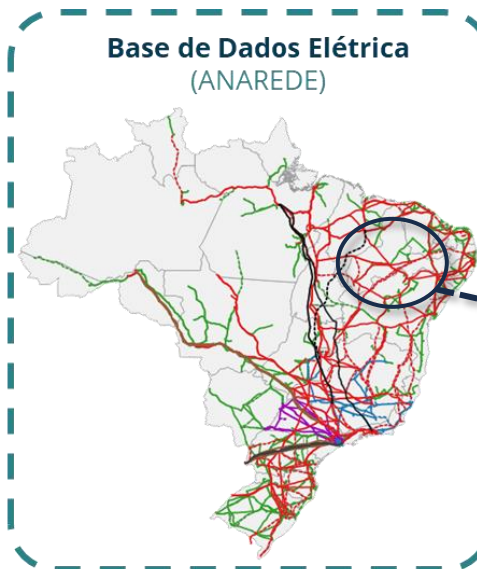
Simulação Eletroenergética



Identificação de restrições de escoamento de energia

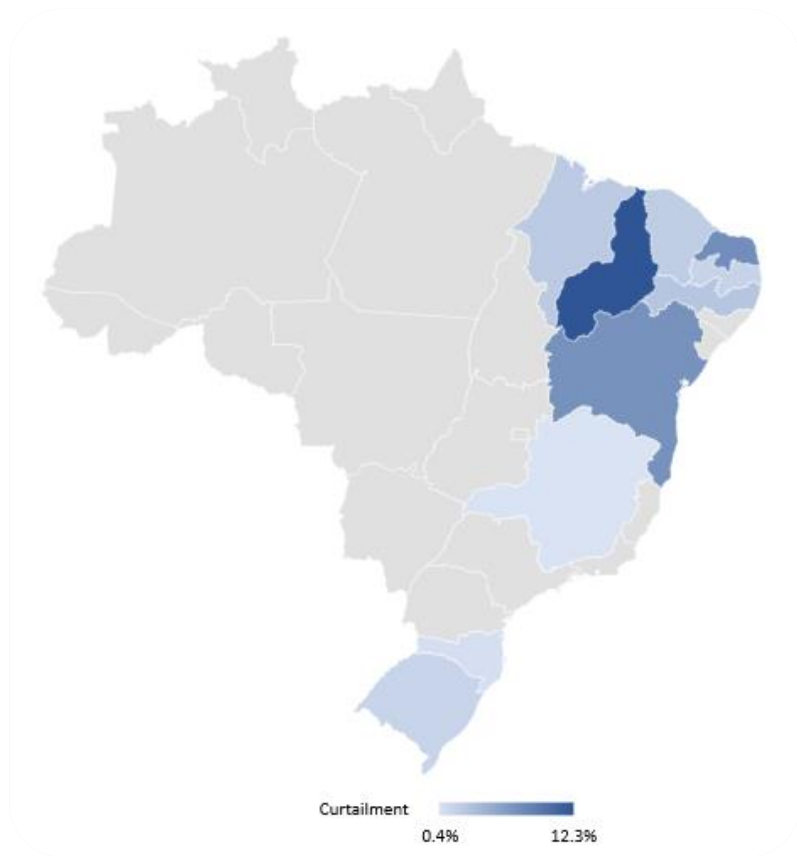


Análise de risco de vertimento

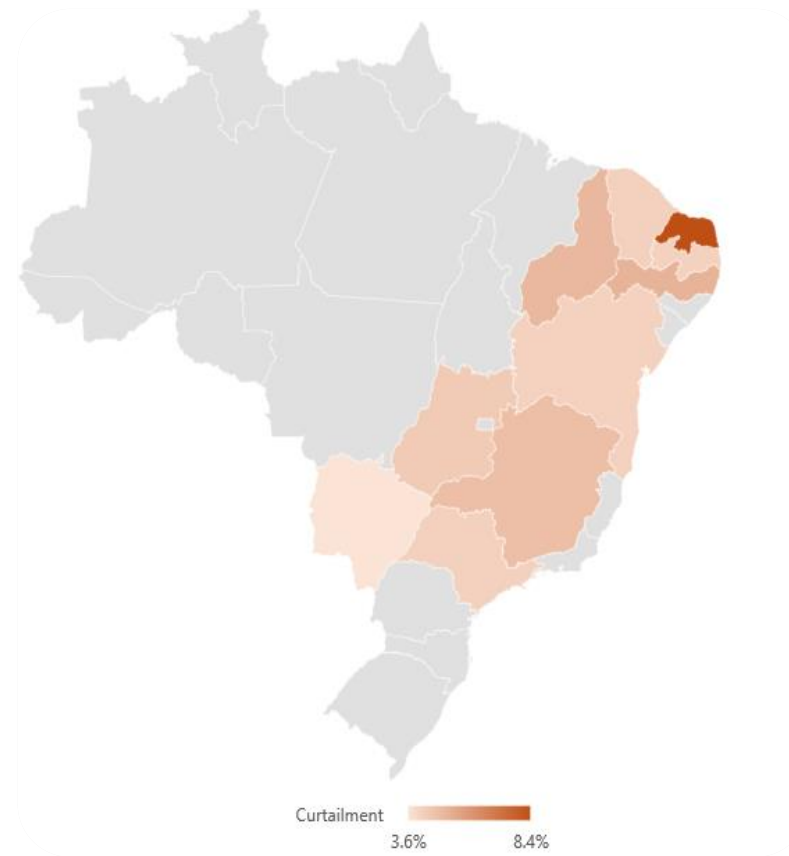


Análise de Curtailment por Estado

