

# Workshop da CPAMP

Ciclo 2022/2023

Coordenação de Trabalhos Técnicos: 

04/04/2023

CPAMP - Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico

Equipe Técnica

**Membros:**

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

 **ANEEL**  
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

 **ONS**

 **epe**

**Assessoria Técnica:**

 **Cepel**

# Agenda

1. Cronograma
2. Validação nas FTs com os Agentes
3. Apresentação das metodologias (CEPEL)
4. Fontes Intermitentes
5. NEWAVE Híbrido
6. Premissas para avaliação da aversão ao risco do CVaR
7. Dúvidas, Contribuições e Comentários

# Agenda

1. **Cronograma**
2. Validação nas FTs com os Agentes
3. Apresentação das metodologias (CEPEL)
4. Fontes Intermitentes
5. NEWAVE Híbrido
6. Premissas para avaliação da aversão ao risco do CVaR
7. Dúvidas, Contribuições e Comentários

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Cronograma



## Cronograma



- Avaliação da aversão ao risco do CVaR
  - Execuções prospectivas (diversidade hidrológica – dez/2023 a dez/2024)
  - Execuções backtest (jan/2020 a dez/2022)
  - Avaliação de impactos
  - Relatório final

# Agenda

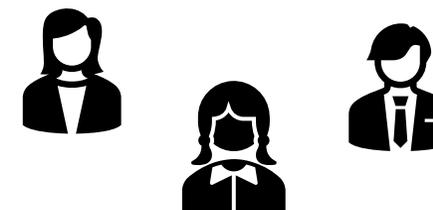
1. Cronograma
- 2. Validação nas FTs com os Agentes**
3. Apresentação das metodologias (CEPEL)
4. Validação com os Agentes
5. Fontes Intermitentes
6. NEWAVE Híbrido
7. Premissas para avaliação da aversão ao risco do CVaR
8. Dúvidas, Contribuições e Comentários

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Validação com os Agentes (FTs)

## Status das atividades

Validações com os Agentes iniciadas em **20/09/2022**

- ✓ **FT - NEWAVE** (previsão de finalização até o final da primeira quinzena de abril)
  - 7 reuniões realizadas e testes finais com validação via e-mail (conforme combinado na reunião 20.12.22);
  - Em validação para a CPAMP **versão 28.12** com correção na funcionalidade ir direto para a simulação final e simulação final individualizada (não afetam os estudos da CPAMP realizados em versões anteriores).
- ✓ **FT - DECOMP** (finalizada em **28/02/2023**)
  - 4 reuniões realizadas
  - Validada a versão **31.16** do DECOMP para estudos da CPAMP
- ✓ **FT - GEVAZP** (finalizada em **27/01/2023**)
  - 4 reuniões realizadas
  - Validada a versão **9.1.6** do GEVAZP para estudos da CPAMP



# Agenda

1. Cronograma
2. Validação nas FTs com os Agentes
3. **Apresentação das metodologias (CEPEL)**
4. Fontes Intermitentes
5. NEWAVE Híbrido
6. Premissas para avaliação da aversão ao risco do CVaR
7. Dúvidas, Contribuições e Comentários

# Apresentação CEPEL

# Agenda

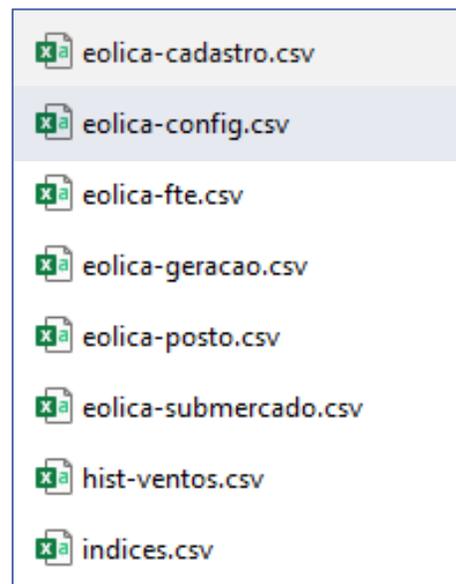
1. Cronograma
2. Validação nas FTs com os Agentes
3. Apresentação das metodologias (CEPEL)
- 4. Fontes Intermitentes**
5. NEWAVE Híbrido
6. Premissas para avaliação da aversão ao risco do CVaR
7. Dúvidas, Contribuições e Comentários

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Fontes Intermitentes

**Motivação:** Com a expansão da geração eólica na matriz energética brasileira é desejado que se tenha um modelo de geração de cenários que permita uma melhor representação da incerteza dessa fonte de geração.

**Implementações:** representação a incerteza da fonte eólica nos modelos de médio e curto prazo, melhorando a representação da FCF e com a possibilidade de melhorar a acurácia da previsão da fonte eólica nos modelos com relação à metodologia atual da REN 1032/2022.

## Arquivos de entrada



```
eolica-cadastro.csv x
0 1.0 2.0 3.0 4.0 T
1 PEE-CAD;1;cluster_NE_1
2 PEE-CAD;2;cluster_S_1
3 PEE-POT-INST-PER;1;2023/12;2023/12;26262.880
4 PEE-POT-INST-PER;1;2024/01;2024/01;26802.180
5 PEE-POT-INST-PER;1;2024/02;2024/02;26927.380
6 PEE-POT-INST-PER;1;2024/03;2024/03;27162.480
7 PEE-POT-INST-PER;1;2024/04;2024/04;27207.280
8 PEE-POT-INST-PER;1;2024/05;2024/05;27240.280
9 PEE-POT-INST-PER;1;2024/06;2024/06;27494.680
10 PEE-POT-INST-PER;1;2024/07;2024/07;28160.595
11 PEE-POT-INST-PER;1;2024/08;2024/08;28512.795
```

Declarados os números de PEEs: 1 Nordeste e 1 Sul

Declaração da potência instalada mensal.

```
eolica-config.csv x
0 1.0 2.0 3.0
1 PEE-CONFIG-PER;1;2023/12;2032/12;fixo
2 PEE-CONFIG-PER;2;2023/12;2032/12;fixo
```

Fixo: sem constrained off de eólica

- Alocação de PEE por submercado;
- Função de transferência;
- Profundidades por patamar;
- Histórico de ventos.

## Arquivos ajustados - NEWAVE



SISTEMA.DAT



PATAMAR.DAT



DGER.DAT

Remover as informações de eólica referentes aos submercados Sul e Nordeste

```
dger.dat x
0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0
86 GERACAO EOLICA 2 0 (=0 NAO CONSIDERA, =1 CONSIDERA, COM AJUSTE DOS
87 COMP. COR. CRUZ. 0 (=0 CORR. SOMENTE AFL.; =1 CORR.AFL. E VENTOS; =2 NAO
88 REST. TURBINAMENTO 1 (=0 NAO CONSIDERA, =1 CONSIDERA REST. DE TURB. MAXIM
89 REST. DEFL. MAXIMA 1 (=0 NAO CONSIDERA, =1 CONSIDERA)
90 BASE PLS BACKWARD 1 (=0 CALCULA, 1 = USA DA FORWARD ANTERIOR)
91 ESTADOS GER. CORTES 0001 (=0 IMPRIME cortese.dat, =1 NAO IMPRIME cortese.dat)
```

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Fontes Intermitentes – Status das atividades

## ✓ Avaliação do número de PEEs:

- 1 PEE no NE e 1 PEE no Sul;
- REN 1.032/2022 no SE/CO e Norte\*;
- Periodicidade de classificação dos PEEs e ajuste das FTMs: (Proposta) PMO de maio.

Deliberado na Reunião Plenária de dezembro/2022

\* Quando a capacidade eólica instalada desses submercados atingir valor de 10% da demanda do respectivo submercado, será criado um PEE.

## ✓ Análises alterando o histórico de vento.

## ✓ Análises alterando a tendência hidrológica.

## ✓ Avaliação dos cortes da geração eólica.

## ✓ Testes de sanidade:

- Avaliação dos fatores de compensação do processo de agregação dos ruídos para backward e forward;
- Avaliação das alterações da ordem do PAR(p)-A;
- Aferição dos parâmetros da distribuição dos ventos.

## ✓ Análise de execuções pontuais

✓ CCEE: ago/2021 e mar/2022

✓ ONS: nov/2020 e fev/2021

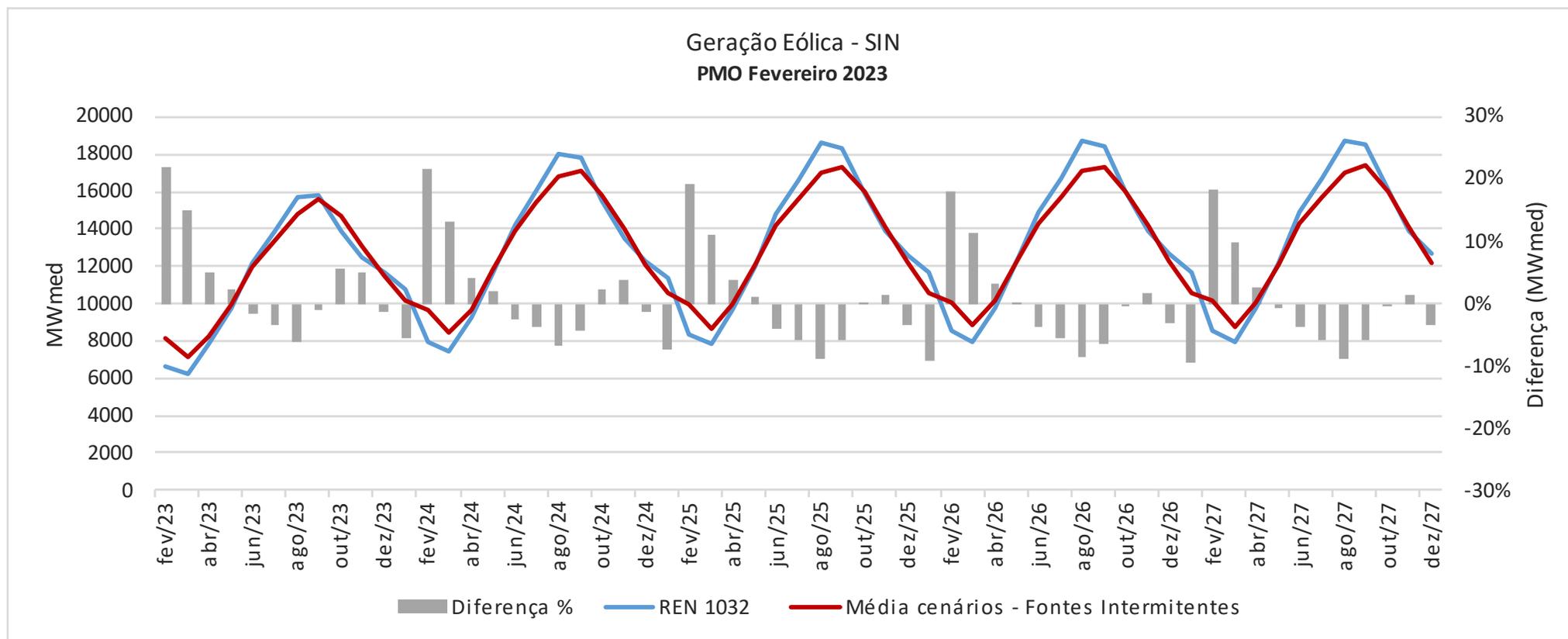
✓ Backtest individual: jan/2020 a jul/2022

Deliberado na Reunião Plenária de dezembro/2022

Não será utilizada a funcionalidade de *constrained-off* eólico no NEWAVE



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise PMO Fevereiro 2023 - Recurso Eólico

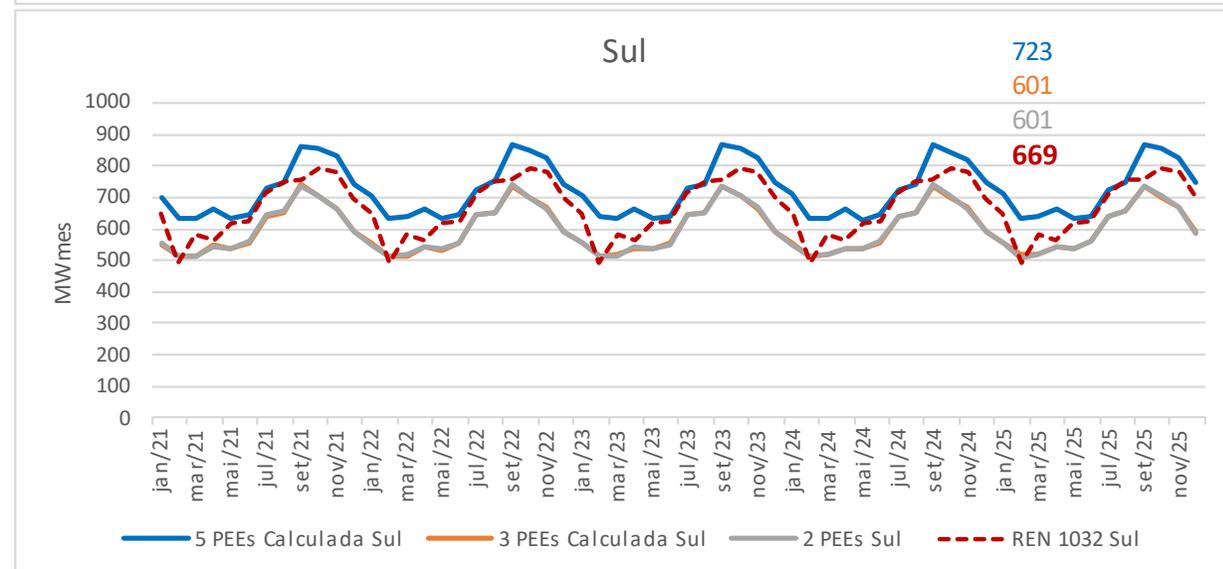
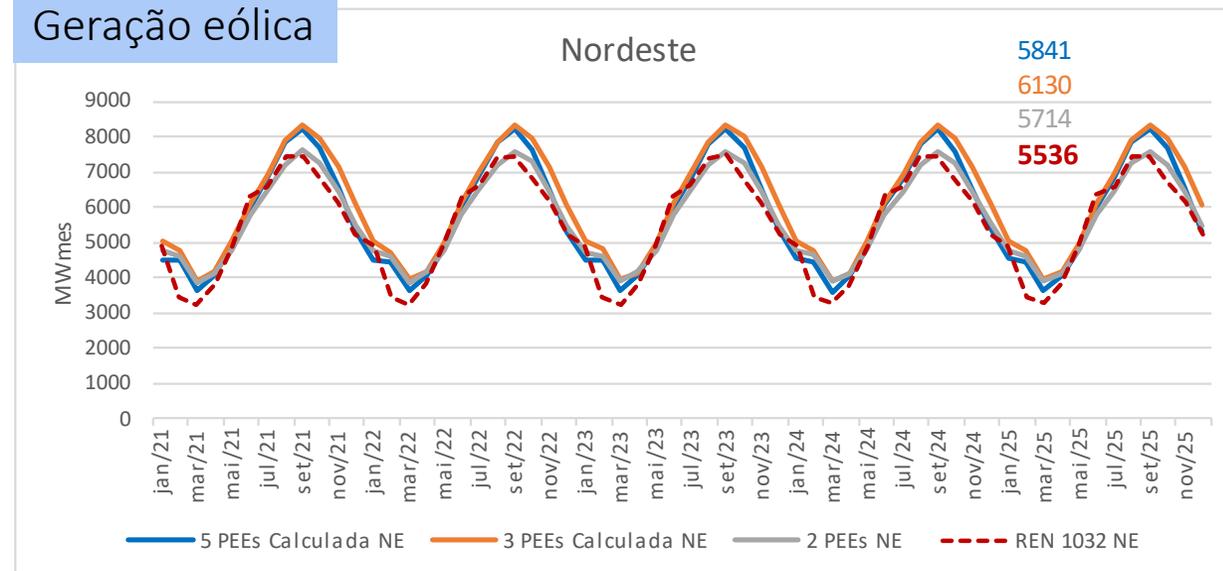


- O caso com cenários de geração eólica apresenta, acréscimo na geração em fevereiro, março, abril e novembro (e redução nos demais meses, com exceção dos meses: maio e outubro – sem viés). Os maiores acréscimos ocorrem no mês de fevereiro e os de redução em agosto.
- Com a geração de cenários de vento, há uma redução média anual da ordem de 0,6% (93 MWmed) na geração eólica, em relação ao caso oficial (REN 1032), no horizonte do PMO de fevereiro de 2023.

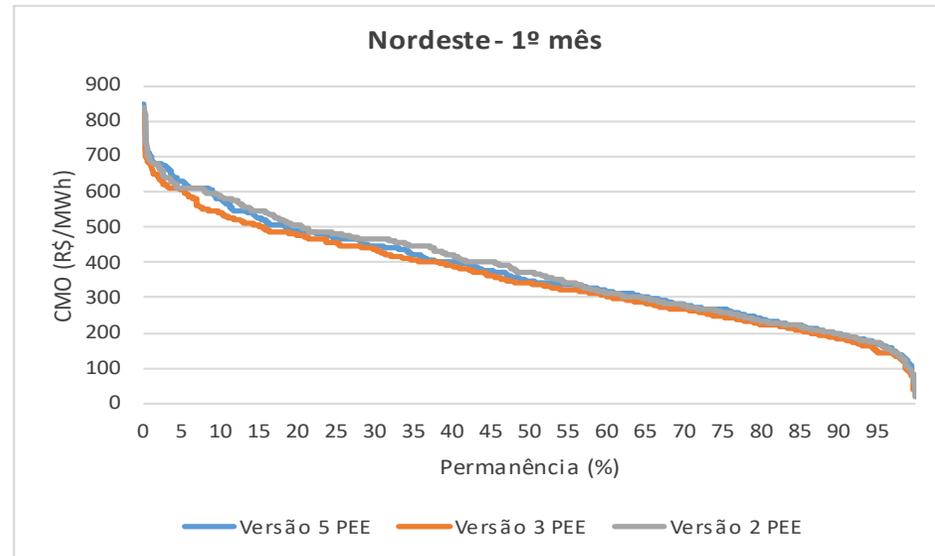
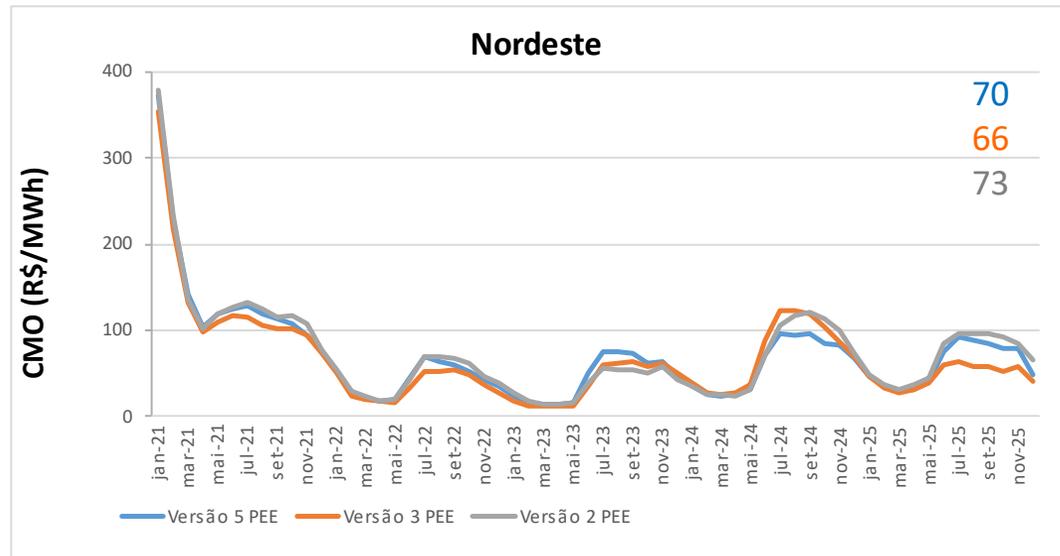
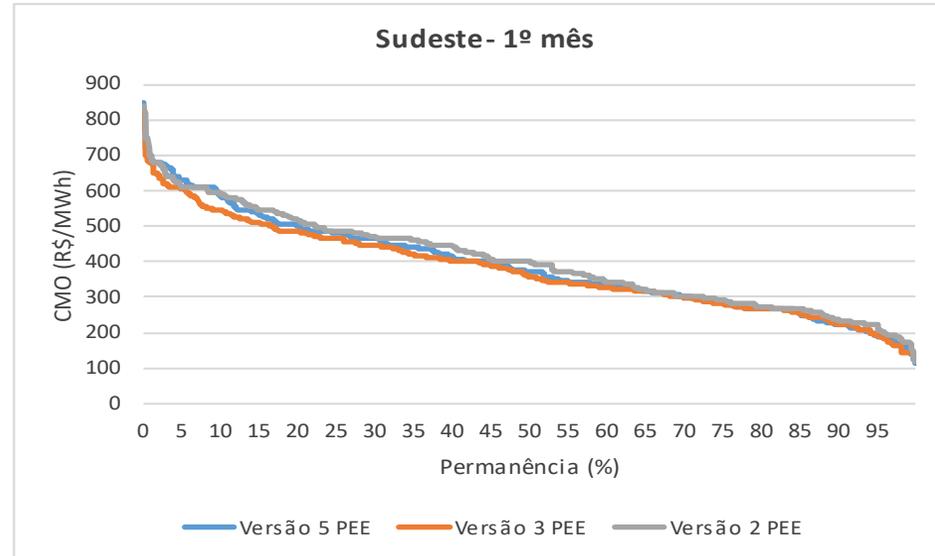
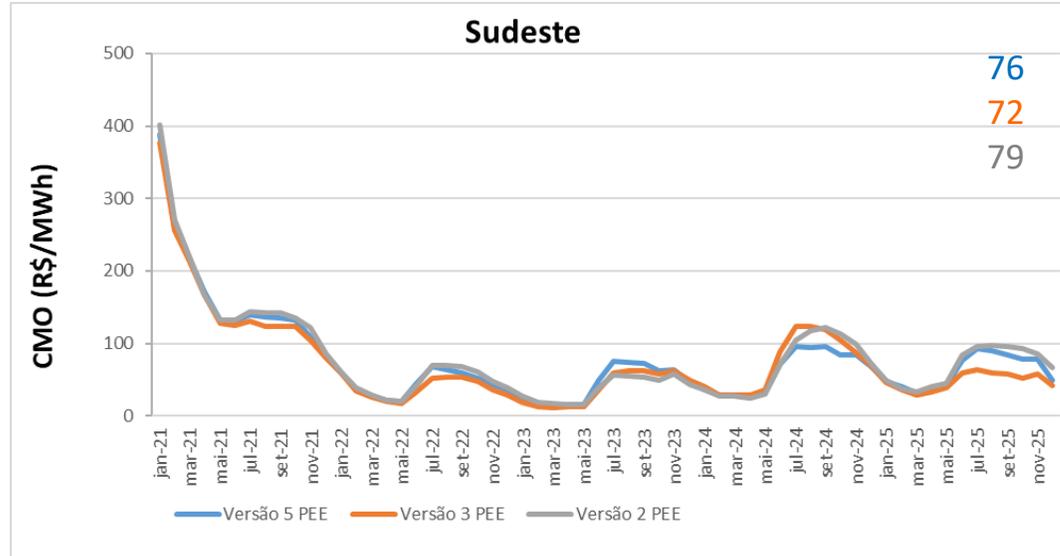
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação do número de PEEs

- Sensibilidade no NEWAVE com diferentes números de PEEs
  - Newave versão 28.5
  - Caso CCEE de janeiro de 2021
  - 5 PEEs (NE interior, NE litoral, NE Pernambuco, Sul interior, Sul litoral)
  - 3 PEEs (NE interior, NE litoral, Sul)
    - NE interior = NE interior + NE Pernambuco
    - Sul = Sul interior + Sul litoral
  - 2 PEEs (NE e Sul)
    - NE = NE interior + NE litoral + NE Pernambuco
    - Sul = Sul interior + Sul litoral

## Geração eólica



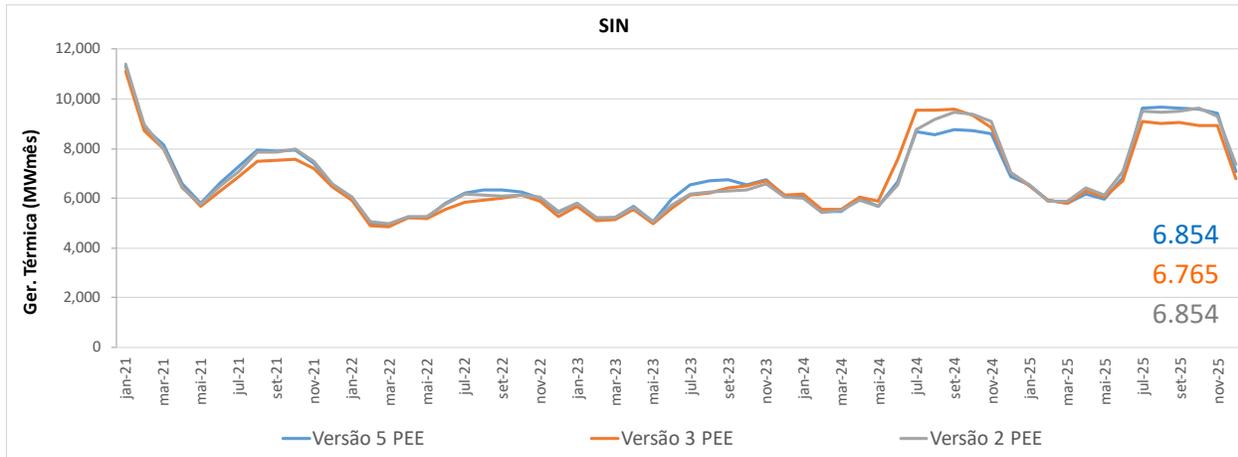
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação do número de PEEs



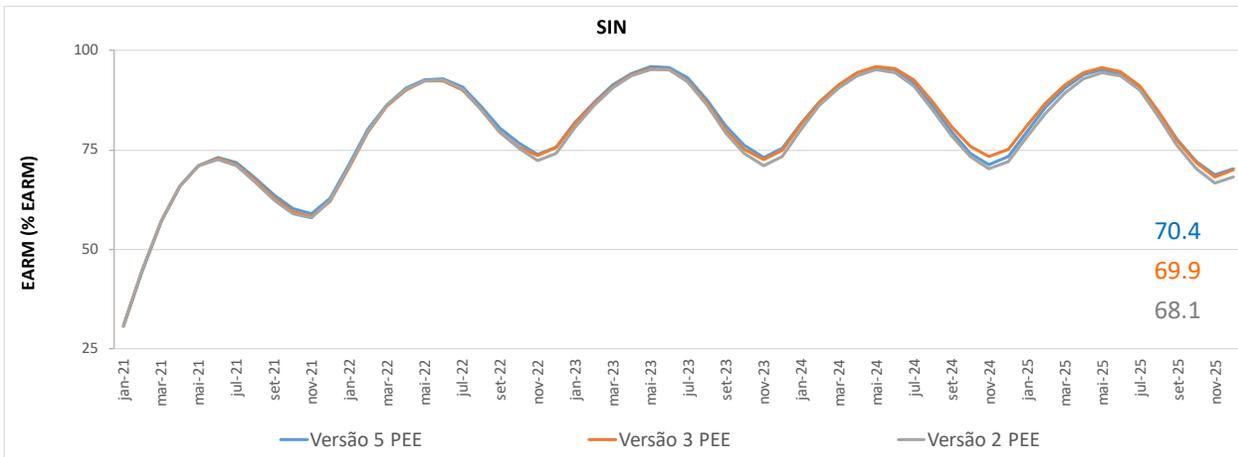
Diferenciais poucos significativos nas variáveis de saída quando considerados 5, 3 e 2 PEEs.

