

# PROGRAMA ENERGIA TRANSPARENTE 17 (PET 17)

Monitoramento Permanente da Operação e Comercialização de Energia Elétrica

# 01 ANO OPERATIVO

# 02 SOBREOFERTA E FLEXIBILIDADE

Linha do Tempo	5	Reflexões sobre a Oferta de Energia	14	3   Energia versus Potência	
Destaques do Ano Operativo	6	1   Panorama recente do atendimento energético		- Picos horários de PLD	33
Regulação		- Crise hídrica	15	- Geração termelétrica para atendimento de flexibilidade do sistema (1 de 2)	34
(1 de 2)   Micro e Minigeração Distribuída	7	- Medidas para a recuperação dos reservatórios	16	- Geração termelétrica para atendimento de flexibilidade do sistema (2 de 2)	35
(2 de 2)   Concessões de Distribuição, Consumidores Varejistas e "Dia do Perdão"	8	- Hidrologia favorável em 2022	17	- Necessidade de flexibilidade e Leilões de Capacidade na forma de potência (1 de 2)	36
Confiabilidade		- Recuperação dos reservatórios	18	- Necessidade de flexibilidade e Leilões de Capacidade na forma de potência (2 de 2)	37
(1 de 3)   Blecaute no SIN e em São Paulo	9	- Impacto da recuperação dos reservatórios sobre o mercado de energia	19	- Atendimento de energia e potência no arranjo atual	38
(2 de 3)   Blecaute no SIN (detalhes)	10	Reflexões sobre a Oferta de Energia	20	- Uma discussão sobre Lastro e Energia (1 de 2)	39
(3 de 3)   Blecaute em São Paulo (detalhes)	11	2   Consequências da sobreoferta		- Uma discussão sobre Lastro e Energia (2 de 2)	40
Expansão do Sistema   Leilões de Transmissão e de Energia Nova	12	- Vertimentos em hidrelétricas (1 de 3)	21	Reflexões sobre a Oferta de Energia   Sumário Executivo	41
		- Vertimentos em hidrelétricas (2 de 3)	22		
		- Vertimentos em hidrelétricas (3 de 3)	23		
		- Corte de geração em eólicas e solares fotovoltaicas (1 de 2)	24		
		- Corte de geração em eólicas e solares fotovoltaicas (2 de 2)	25		
		- Mecanismo de exportação da EVT (1 de 2)	26		
		- Mecanismo de exportação da EVT (2 de 2)	27		
		- Contratação e impactos sobre as hidrelétricas (1 de 4)	28		
		- Contratação e impactos sobre as hidrelétricas (2 de 4)	29		
		- Contratação e impactos sobre as hidrelétricas (3 de 4)	30		
		- Contratação e impactos sobre as hidrelétricas (4 de 4)	31		
		Reflexões sobre a Oferta de Energia	32		

O **Programa de Energia Transparente (PET)** é uma das iniciativas do Instituto Acende Brasil que monitora, de forma permanente, a operação e comercialização de energia elétrica no Brasil.

### Como navegar?

Buscando facilitar a visualização desta apresentação, foram criados **boxes de explicação** com informações complementares.

O box de explicação contém informações mais detalhadas ou explicações complementares.

Também foi criado um **painel de navegação** localizado na parte inferior de todas as páginas para acesso rápido aos temas destacados.

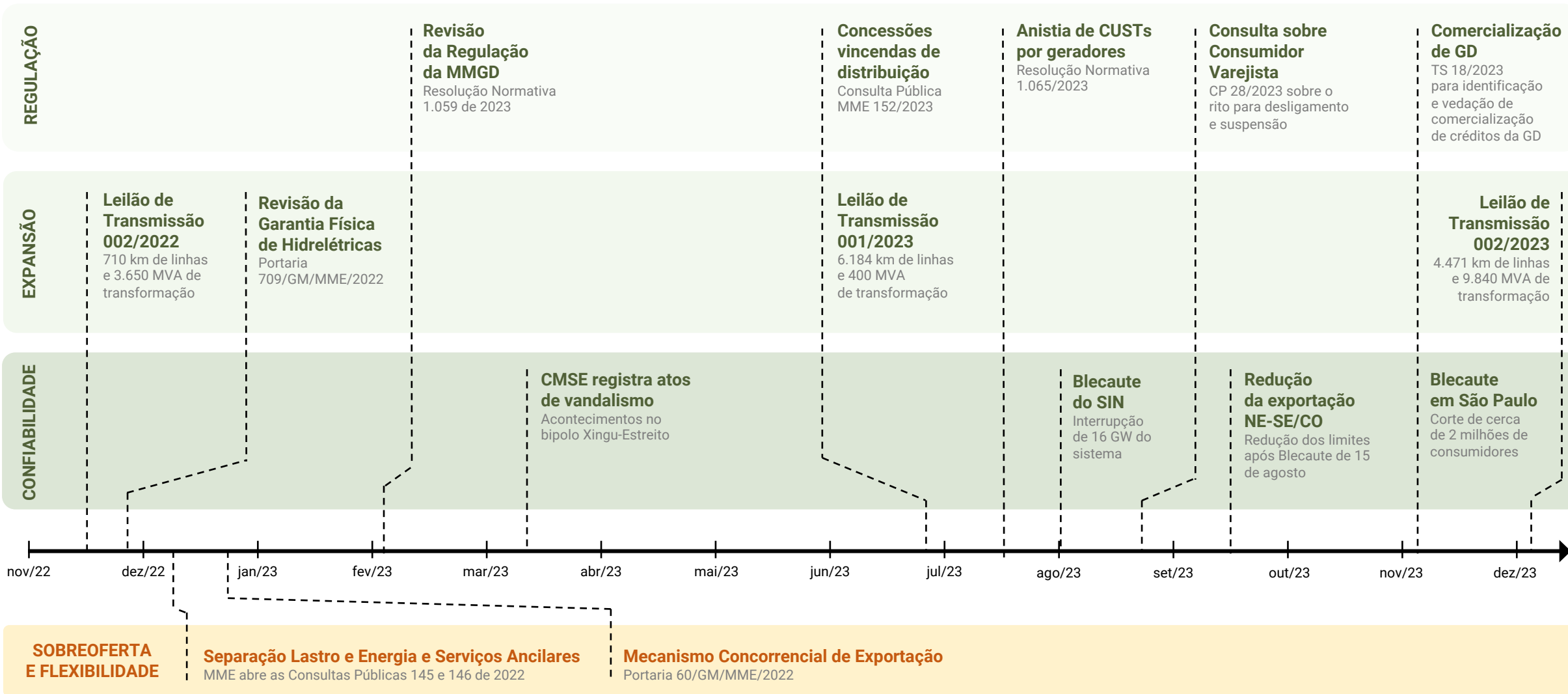
Clique na aba para ter rápido acesso às seções do estudo



01

ANO OPERATIVO

# Linha do Tempo



INTRODUÇÃO

ANO OPERATIVO

SOBREOFERTA DE ENERGIA

## Destaques do Ano Operativo

### Consolidação da Regulação para Geração Distribuída

- ▶ Diversos pontos da Lei 14.300 que institui o Sistema de Compensação de Energia Elétrica para a Micro e Mini Geração Distribuída foram delimitados e regulamentados na Resolução Normativa 1.059/2023; e
- ▶ Está em discussão, na Tomada de Subsídio 18/2023, a adoção de mecanismos para identificar e coibir a comercialização dos créditos da MMGD.

### Ocorrência de blecautes

- ▶ O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) identificou tentativas de vandalismo no bipolo Xingu-Estreito que acabaram não impactando o setor elétrico;
- ▶ Em 15 de agosto ocorreu um blecaute no SIN que resultou no corte de carga de 23.368 MW. O sinistro se iniciou pela atuação acidental do sistema de proteção da LT 500 kV Quixadá – Fortaleza II. O fenômeno foi agravado pela incompatibilidade dos dados declarados dos controles de campo por usinas eólicas e fotovoltaicas, impossibilitando que o ONS realizasse o controle de tensão efetivamente; e
- ▶ Em 3 de novembro ocorreu um blecaute na cidade de São Paulo, devido a fortes ventos e tempestades, resultando no corte de 2 milhões de consumidores na região.

### Realização de três Leilões de Transmissão de Energia

- ▶ Três Leilões de Transmissão de Energia ocorreram entre dezembro de 2022 e 2023. No total, eles firmaram contratos referentes a cerca de 11.365 km de linhas de transmissão e 13.890 MVA de capacidade de transformação
- ▶ Em 2023 não houve leilões de Energia Nova (leilões de novas usinas de geração).

# Regulação (1 de 2) | Micro e Minigeração Distribuída



Em 2023 foi dado um novo passo na regulação da Mini e Micro Geração Distribuída (MMGD) por meio da Resolução Normativa 1.059/2023. Este procedimento regulatório já estava previsto na Lei 14.300 homologada em 2022. Entre os avanços regulatórios da RN 1.059/2023 destacam-se:

- Criação do critério de usina despachável:** hidrelétricas, cogeração qualificada, biomassa e fontes de geração fotovoltaica com capacidade mínima de armazenamento por baterias de 20% da geração mensal da usina;
- Maior clareza nos requisitos de solicitação de acesso:** Identificação e tratamento dos casos onde há inversão do fluxo de potência no posto de transformação ou disjuntor do alimentador da distribuidora, tratamento para unidades geradoras sobre superfície de lâmina d'água (unidades flutuantes), prazos para solicitação, entre outros;
- Garantia de fiel cumprimento:** diferentes modalidades (caução, título em dívida pública e fiação bancária), custódia pelas distribuidoras de energia, prazos e renúncia;
- Compensação de energia e Regras de faturamento:** após a regra de transição:
  - MMGD do grupo B devem remunerar o custo de disponibilidade e parcela caso haja injeção de energia na rede (proporcional ao montante injetado e à Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição – TUSDg);
  - MMGD do grupo A devem remunerar a demanda contratada (pode ser nula caso a unidade apenas injete energia ou seja de atendimento auxiliar/infraestrutura local) e faturada, tanto para o consumo quanto para a central geradora conectada no ponto de conexão.

Também foi aberta a Tomada de Subsídio 18/2023 a **fim de avaliar mecanismos para identificar e coibir a comercialização dos créditos da MMGD**, prática não permitida pela legislação atual.



Também foram conduzidas outras iniciativas regulatórias relevantes:

- Consulta Pública 152/2023 no MME sobre critérios a serem utilizados na **prorrogação das concessões de distribuição de energia elétrica e as contrapartidas das distribuidoras**;
- Consulta Pública 28/2023 acerca dos processos de **suspensão e desligamento de agentes consumidores varejistas da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)**; e
- A realização de um processo excepcional de **anistia dos geradores que assinaram Contratos de Uso do Sistema de Transmissão (CUST) mas não entraram em operação (“Dia do Perdão”)**. Este mecanismo permitiu que geradores interessados revogassem os CUST sem pagamento dos encargos rescisórios.





Durante a 275ª Reunião do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico realizada em março de 2023 foram identificados **atos de vandalismo em infraestruturas de transmissão de energia elétrica**, com impactos no bipolo Xingu-Estreito. Apesar disso, não houve repercussões no sistema elétrico, que se manteve funcional durante o ocorrido.

Às 8:43 do dia 15 de agosto de 2023, um **blecaute atingiu todos os subsistemas do Sistema Interligado Nacional**, resultando no corte de carga de 23.368 MW. A recomposição total do sistema ocorreu às 14:49.