Curtailment de Eólica por Estado

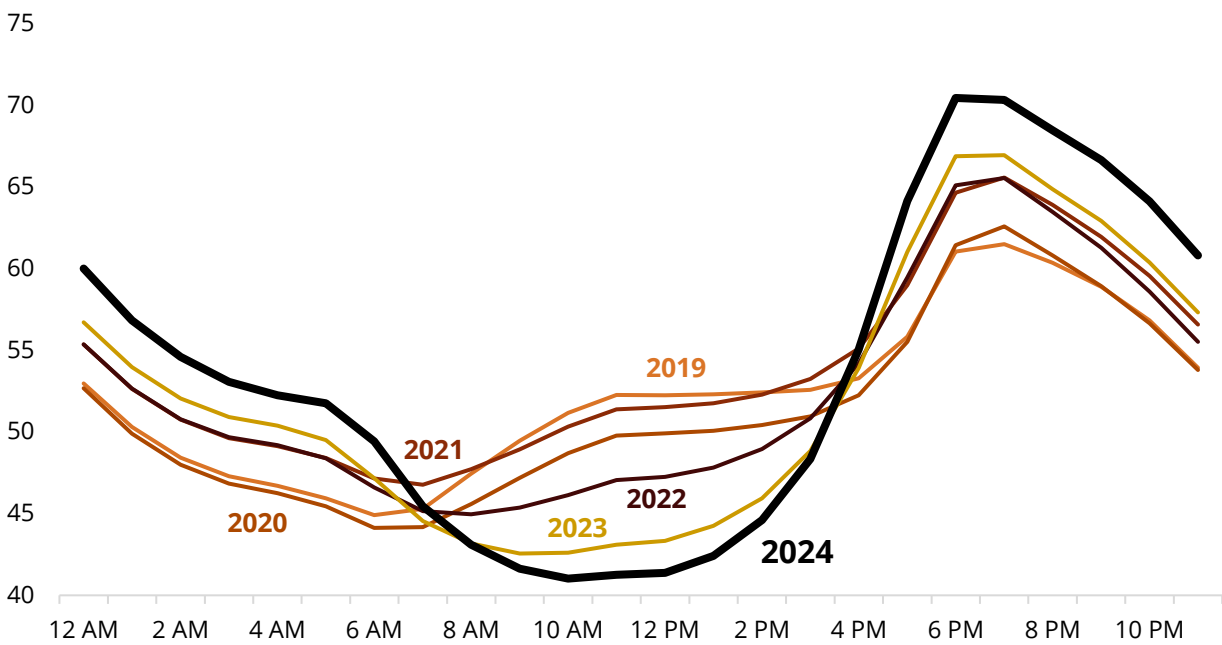


Curtailment de Solar por Estado



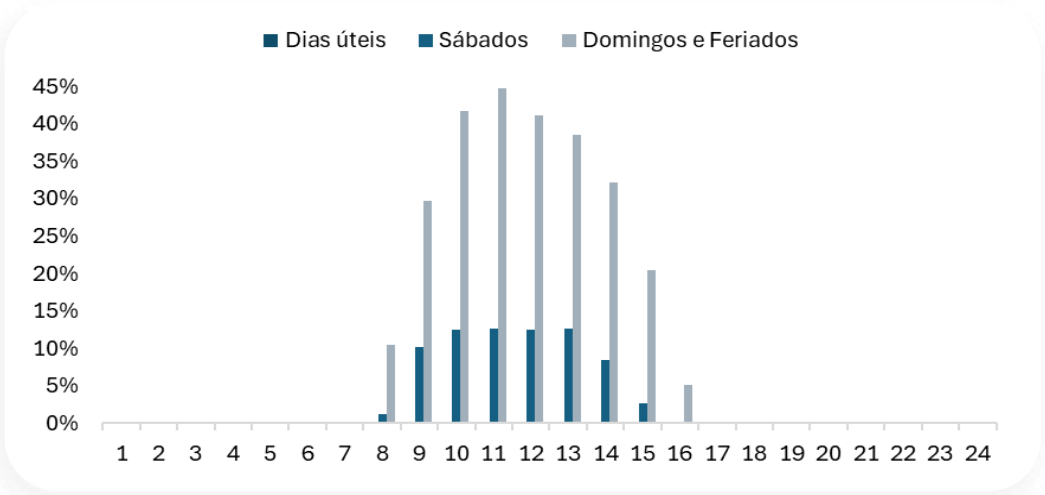
Análise de Curtailment

Curva do pato começa a se materializar...
(carga líquida em dias não úteis, media anual, em GWh)