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação do número de PEEs

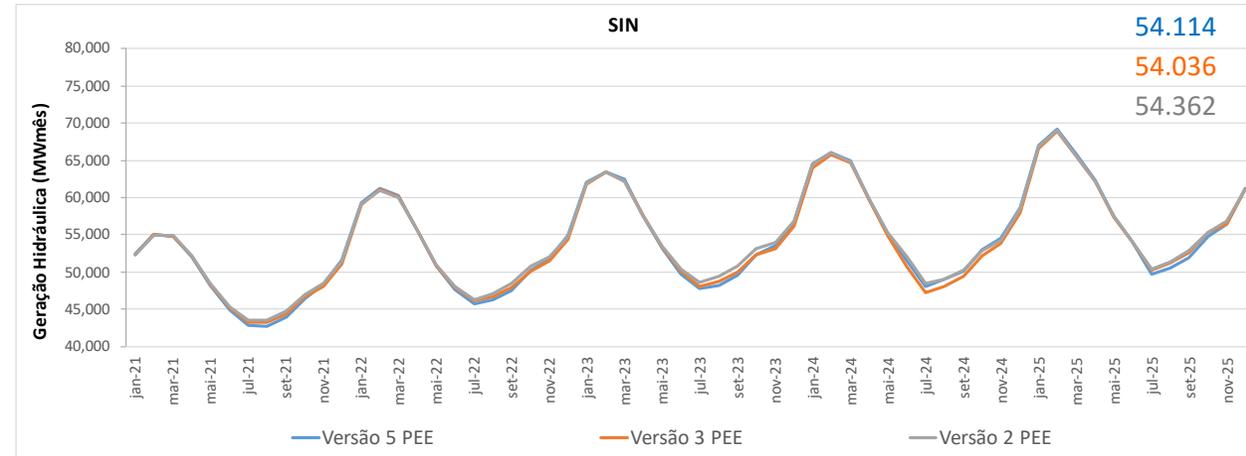
## Geração Térmica



## Armazenamento



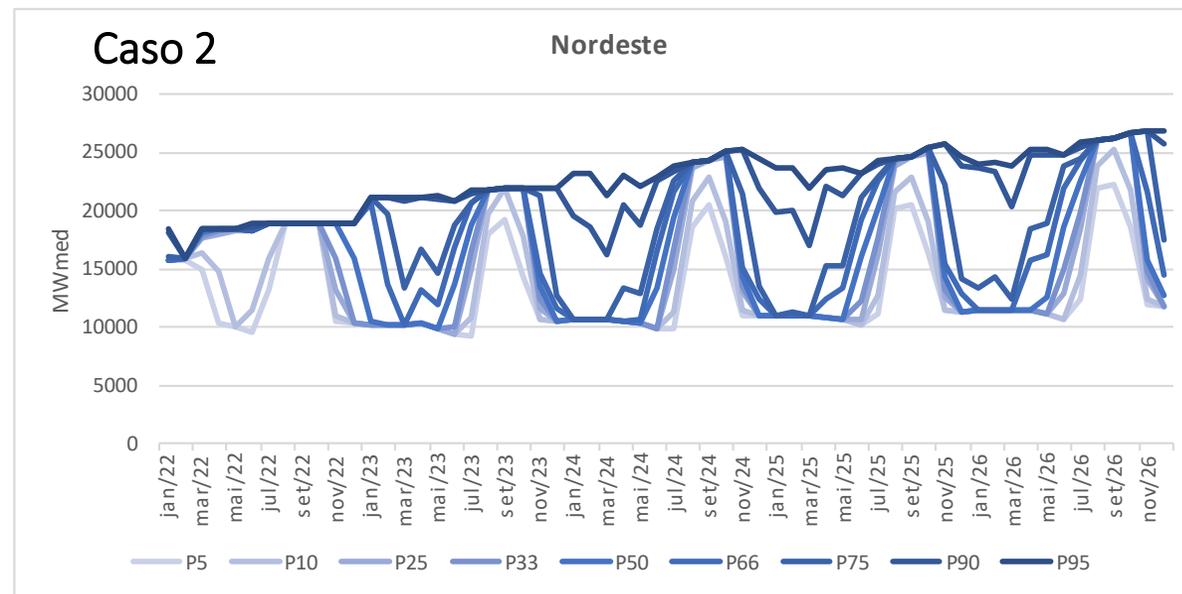
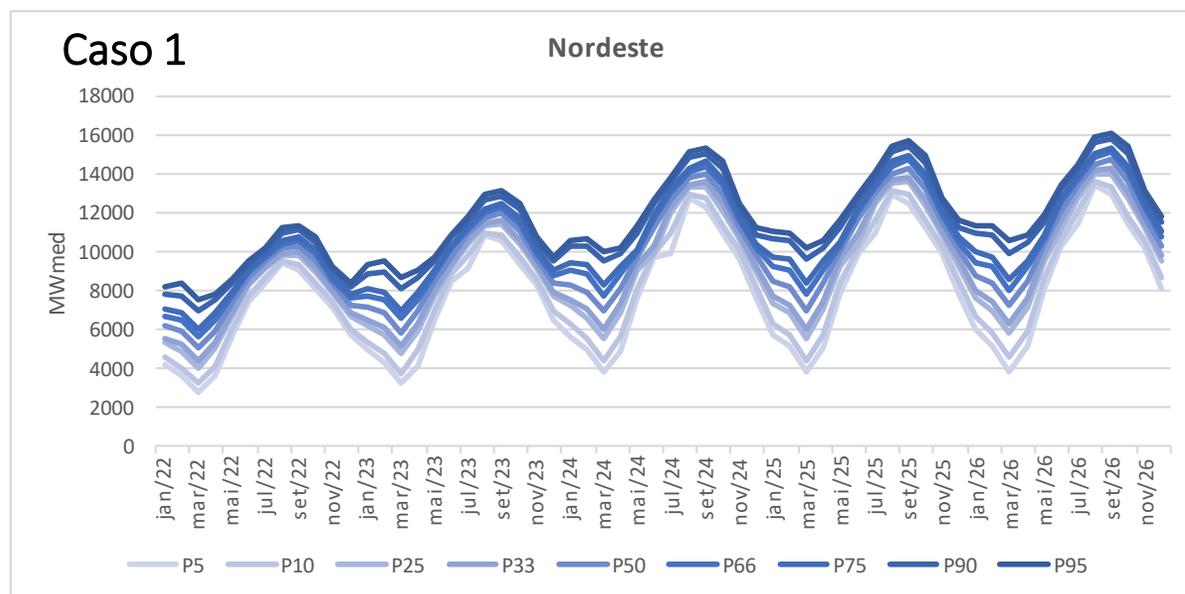
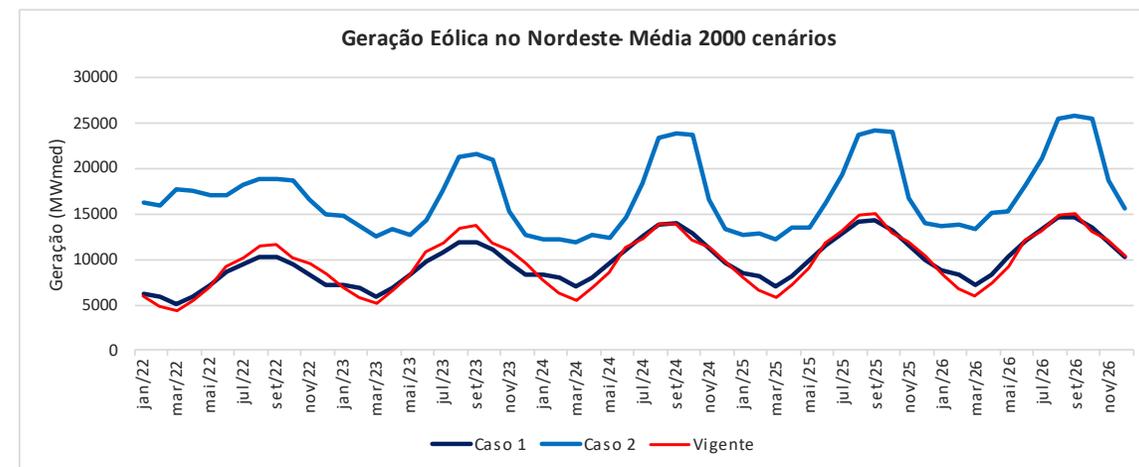
## Geração Hidráulica



Devido aos diferenciais poucos significativos nas variáveis de saída, optou-se pela representação de 2 PEEs devido a ganhos de tempos computacionais na fase de pré-processamento do NEWAVE.

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Sensibilidade alterando o histórico de vento

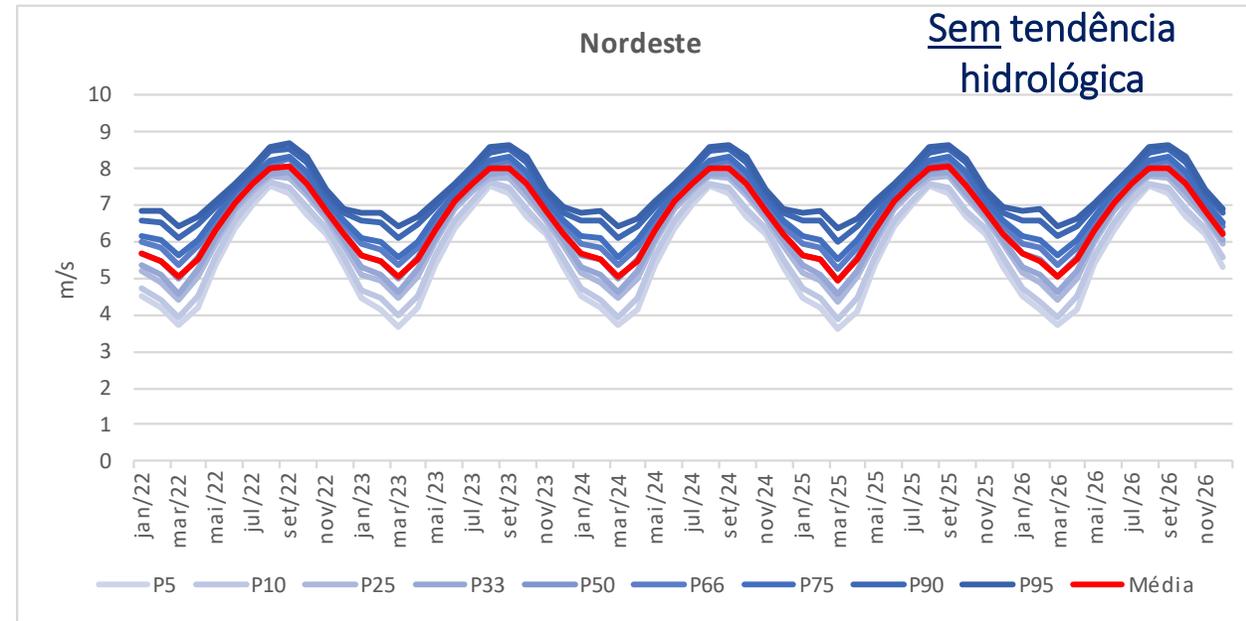
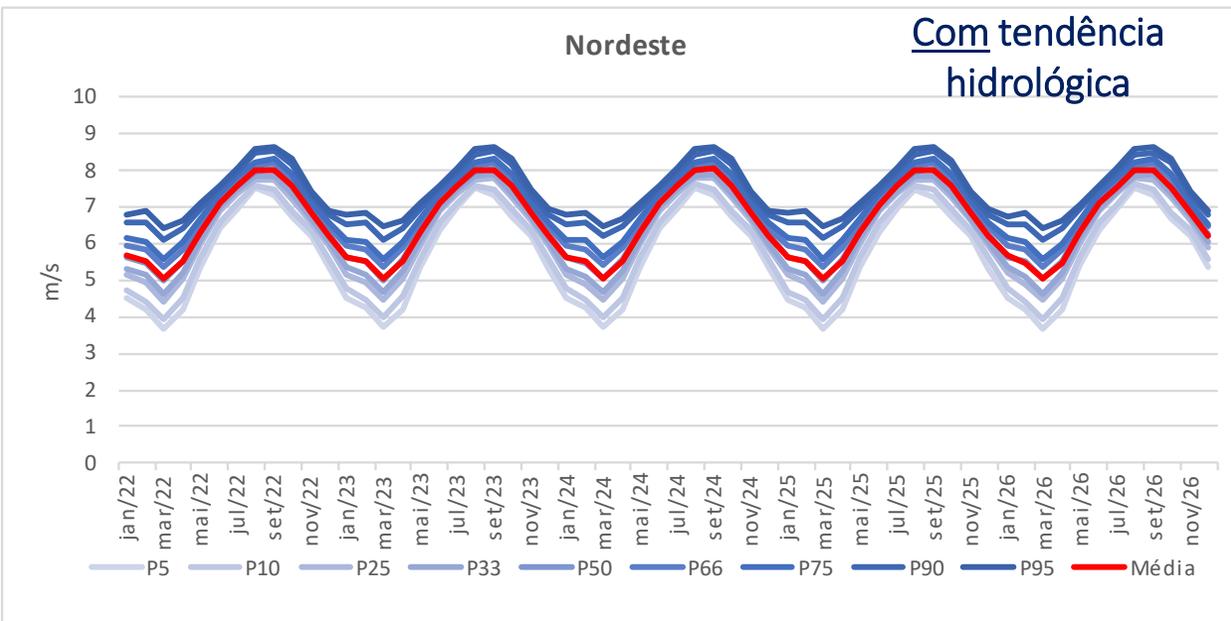
- Objetivo: avaliar o impacto do aumento dos dados de vento nos cenários gerados
- Caso CCEE de Janeiro de 2022 – Versão 28.6.6 do NEWAVE
- Caso 1: numero de UEE vigente na época e velocidade média do vento original
- Caso 2: numero de UEE vigente na época e velocidade média do vento multiplicada por 3 (Nordeste)



Os cenários de vento são impactados pela alteração do histórico de vento

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Sensibilidade alterando a tendência hidrológica

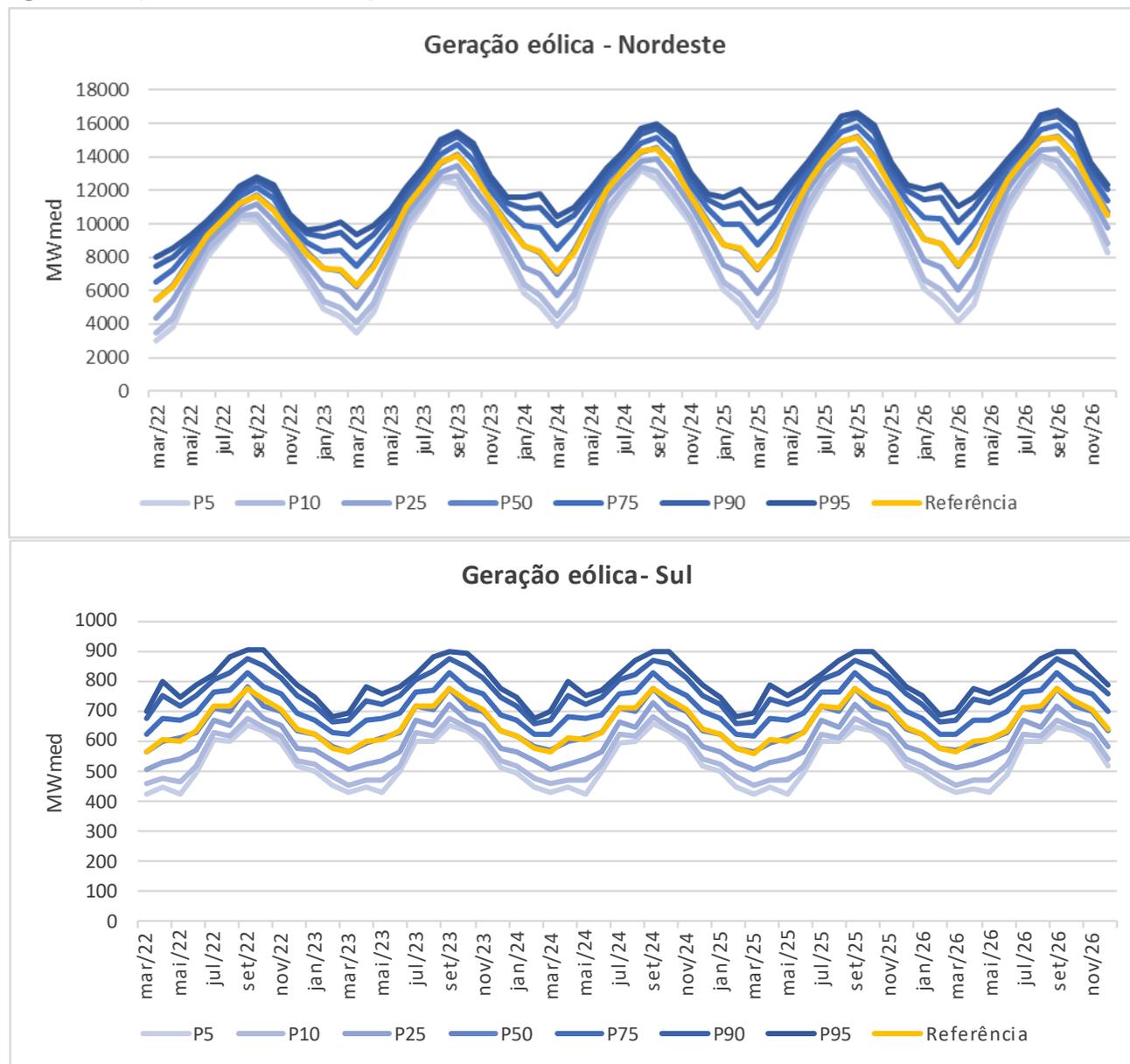
- Caso CCEE de Janeiro de 2022 – NEWAVE 28.6.6
- Foram executados casos:
  - Com tendência hidrológica: Proposta
  - Sem tendência hidrológica
- Objetivo: avaliar o impacto da tendência hidrológica nos cenários gerados



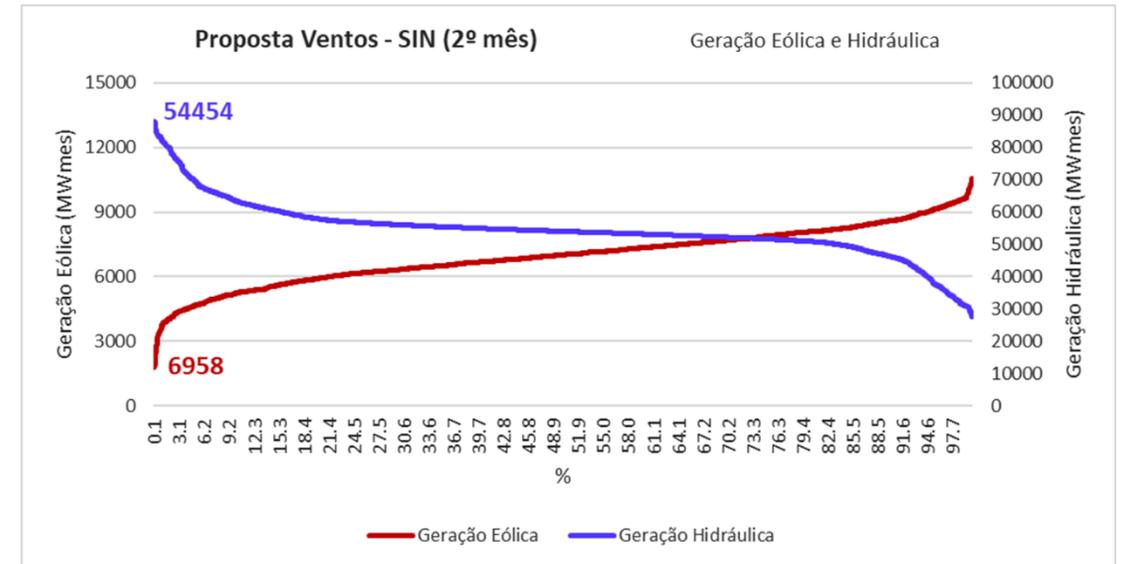
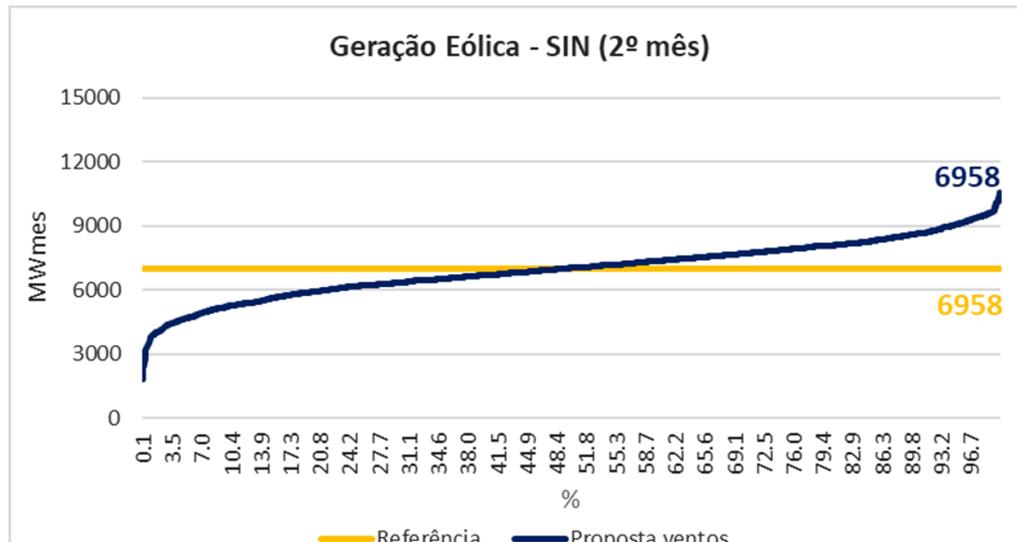
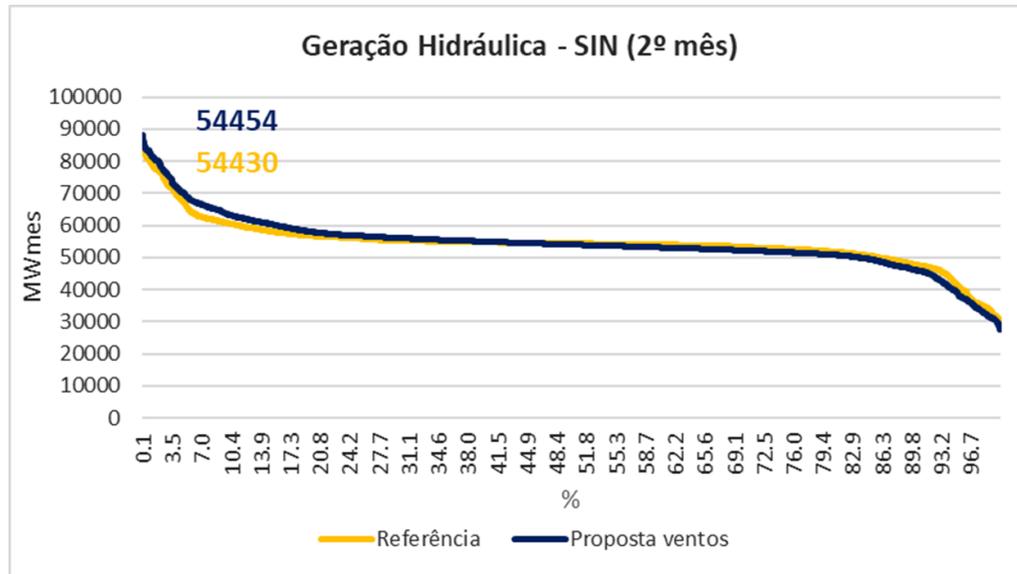
**Os cenários de vento não foram impactados pela alteração da tendência hidrológica**

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções (mar/2022)

- Objetivo: avaliar o impacto de se considerar a previsão de geração eólica estocástica (proposta ventos) na cadeia de modelos ante a determinística (vigente)
- NEWAVE: PMO de Março de 2022 (versão 28.11.3)
- DECOMP: RV0 de Março de 2022
- DESSEM: 1ª semana operativa de março de 2022
- Nesse caso foi considerada como referência a **média dos cenários gerados como geração eólica** prevista no Sul e Nordeste: NEWAVE e DECOMP