Como mecanismo preventivo, no dia 16 de agosto de 2023 o ONS começou a realizar a **redução preventiva do montante possível de exportação de energia pelo Nordeste**. Este montante foi utilizado para permitir uma maior redundância no sistema, aumentando a confiabilidade após o blecaute.

Em 3 de novembro de 2023 ocorreu um blecaute no Estado de São Paulo resultante de fortes tempestades na região, com **corte de carga para 2 milhões de consumidores**.

## Confiabilidade (2 de 3) | Blecaute no SIN (detalhes)



Em 09 de outubro de 2023 o ONS finalizou a elaboração do Relatório de Análise de Perturbação do evento ocorrido em março, consolidando a avaliação sobre o blecaute. Segundo o Relatório:

1

O evento inicial se deu **pela abertura da LT 500 kV Quixadá – Fortaleza II, provocada pela atuação acidental** do sistema de proteção durante operação normal da linha;

2

A **abertura da LT resultou em redistribuição dos fluxos de potência** no Subsistema Nordeste, acarretando afundamento de tensão\* e provocando desligamento de diversas outras linhas de transmissão; e

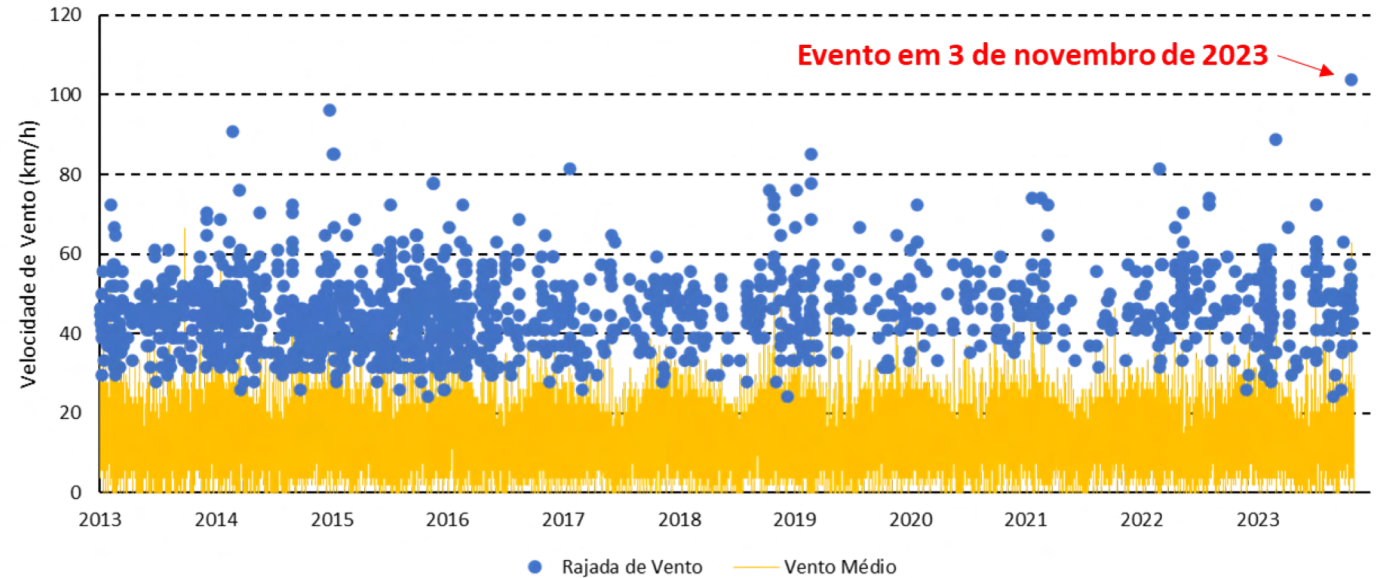
3

Como resultado, **houve a separação do SIN em quatro ilhas:** Norte, Acre/Rondônia, parte do Nordeste, e Sul/Sudeste/Centro-Oeste/Sudoeste da Bahia. Cada ilha teve uma dinâmica própria.

\*O ONS também identificou que a dificuldade para o Sistema mitigar os distúrbios de tensão (ponto 2) vieram da **limitação dos controles em campo de usinas eólicas e fotovoltaicas** muito aquém dos volumes declarados para fins dos modelos matemáticos pelos agentes. Ou seja, houve erro da representatividade real de transitórios eletromecânicos do sistema devido à **incompatibilidade dos modelos apresentados pelos agentes**.

Em 03 de novembro de 2023 ocorreu uma **forte tempestade na cidade de São Paulo (SP)**. Durante o ocorrido, foram registradas fortes rajadas de 56 nós (ou 103,7 km/h).

## Histórico de Velocidade de Vento registrado no Aeroporto de Congonhas/SP



As condições severas de vento, que ultrapassaram os limites para projeto de linhas aéreas (até 94 km/h de acordo com a NBR 5422 da ABNT), resultaram no desligamento de diversos pontos nas redes de distribuição. Apesar da intensa mobilização de todas as equipes das distribuidoras para reconstruir os trechos destruídos pelas tempestades, a seriedade e profundidade dos estragos deixou cerca de 2 milhões de consumidores (residências, estabelecimentos comerciais e públicos) na capital paulista sem acesso à energia elétrica.

Timeline of events from November 2022 to December 2023:

- nov/2022
- dez/2022
- jan/2023
- fev/2023
- mar/2023: CMSE registra atos de vandalismo
- abr/2023
- mai/2023
- jun/2023
- jul/2023
- ago/2023: Blecaute SIN
- set/2023: Redução de Exportação NE – SE/CO
- out/2023
- nov/2023: Blecaute em São Paulo
- dez/2023



A Portaria 57/GM/MME de 21 de dezembro de 2022 estabeleceu que em 2023 seriam realizados:

- ▶ Dois Leilões de Reserva de Capacidade, sendo um na forma de energia e outro na forma de potência;
- ▶ Dois Leilões de Energia Nova, um na modalidade A-4 e outro na modalidade A-6; e
- ▶ Dois Leilões de Transmissão.

Além do Leilão de Transmissão realizado no final de 2022, também foram realizados os Leilões de Transmissão 001/2023 e 002/2023 em junho e dezembro de 2023, respectivamente.

- ▶ O Leilão realizado em 2022 resultou na contratação de 710 km de linhas de transmissão e 3.650 MVA de capacidade de transformação; e
- ▶ Os Leilões realizados em 2023 resultaram na contratação de 10.665 km de linhas de transmissão e 10.240 MVA de capacidade de transformação.

**Não foram realizados Leilões de Energia Nova nem de Reserva de Capacidade em 2023.**

02

SOBREOFERTA  
E FLEXIBILIDADE



1

## Panorama recente do atendimento energético

Avance os slides  
para acessar  
as informações  
do quadro!

2

## Sobreoferta de energia e suas consequências no ano

Avance os slides  
para acessar  
as informações  
do quadro!

3

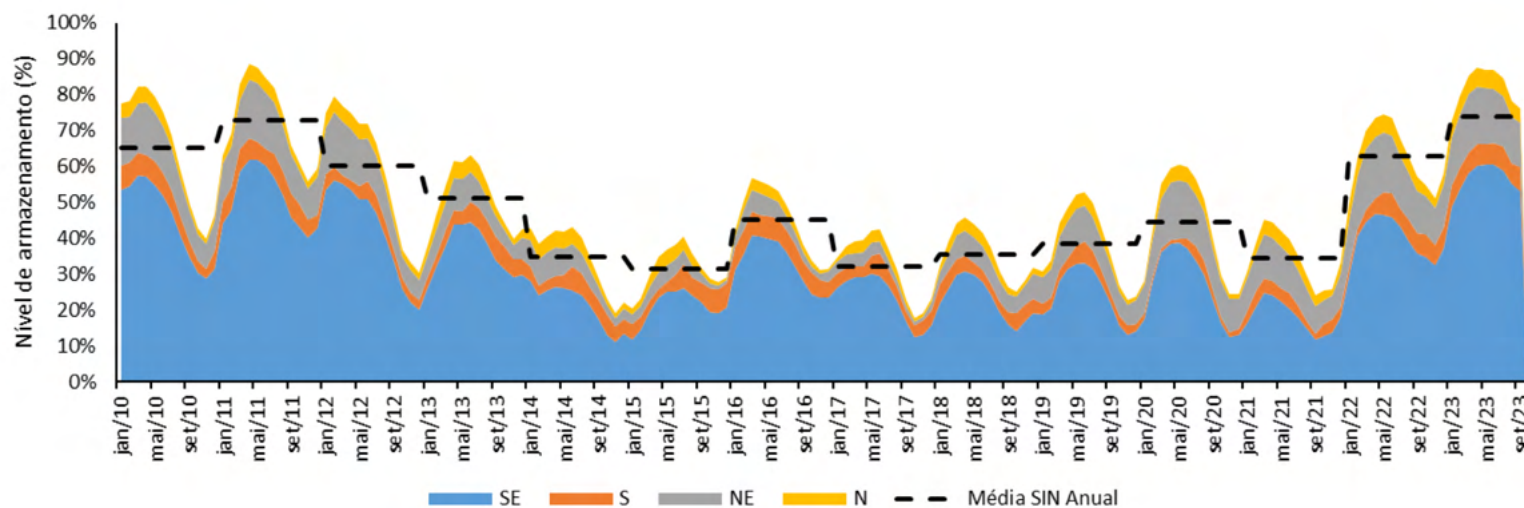
## Energia versus Potência – Uma questão de flexibilidade

Avance os slides  
para acessar  
as informações  
do quadro!

O Brasil viveu uma grande crise hídrica durante os anos de 2014 a 2021. Neste período, os reservatórios das hidrelétricas estiveram em níveis críticos, com médias anuais baixas (abaixo de 50%), e comumente alcançando níveis abaixo de 30% da energia armazenável durante ao final do período seco.

Estes níveis críticos foram recuperados ao longo de 2022, ao final do qual constatou-se melhora significativa no nível de armazenamento dos reservatórios (com média acima de 60%).