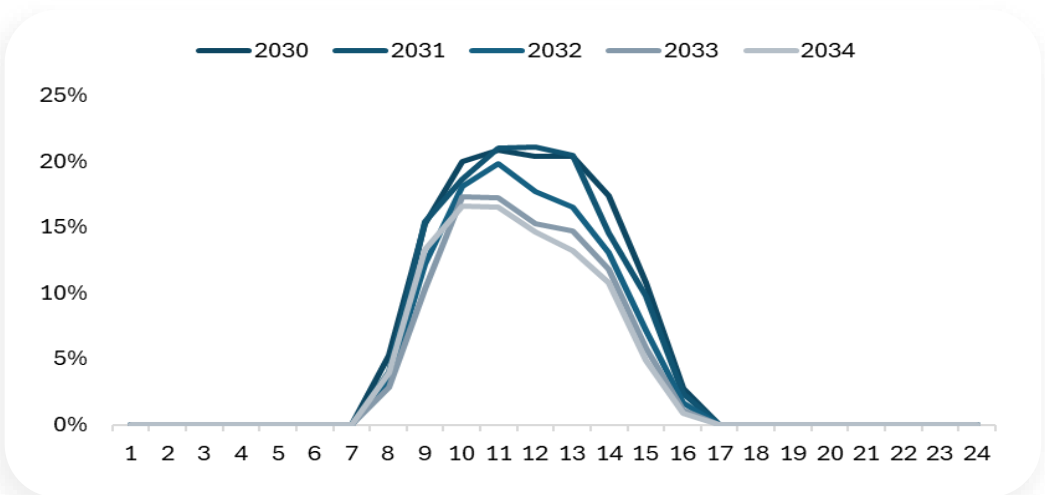


(*) Em uma rede elétrica, a carga líquida é a diferença entre a demanda total de eletricidade e a produção de fontes não despacháveis, como eólica e solar – sendo, portanto, a carga que precisa ser atendida com geração despachável (controlável)

Perfil Médio Horário de Curtailment por Tipo



Perfil Médio Horário de Curtailment por Ano



Palavra-chave: flexibilidade

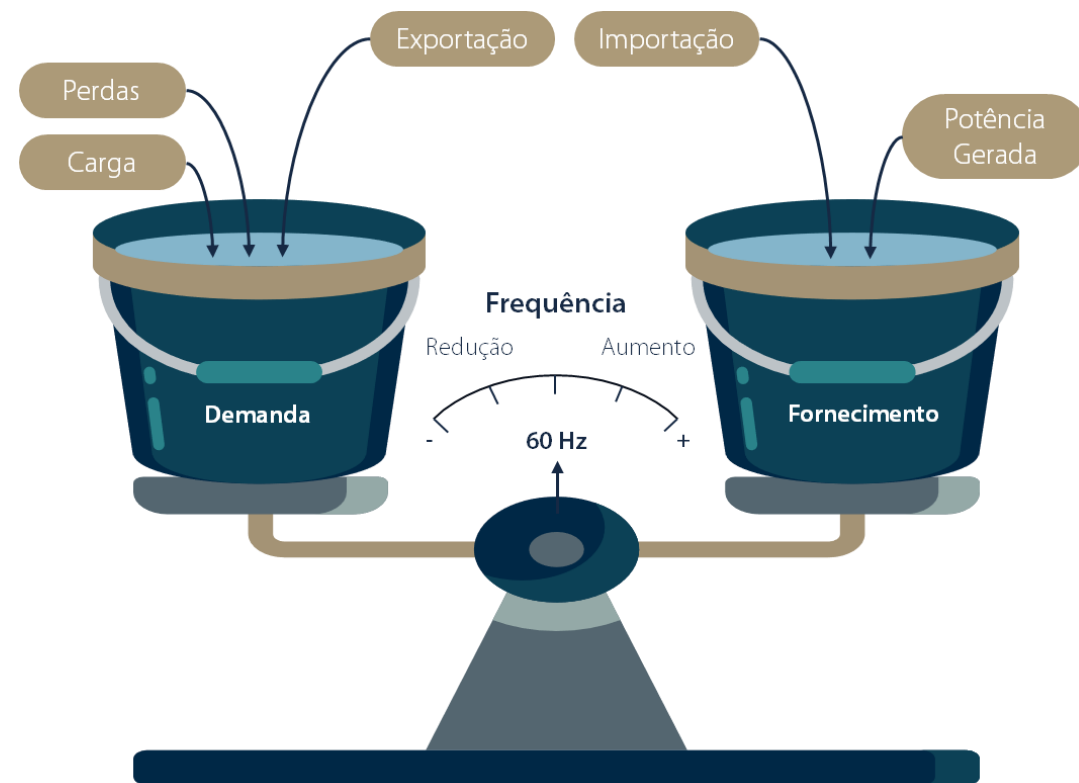


Ricardo Perez
Colunista

exame.