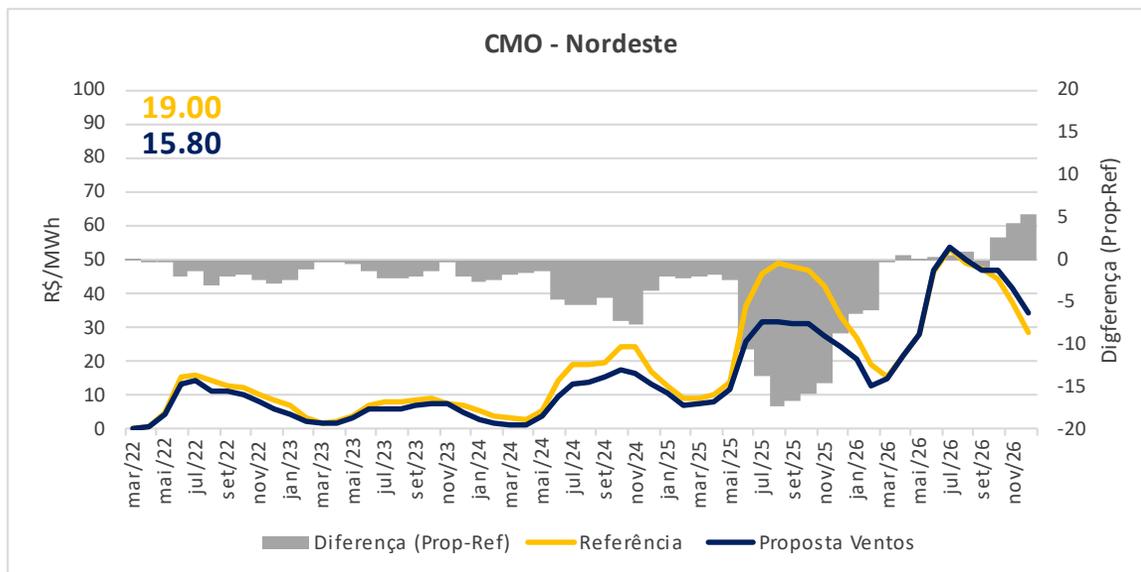
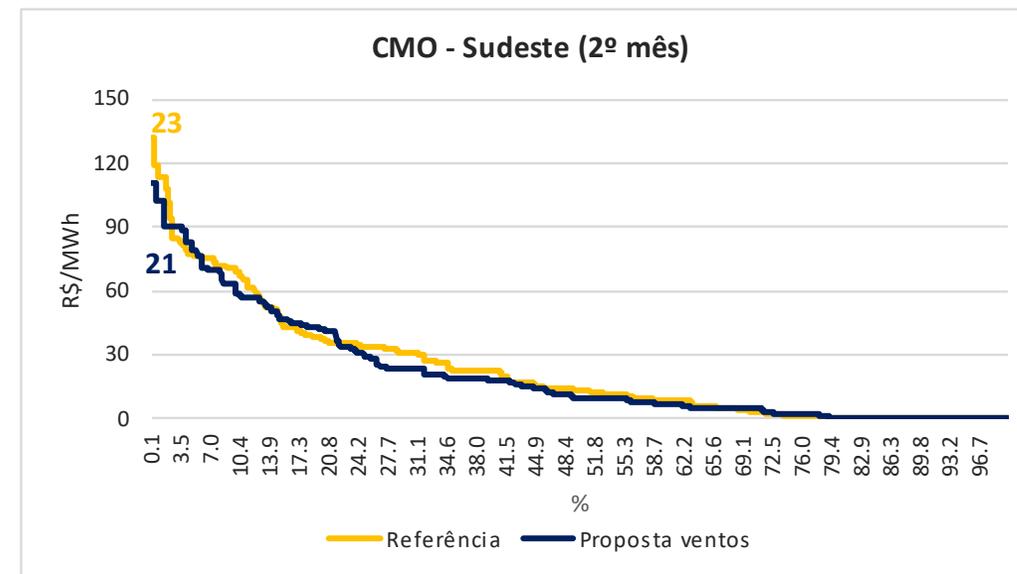
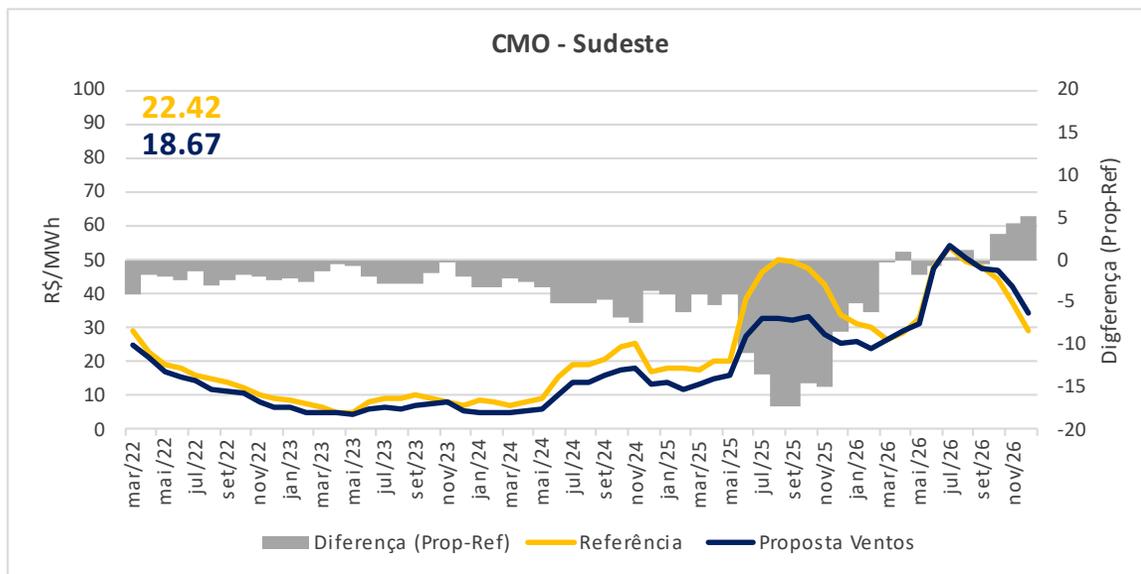


# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções (mar/2022) - NEWAVE



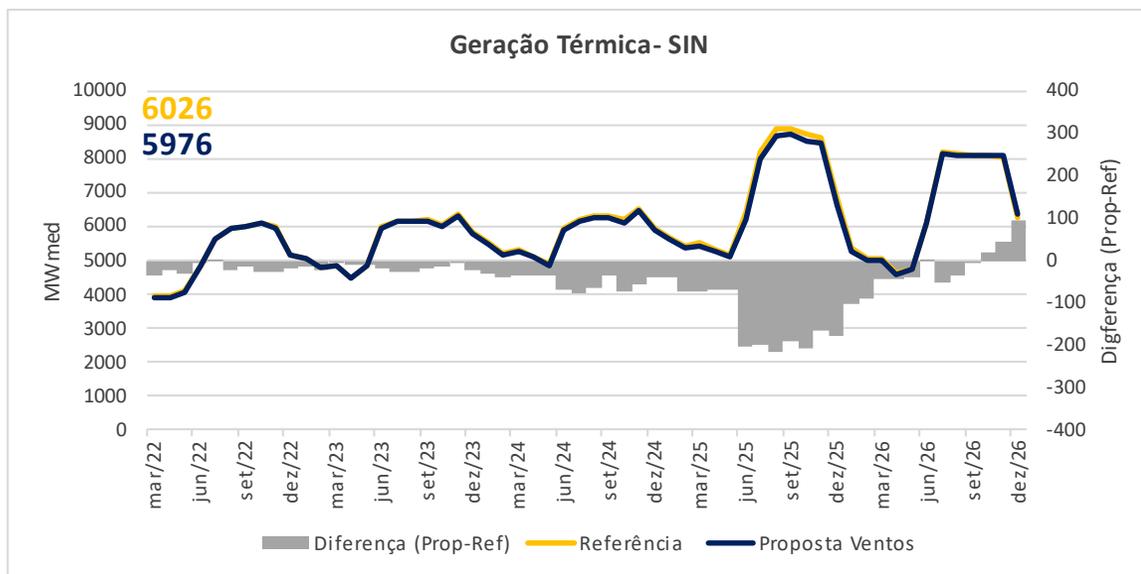
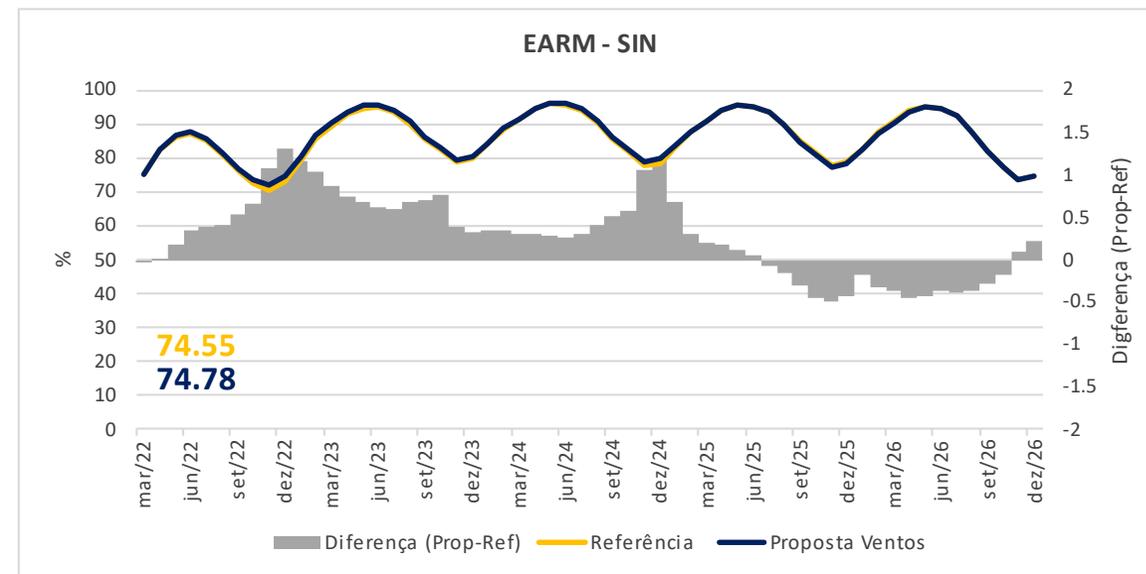
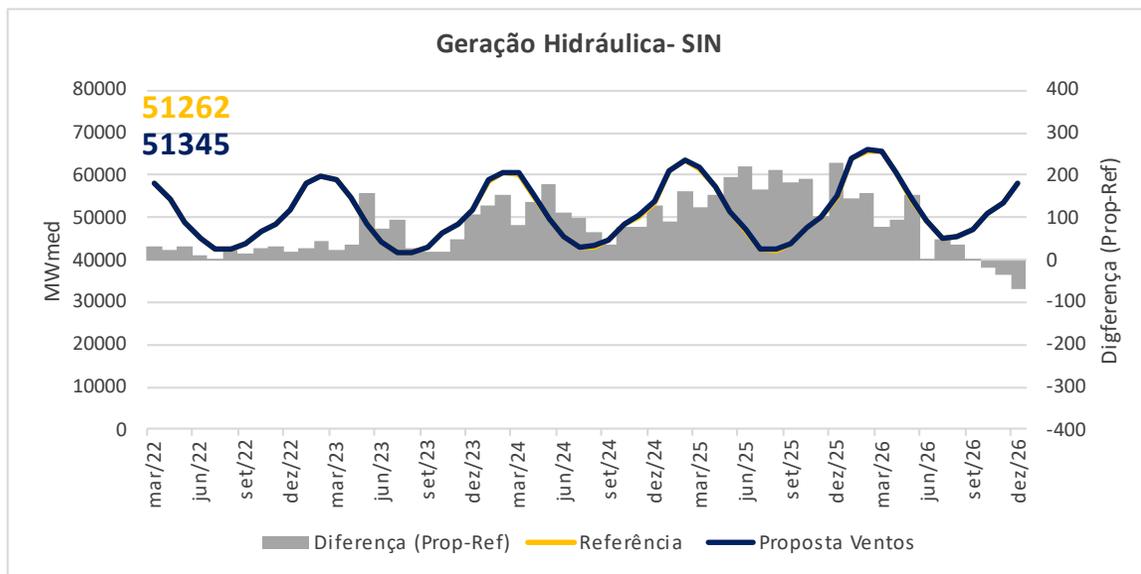
Curvas de permanência demonstram a complementariedade da Geração Hídrica e Eólica representada na Função de Custo Futuro

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções (mar/2022) - NEWAVE

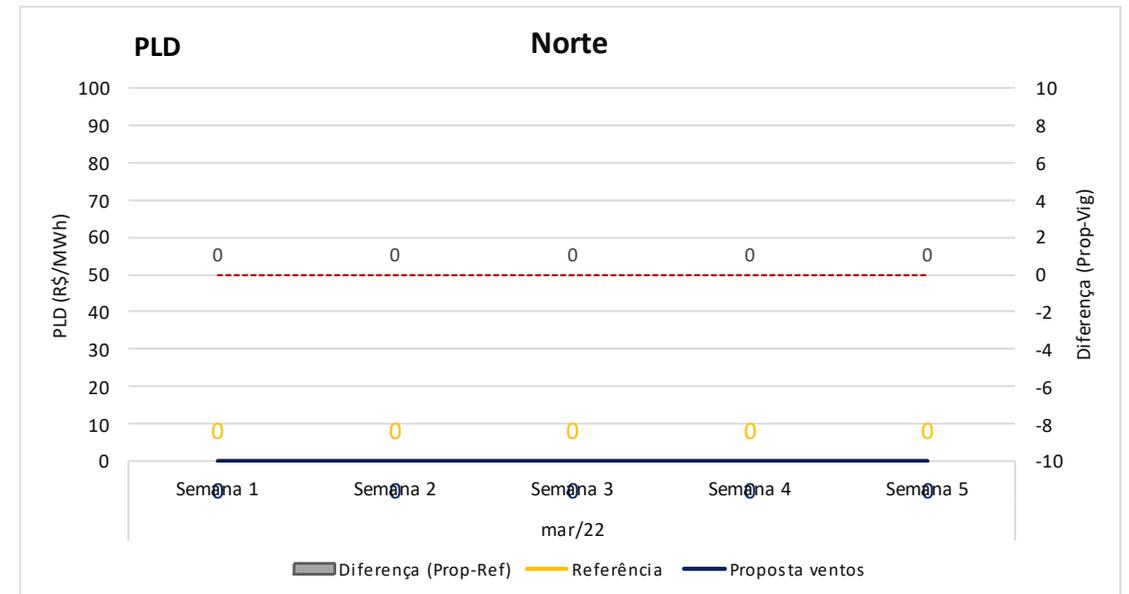
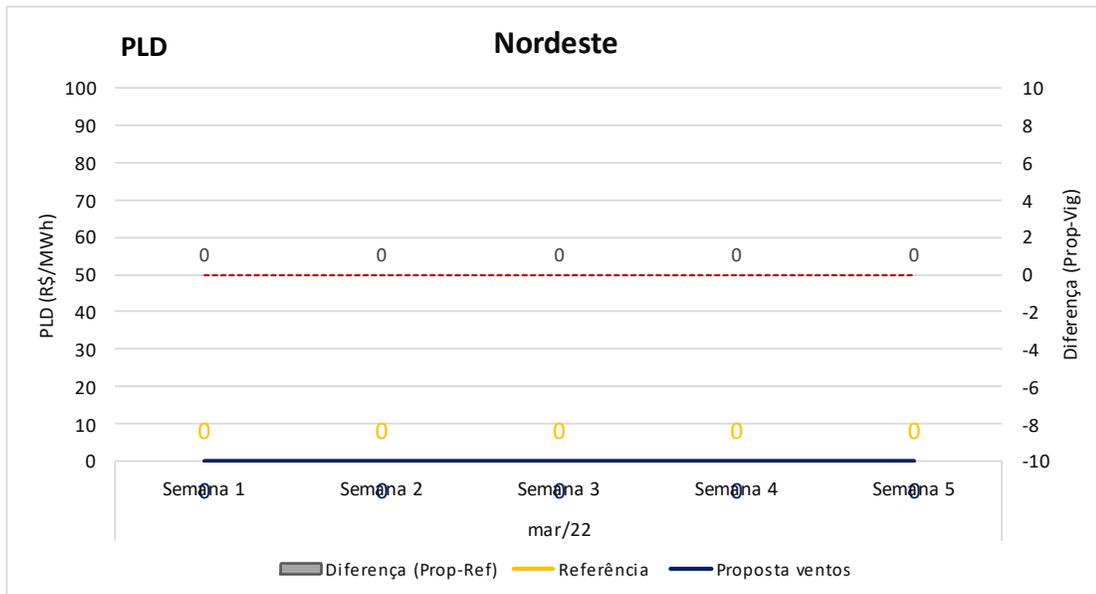
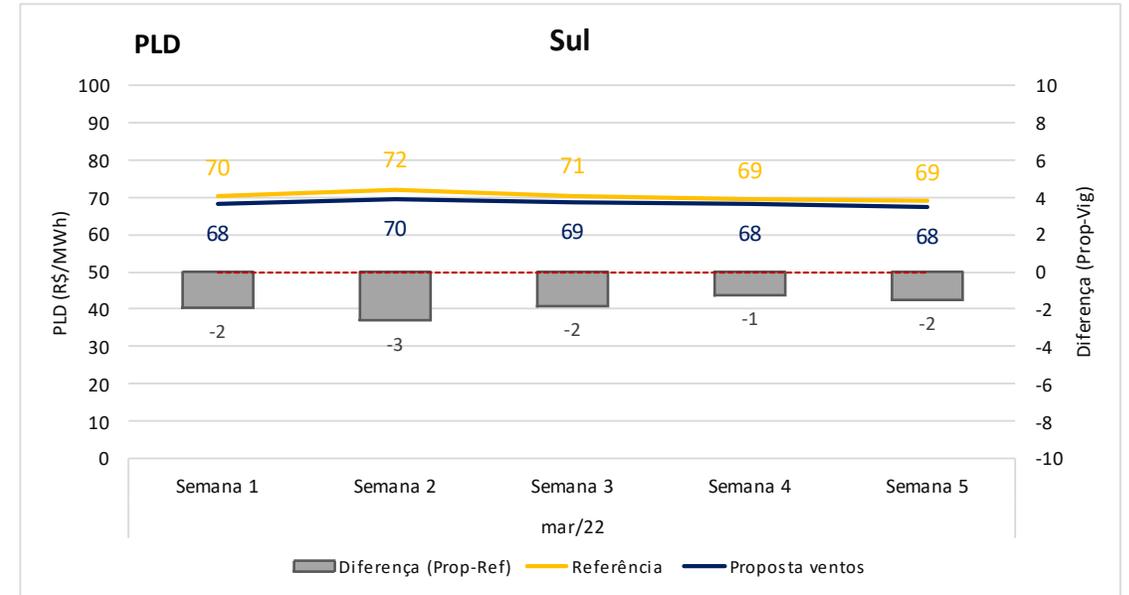
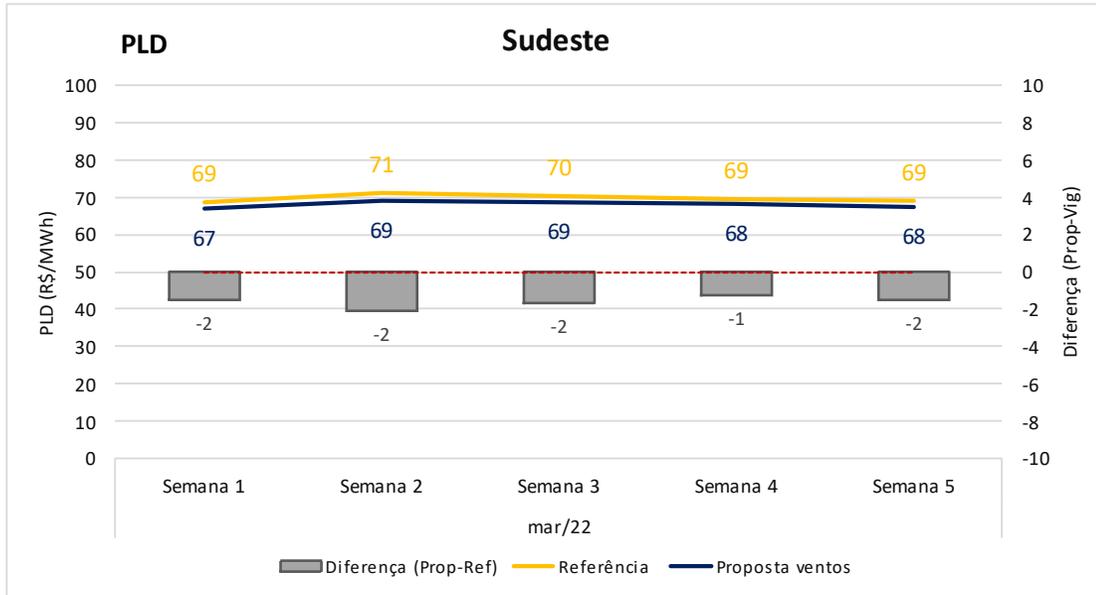


- Em termos médios os resultados do modelo NEWAVE pouco se alteram no horizonte de simulação.
- Complementariedade da Geração Hídrica e Eólica representada na Função de Custo Futuro (por exemplo, cenários mais secos da permanência)

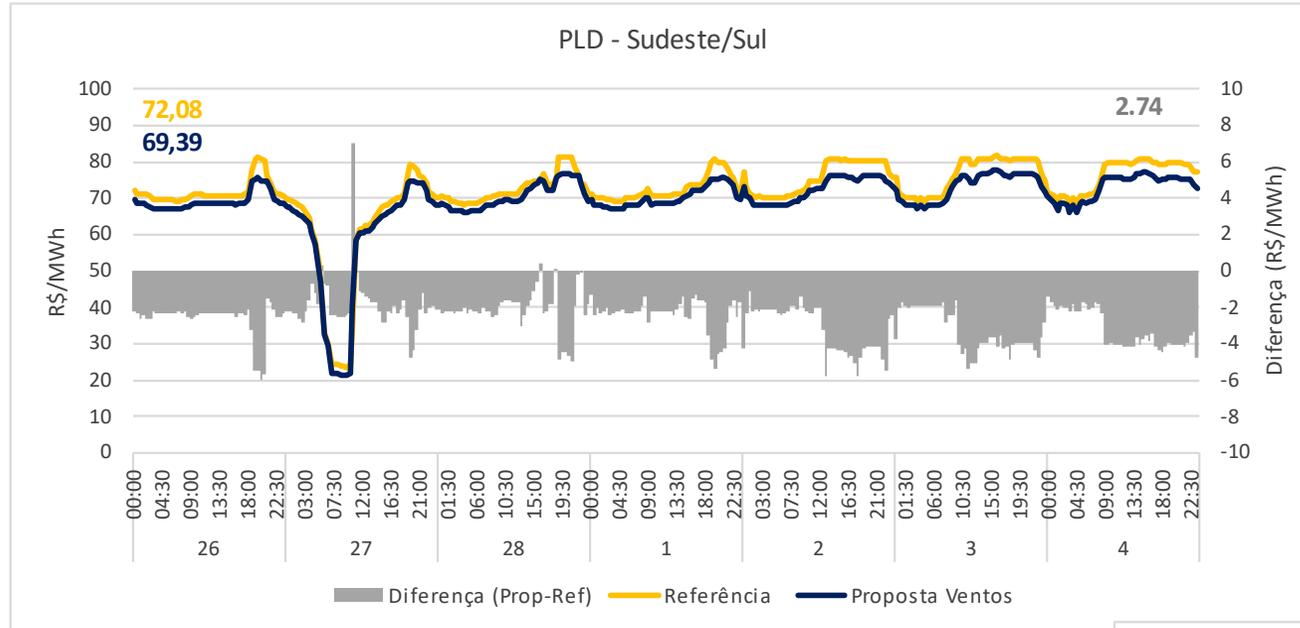
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais (mar/2022) - NEWAVE



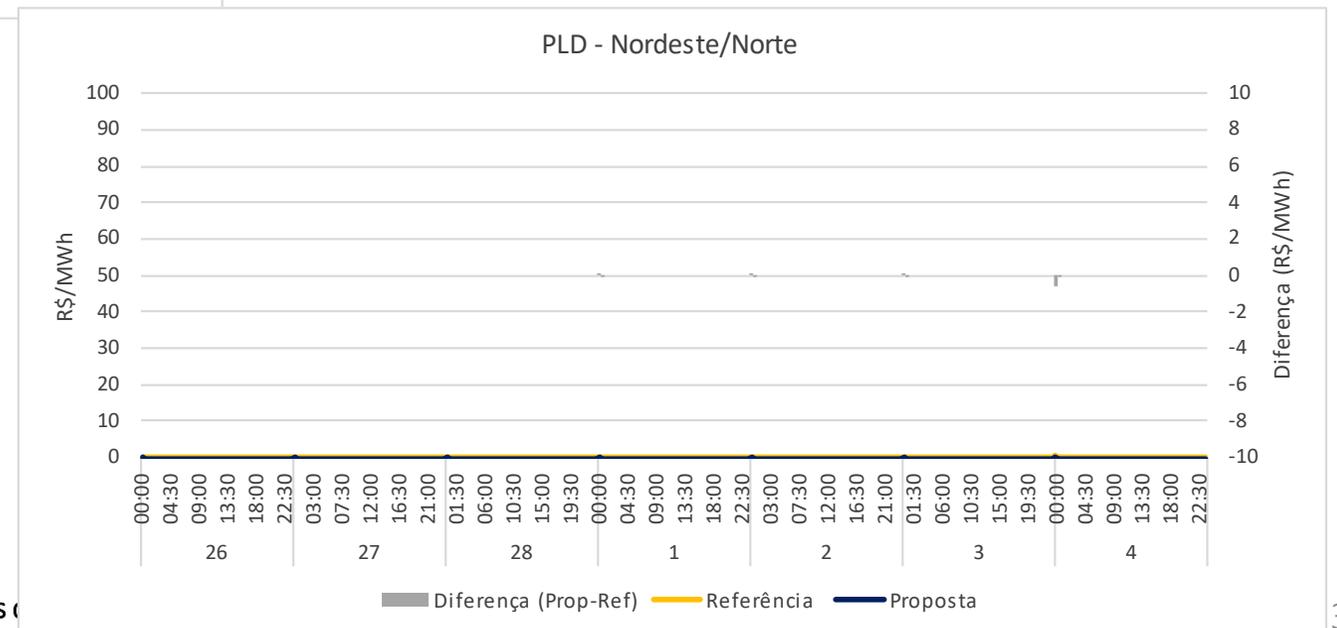
- Em termos médios operativos os resultados do modelo NEWAVE pouco se alteram no horizonte de simulação.