### Histórico da Energia Armazenada no SIN



Fonte: Histórico da Operação (ONS)

# 1 | Panorama recente do atendimento energético | Medidas para a recuperação dos reservatórios

Esta melhora dos reservatórios foi resultado de diversas medidas tomadas pelo Poder Público em 2021 (detalhes na 15ª Edição do Programa Energia Transparente) :

**Prorrogação do programa de resposta à demanda** até junho de 2021 (Resolução Normativa 887/2020) e expansão de sua abrangência para todo o Sistema Interligado Nacional. A resposta à demanda é um mecanismo que permite a redução de carga de consumidores previamente habilitados para substituir o despacho termelétrico fora da ordem de mérito;

1

Estabelecimento de um **despacho adicional termelétrico fora da ordem de mérito** de custo econômico para que aumentar a garantia do atendimento energético;

2

Implementação de **flexibilizações das restrições hidráulicas** para melhora dos desempenhos nas UHE Três Marias e Sobradinho e operação até o nível mínimo operativo na UHE Ilha Solteira (NT ONS 118/2020). Na 247ª Reunião do CMSE foi determinado que o ONS coordenará tratativas de flexibilização das restrições hidráulicas em conjunto com a Agência Nacional de Águas (ANA) e com o Instituto brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA);

3

**Contratação adicional de usinas termelétricas em caráter excepcional e temporário** (Portaria MME 5/2021 e Portaria MME 13/2021) e por **mecanismo competitivo simplificado** (Portaria MME 24/2021);

4

Elaboração de **Campanha de Conscientização de Consumo de Energia Elétrica** pela Aneel; e

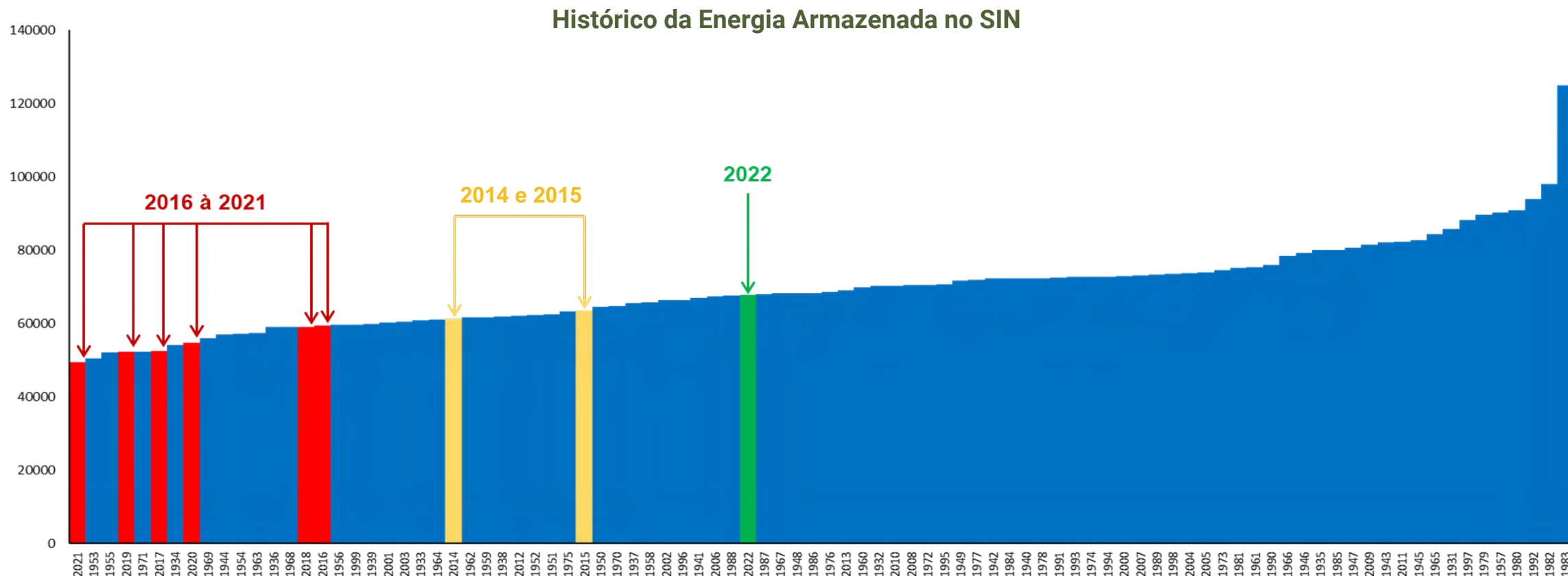
5

Criação da **Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética** (Medida Provisória 1.055/2021) para instituir medidas emergenciais do uso de recursos hidroenergéticos e enfrentamento da crise hídrica.

6

# 1 | Panorama recente do atendimento energético | Hidrologia favorável em 2022

Além das medidas adotadas pelo poder público em 2021, o ano de 2022 apresentou uma afluência com padrões médios **muito superiores às afluências observadas nos seis anos anteriores**, conforme observado pelo histórico de Energia Natural Afluente.



Fonte: Deck de dados do PMO da primeira semana de setembro de 2023(ONS)

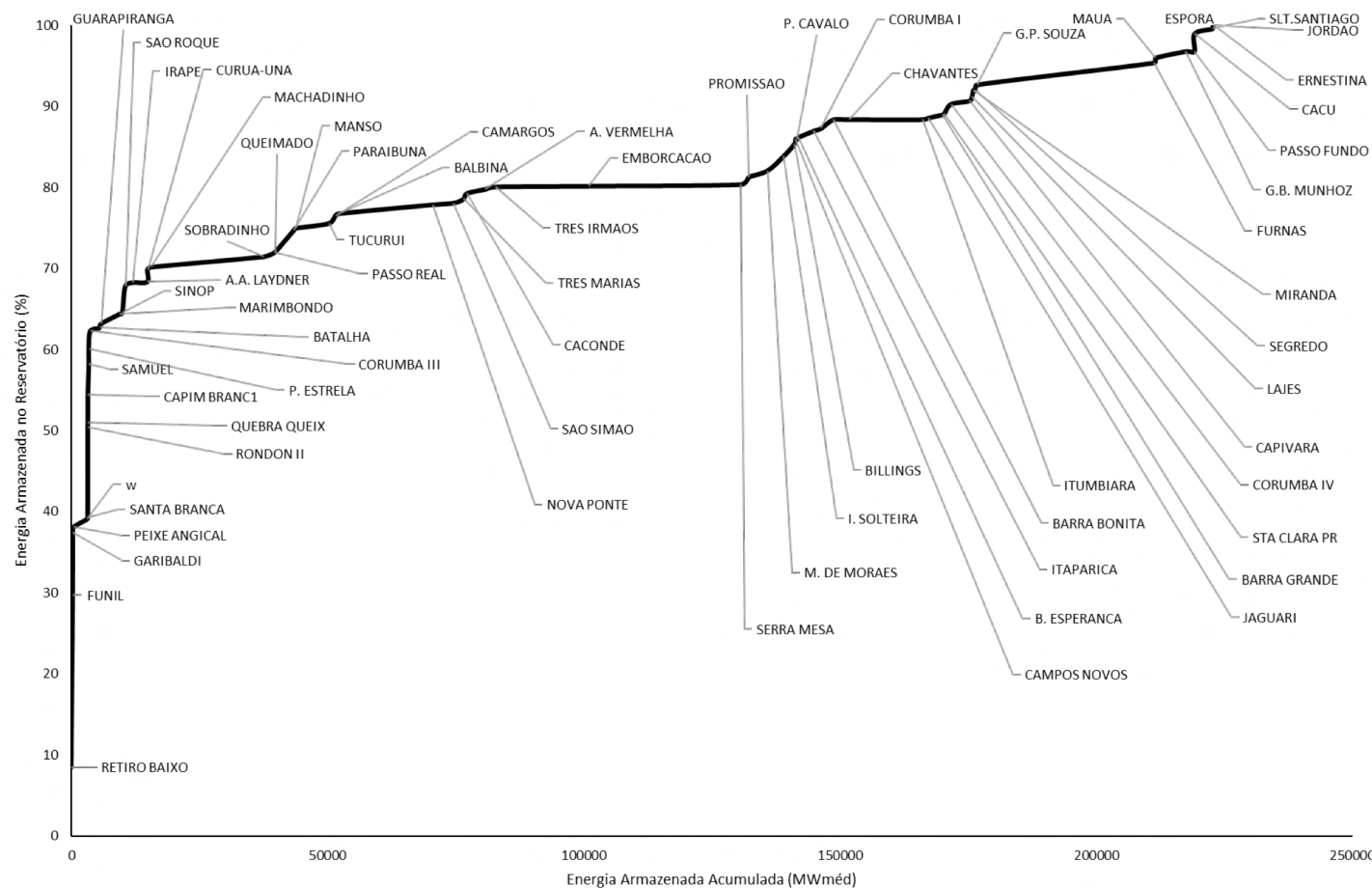
Como resultado, o nível de reservatório em setembro de 2023 chegou a 78% do total armazenável.

(Apenas a hidrelétrica Retiro Baixo – que representa 0,0045% do armazenamento do SIN – apresentou nível baixo de armazenamento, ou 8,5% do reservatório).

# 80%

dos reservatórios estavam com pelo menos 75% da sua capacidade de armazenamento

## Energia Armazenada por reservatório individual



Fonte: Deck de dados do PMO da primeira semana de setembro de 2023(ONS)

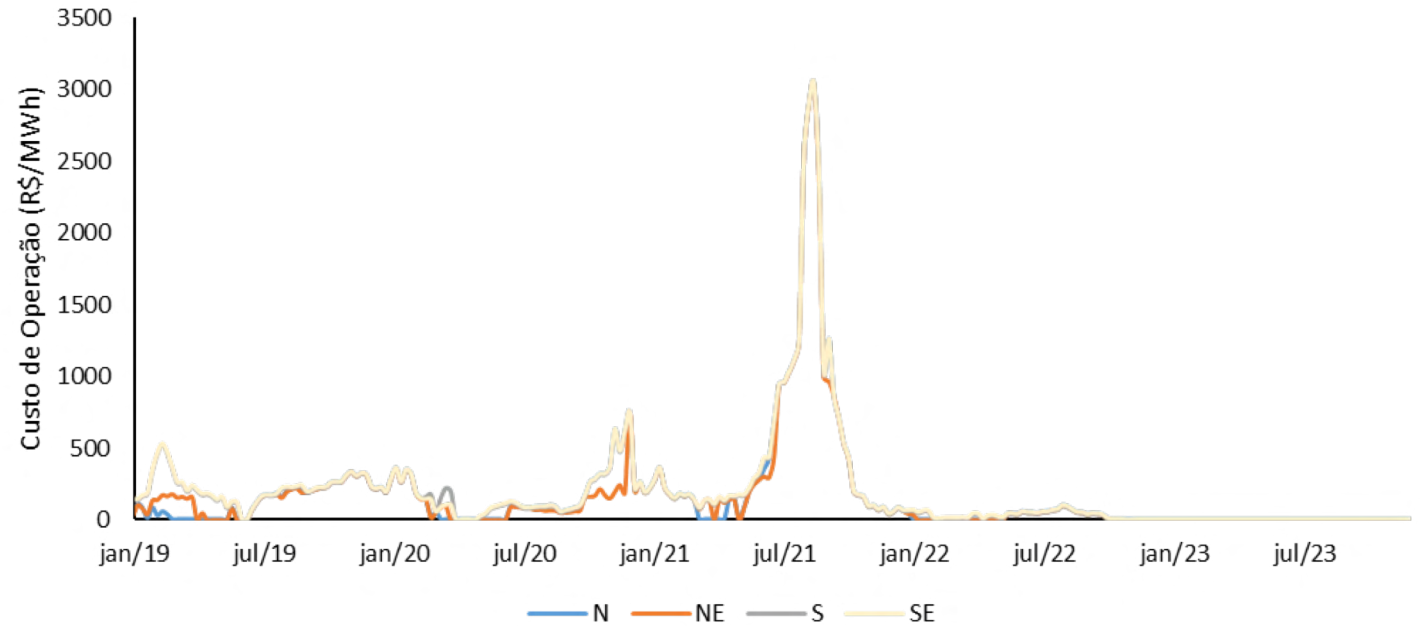


# 1 | Panorama recente do atendimento energético | Impacto da recuperação dos reservatórios sobre o mercado de energia

O excedente de energia hídrica se refletiu nos custos para operar o sistema elétrico. **Os Custos Marginais de Operação semanal médio ficaram em R\$ 0,00/MWh durante todo o ano de 2023.**

Portanto, o diagnóstico é o de **sobreoferta de energia no sistema**, justificando assim o cancelamento de todos os leilões de Energia Nova inicialmente previstos para o ano de 2023.

### Custo Marginal de Operação médio semanal



Fonte: Histórico da Operação (ONS). Elaboração Própria.

1

## Panorama recente do atendimento energético

- ▶ Houve total recuperação dos reservatórios nos últimos dois anos;
- ▶ Os Custos Marginais de Operação semanais foram nulos durante todo o ano de 2023; e
- ▶ Identificou-se uma sobreoferta de energia durante o ano.

2

## Sobreoferta de energia e suas consequências no ano

Avenge os slides para acessar as informações do quadro!