Podemos confiar em um sistema elétrico 100% renovável?

Manter a segurança no suprimento de energia elétrica em dias nublados ou quando não há vento continua sendo um dos principais desafios na transição energética, e a chave para superar esse desafio é a flexibilidade



Provedores de flexibilidade:

- Tecnologias de armazenamento
- Usinas de partida rápida (gás flex)
- Resposta da demanda
- Interconexões elétricas

Nem todo o armazenamento é bateria

Baterias Tesla (Li-Ion)



Hidrelétricas convencionais



Hidrelétrica Reversível

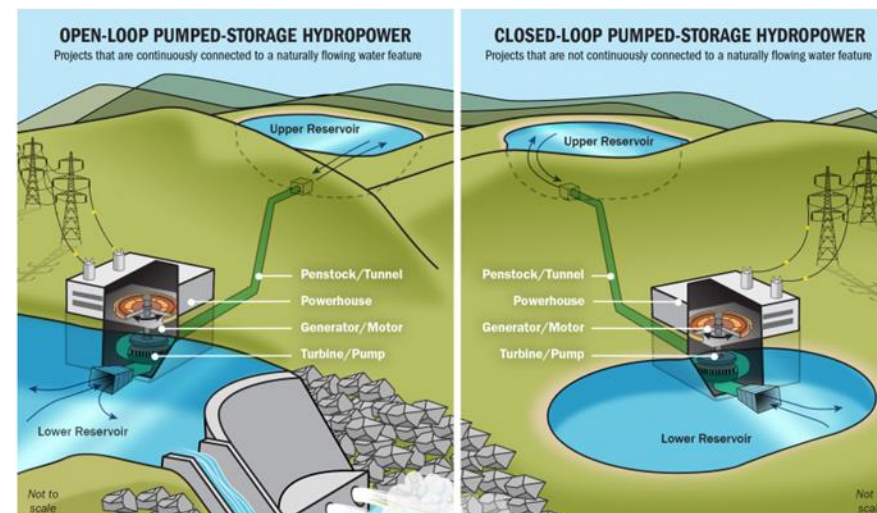


Energy Vault (startup)



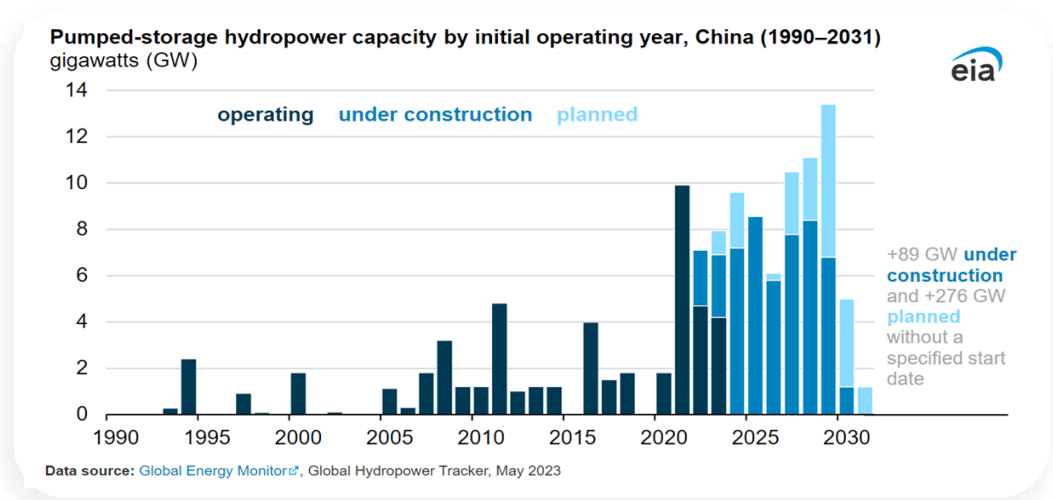
Parâmetros técnicos:

- Energia armazenável
- Duração da descarga
- Densidade energética
- Eficiência
- Vida útil