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais (mar/2022) - DESSEM



DESSEM: 1ª semana operativa de março de 2022



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Backtest individual – Fontes Intermitentes

Backtest incluindo individualmente a metodologia de Fontes Intermitentes

## ✓ Caso Referência:

- Parâmetros CPAMP 2023 (CVaR, PAR(p)-A e VminOP);
- Geração UNSI de EOL para SUL e NORDESTE substituída pelo valor médio dos cenários de GEOL gerados. Foi considerada uma única FTM (2022) e o vento médio mensal da reanálise (premissa simplificadora);

Jan/2020 a Jul/2022

## ✓ Caso Fontes Intermitentes:

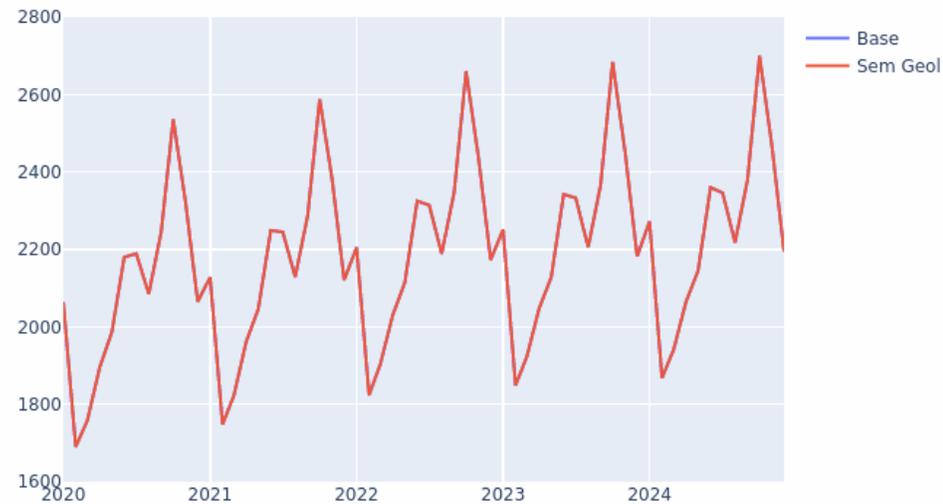
- Parâmetros CPAMP 2023 (CVaR, PAR(p)-A e VminOP);
- Geração eólica estocástica sem COFF eólico e com opção 2 no dger.dat (método dos momentos direto);
- Blocos UNSI tiveram as parcelas EOL removidas para os submercados SUL e NORDESTE;
- Arquivos de cenários de ventos / vazões com GEVAZP com decks de DECOMP com valores dos registros PQ compatibilizados.

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Backtest individual – Premissa para consideração da geração eólica

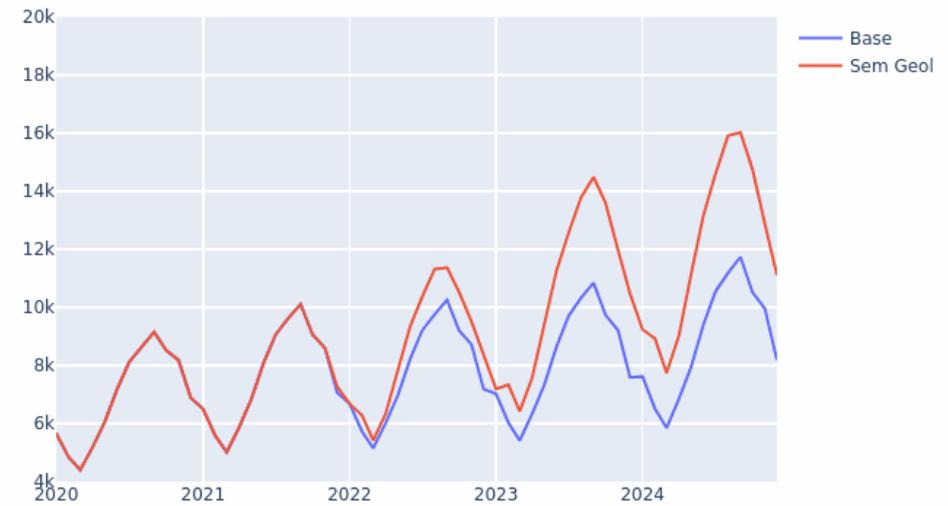
## Considerações:

- ✓ É observado que a previsão de entrada de usinas utilizada para os decks de 2020 diverge bastante em relação ao que foi verificado no biênio 2020-2022;
- ✓ Desta forma, há uma diferença no perfil do bloco UNSI quando se compara o PMO Oficial e o deck adaptado para o backtest, para os decks do início do horizonte;
- ✓ Em todo o horizonte avaliado, os primeiros meses de cada NEWAVE estão bastante próximos;

PEQUSI 2020\_01\_rv0 - SUBM 2 - FTM Base Jan/2022



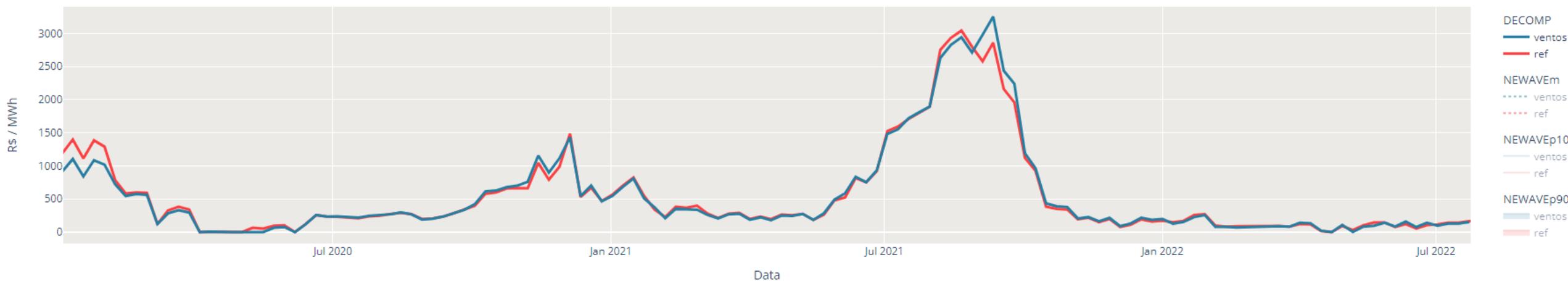
PEQUSI 2020\_01\_rv0 - SUBM 3 - FTM Base Jan/2022



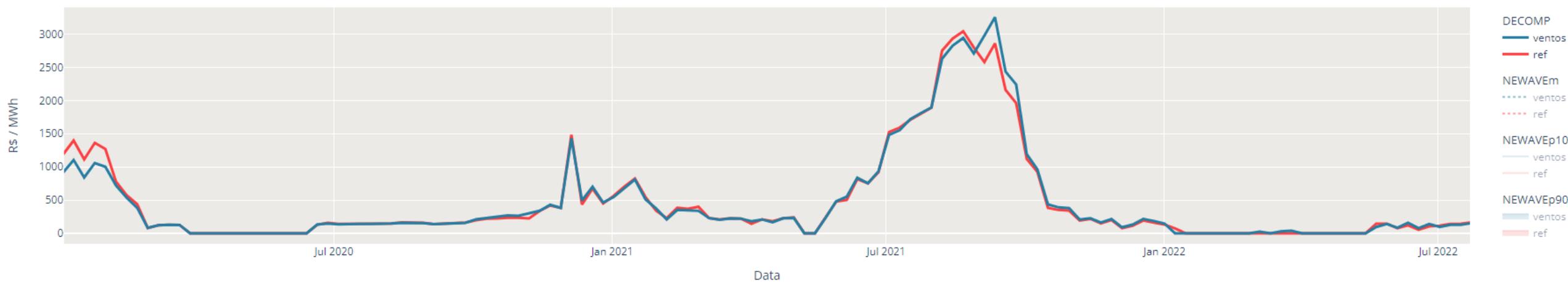
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Backtest individual – Fontes Intermitentes

REF  
VENTO

### Custo Marginal de Operação - Submercado SUDESTE



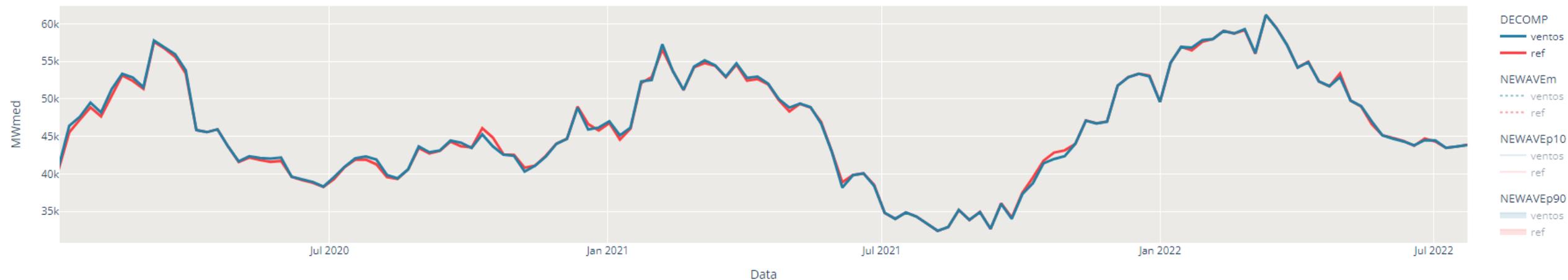
### Custo Marginal de Operação - Submercado NORDESTE



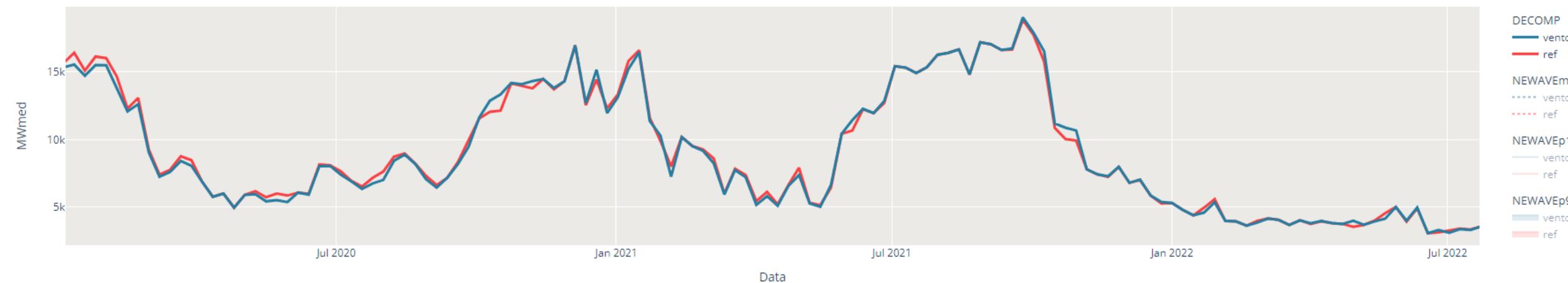
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Backtest individual – Fontes Intermitentes

REF  
VENTO

Geração Hidráulica - SIN



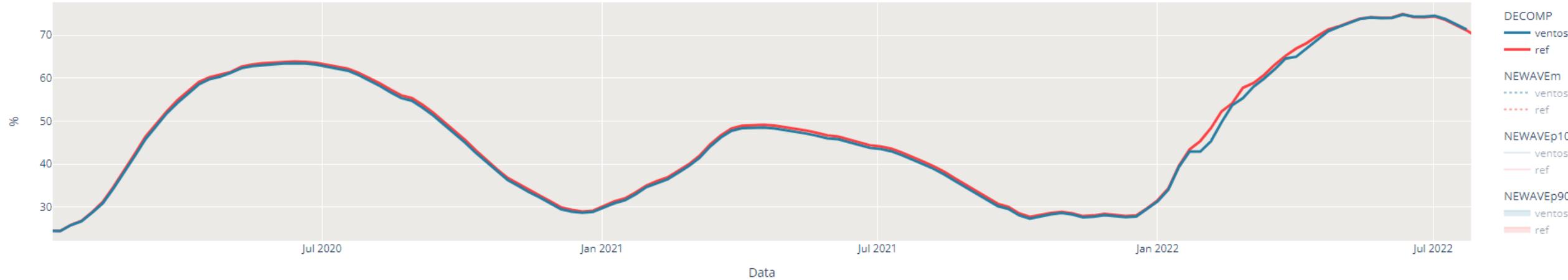
Geração Térmica - SIN



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Backtest individual – Fontes Intermitentes

REF  
VENTO

Energia Armazenada Final - SIN



# Agenda

1. Cronograma
2. Validação nas FTs com os Agentes
3. Apresentação das metodologias (CEPEL)
4. Fontes Intermitentes
5. **NEWAVE Híbrido**
6. Definições para a avaliação do CVaR
7. Dúvidas, Contribuições e Comentários

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: NEWAVE Híbrido

**Motivação:** a representação agregada das usinas hidrelétricas leva a uma operação mais otimista frente a realidade operativa do SIN, uma vez que há perda de precisão em tais aproximações.

**Implementações:** representação das restrições hidráulicas - de restrições de defluência máxima (VAZMAXT) e turbinamento mínimo (TURBMINT) e máximo (TURBMAXT) - e funções de produção individualmente, representação da divisão dos recursos de vazão afluente de forma mais precisa, a consideração das limitações de geração e armazenamento individuais e a consideração de vertimentos localizados, resultando na melhoria da FCF para o modelo DECOMP.

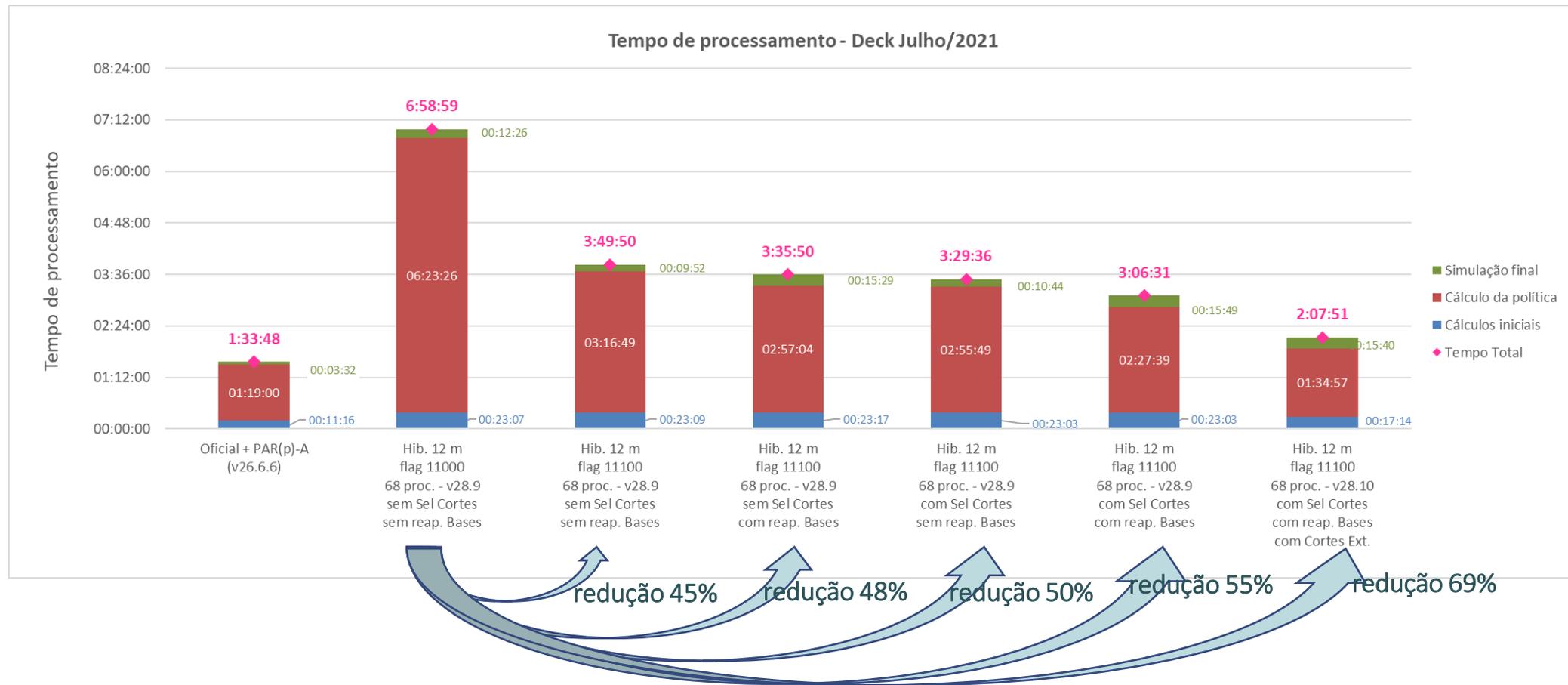


- **inclusão das restrições conforme FSARHs:** modif.dat
- **penalidades vinculadas às restrições:** penalid.dat
- **período de individualização:** ree.dat

## **Demais aprimoramentos para redução do tempo de execução:**

- seleção de cortes;
- reaproveitamentos de bases;
- gerenciamento paralelo;
- cortes externos.

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: NEWAVE Híbrido – Tempo de processamento (CCEE)



Demais aprimoramentos sem redução de tempo, mas que permitiram a execução por completo do NW Híbrido  
tamanho dos arquivos dos cenários, redução de ~85 GB;  
não impressão do arquivo cortese.dat, redução de ~2 GB;  
armazenamento de cortes separados por estágio, redução de ~15 GB por processo.

Implementações feitas no modelo NEWAVE visando melhora do tempo computacional e melhor gestão de memória/espço em disco

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: NEWAVE Híbrido – Status das atividades



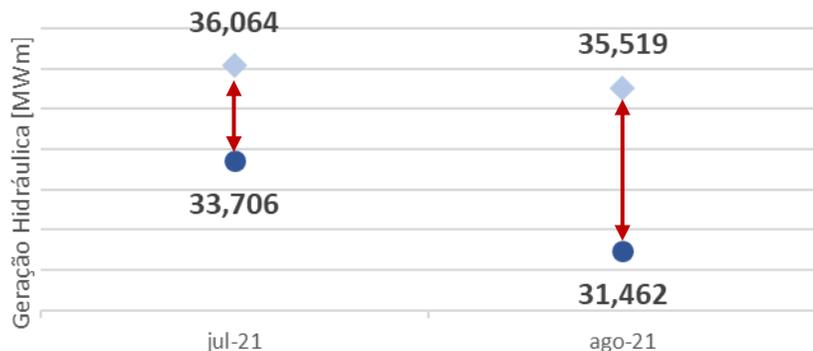
- ✓ Definição de penalidades do período individualizado
    - Turbinamento mínimo e máximo e defluência máxima será utilizada custo de déficit (alinhamento com o despacho ANEEL nº 2.978 de 27/08/2013)
  - ✓ Definição do período de individualização
    - Utilização de 12 meses
  - ✓ Utilização dos cortes externos
  - ✓ Análise de estabilidade da solução
  - ✓ Avaliação dos resultados das versões DECOMP/GEVAZP e compatibilidade com o NEWAVE Híbrido.
  - ✓ Análise de **execuções individuais**
    - ✓ CCEE: jul/2021 e jan/2022
    - ✓ ONS: nov/2020 e fev/2021
    - ✓ **Backtest ONS**: jan/2020 a maio/2022
- Decisão na Reunião Plenária de fevereiro/2023
- Deliberado na Reunião Plenária de dezembro/2022
- Deliberado na reunião Plenária de fevereiro/2023

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise do período de individualização

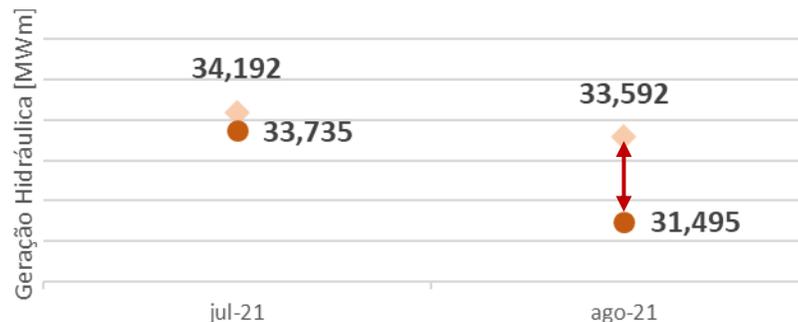
Resultados NW e DC – Julho/2021

Geração Hidráulica [MWm]

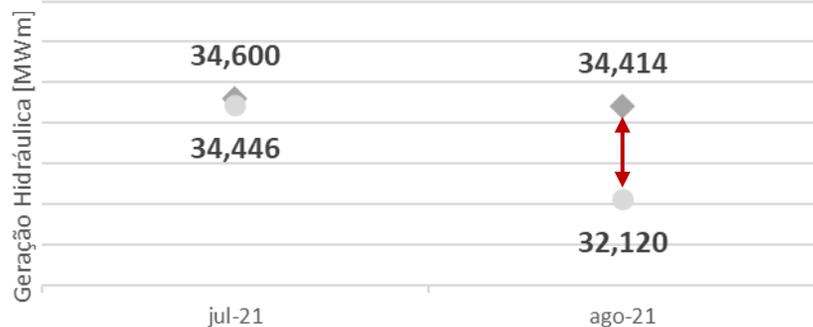
Reservatório Eq. de Energia



Híbrido 3 meses de ind.



Híbrido 6 meses de ind.



Híbrido 12 meses de ind.



◆ NEWAVE  
● DECOMP

Com o aumento do período de individualização, os resultados do NW se aproximam do DC.

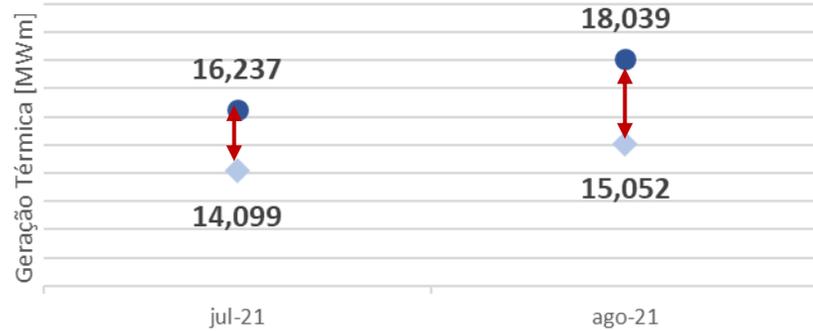
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise do período de individualização

Resultados NW e DC – Julho/2021

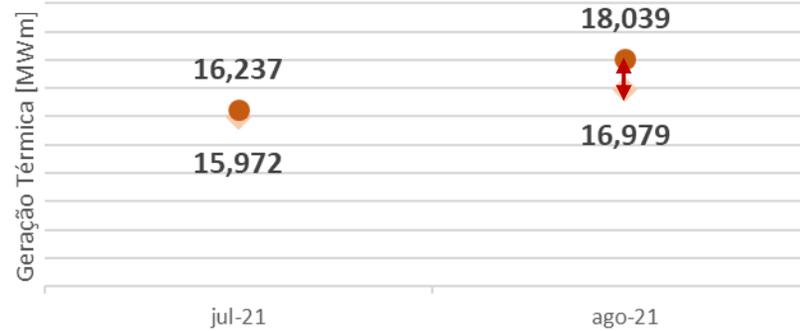
Geração Térmica [MWm]

◆ NEWAVE  
● DECOMP

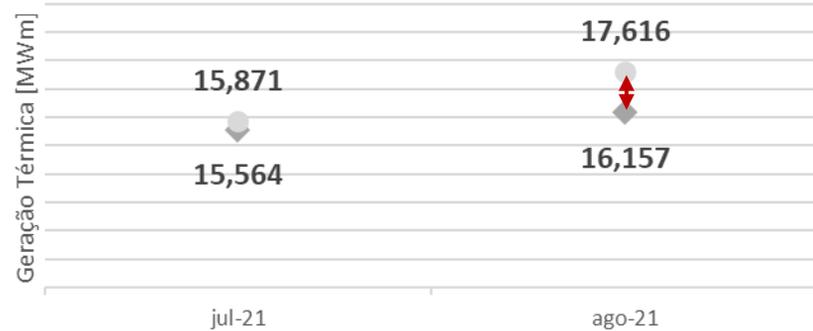
Reservatório Eq. de Energia



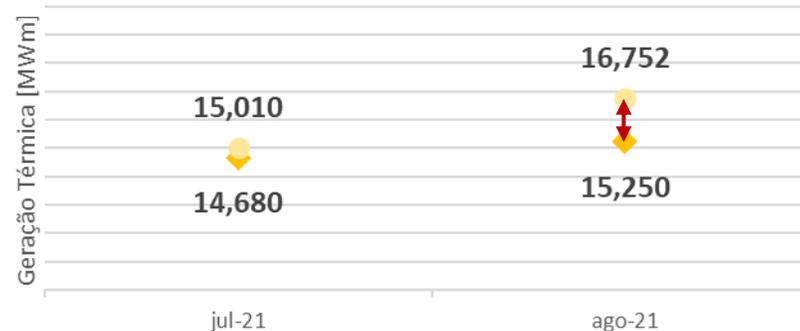
Híbrido 3 meses de ind.



Híbrido 6 meses de ind.



Híbrido 12 meses de ind.