3

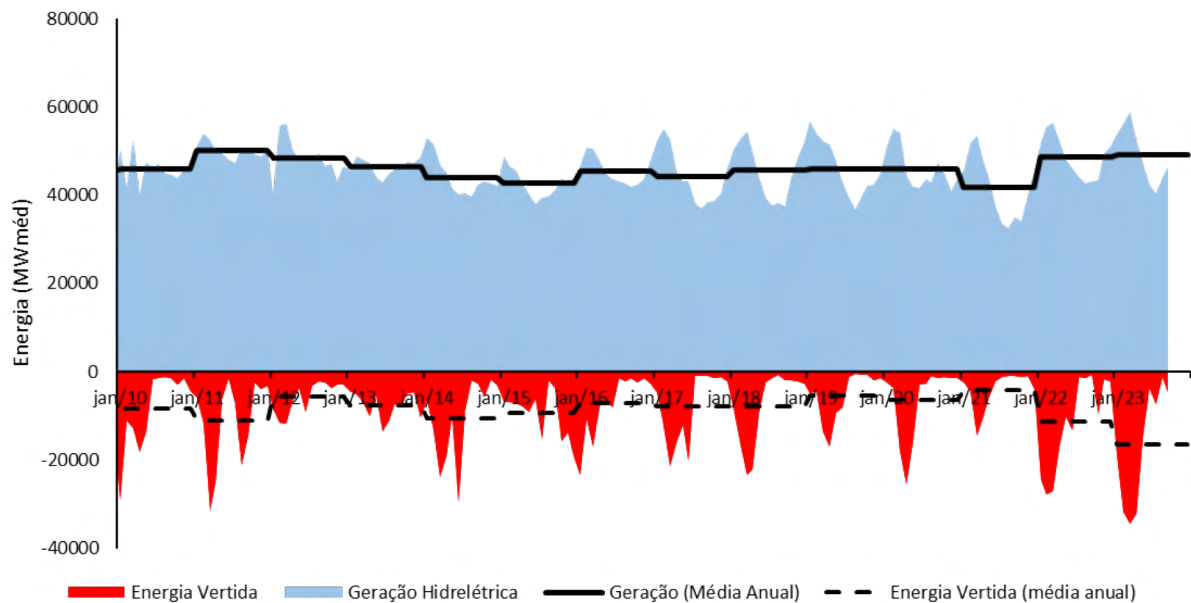
## Energia versus Potência – Uma questão de flexibilidade

Avenge os slides para acessar as informações do quadro!

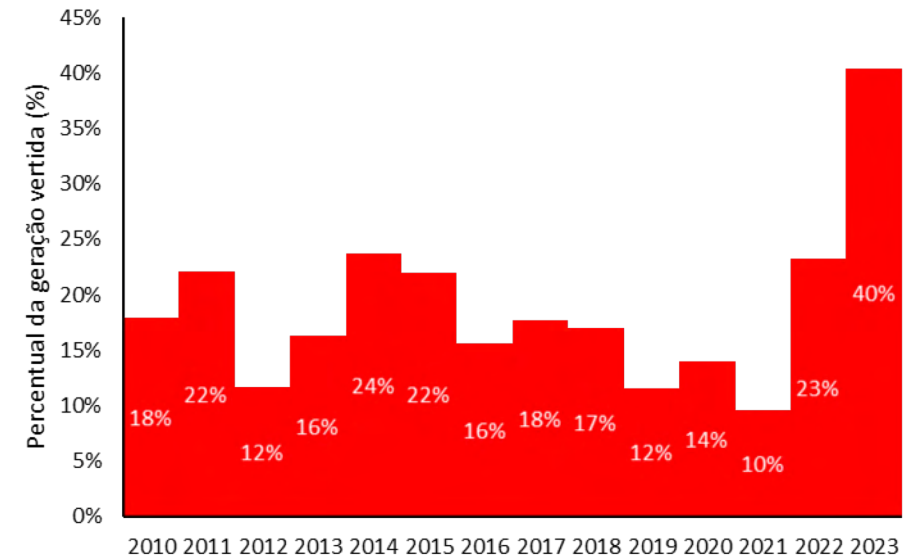
## 2 | Consequências da sobreoferta | Vertimentos em hidrelétricas (1 de 3)

Com o armazenamento dos reservatórios próximos aos seus limites máximos e a sobreoferta de energia no ano, aumentou-se a quantidade de energia vertida. A Energia Vertida corresponde à **vazão de água defluente das hidrelétricas que não foi turbinada em energia** (ou seja, uma “vazão de água que foi jogada fora” da perspectiva energética).

### Geração hidrelétrica e Energia Vertida



### Energia Vertida em percentual da Geração Hidrelétrica



Fonte: Histórico da Operação (ONS). Elaboração Própria.

Os vertimentos podem ocorrer por diversos motivos, entre os quais:

- quando há restrições na rede elétrica que limitam o escoamento de energia proveniente das hidrelétricas; ou
- quando os reservatórios estão cheios e a vazão afluente excede o montante turbinável.

**Assim, os vertimentos são divididos em duas categorias:**

1

### Vertimentos Turbináveis

Situação na qual a usina hidrelétrica possuía disponibilidade para produzir energia elétrica, mas houve o vertimento de água devido a alguma restrição conjuntural; e

2

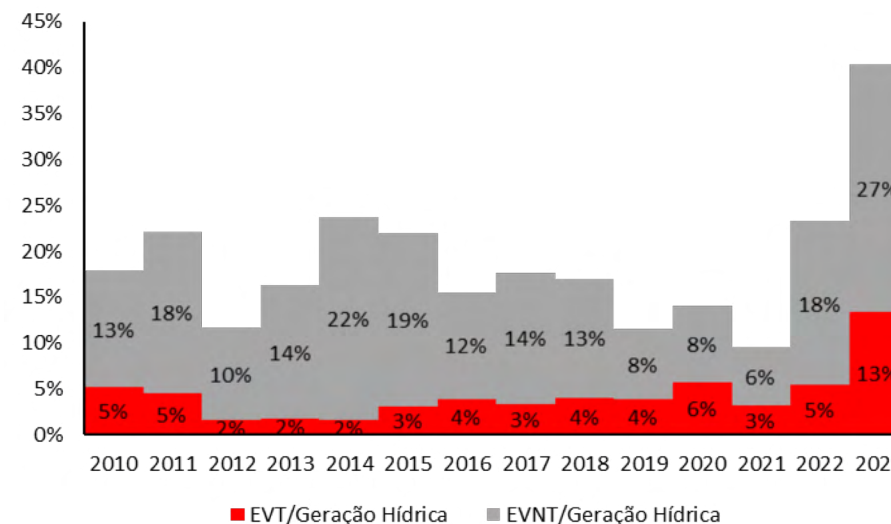
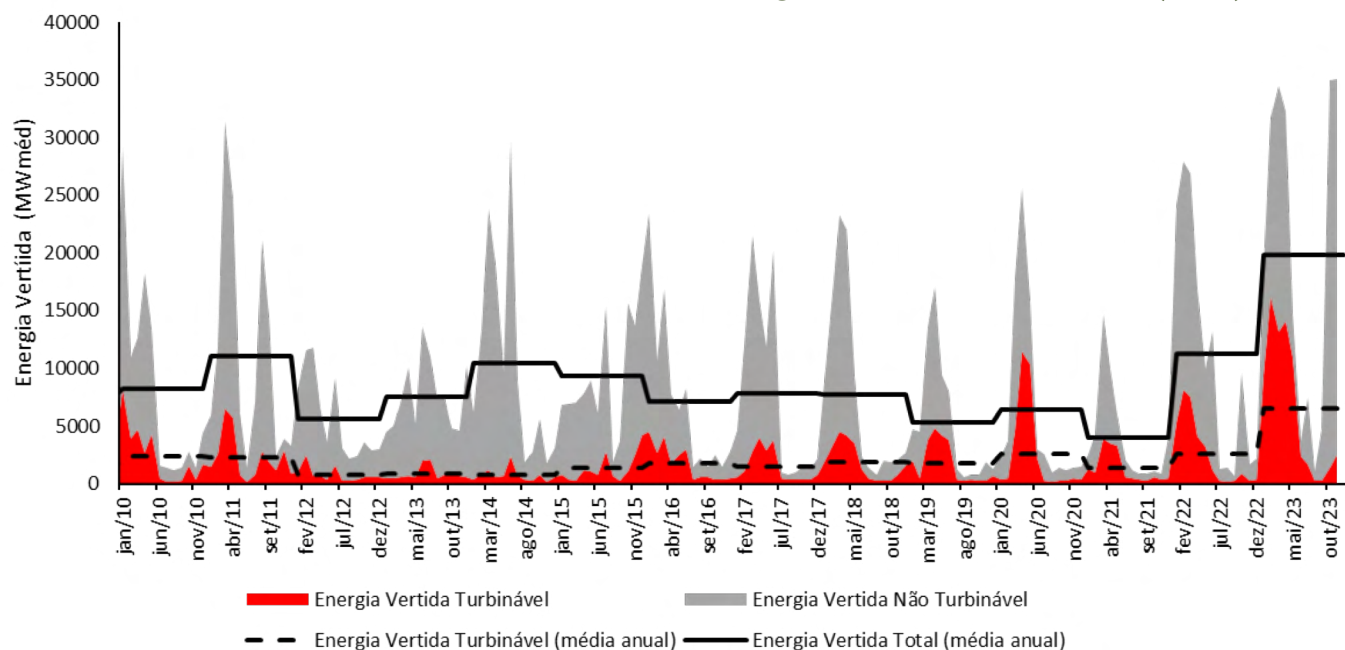
### Vertimentos Não Turbináveis

Situação na qual a usina hidrelétrica realizou vertimentos por não haver mais disponibilidade para produzir energia elétrica ou para armazenar a vazão afluente.



Computando-se os dados até dezembro de 2023, a Energia Vertida Turbinável média foi contabilizada em 6.5 GW. Ou seja, **cerca e 13% da geração hidrelétrica do SIN poderia ser atendida pela vazão de água que foi vertida e que tinha capacidade de ser turbinada.** Comparando-se em termos da carga do sistema, **cerca de 9% da carga do SIN poderia ser atendida pela vazão de água que foi vertida e que poderia ter sido turbinada.**

### Energia Vertida Turbinável (EVT) e não Turbinável (EVNT)



Fonte: Histórico da Operação (ONS). Elaboração Própria.



Os **excedentes de recurso também produziram impactos para as fontes solares fotovoltaica e eólicas** na forma de restrição de geração (*curtailment* ou *constrained-off*).