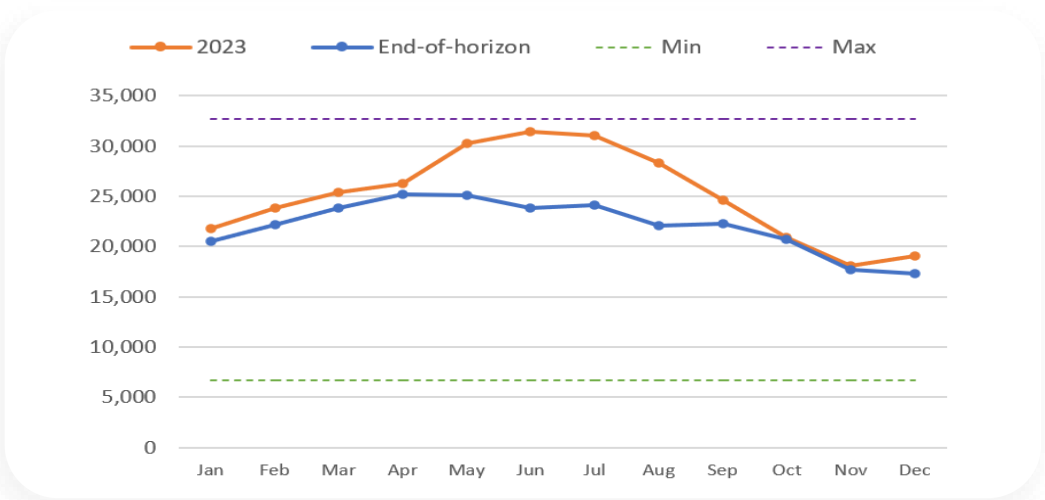


Vamos falar sobre as baterias de água

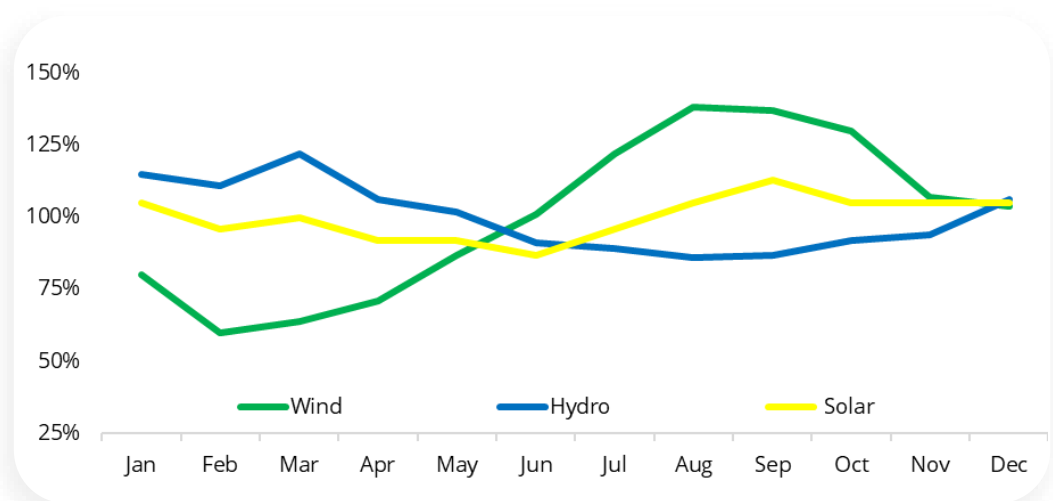
Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR) na China



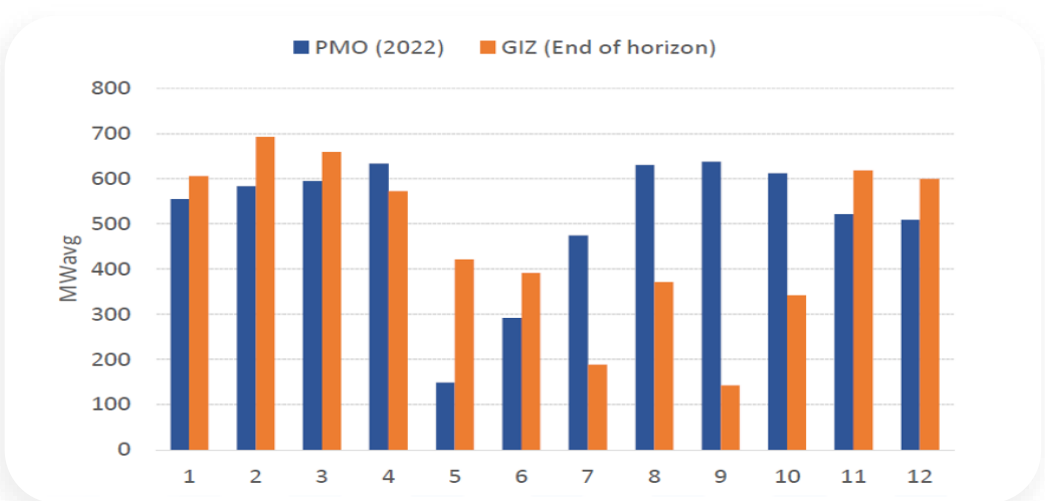
Armazenamento de Sobradinho (hm³)