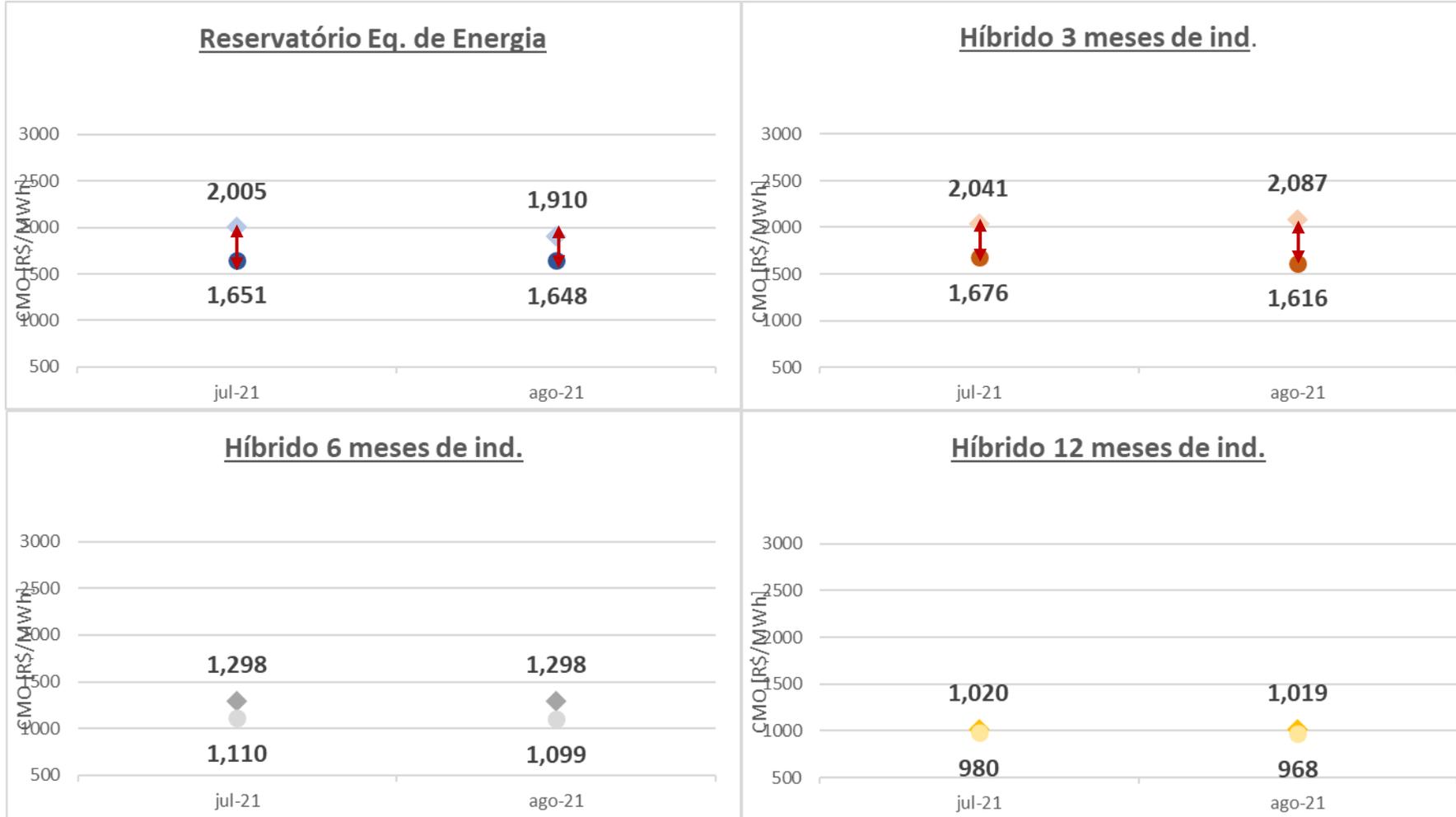


Com o aumento do período de individualização, os resultados do NW se aproximam do DC.

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise do período de individualização

## Resultados NW e DC – Julho/2021

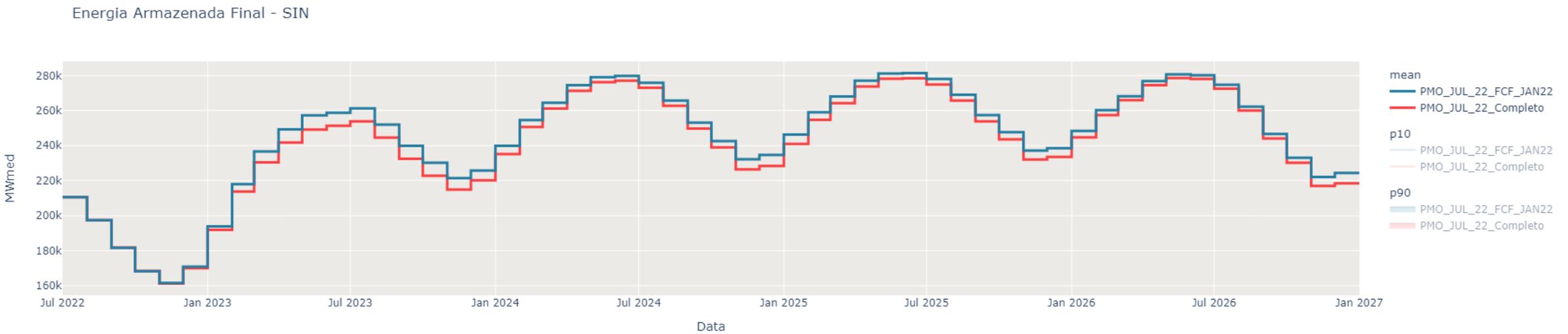
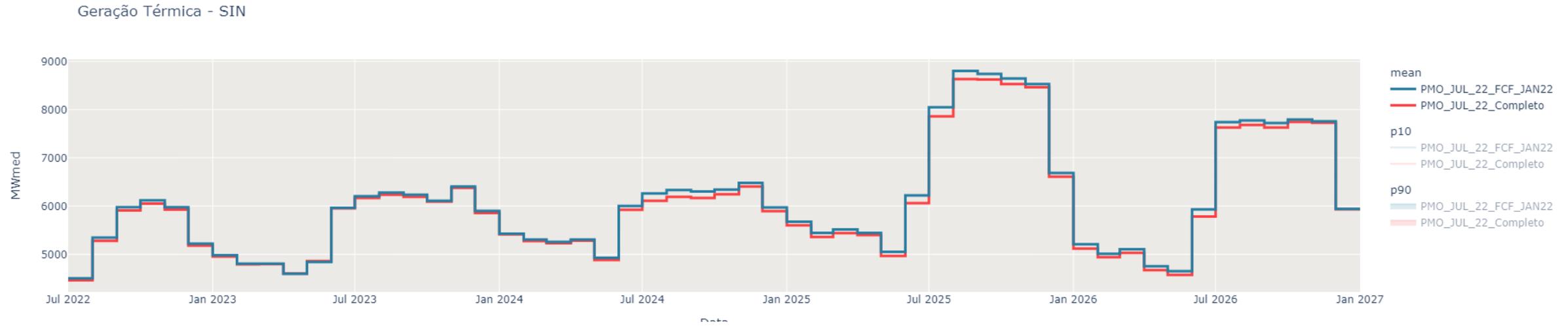
### CMO Sudeste [R\$/MWh]



◆ NEWAVE  
● DECOMP

Com o aumento do período de individualização, os resultados do NW se aproximam do DC.

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação dos Cortes Externos (jul/2022 com cortes de jan/2022)

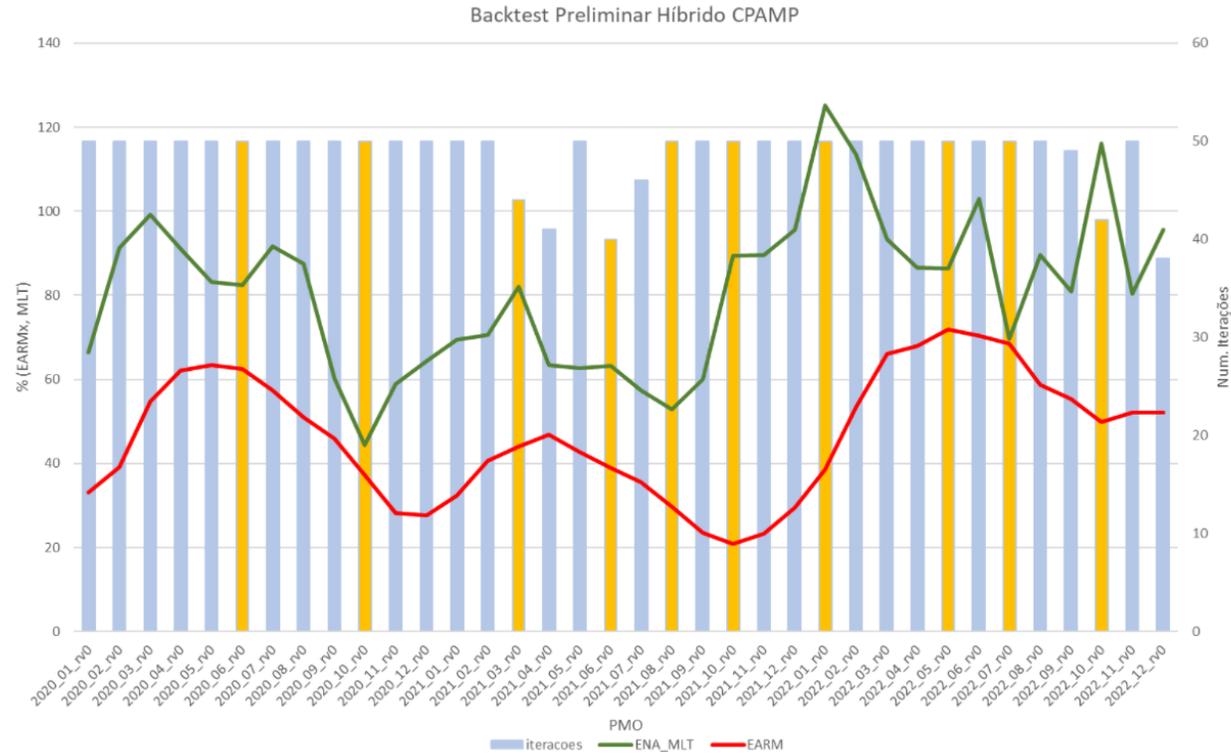


Aderência nos valores das principais variáveis de operação ao utilizarmos a FCF externa, com expressiva redução de tempo computacional (37,9%), o que viabiliza a execução de casos individualizados nos processos das instituições.

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação da estabilidade da solução do NEWAVE Híbrido

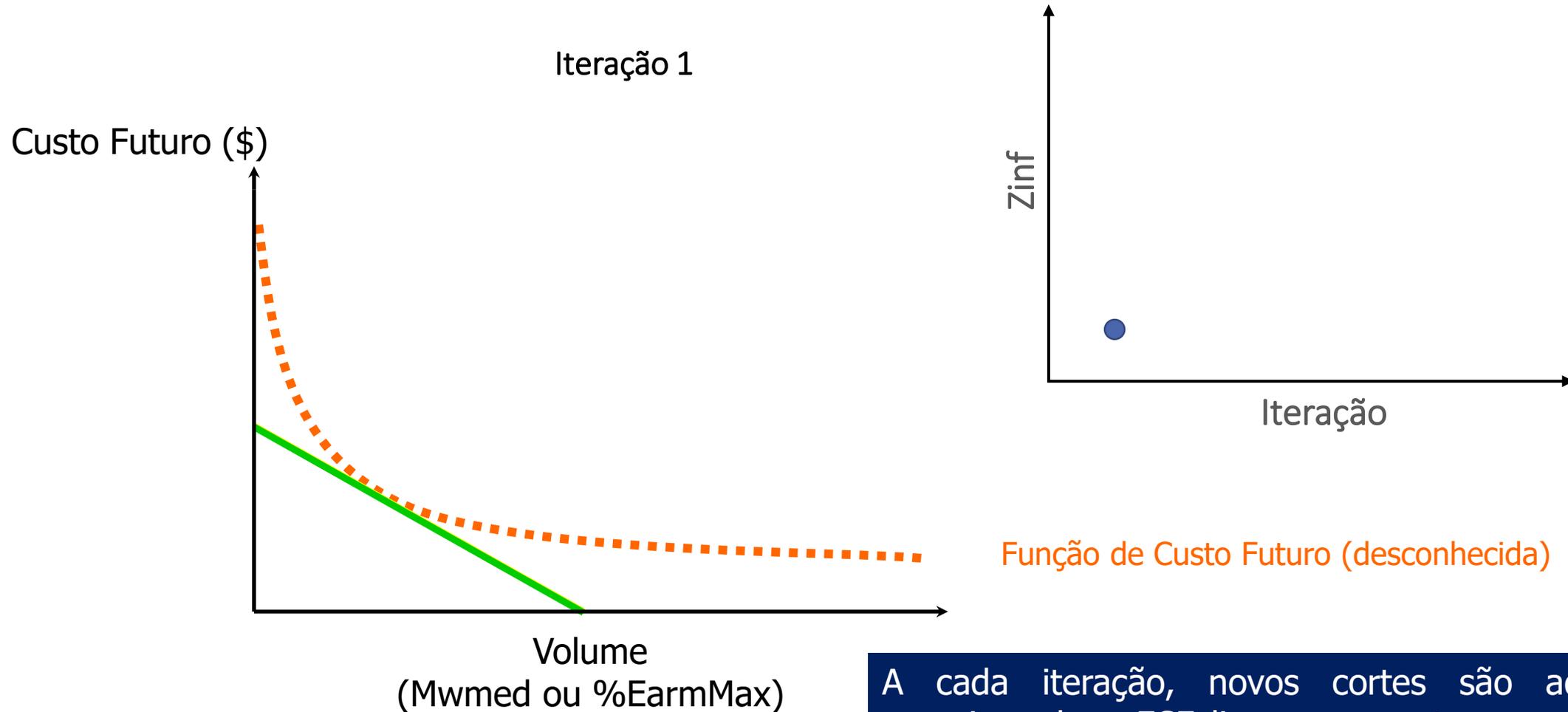
- Casos avaliados buscando diversidade de condições operativas:

➤ 10 casos executados no backtest (em amarelo);



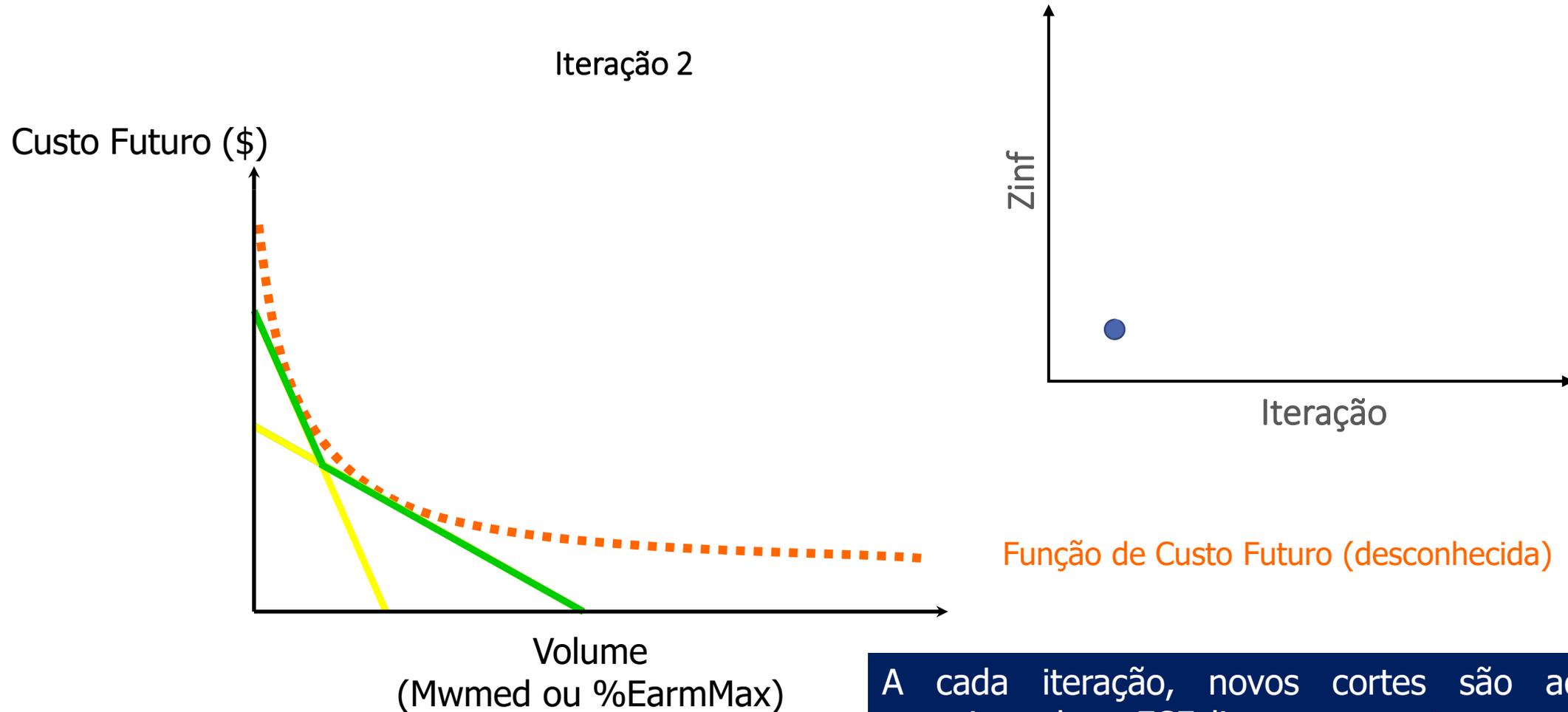
➤ 4 casos de sensibilidades prospectivas (dez/23) combinando armazenamento inicial bom (eq. a dez/22) e ruim (eq. a dez/20) com afluência boa (ENA 120% da MLT) e ruim (ENA 60% da MLT).

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação da estabilidade da solução do NEWAVE Híbrido



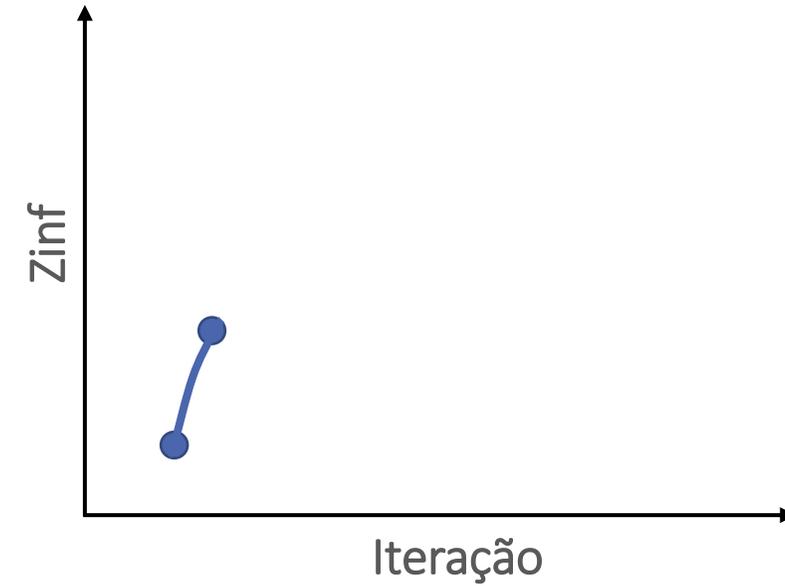
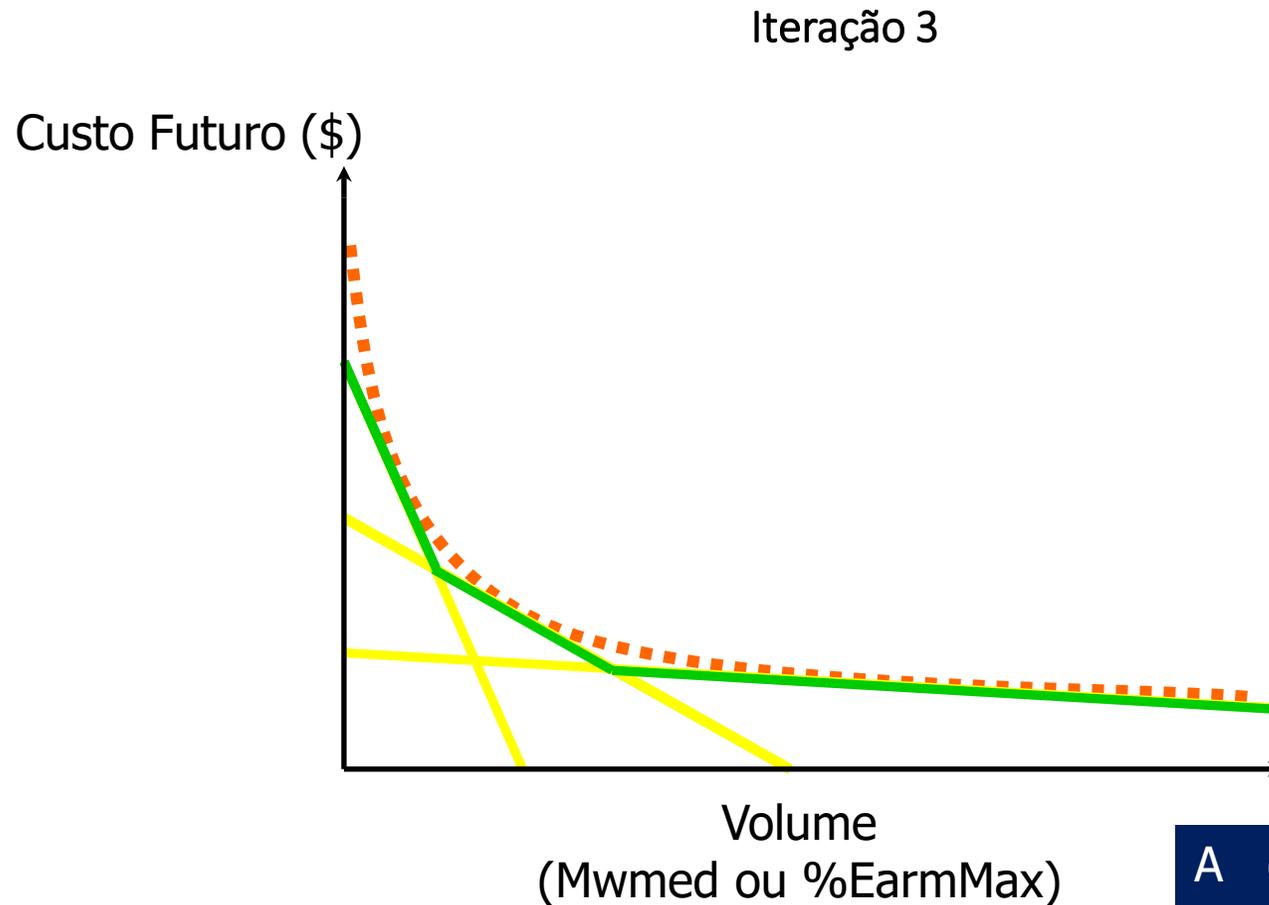
A cada iteração, novos cortes são adicionados, aproximando a FCF linear por partes construída pelo NEWAVE à FCF real (desconhecida)

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação da estabilidade da solução do NEWAVE Híbrido



A cada iteração, novos cortes são adicionados, aproximando a FCF linear por partes construída pelo NEWAVE à FCF real (desconhecida)

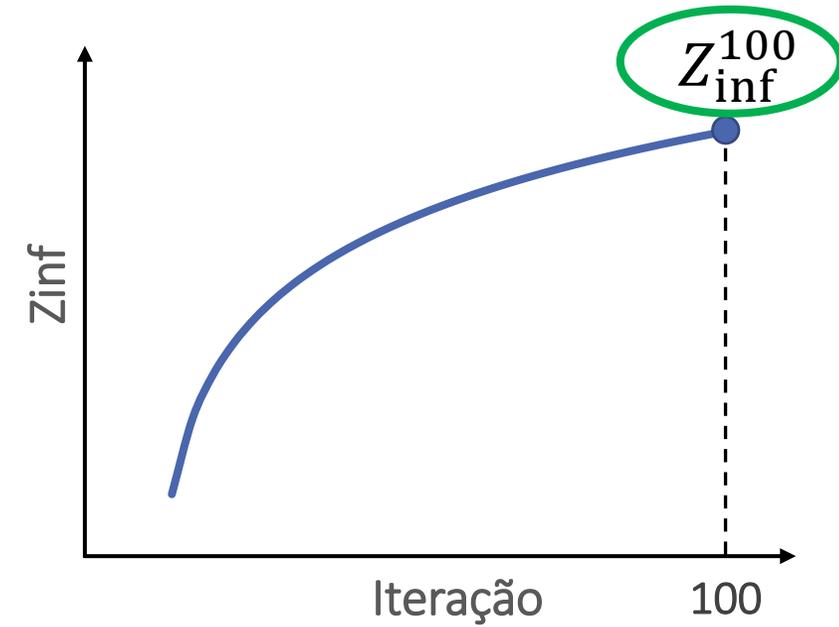
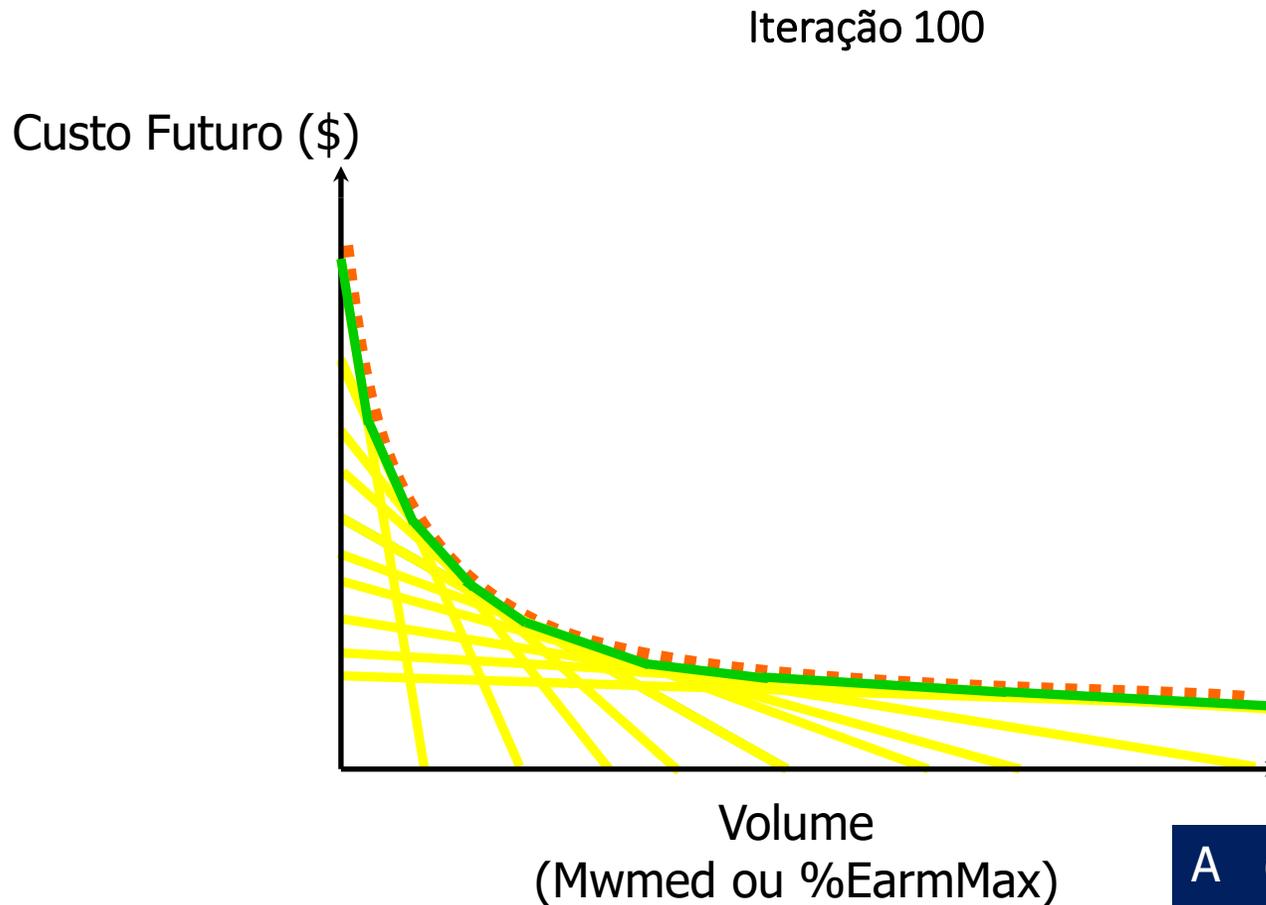
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação da estabilidade da solução do NEWAVE Híbrido