As situações de *constrained-off* destas fontes podem ser divididas em três categorias:

1

**Oriundas de Indisponibilidades Externas** do sistema de conexão (sistema de transmissão da rede básica ou de demais conexões na rede de distribuição);

2

**Devido ao atendimento de requisitos de confiabilidade elétrica (restrição elétrica)** por razão de confiabilidade do Sistema Interligado Nacional que não tenham origem em indisponibilidades externas; e

3

**Por Razão Energética**, que corresponde à impossibilidade de alocação da geração por falta de carga.

Os comandos de corte de geração são emitidos pelo ONS por meio de um aplicativo de comunicação em tempo real (**SINapse**). Os montantes de *curtailment* por restrição elétrica são calculados com base no fator de sensibilidade do fluxo de potência para cada agente por meio do modelo **SACI**, enquanto os cortes por razão energética são definidos

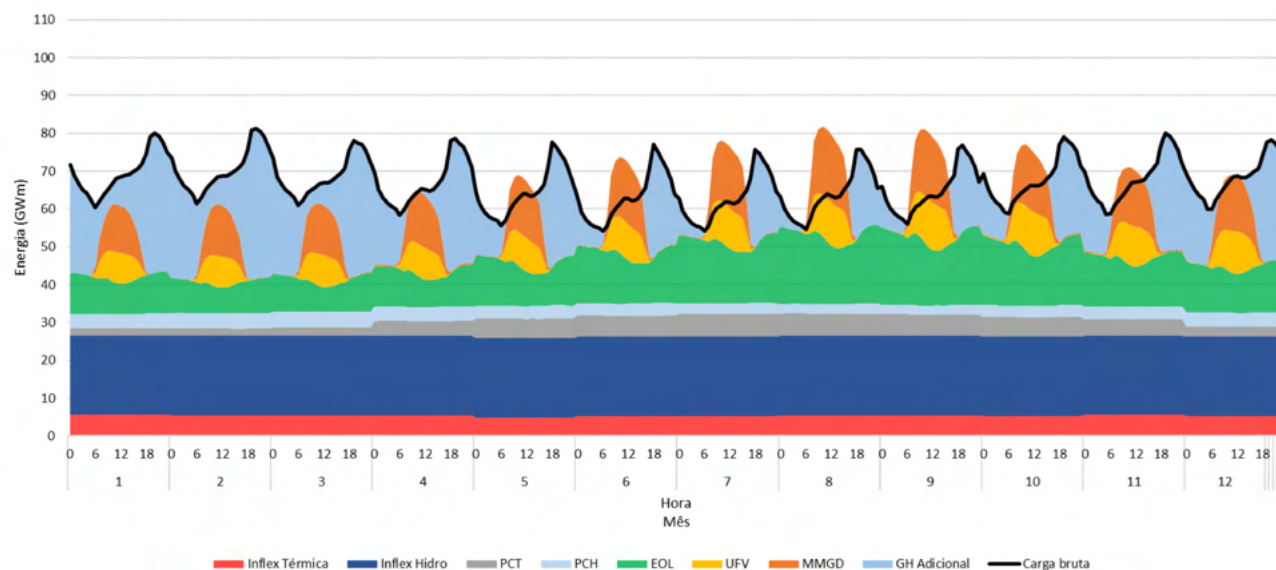
proporcionalmente para cada gerador pelo modelo **Gerdin**.

Estas **frustrações de geração geraram impactos financeiros negativos para as usinas**, e foram motivo de Consulta Pública da Aneel em 2022 (CP 22/2022 e CP 48/2022).

## 2 | Consequências da sobreoferta | Corte de geração em eólicas e solares fotovoltaicas (2 de 2)

Este problema foi avaliado por um estudo elaborado pela empresa Engie, que comparou a demanda prevista para o ano 2024 com o portfólio de geração. No portfólio de geração, foram empilhadas as fontes que não são controláveis: Pequenas Centrais Hídricas e Térmicas (PCH e PCT), eólicas e solares fotovoltaicas (EOL e UFV), geração distribuída (MMGD), a inflexibilidade de geração mínima térmica contratual (Inflex Térmica) e de geração hídrica para manutenção das restrições ambientais nos rios (Inflex Hidro).

### Demanda e geração previstas nos dias de domingo e feriados em 2024



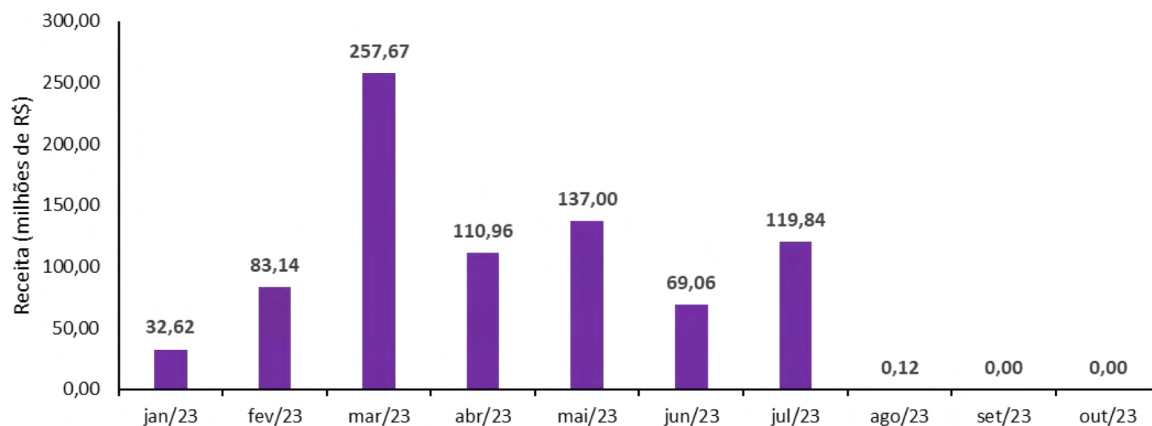
O estudo observou que já em maio de 2024 haverá excedente de geração não controlável inflexível nos domingos e feriados. Haverá, assim, **falta de demanda recorrente para a produção de energia demandará corte de carga por fontes inflexíveis.**

Visto que há comando regulatório para o corte de geração (*curtailment*) para fontes eólicas e solares, prevê-se que o corte seja predominante nestas fontes. O estudo prevê o corte de 3,1% da geração por estas fontes em 2024, podendo chegar a 6% em 2026, predominantemente por razão energética (i.e., falta de demanda por energia).

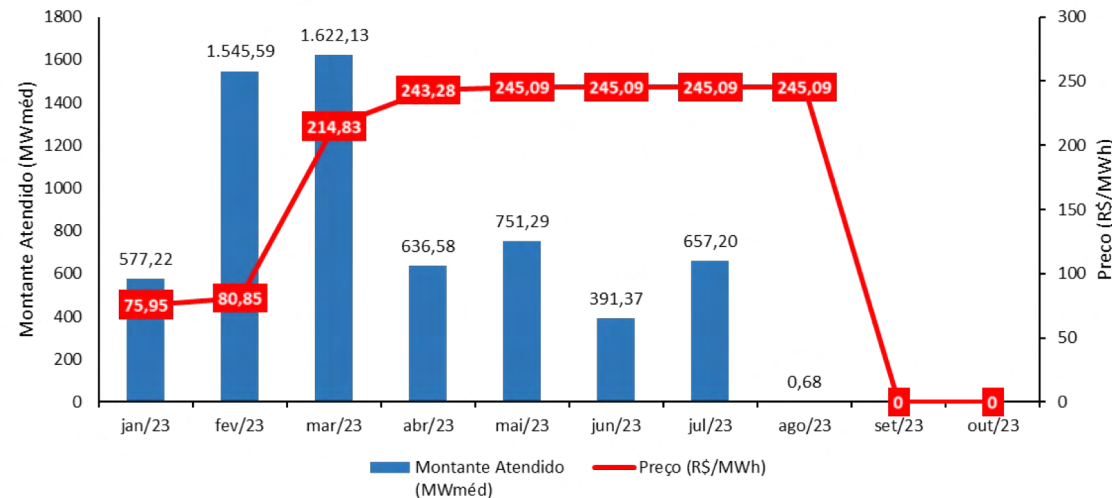
## 2 | Consequências da sobreoferta | Mecanismo de exportação da EVT (1 de 2)

A fim de viabilizar melhor aproveitamento energético, o **Ministério de Minas e Energia permitiu que hidrelétricas exportassem energia no montante equivalente ao que seria o vertimento turbinável na sua ausência** (Portaria Normativa MME 49/2022). Ou seja, foi implementado um processo competitivo periódico de venda de energia elétrica oriunda de vazão de água que seria “desperdiçada via vertimento”.

### Receita com exportações de EVT



### Preço e montantes de EVT

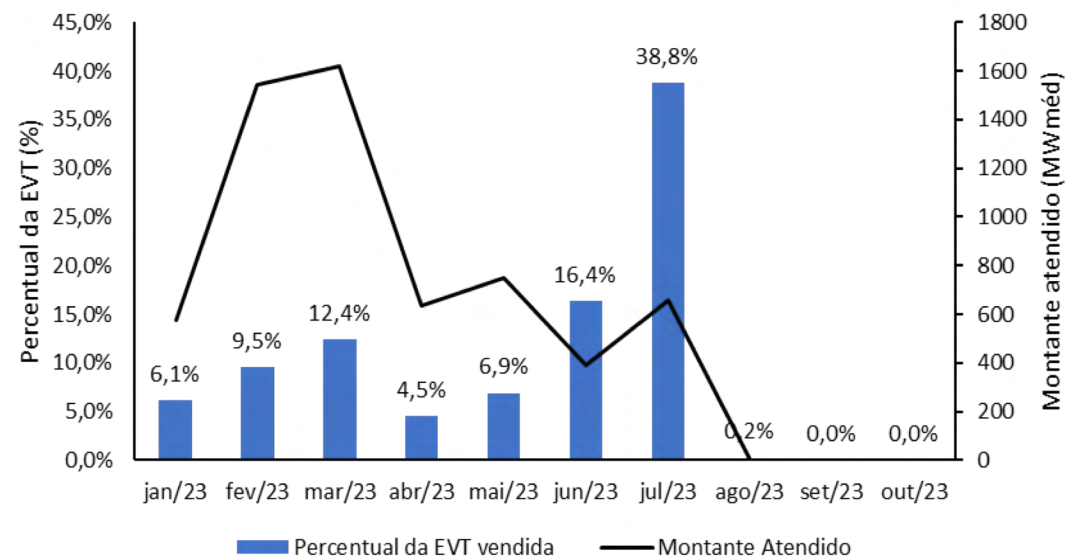
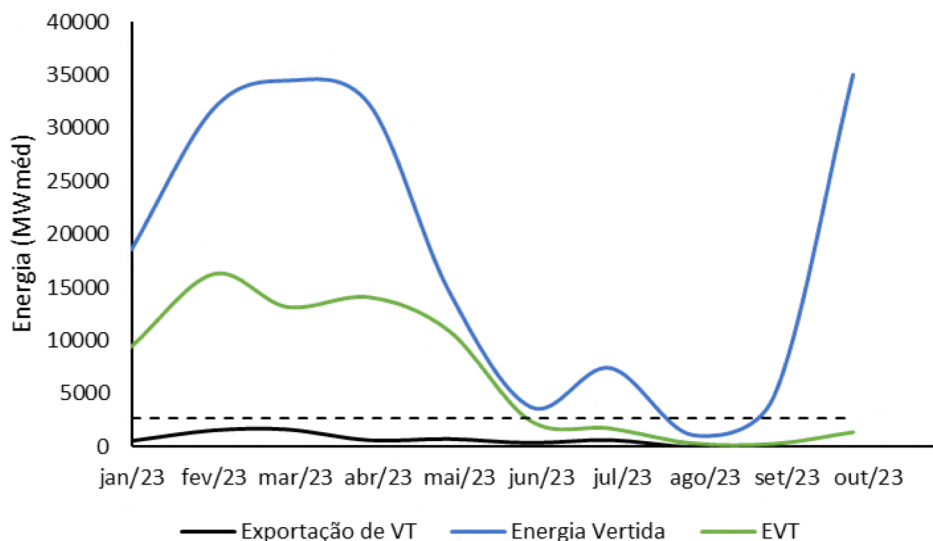


Fonte: Resultado da EVT – Janeiro a Outubro de 2023 (CCEE). Elaboração Própria.

Este procedimento resultou na exportação de cerca de 4,5 TWh de energia (ou 611 MWmédios) e em uma receita de R\$ 810 milhões de reais de janeiro a outubro de 2023.