Produção renovável mensal em % da produção anual

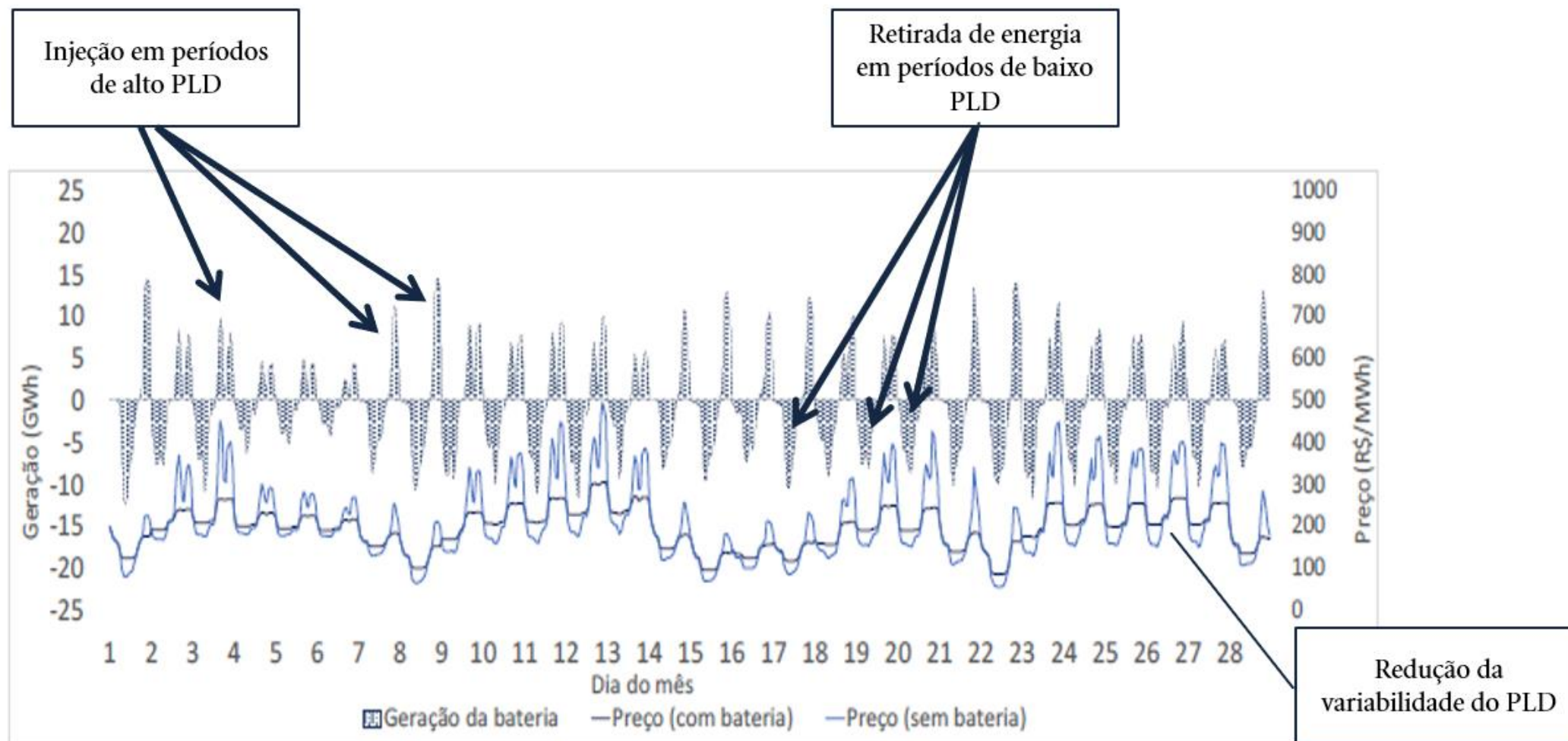


Geração de Sobradinho (MW médios)