Função de Custo Futuro (desconhecida)

A cada iteração, novos cortes são adicionados, aproximando a FCF linear por partes construída pelo NEWAVE à FCF real (desconhecida)

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação da estabilidade da solução do NEWAVE Híbrido



Função de Custo Futuro (desconhecida)

A cada iteração, novos cortes são adicionados, aproximando a FCF linear por partes construída pelo NEWAVE à FCF real (desconhecida)

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação da estabilidade da solução do NEWAVE Híbrido

Comparativo entre a iteração de parada e a melhor iteração possível atualmente (100ª)



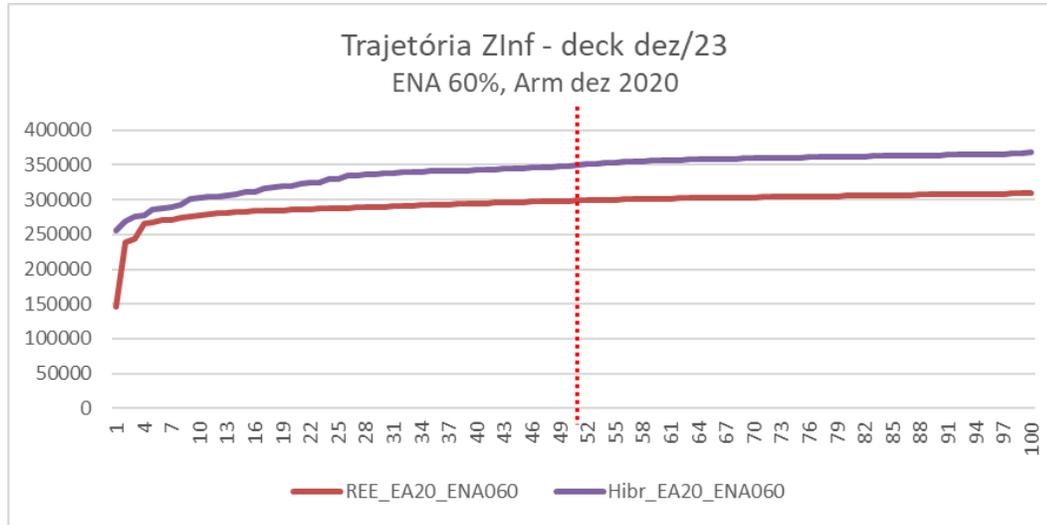
Caso	Iteração de parada	
	REE	Hib
Junho/2020	50 (100)	50 (69)
Outubro/2020	50 (100)	50 (72)
Março/2021	50 (100)	50 (60)
Junho/2021	50 (100)	39
Agosto/2021	50 (97)	50 (61)
Outubro/2021	50 (54)	50 (83)
Janeiro/2022	30 (22)	50 (79)
Maió/2022	38	50 (60)
Julho/2022	32	50 (53)
Outubro/2022	30 (18)	36
ENA60%, Earm2020	50 (69)	50 (75)
ENA60%, Earm2022	30 (28)	37
ENA120%, Earm2020	30 (9)	38
ENA120%, Earm2022	30 (11)	34

Caso	Convergência de Zinf da solução	
	REE	Hib
Junho/2020	91,5%	96,2%
Outubro/2020	90,4%	95,8%
Março/2021	93,3%	97,0%
Junho/2021	93,6%	94,4%
Agosto/2021	94,5%	96,2%
Outubro/2021	96,2%	95,6%
Janeiro/2022	99,9%	94,8%
Maió/2022	99,9%	96,6%
Julho/2022	99,9%	94,9%
Outubro/2022	99,9%	96,6%
ENA60%, Earm2020	96,6%	94,6%
ENA60%, Earm2022	95,6%	95,8%
ENA120%, Earm2020	98,8%	96,0%
ENA120%, Earm2022	98,6%	97,0%

Valor médio em que as execuções alcançariam a convergência com o atual critério de  $\Delta Zinf$  (sem limites):  
 REE - 56 iterações  
 Híbrido - 57 iterações  
 Quantidade de casos que batem no máximo de 50 iterações:  
 REE - 7 (50%)  
 Híbrido - 9 (64%)  
 Convergência média de Zinf:  
 REE - 96,3%  
 Híbrido - 95,8%

Do ponto de vista de estabilidade da solução, nota-se que o modelo NEWAVE Híbrido apresenta resultados semelhantes ao modelo vigente (REE). Ainda que seja um modelo mais complexo (devido ao aumento do número de variáveis de estado), o NEWAVE Híbrido é beneficiado pela utilização da Função de Custo Futuro Externa, o que auxilia em sua estabilização.

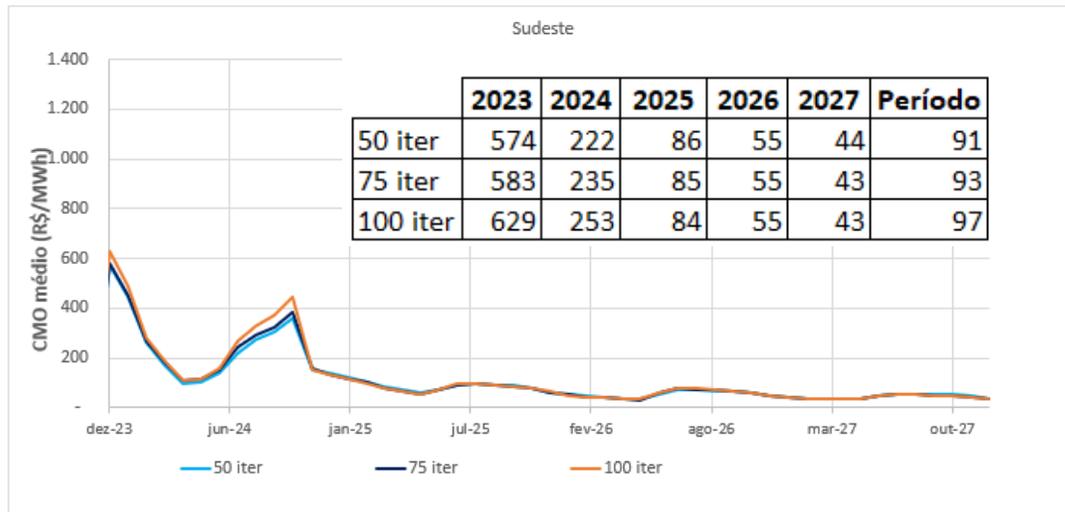
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação da estabilidade da solução do NEWAVE Híbrido - Deck dez/2023: ENA 60%, EArm 2020



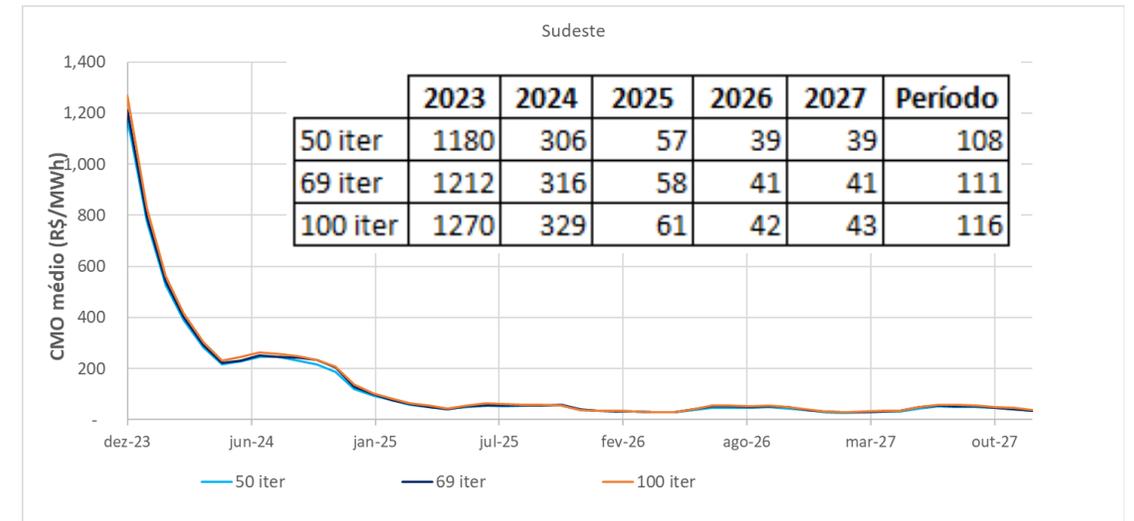
Caso	Iteração de parada	
	REE	Hib
ENA60%, Earm2020	50 (69)	50 (75)

Caso	Convergência de Zinf da solução	
	REE	Hib
ENA60%, Earm2020	96,6%	94,6%

## NW Híbrido (CMO - Médio)



## NW REE (CMO - Médio)

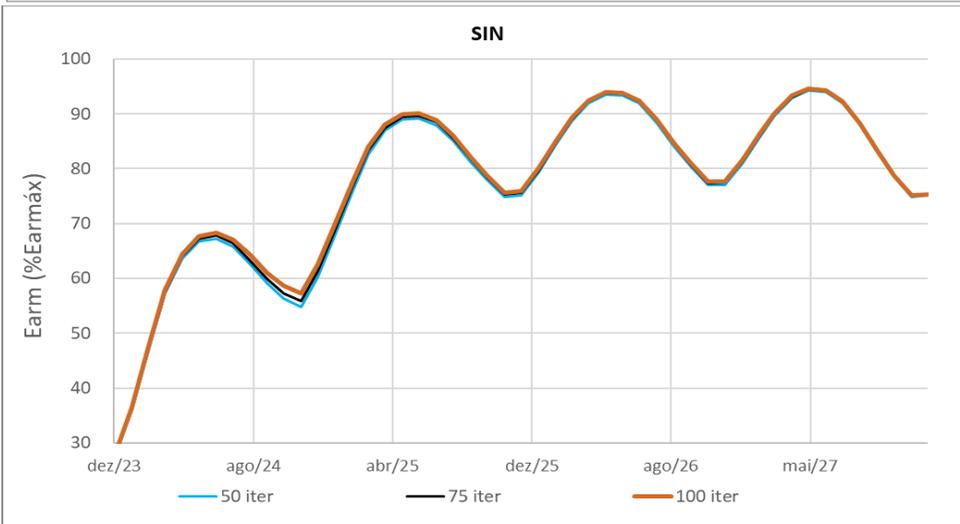
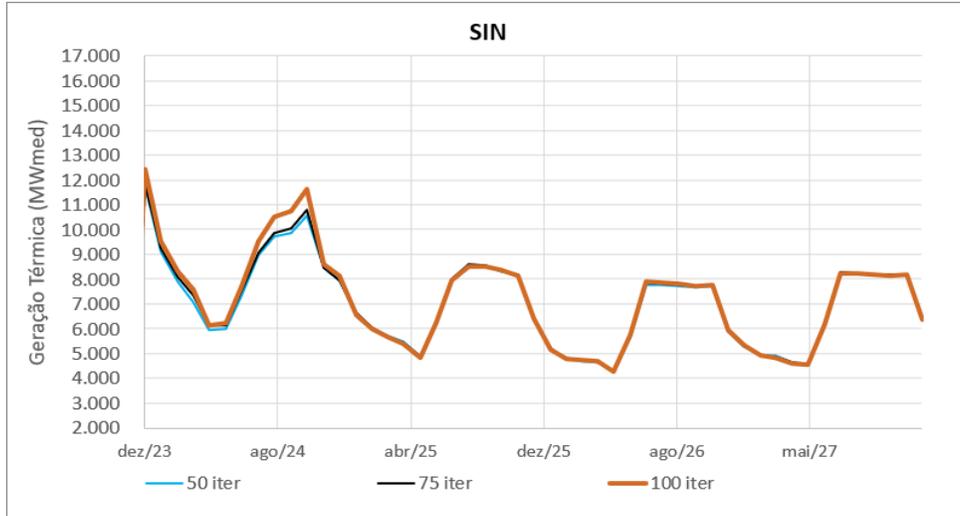


# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação da estabilidade da solução do NEWAVE Híbrido - Deck dez/2023:

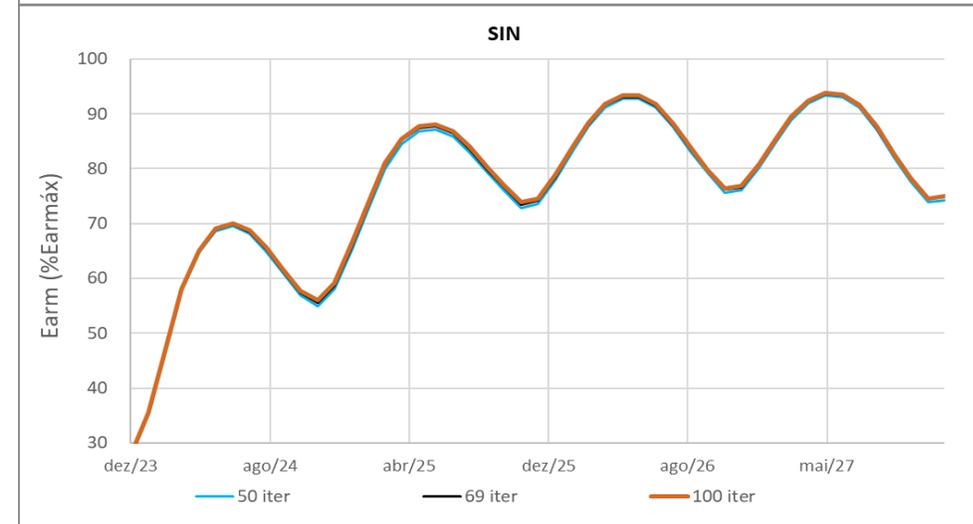
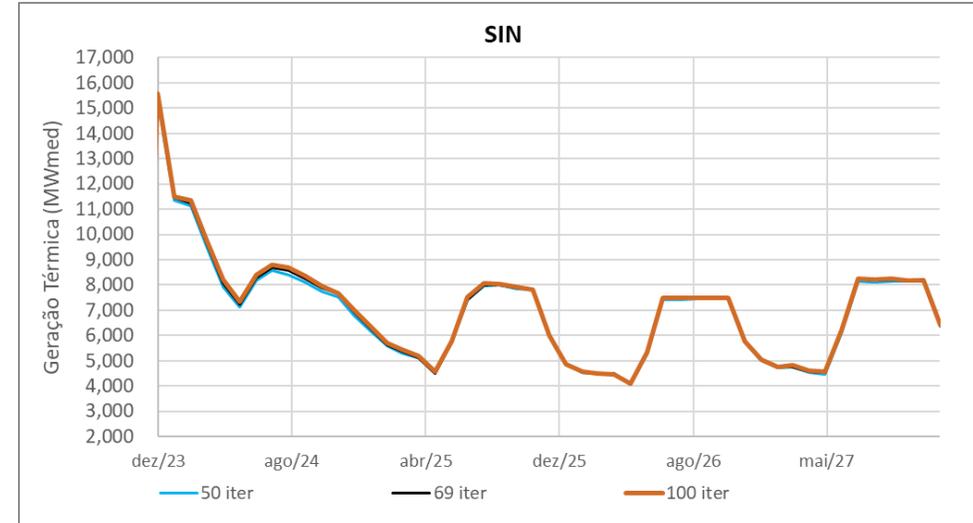
## ENA 60%, Earm 2020

### Geração térmica e armazenamentos médios

NW Híbrido



NW REE

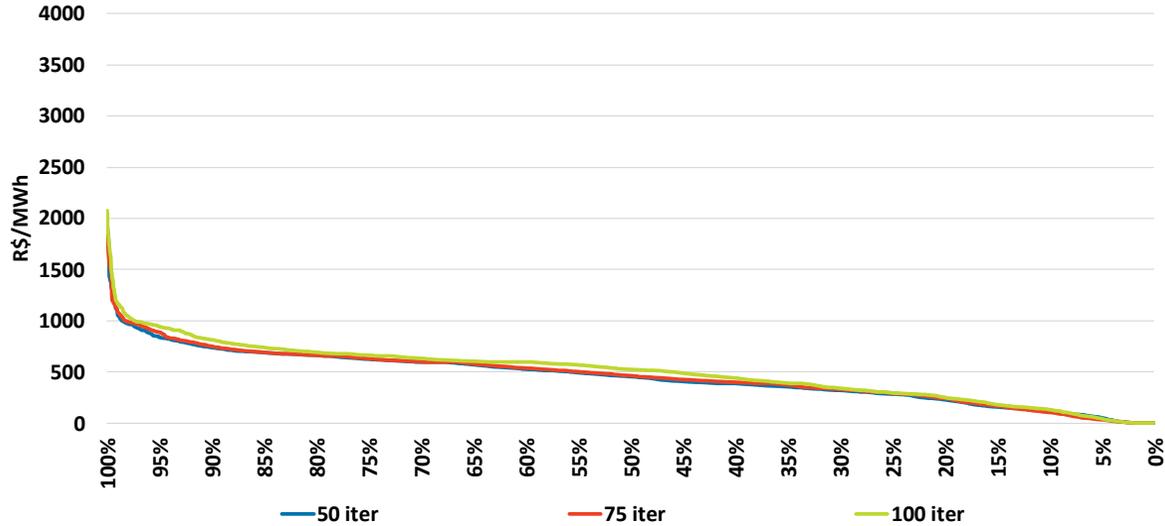


# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação da estabilidade da solução do NEWAVE Híbrido - Deck dez/2023: ENA 60%, Earm 2020

CMO – Permanência 2º mês

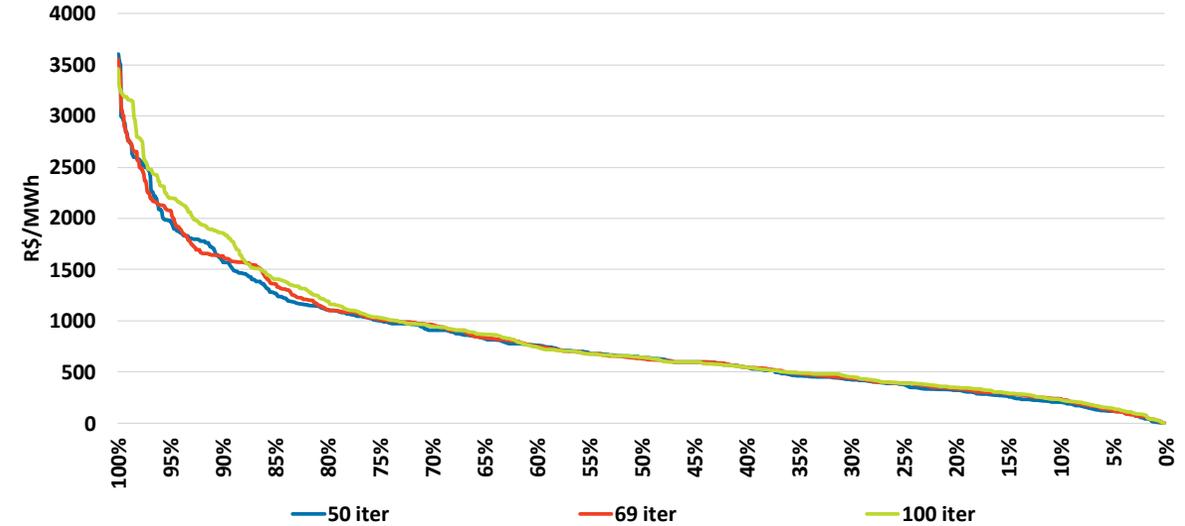
NW Híbrido

Curvas de permanência de CMO: Sudeste - Janeiro/2024



NW REE

Curvas de permanência de CMO: Sudeste - Janeiro/2024

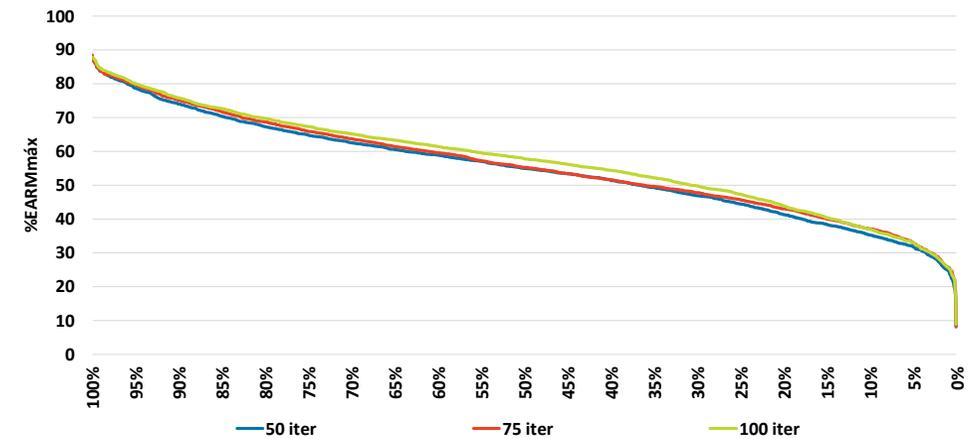
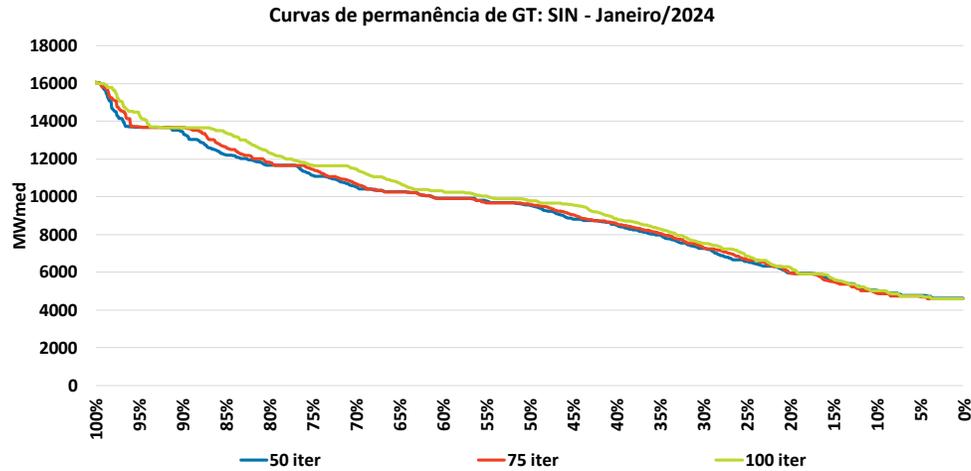


As curvas de permanência do CMO do 2º mês (mês de acoplamento com o DECOMP) se mostraram semelhantes quando comparados os resultados da 50ª iteração vs 100ª iteração, tanto para o caso NEWAVE REE quanto NEWAVE Híbrido