Observa-se que a venda por exportação dos potenciais vertimentos turbináveis envolveu **apenas uma fração dos vertimentos turbináveis que realmente ocorreram** nas hidrelétricas. Houve apenas uma elevação em julho de 2023, onde 37% dos vertimentos turbináveis foram exportados por se tratar do fim do período úmido, onde há menos aflúências e, como consequência, menos vertimentos turbináveis (redução do denominador e manutenção do numerador). Ou seja, **ainda há grande potencial para exploração deste recurso no Brasil**.

### Vertimentos e Exportações



Fonte: Resultado da EVT – Janeiro a Outubro de 2023 (CCEE) e Histórico da Operação (ONS). Elaboração Própria.

Grande parte das hidrelétricas participam do chamado Mecanismo de Realocação de Energia (MRE), no qual as usinas compartilham a energia gerada entre si.

Uma variável utilizada para avaliar a capacidade de produção das hidrelétricas neste mecanismo é o chamado **Generation Scaling Factor** (GSF), ou ajuste da Garantia Física.

O GSF é calculado por meio da razão entre:

$$GSF = \frac{\text{Geração de Energia total}}{\text{Garantia Física Sazonalizada total}}$$

1

A quantidade total de energia produzida pelas usinas durante um determinado período; e

2

A soma das Garantias Físicas Sazonalizadas das usinas (que corresponde à alocação da Garantia Física que cada agente de geração hidrelétrica realiza para fins do seu balanço no MRE).

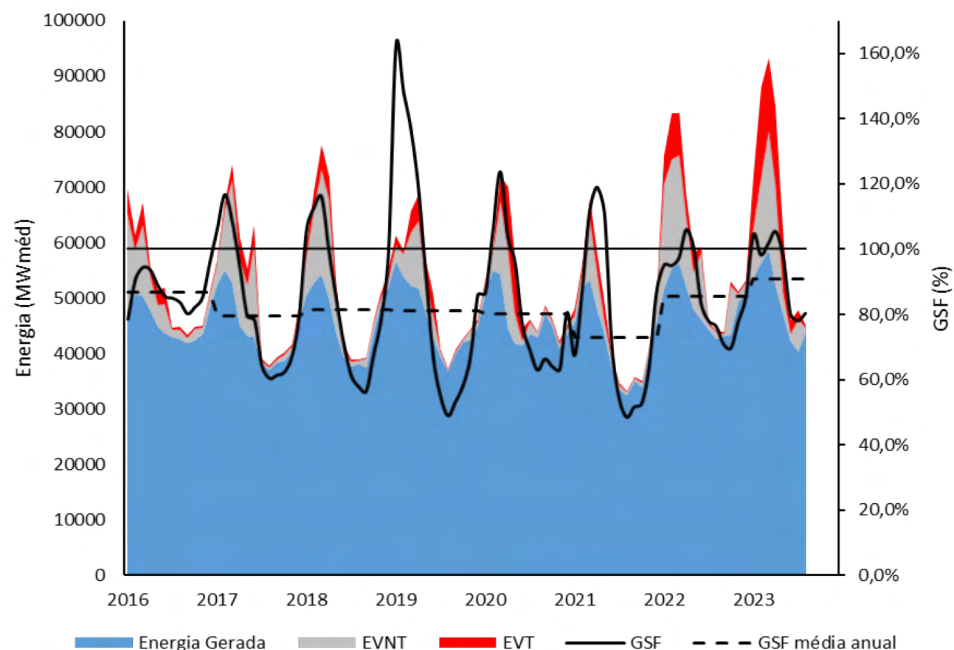
Portanto, quando GSF apresenta valor abaixo de '1' (ou 100%) as usinas estão deficitárias no MRE. Ou seja, as usinas produziram menos energia do que a soma das suas Garantias Físicas Sazonalizadas.

## 2 | Consequências da sobreoferta | Contratação e impactos sobre as hidrelétricas (2 de 4)

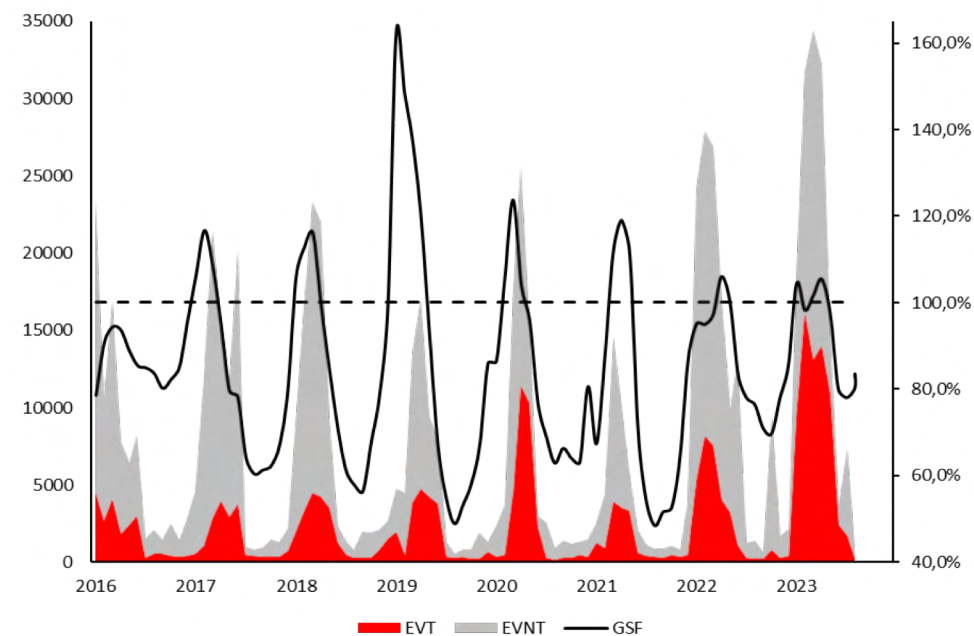
Apesar da condição atual de sobreoferta de energia, o GSF médio em 2022 e 2023 permaneceu abaixo de 1 (ou 100%).

Esta situação, conforme detalhado nas seções anteriores deste documento, somou-se à presença de vertimentos turbináveis e não turbináveis em todo o horizonte (sobreoferta e crise hídrica). Ou seja, as usinas tiveram vertimentos, mesmo estando deficitárias no MRE.

### Geração, vertimentos e GSF



### Vertimentos e GSF



Fonte: InfoMercado (CCEE) e Histórico da Operação (ONS). Elaboração Própria.



A fim de avaliar em mais detalhes os impactos do GSF permanentemente inferior a 100% no período, montou-se um primeiro estudo de caso (**Caso 1**) para medir a produção das usinas no GSF utilizando como base a Garantia Física Flat (constante no ano). Ou seja:

### Caso 1

O **Caso 1** permite uma avaliação desatrelada da sazonalização da **Garantia Física feita pelos agentes** (cada um com suas próprias estratégias comerciais). Compara-se, assim, o quanto as usinas produziram de energia em relação à Garantia Física estabelecida pela EPE. Ou seja, estabelece-se uma mensuração do quanto a usina é deficitária ou superavitária com base na sua produção esperada no longo prazo.

$$GSF = Caso_1 = \frac{\text{Geração de Energia}}{\text{Garantia Física Flat}}$$

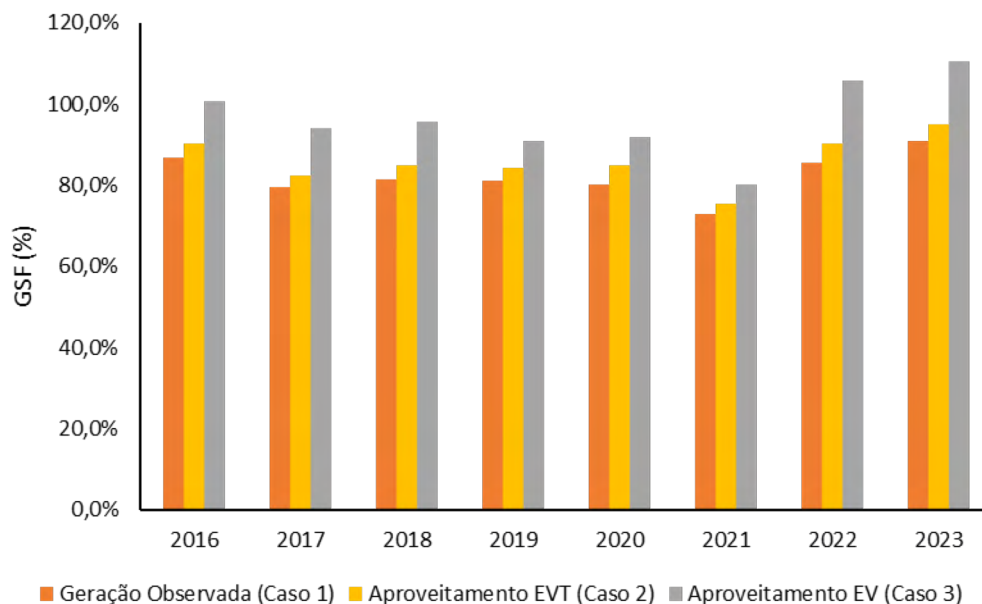
### Caso 2 e Caso 3

Já os **Casos 2 e 3 incluíram** no numerador a energia vertida turbinável (EVT) e vertida total (EV), de forma que **este novo GSF tomaria como hipótese que a hidrelétrica não teria vertido as parcelas de EVT e EV**, respectivamente.

$$GSF = Caso_2 = \frac{\text{Geração de Energia} + \text{EVT}}{\text{Garantia Física Flat}}$$

$$GSF = Caso_3 = \frac{\text{Geração de Energia} + \text{EV}}{\text{Garantia Física Flat}}$$

### Resultados dos casos analisados



Fonte: InfoMercado (CCEE) e Histórico da Operação (ONS). Elaboração Própria.

- O Caso 1 apresentou GSF constantemente abaixo de 100%, denotando que **há uma divergência estrutural que impossibilita que o MRE atenda à sua Garantia Física**, resultando em possíveis exposições no MCP mesmo nos casos com maior hidrologia (2022 e 2023).

- Mesmo considerando um aproveitamento dos vertimentos ocorridos nos casos alternativos, haveria a ocorrência do GSF superior a 100% apenas para o Caso 3 em 2022 e 2023.

**Ou seja, mesmo que as usinas nunca vertessem, o quadro de exposição no MCP não seria revertido em grande parte dos anos estudados.**

1

## Panorama recente do atendimento energético

- ▶ Houve total recuperação dos reservatórios nos últimos dois anos;
- ▶ Os Custos Marginais de Operação semanais foram nulos durante todo o ano de 2023; e
- ▶ Identificou-se uma sobreoferta de energia durante o ano.

2

## Sobreoferta de energia e suas consequências no ano

- ▶ Foram observados aumentos nos vertimentos das hidrelétricas (turbináveis e não turbináveis) que justificaram a criação de um mecanismo extraordinário de exportação de energia que seria vertida turbinável;
- ▶ Mesmo com o mecanismo, ainda foram observados vertimentos turbináveis substanciais; e
- ▶ Também houve restrições de geração para solares e eólicas que poderão ser expressivos em 2024.