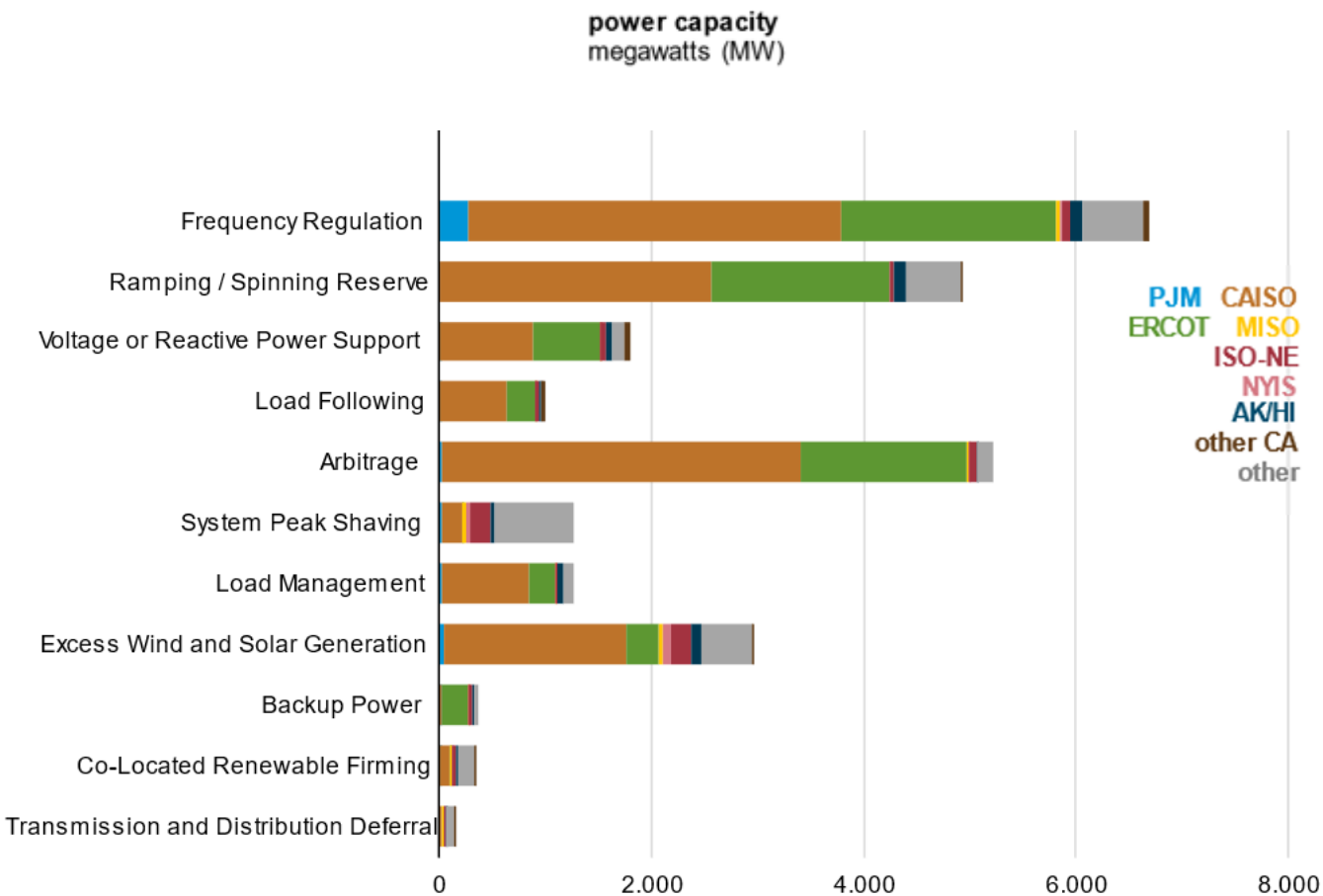


Impacto da inclusão de baterias

A **inclusão de baterias** traz **redução de preço** e de sua variabilidade



Baterias EUA x Brasil



Data source: U.S. Energy Information Administration, 2022 Form EIA-860 Early Release, Annual Electric Generator Report

► Ainda incipiente no Brasil, os *stakeholders* (MME, EPE, Aneel e ONS) reconhecem o potencial, mas também a incerteza em relação à avaliação e remuneração. **As principais aplicações seriam:**

- Mercado Atacadista**
Arbitragem (alteração de consumo) e fornecimento de capacidade
- Serviços Ancilares**
Controle de frequência, tensão, reserva, rampa e black-start
- Transmissão/Distribuição**
Tensão/frequência, adiamento de reforços/melhorias, alívio de congestionamentos e multas
- Consumidores**
Qualidade da energia, confiabilidade, deslocamento do consumo, gestão de custos da demanda, backup
- Off-grid**
Sistemas solares residenciais, estabilidade de mini/micro-redes

Principais mensagens de sistemas de armazenamento

Sistemas de Armazenamento de Energia: SAE

- **Equipamentos que armazenam energia** em um determinado instante de tempo para que esta **seja usada posteriormente** quando necessária
- **Diversas tecnologias:** Químicas, Eletroquímicas, Elétricas, Mecânicas
- **Pontos importantes:** Energia Armazenável/Densidade, velocidade de carga/descarga, eficiência e vida útil

Perspectivas de mercado

- Os sistemas de armazenamento podem prover diversos serviços para o sistema elétrico em todos os setores: **geração, transmissão, distribuição, consumo e para o operador do sistema**
- O **arcabouço legal e regulatório atual** ainda é baseado em um sistema com predominância **hidrelétrica**, onde estes geradores fornecem serviços ancilares com baixo custo
- Muitos serviços poderiam ser prestados, com valor para o sistema
 - **A lacuna está em como transformar valor para o sistema** em remuneração do investimento
 - **Oportunidades:** LRCAP, bateria como ativo de transmissão, usinas híbridas e serviços ancilares
- ▶ BESS é viável sob o ponto de vista econômico e regulatório para algumas soluções e perfis de clientes
 - Para aumentar a gama de serviços **alterações regulatórias ou determinações infralegais devem ser realizadas** para dar mais segurança na remuneração do investimento com o BESS