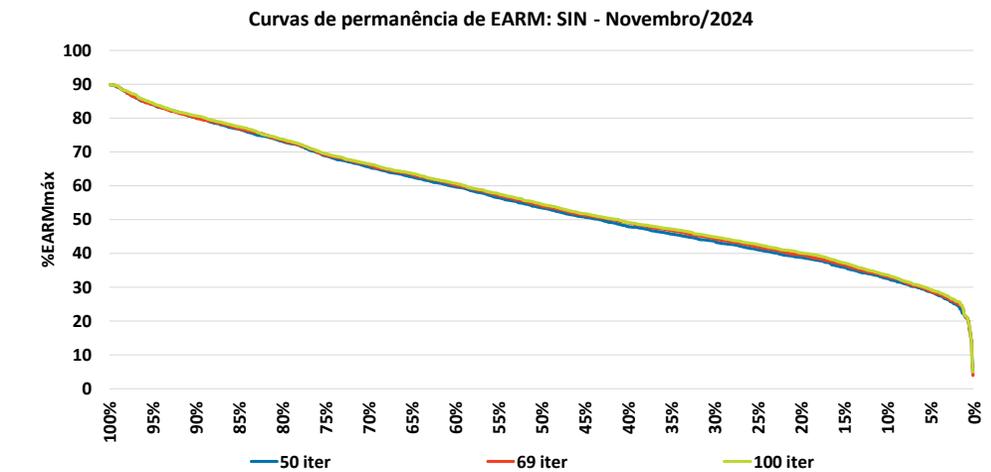
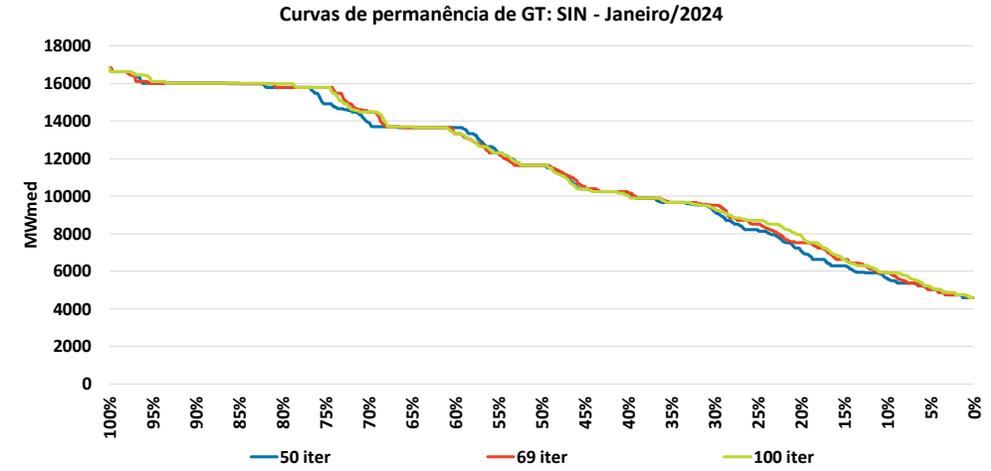
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação da estabilidade da solução do NEWAVE Híbrido - Deck dez/2023: ENA 60%, Earm 2020

## Geração térmica e armazenamentos – permanências

### NW Híbrido



### NW REE



Proposta: Manter os critérios atuais, ou seja, parar o modelo NEWAVE Híbrido quando apresentar 6 interações com  $\Delta Zinf$  inferior a 0,1%, respeitando o mínimo de 30 iterações e o máximo de 50 iterações (ONS e CCEE)

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Backtest individual – NEWAVE Híbrido

## ✓ Caso Referência:

- Parâmetros CPAMP 2023 (CVaR, PAR(p)-A e VminOP);
- Caso agregado (REE);
- Geração UNSI de EOL para SUL e NORDESTE substituída pelo valor médio dos cenários de GEOL gerados. Foi considerada uma única FTM (2022) e o vento médio mensal da reanálise (premissa simplificadora);

Jan/2020 a Dez/2022

## ✓ Caso Híbrido:

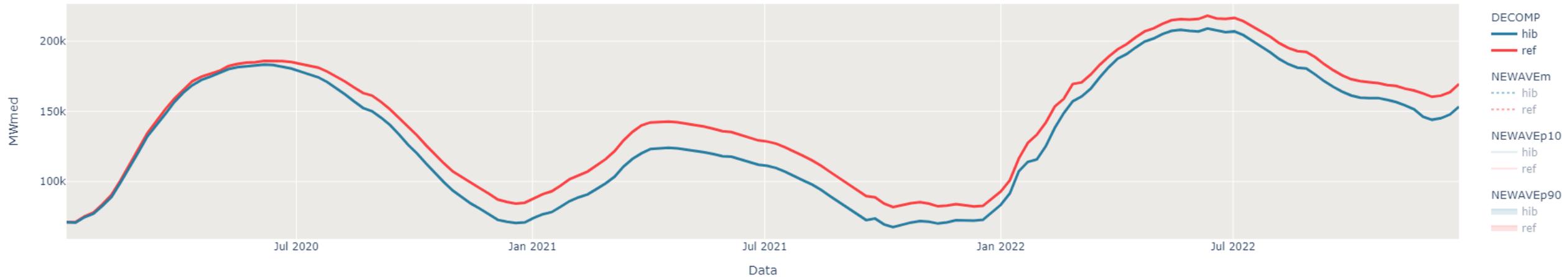
- Parâmetros CPAMP 2023 (CVaR, PAR(p)-A e VminOP);
- Geração PEQUSI de EOL para SUL e NORDESTE substituída pelo valor médio dos cenários de GEOL gerados. Foi considerada uma única FTM (2022) e o vento médio mensal da reanálise (premissa simplificadora);
- Cortes externos utilizados, com atualização (simulação completa) apenas em janeiro de cada ano.

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Backtest individual – NEWAVE Híbrido

REF  
HIB

Energia Armazenada Final - SIN

↓5.53%



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Backtest individual – NEWAVE Híbrido

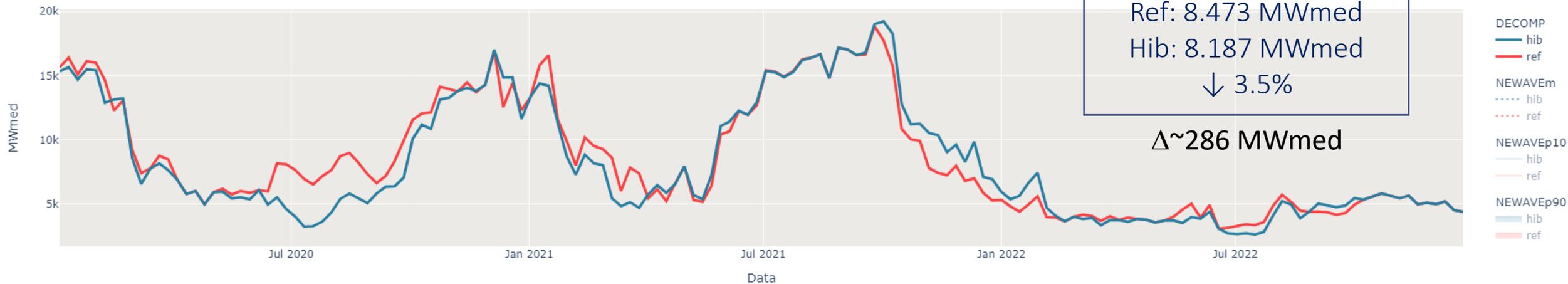
Ref: 46.128 MWmed  
Hib: 46.414 MWmed  
↑ 0.6%

REF  
HIB

Geração Hidráulica - SIN



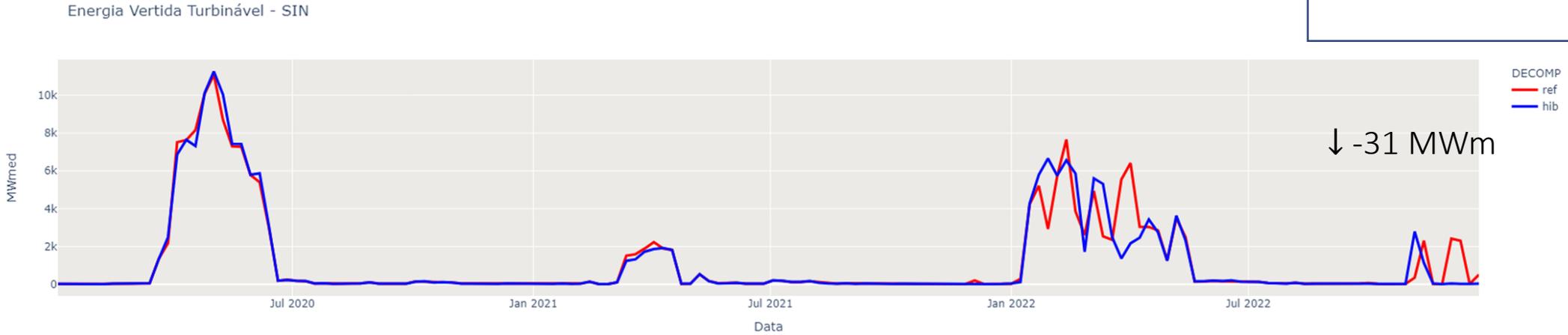
Geração Térmica - SIN



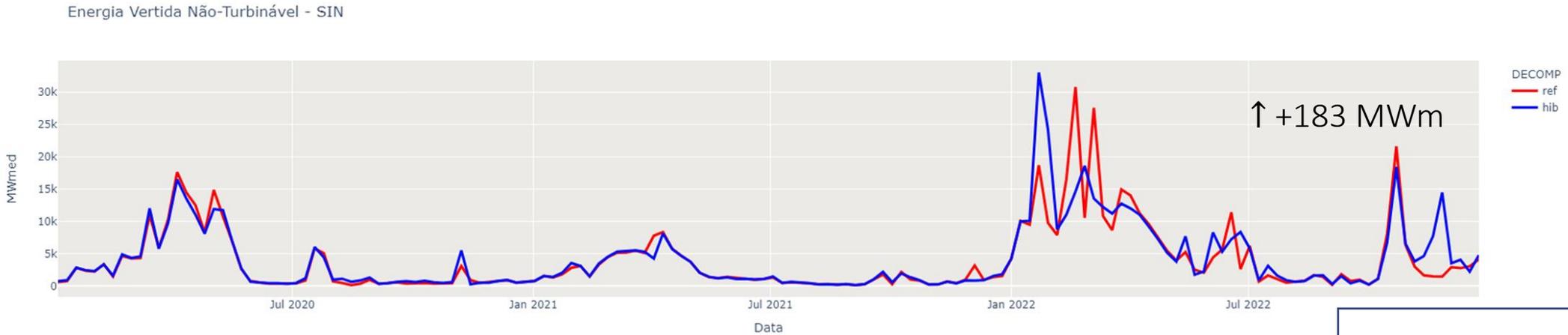
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Backtest individual – NEWAVE Híbrido

Ref: 1.172 MWmed  
Hib: 1.141 MWmed

REF  
HIB



Híbrido com menor vertimento turbinável médio (incremental)



Ref: 3.937 MWmed  
Hib: 4.120 Mwmed

# Agenda

1. Cronograma
2. Validação nas FTs com os Agentes
3. Apresentação das metodologias (CEPEL)
4. Fontes Intermitentes
5. NEWAVE Híbrido
- 6. Premissas para avaliação da aversão ao risco do CVaR**
7. Dúvidas, Contribuições e Comentários

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Definições para a avaliação da aversão ao risco

- Alteração nos valores do VMinOp

REE	Níveis atuais	Novos níveis
Sudeste, Paraná e Paranapanema	20%	20%*
Sul e Iguaçu	30%	30%
Nordeste	23,5%	23,3%*
Norte	20,8% (18% no mês de dezembro de acordo com a curva de operação da usina de Tucuruí)	22,5%* (18% no mês de dezembro de acordo com a curva de operação da usina de Tucuruí)

\* Atualizados pelo Ofício ANA 59/2022, Resolução ANA 70/2021, Resolução ANA 132/2022 e Nota Técnica ONS DPO 0063-2022

Adequação das premissas de volume mínimo operativo conforme as dispositivos regulatórios, que inclusive já foram utilizados na CRef 2023.

- Cortes externos
  - Backtest: atualização nos estudos a cada revisão quadrimestral;
  - Prospectivo: execução de corte externo de janeiro de 2024 (estrutura do deck se mantém ao longo do horizonte).

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Status MMGD

	Abr/23	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	
<b>Processos/Procedimentos</b>											
Fase 2: Revisão de Procedimentos de Rede	▶										
Relatório: Fase 2 - MMGD com consideração de expansão	▶										
Fase 2: Estudos de sensibilidades	▶										
<b>Proposta de Entrada</b>											
Fase 1 (MMGD na base da carga)		🏁									
Fase 2 (representação da expansão de MMGD)										🏁	

## Fase 1: Representação da MMGD na base de carga

- Relatório entregue aos agentes com contribuições
- Informações de MMGD e decks sensibilizados entregue aos agentes
- **Entrada: PMO Maio de 2023**



## Fase 2: Representação da expansão da MMGD

- Aspectos operacionais apresentados: Informações de MMGD e decks sensibilizados com expansão sendo divulgados desde set/2022
- Treinamento modelo 4MD e relatório para contribuições: mai/23
- Aspectos procedimentais sendo tratados pelas Instituições
- **Entrada: PMO Janeiro de 2024**

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Status MMGD

## GT MMGD – Informações de MMGD e decks disponibilizados

<https://ctpmopld.org.br/group/ct-pmo-pld/gt-mmgd>

PMO PLD

COMUNIDADES AGENDA NOTÍCIAS LINKS ÚTEIS FALE CONOSCO

CT PMO PLD > Comunidades > Subcomitê Dados, Processos e Regulação > GT MMGD

GT MICRO E MINI GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

PASTAS

- Dados e Decks**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Dia atrás.  
Início > MMGD
- Apresentações**  
Test Test, modificado 6 Meses atrás.  
Início > MMGD
- Videos**  
Test Test, modificado 6 Meses atrás.  
Início > MMGD
- Documentos**  
Test Test, modificado 5 dias atrás.  
Início > MMGD

PASTAS

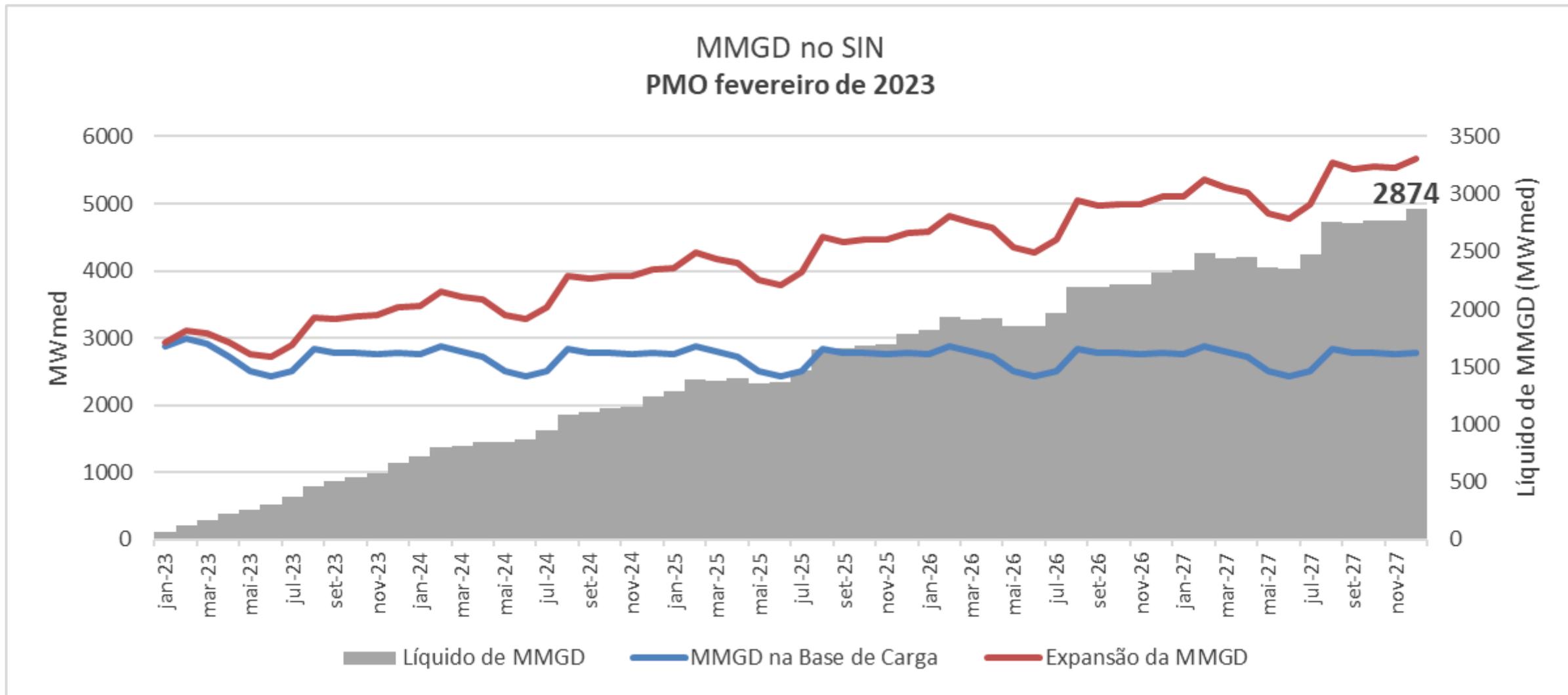
- DESSEM**  
Rodrigo Azambuja, modificado 22 dias atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks
- Dados - MMGD**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Mês atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks
- NEWAVE**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Mês atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks
- DECOMP**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Mês atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks

### Deck com MMGD (Set/22 a Abr/23):

- **Newave:** PMOs
- **Decomp:** RVO
- **\*Dessem:** 1ª semana operativa

*\*até março de 2023*

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Status - MMGD



## Ciclo de Trabalho 2022/2023: Status usinas do ACL sem obras iniciadas

Ata da 272ª Reunião (Ordinária) do CMSE realizada em 07/12/2022 acerca da nova metodologia proposta para simulação de usinas que não venderam energia em leilões regulados, ou seja, usinas do Ambiente de Contratação Livre – ACL, no bloco de ofertas considerado no Programa Mensal da Operação – PMO/ONS, conforme avaliado na Tomada de Subsídios – TS nº 9/2021 realizada pela Agência:

**Deliberação:** Entre o PMO/ONS de janeiro de 2023 e dezembro de 2023, a CCEE e o ONS deverão realizar processo sombra considerando a adoção da proposta metodológica constante da Nota Técnica nº 227/2022-SFG-SRG/ANEEL, incluindo relatório com as avaliações quanto às variações do Custo Marginal de Operação – CMO, do Preço de Liquidação das Diferenças – PLD, dos Encargos de Serviços do Sistema – ESS, do GSF, dos despachos termelétricos e dos níveis dos reservatórios.

**Deliberação:** A CPAMP deverá observar a inclusão da proposta metodológica no âmbito dos estudos previstos para o ano de 2023.

**Deliberação:** O CMSE deverá avaliar, até julho de 2023, a utilização da proposta metodológica constante da Nota Técnica nº 227/2022-SFG-SRG/ANEEL para as estimativas de entrada em operação comercial dos empreendimentos não contratados no ambiente regulado e sem obra iniciada associados à expansão da geração de energia elétrica.

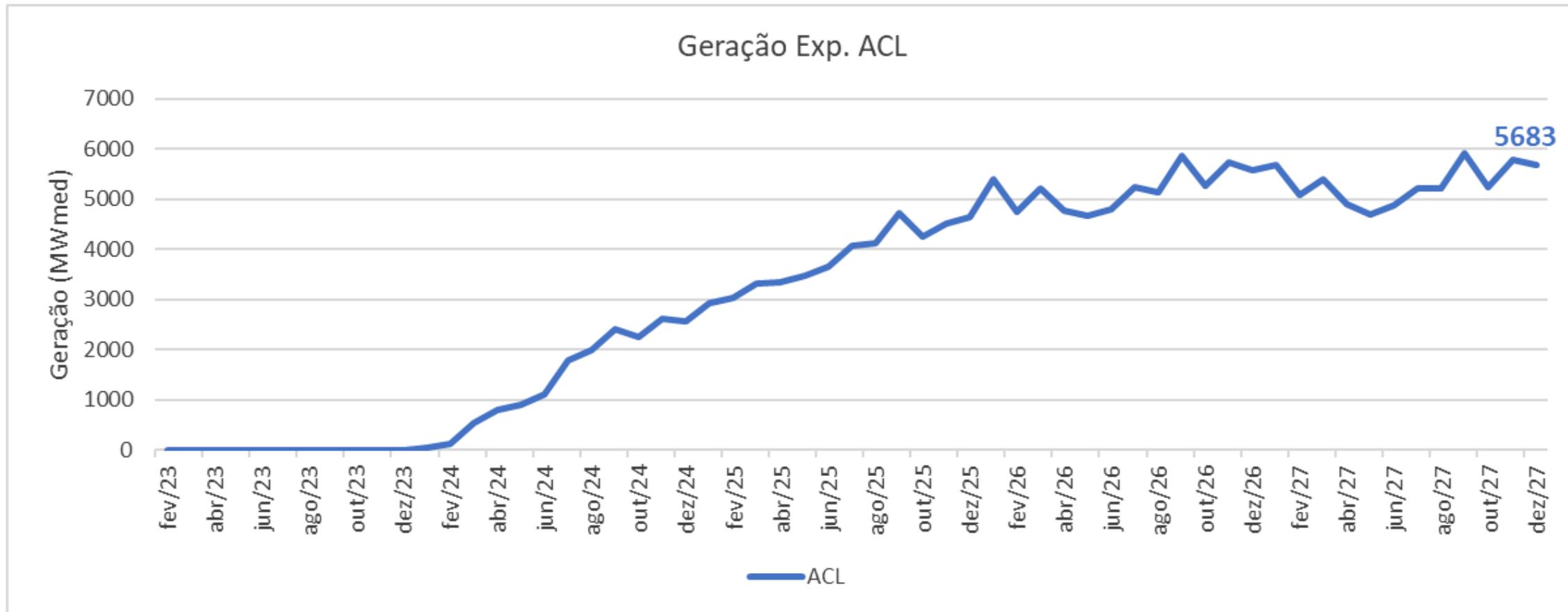
Os dados de entrada e resultados do processamento sombra da CCEE estão com a descrição “Processo Sombra – UNSI ACL” e estão disponíveis no site da CCEE: <https://www.ccee.org.br/acervo-ccee?periodo=365&fc=39789%2C39792>

Os dados de entrada e resultados do processamento sombra do ONS estão disponíveis no SINTEGRE: <https://sintegre.ons.org.br/sites/9>



# Status – UNSI do ACL sem início de construção

Expansão no ACL – Bloco de UNSI (FV, UEE, PCH e PCT) nos decks prospectivos



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Definições para a avaliação da aversão ao risco

- Premissas dos temas de outros âmbitos:
  - ✓ **Representação MMGD (CT PMO/PLD)**
    - **Estudos prospectivos:**
      - Oferta: considerar a projeção ajustada de MMGD pelo modelo 4MD utilizada atualmente pelo GT (PDE 2031)
      - Carga: Carga oficial + carga atendida pela MMGD existente em fev/2023
    - **Backtest:**
      - Oferta: projeção pela PDE 2031 ajustada para cada revisão quadrimestral (dados de 2020 verificados e demais dados projetados)
      - Carga: Previsão Oficial (de cada PMO) + Carga atendida pela MMGD existente no momento correspondente (m-2) de cada Revisão Quadrimestral, além da atualização em cada PMO dos 2 primeiros meses do horizonte
  - ✓ **UNSI do ACL sem obras iniciadas (conforme TS ANEEL)**
    - **Estudos prospectivos:** aplicação dos dados atualizados (fev/2023) enviados pelo DMSE. Para 2028: repetir a taxa de crescimento de 2027
    - **Backtest:** aplicação dos dados realizados até jan/2023 e os dados previstos a partir de fev/2023 enviados pelo DMSE
- Referência para a avaliação dos parâmetros do CVaR:
  - Backtest:** irá utilizar a CRef 2023, somente adaptando o despacho termelétrico para análise para o ANO de 2022
  - Propespectivo:** CRef 2023<sup>CPAMP</sup>, ajustada para a CPAMP com as seguintes premissas: carga 2024, MMGD e ACL da base de fev/2023, expansão e transmissão permanecerá o de 2023.
    - Caso não haja uma CRef 2023<sup>CPAMP</sup> ajustada até o momento da análise (abril/maio), será utilizada como referência o modelo vigente (2023 considerando as premissas acima)

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Famílias CVaR

Deck Prospectivo dez/23 – Cenário ENA 60%; EArm dez 2020 (vazio)

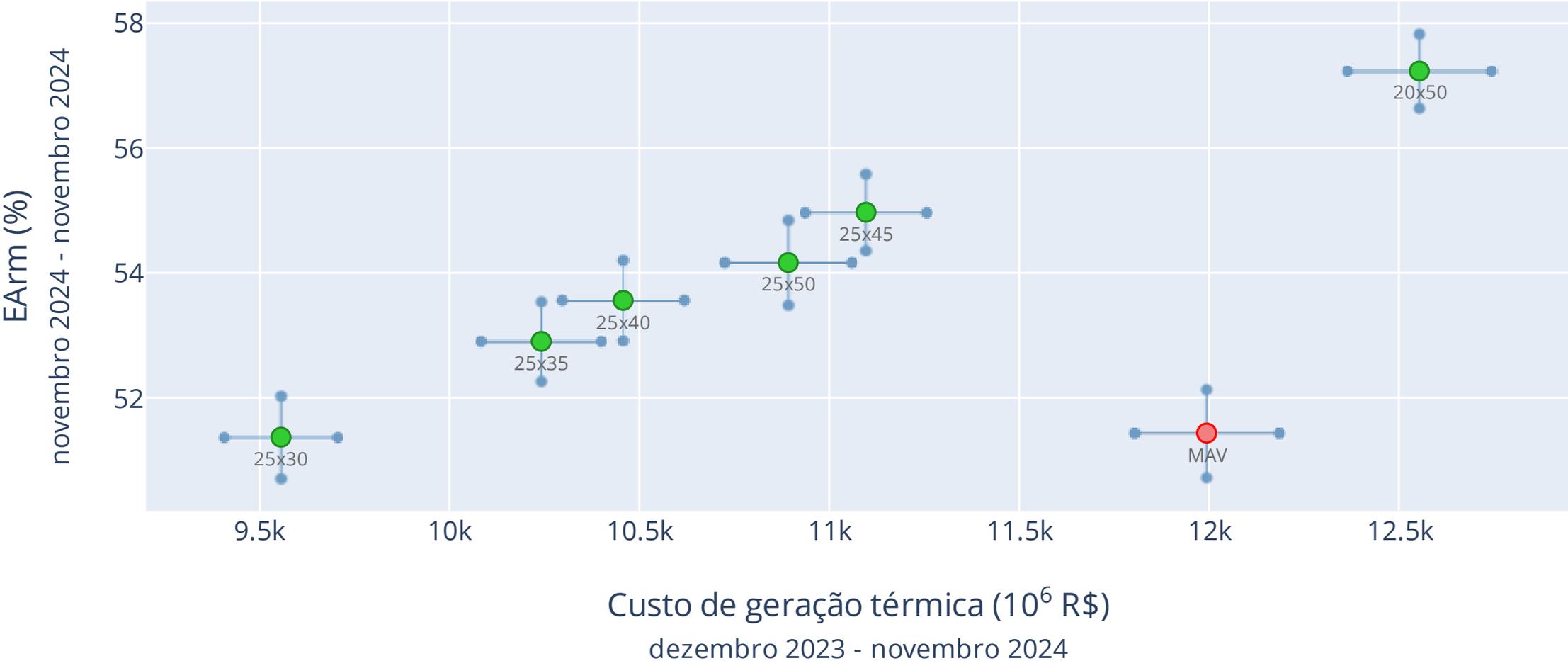
SIN



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Famílias CVaR

Deck Prospectivo dez/23 – Cenário ENA 60%; EArm dez 2020 (vazio)