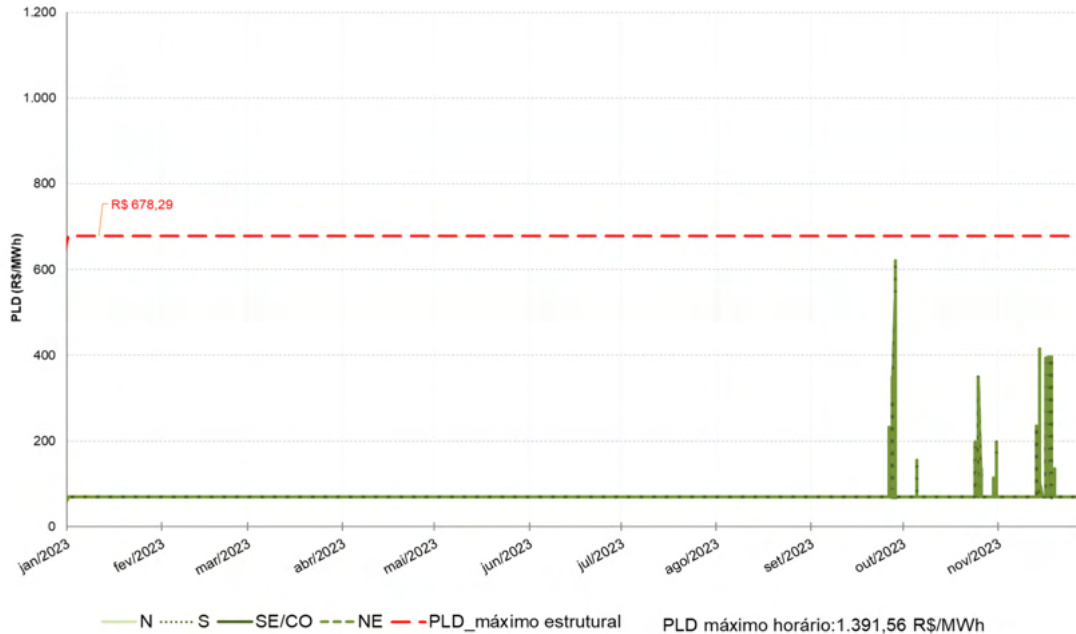
3

## Energia versus Potência – Uma questão de flexibilidade

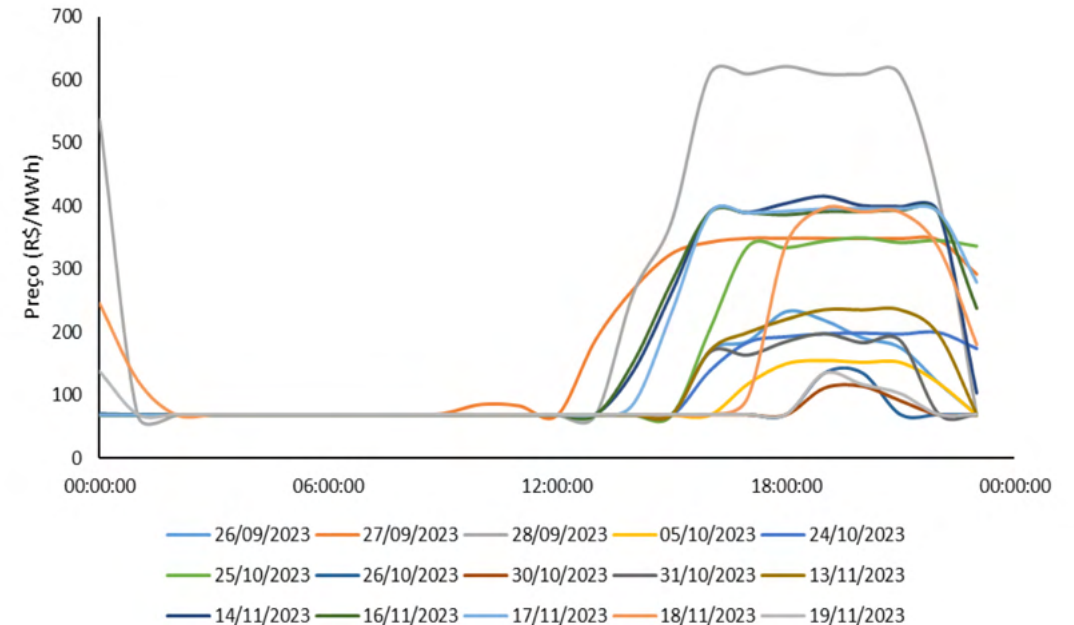
Avenge os slides para acessar as informações do quadro!

Com a sobreoferta de energia e de Garantia Física no sistema, observou-se que o **Custo Marginal de Operação médio semanal durante todo o ano de 2023 foi nulo**. Apesar disso, foram observados picos nos Preços de Liquidação de Diferenças (PLD) em base horária.

#### Histórico de PLD horário

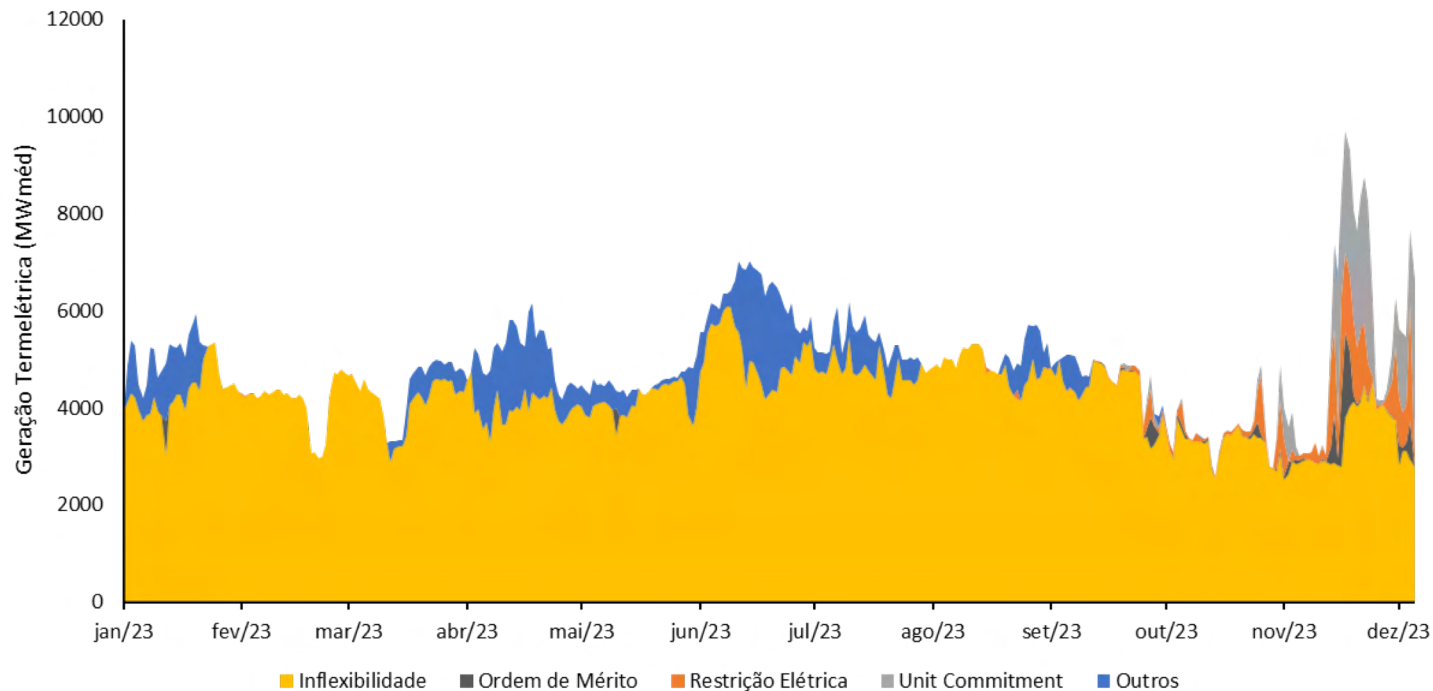


#### Dias com picos do PLD em 2023



Fonte: Painel de preços (CCEE). Elaboração Própria.

#### Histórico de geração termelétrica



Fonte: Painel de preços (CCEE). Elaboração Própria.

! Avaliando-se o histórico de geração termelétrica no sistema, os picos de preços coincidem com o aumento da necessidade de geração para suprir as condições de “unit commitment” e “restrições elétricas”.

A geração de “unit commitment” advém da necessidade de produção para atender às restrições das máquinas de termelétricas necessárias para a tomada de carga e redução de carga. Estas restrições são:

- Geração mínima;
- Tempo mínimo de permanência ligada;
- Tempo mínimo de permanência desligada;
- Tempo necessário para o sincronismo quando desligada;
- Rampa de acionamento e redução;
- Número máximo de variações da geração entre o máximo e mínimo; e
- Trajetória de elevação e redução de carga.

O custo desta geração termelétrica para atendimento da demanda do sistema em 2023 foi dividido em:

1

**Inflexibilidade**, ou requisito de geração mínima contratual das usinas, que correspondeu a um custo total de R\$ 5,2 bilhões até outubro de 2023 (97,4% do total);

2

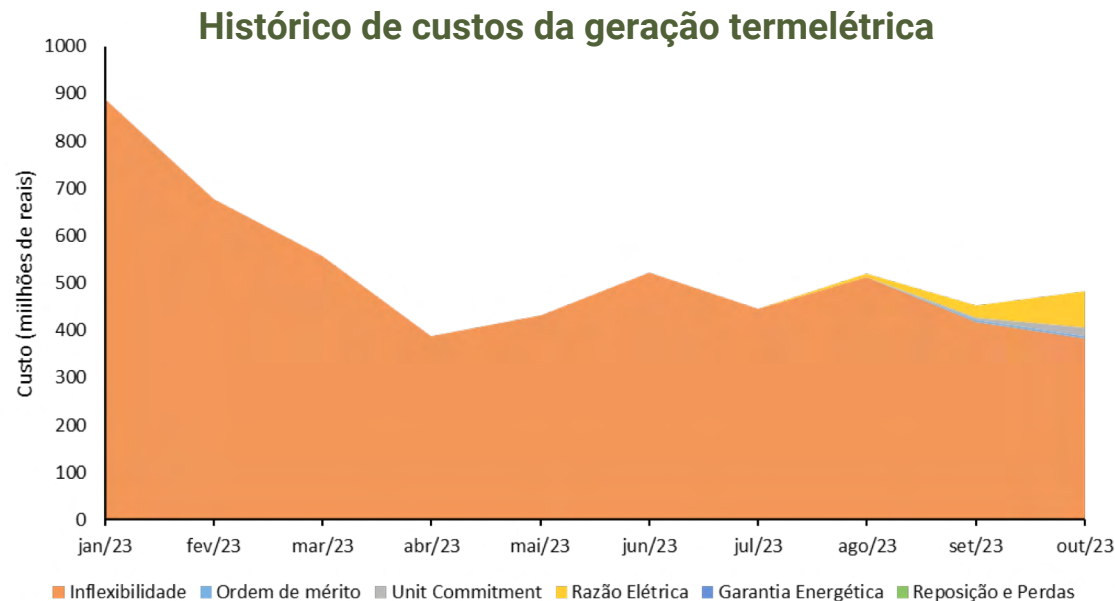
**Razão Elétrica**, ou resultante de restrição elétrica para a usina ficar ligada ou desligada (*constrained-on* ou *constrained-off*), que correspondeu a R\$ 108 milhões (2,0% do total);

3

**Unit Commitment**, ou geração para atendimento das restrições das máquinas das usinas, que correspondeu a R\$ 22,5 milhões (0,4% do total); e

4

**Ordem de mérito**, ou geração prevista pelo ONS para despacho ótimo de energia, que correspondeu a R\$ 11,7 milhões (0,2% do total).



Fonte: Boletim Mensal de Custos da Operação e Valoração da Segurança da Operação (ONS). Elaboração Própria.