Setor elétrico em transformação (ativos e regulação)

Situação atual do SEB

Predominância hidráulica

Comercialização de Energia

Hidros oferecem serviços ancilares

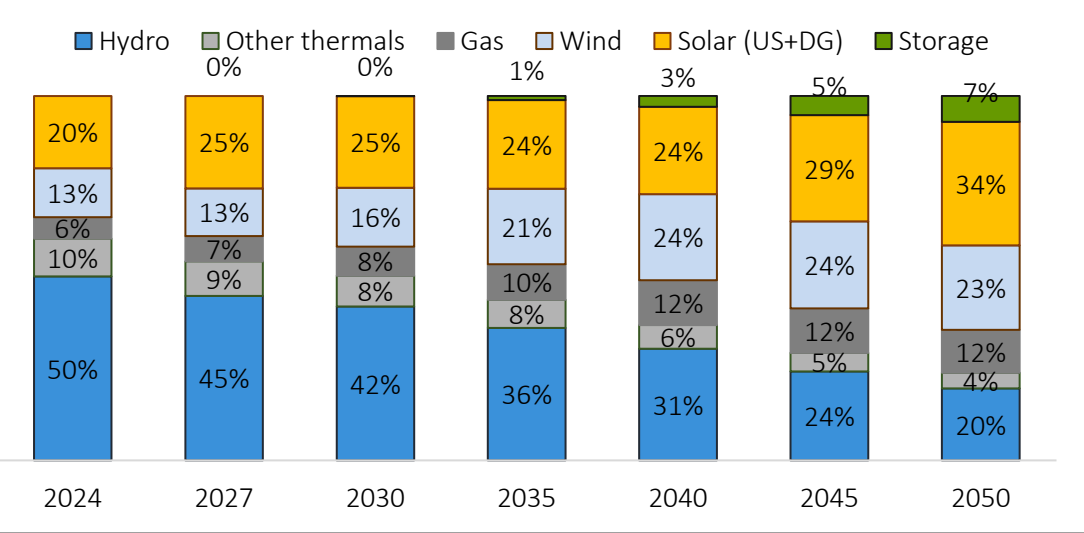
Perspectivas para o SEB

Redução das hidrelétricas e aumento de renováveis

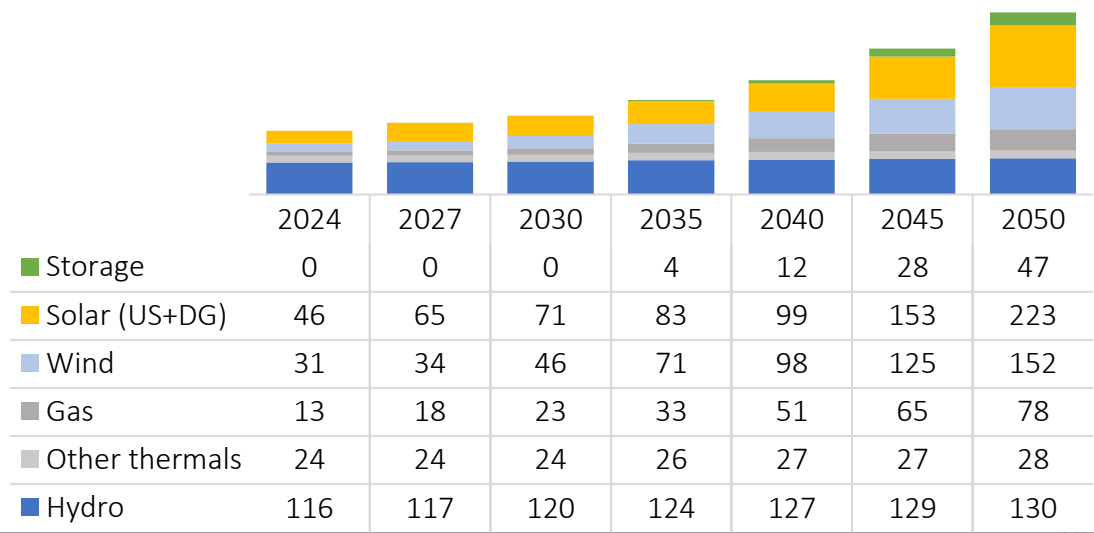
Contratação de potência

Outros agentes oferecendo serviços ancilares

Mix (% da Capacidade Instalada)



Capacidade Instalada (GW)



OBRIGADO!

www.psr-inc.com



psr@psr-inc.com



+55 21 3906-2100



**CURSO
ONLINE
AO VIVO**



**IMERSÃO SOBRE O MERCADO LIVRE DE ENERGIA
E AS OPORTUNIDADES PARA A ENERGIA SOLAR**

100% ONLINE COM OS PROFESSORES

 **03/12, 05/12, 10/12 E 12/12**  **19:00 ÀS 21:00**



/psrenergy



@psrenergy



/psrenergy