Ou seja, a maior parte dos custos das termelétricas foi resultante da necessidade de geração para atendimento do volume mínimo contratual das usinas, com uma parcela muito pequena advinda de ordem de mérito ou complementação para atendimento energético ótimo do sistema. Este é mais um indicador da condição de sobreoferta de energia.

### 3 | Energia versus Potência | Necessidade de flexibilidade e Leilões de Capacidade na forma de potência (1 de 2)



Observa-se que, **mesmo com excedentes de energia no sistema...**

... em hidrelétricas: na forma de vertimentos turbináveis e não turbináveis; e

... em termelétricas: pela predominância do custo de inflexibilidade e ausência de despacho por ordem de mérito...

... **ocorrem custos pela necessidade do atendimento da variação de carga no sistema**, especificamente na forma de geração termelétrica por restrições elétricas e *unit commitment*.

Ou seja, há uma clara distinção entre:

1. A capacidade do sistema para **fornecer energia**, ou atender a um consumo médio no futuro; e
2. A capacidade do sistema para **fornecer flexibilidade**, ou ser capaz de prover potência variável para atender a aumentos e reduções da carga ao longo do dia.

Observa-se que esta necessidade de “flexibilidade” (ou “capacidade de potência”) já era identificada nos estudos da EPE (Empresa de Pesquisa Energética) em 2017, na avaliação do Plano Decenal da Expansão de Energia 2026 (PDE 2026). A atualização destes estudos (em específico no PDE 2030) **motivou a criação de um mecanismo específico de contratação de “Reserva de Capacidade na forma de Potência”** em 2021 para prover estes serviços a partir de 2026.

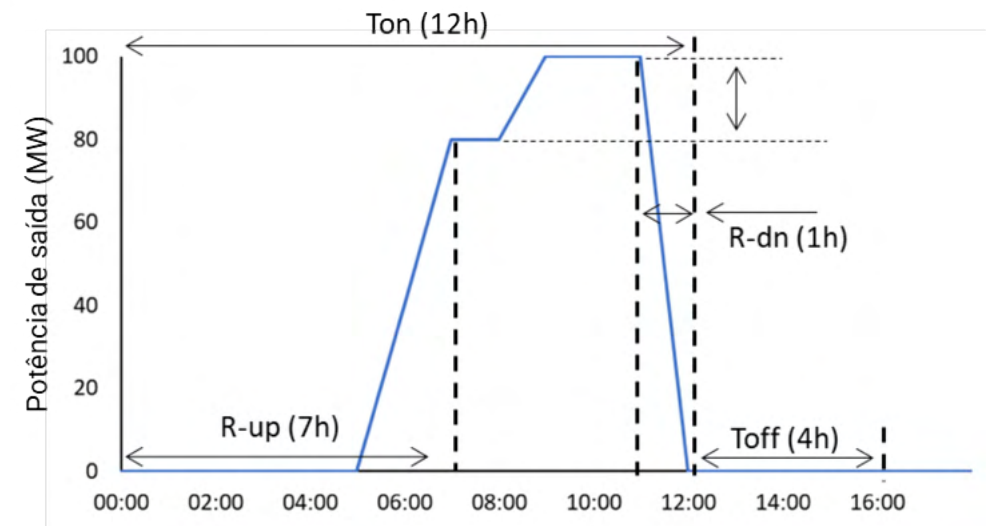


### 3 | Energia versus Potência | Necessidade de flexibilidade e Leilões de Capacidade na forma de potência (2 de 2)

Diferentemente dos tradicionais leilões de Energia Nova, o **Leilão de Reserva de Capacidade na forma de Potência inseriu novos requisitos para o atendimento de necessidade de flexibilidade do sistema**. Definiu-se que os empreendimentos “deverão apresentar características de flexibilidade operacional que permitam atender à totalidade dos despachos estabelecidos na programação diária estabelecida pelo ONS para o dia programado, sem prejuízo para o atendimento do dia seguinte” (Portaria nº 20/GM/MME de 2021). De forma concreta, foram **delimitados requisitos de unit commitment para a elegibilidade das usinas** ao leilão para **umentar a flexibilidade** das usinas participantes do certame:

- (i) **Ton** (tempo mínimo de permanência na condição ligado)  $\leq 12$  horas, tempo que inclui o tempo necessário para as rampas de acionamento e desligamento das unidades geradoras;
- (ii) **Toff** (tempo mínimo de permanência na condição desligado)  $\leq 4$  horas;
- (iii) **R-up** (tempo total de rampa de acionamento)  $\leq 7$  horas;
- (iv) **R-dn** (tempo total de rampa de desligamento)  $\leq 1$  hora; e
- (v) **Gmin/Gmax** (Geração mínima das unidades geradoras / Geração máxima das unidades geradoras)  $\leq 80\%$ .

**Diagrama ilustrativo das restrições de unit commitment**



Fonte: Contrato de Potência de Reserva de Capacidade do leilão (Aneel). Elaboração Própria.

Atualmente há a contratação de usinas em dois ambientes:

1

**Contratos no Ambiente de Comercialização Livre (ACL):** realizados bilateralmente pelos agentes do ACL, e permitem a contratação de Garantia Física para atendimento da demanda (atendimento de lastro de energia);

2

**Contratos no Ambiente de Comercialização Regulada (ACR):** realizados por meio de leilões organizados pelo poder público (Aneel, MME, EPE e CCEE) a partir da declaração de demanda futura feita pelas distribuidoras para atendimento dos consumidores regulados. Os leilões no ACR podem ser:


- **Leilões de Energia Nova:** para a contratação de Garantia Física de empreendimentos de geração a serem construídos a fim de atender à demanda crescente das distribuidoras;
- **Leilões de Energia Existente:** para a recontração de Garantia Física de empreendimentos existentes; e
- **Leilões de Reserva de Capacidade na Forma de Potência:** para a contratação de potência de empreendimentos novos visando ao atendimento dos requisitos de flexibilidade do sistema.



**Os Leilões de Reserva de Capacidade na Forma de Potência são realizados pelo poder público e são custeados por todos consumidores (incluindo geradores autoprodutores).** Isso porque os requisitos de capacidade do sistema elétrico são necessários para o funcionamento do sistema que será utilizado por todos os seus usuários (sem distinção do ambiente de contratação). Portanto:

- a definição da necessidade e montante contratado de flexibilidade é feita pelo poder público (MME e EPE);
- mas os custos são rateados por todos os agentes, sem que estes possam gerenciar suas necessidades de flexibilidade.

Como permitir que cada agente realize a sua contratação de energia (Garantia Física) e flexibilidade (potência) de acordo com suas necessidades?



Em dezembro de 2022, o Ministério de Minas e Energia realizou a abertura da Consulta Pública 146/2022 sobre a separação de Lastro e Energia. O mecanismo criará os chamados **“Lastro de Produção”** para garantir que o atendimento da contratação de Energia (valores médios) e o **“Lastro de Capacidade”** para permitir que os agentes contratem flexibilidade suficiente para atender à sua demanda de ponta (valores instantâneos).

A contratação dos lastros será de responsabilidade de cada agente, sendo constantemente apurada a suficiência de lastro ao final de cada período de contabilização com base nos valores medidos. Caso haja insuficiência de lastro, é imputada uma penalidade ao agente. A audiência pública também discute a necessidade de o poder público definir estes lastros, propondo que estes sejam inicialmente **realizados em caráter precário**, provendo apenas um balizador para os geradores novos durante a contratação sem prover direitos reais sobre o valor (**de forma que o lastro real seja ofertado pelo próprio gerador**).

A Consulta Pública também discutiu o chamado **“Mecanismo de Cobertura de Exposições”** para mitigar os efeitos aos agentes que não conseguem atender a seus compromisso de lastro. O mecanismo proporciona uma estrutura de incentivos para os agentes envolvidos (premiando ou punindo com base na sua entrega efetiva), **permitindo que estes internalizem os riscos envolvidos, induzindo os agentes a serem mais parcimoniosos na oferta de lastro.**

### 3 | Energia versus Potência | Uma discussão sobre Lastro e Energia (2 de 2)

Como permitir que cada agente realize a sua contratação de energia (Garantia Física) e flexibilidade (potência) de acordo com suas necessidades?

Identifica-se, assim, que atualmente nos encontramos em um ambiente de transição, onde:

	<b>Modelo Atual (passado)</b> <i>Mercado de Energia</i>	<b>Solução Transitória (atual)</b> <i>Mercado de Energia com contratação de Reserva de Capacidade</i>	<b>Modelo Proposto (futuro)</b> <i>Contratação de Lastro e Energia</i>
<b>Energia</b>	Contratos de energia baseados na <b>Garantia Física</b> Garantia Física é estabelecida pela EPE/MME , com direitos sobre os valores	Contratos de energia baseados na <b>Garantia Física</b> Garantia Física é estabelecida pela EPE/MME , com direitos sobre os valores	Contratos de energia baseados no <b>Lastro de Produção</b> Lastro de Produção é estabelecido em <b>caráter precário</b>
<b>Potência</b>	Associada ao contrato de energia	Criação dos <b>Contratos de Reserva de Capacidade</b>	Contratos de potência baseados no <b>Lastro de Capacidade</b> Lastro de Capacidade é estabelecido em <b>caráter precário</b>
<b>Conciliação de Diferenças</b>	Para <b>energia</b> (Mercado de Curto Prazo)	Para <b>energia</b> (Mercado de Curto Prazo)	Para <b>energia</b> (MCP) Para <b>Lastro de Produção e Capacidade</b> (Mecanismo de Cobertura de Exposições)

1

## Panorama recente do atendimento energético

- ▶ Houve total recuperação dos reservatórios nos últimos dois anos;
- ▶ Os Custos Marginais de Operação semanais foram nulos durante todo o ano de 2023; e
- ▶ Identificou-se uma sobreoferta de energia durante o ano.

2

## Sobreoferta de energia e suas consequências no ano

- ▶ Foram observados aumentos nos vertimentos das hidrelétricas (turbináveis e não turbináveis) que justificaram a criação de um mecanismo extraordinário de exportação de energia que seria vertida turbinável;
- ▶ Mesmo com o mecanismo, ainda foram observados vertimentos turbináveis substanciais; e
- ▶ Também houve restrições de geração para solares e eólicas que poderão ser expressivos em 2024.

3

## Energia versus Potência – Uma questão de flexibilidade

- ▶ Apesar dos preços nulos semanais em todo o ano de 2023, foram observadas elevações de preços de energia em determinados horários, o que demonstra que, apesar da folga energética, há certa dificuldade para o atendimento da carga em determinados períodos;
- ▶ Esta dificuldade no atendimento da flexibilidade já foi identificada no PDE 2026, o que levou as autoridades a realizarem o Leilão de Reserva de Capacidade na Forma de Potência em 2021 para contratação de usinas capazes de agregar potência e flexibilidade ao sistema; e
- ▶ Esta é uma solução transitória que se pretende resolver de forma definitiva com a adoção dos Leilões de contratação de Lastro e Energia.



O Instituto Acende Brasil é um Centro de Estudos que visa a aumentar o grau de Transparência e Sustentabilidade do Setor Elétrico Brasileiro. Para atingir este objetivo adotamos a abordagem de Observatório do Setor Elétrico e estudamos as seguintes dimensões:



**GOVERNANÇA  
CORPORATIVA**



**IMPOSTOS E  
ENCARGOS**



**OFERTA DE  
ENERGIA**



**MEIO AMBIENTE  
E SOCIEDADE**



**AGÊNCIAS  
REGULADORAS**



**LEILÕES**



**RENTABILIDADE**



**TARIFA E  
REGULAÇÃO**