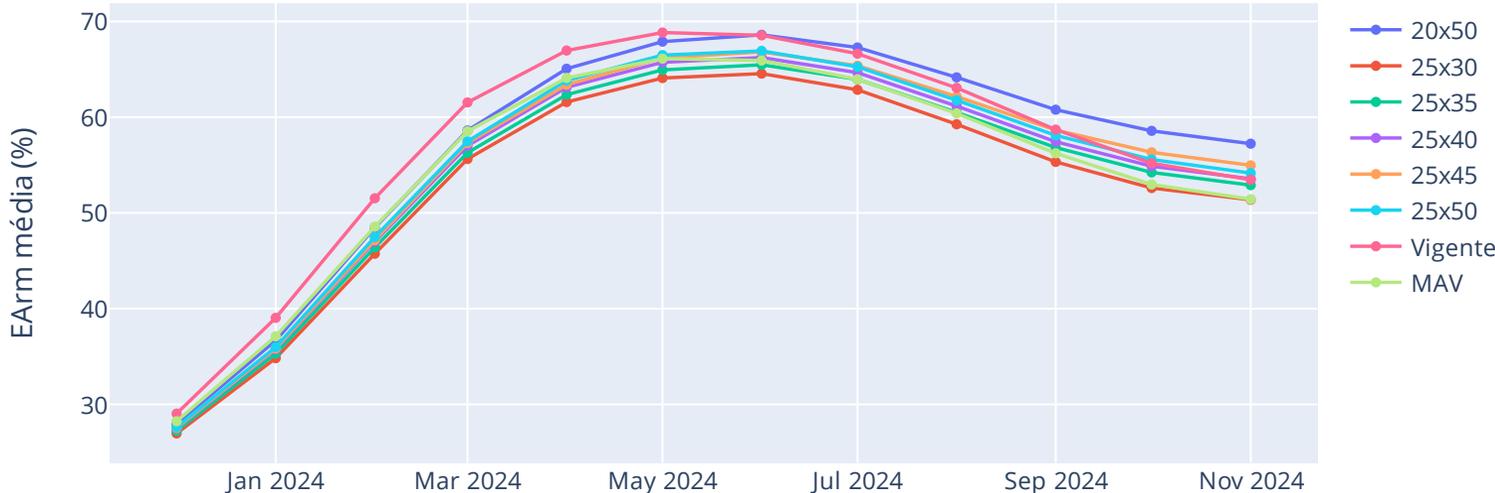
SIN



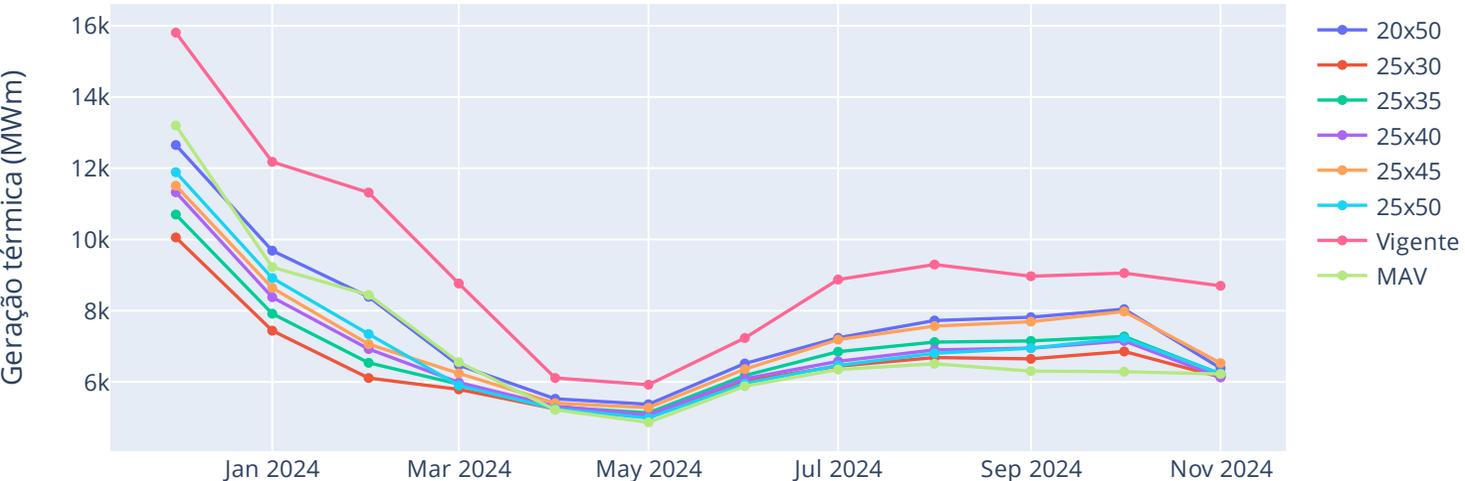
# Famílias CVaR – Execução CCEE: Gráfico dos principais parâmetros

Deck Prospectivo dez/23 – Cenário ENA 60%; EArm dez 2020 (vazio)

EArm - SIN



Geração térmica - SIN



# Famílias CVaR – Execução CCEE: Gráfico dos principais parâmetros

Deck Prospectivo dez/23 – Cenário ENA 60%; EArm dez 2020 (vazio)

Geração hidráulica - SIN



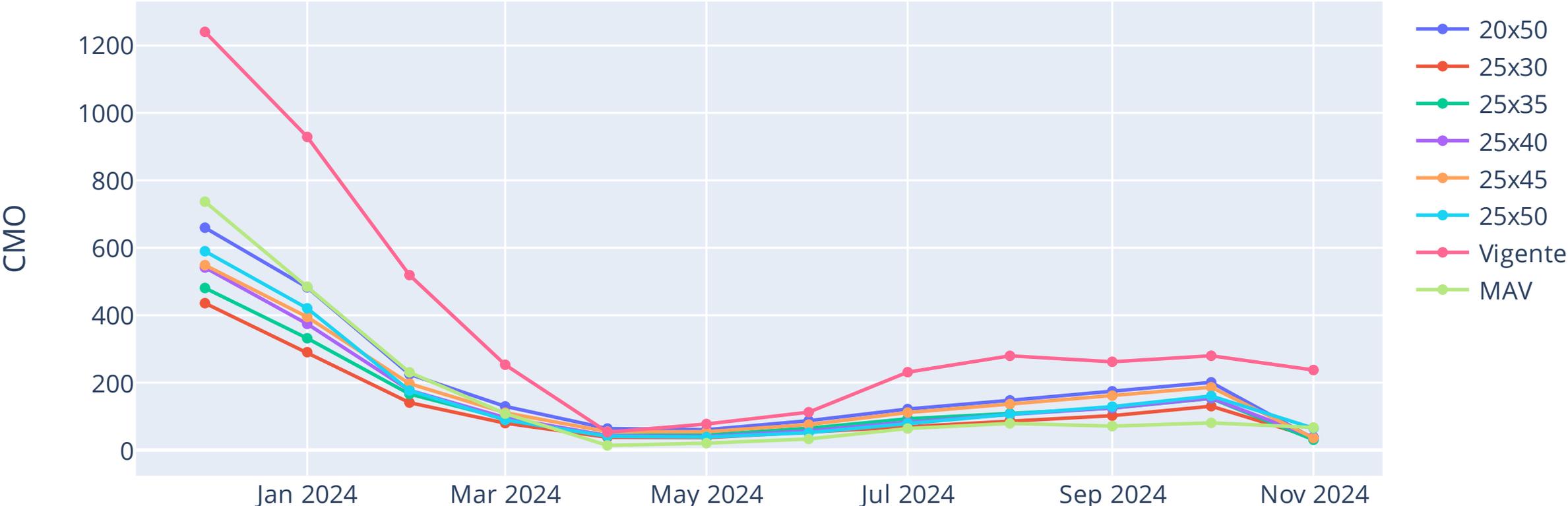
Vertimento - SIN



# Famílias CVaR – Execução CCEE: Gráfico dos principais parâmetros

Deck Prospectivo dez/23 – Cenário ENA 60%; EArm dez 2020 (vazio)

CMO - Sudeste



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Definições para a avaliação da aversão ao risco



- Definição de casos para avaliação
  - Casos base (3 casos):
    - Caso vigente CVaR (25,35)
    - Caso vigente CVaR (25,35) + MMGD + ACL + novos VMinOp (SE/CO 20%, S 30%, NE 23,3%, N 22,5%)
    - Caso CVaR (25,35) + Fontes Intermitentes + NEWAVE Híbrido + MMGD + ACL + novos VMinOp
  - Sensibilidades dos parâmetros de CVaR (3 casos):
    - A partir do 3º caso base, contendo: Fontes Intermitentes, Híbrido, MMGD, ACL e novos VMinOp
    - A família (25,XX) apresenta uma boa representatividade de níveis de aversão ao risco
    - A inserção da MMGD e do ACL, assim como o próprio NW Híbrido tendem a resultar em uma geração termelétrica menor
    - Proposta: Executar 3 sensibilidades (25,30) (25,40) (25,45)

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Definições para a avaliação da aversão ao risco



- Execuções a serem realizadas nessa fase:
  - **Backtest:** jan/20 a dez/22 – 6 execuções de 3 anos
  - **Prospectivo:** dez/23 a dez/24 – 24 execuções de 1 ano
    - Cenários: Earm cheio (dez 2022) (a) ENA 100% e (b) ENA 60%; Earm vazio (dez 2020) (c) ENA 80% e (d) ENA 60%.
  - **PDE 2031 e Caso Base para o LRCE/2022** (Leilão de Reserva de Capacidade na forma de Energia) sem a funcionalidade de Fontes Intermitentes e NEWAVE Híbrido\* – 10 execuções (vigente e vigente+MMGD+ACL+novo VMinOp)

\*No ciclo atual a EPE não irá empregar as metodologias de Fontes Intermitentes e NEWAVE Híbrido pois neste momento não é possível compatibilizar as novas metodologias com seus processos atuais

# Agenda

1. Cronograma
2. Validação nas FTs com os Agentes
3. Apresentação das metodologias (CEPEL)
4. Fontes Intermitentes
5. NEWAVE Híbrido
6. Definições para a avaliação do CVaR
- 7. Dúvidas, Contribuições e Comentários**

## Dúvidas, contribuições e comentários



- Fontes Intermitentes
- NEWAVE Híbrido
- Avaliação do CVaR
- Outras premissas

Solicitar a abertura do microfone pelo ícone



Dúvidas e contribuições podem ser enviadas para [gtmet.cpamp@ccee.org.br](mailto:gtmet.cpamp@ccee.org.br)

# Obrigado

Coordenação de Trabalhos Técnicos:  
[gtmet.cpamp@ccee.org.br](mailto:gtmet.cpamp@ccee.org.br)

The logo for CCEE (Comissão de Regulação do Mercado de Energia Elétrica) consists of the lowercase letters 'ccee' in a white, rounded, sans-serif font.

CPAMP - Comissão Permanente para Análise de Metodologias  
e Programas Computacionais do Setor Elétrico

Equipe técnica

**Membros:**

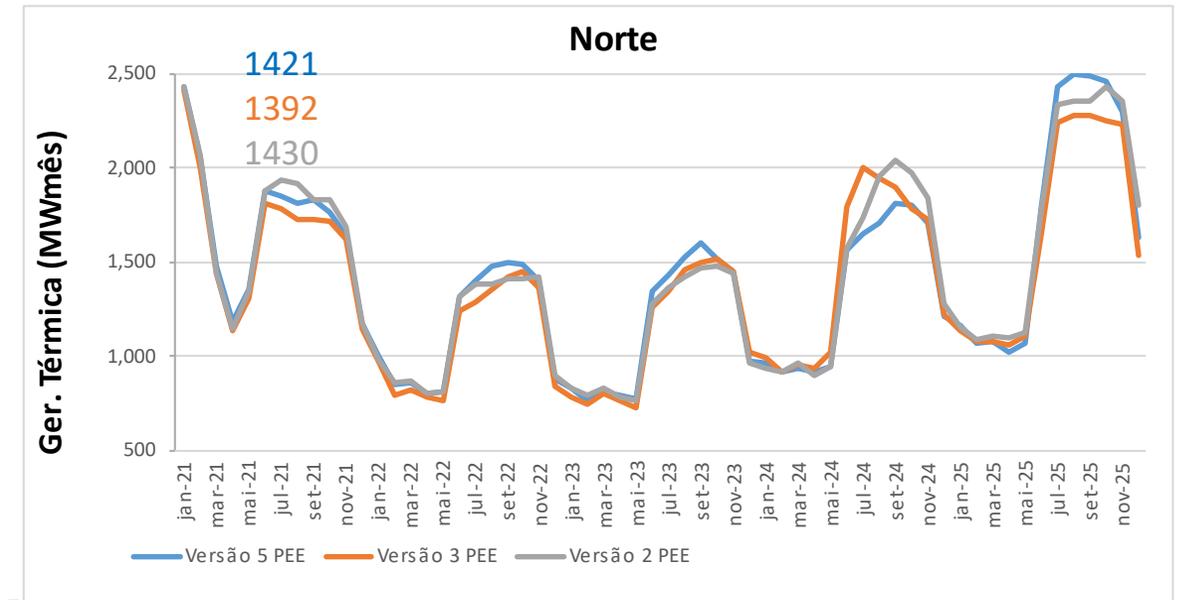
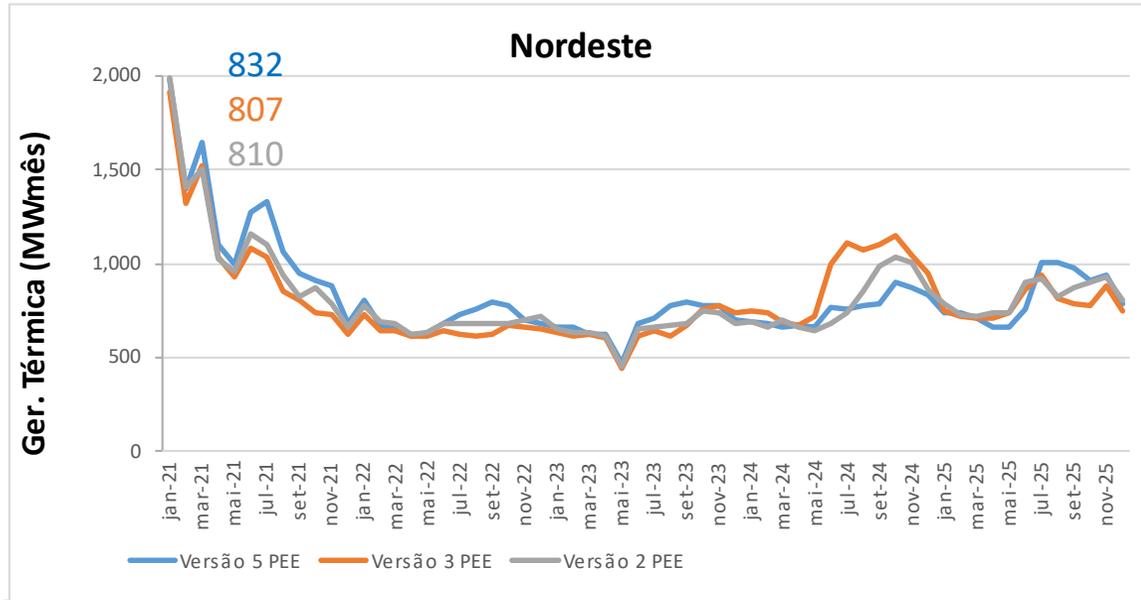
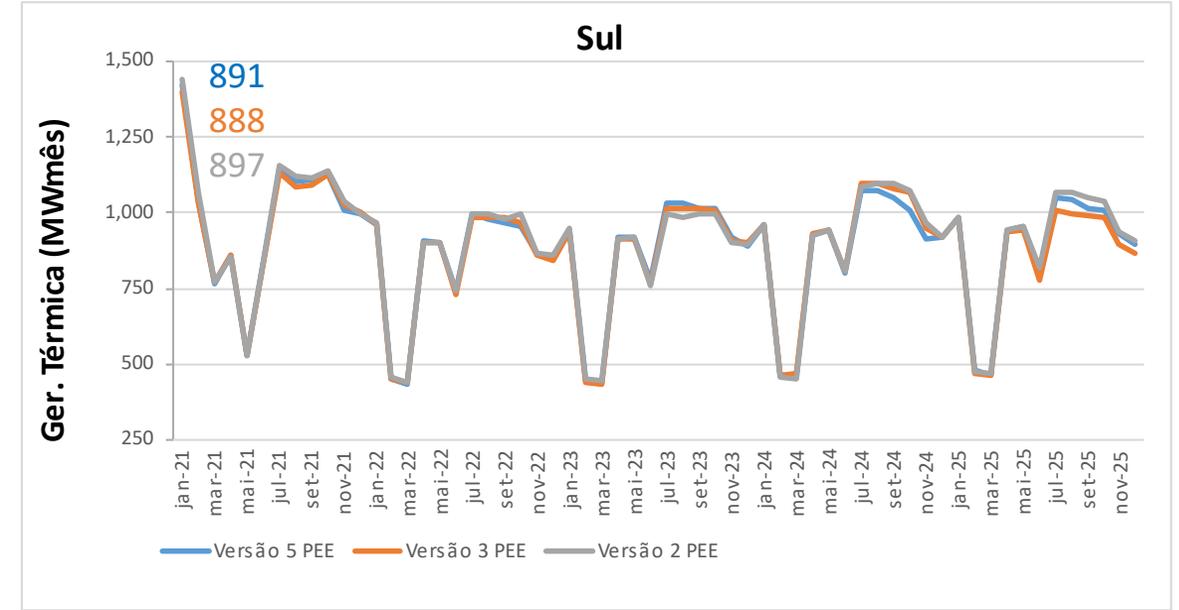
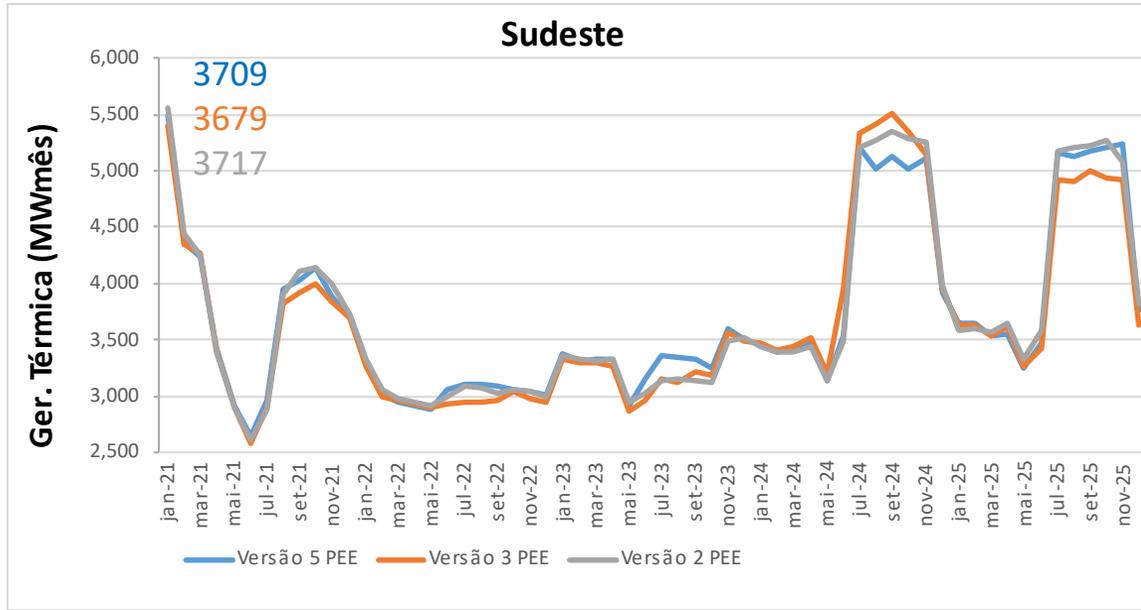
The logo for the Ministry of Mines and Energy features the text 'MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA' in a bold, black, sans-serif font.The logo for ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) includes a stylized 'E' symbol followed by the text 'ANEEL' in a bold, green, sans-serif font, with 'AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA' in a smaller font below.The logo for ONS (Operador Nacional do Sistema) features the letters 'ONS' in a bold, green, sans-serif font.The logo for EPE (Empresa de Pesquisa Energética) consists of the lowercase letters 'epe' in a white, sans-serif font, enclosed within a stylized orange and yellow circular graphic.

**Assessoria Técnica:**

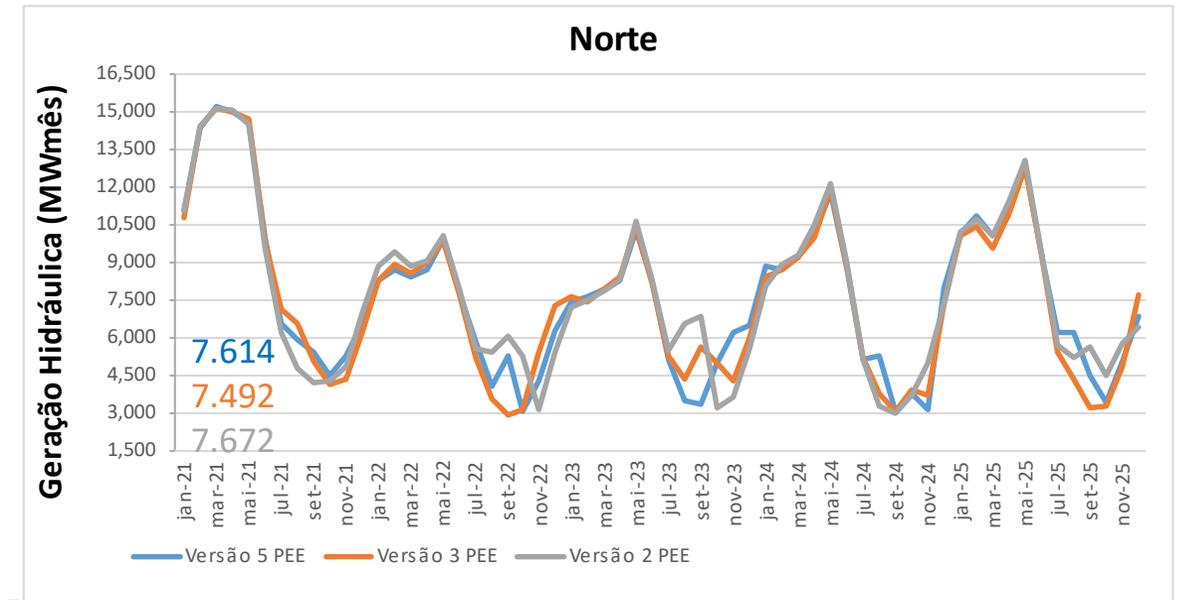
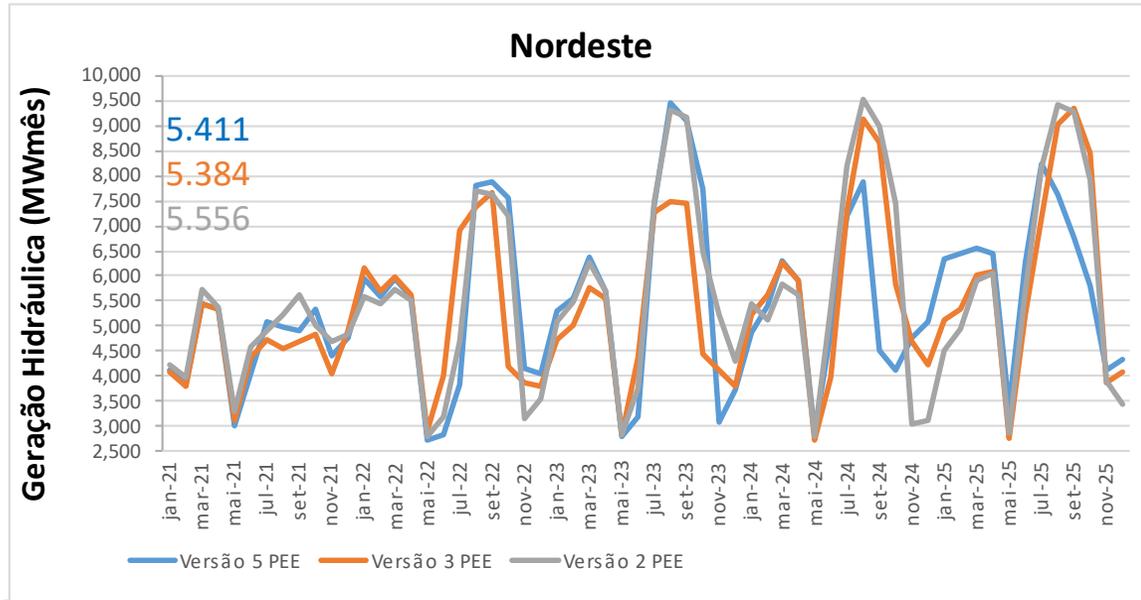
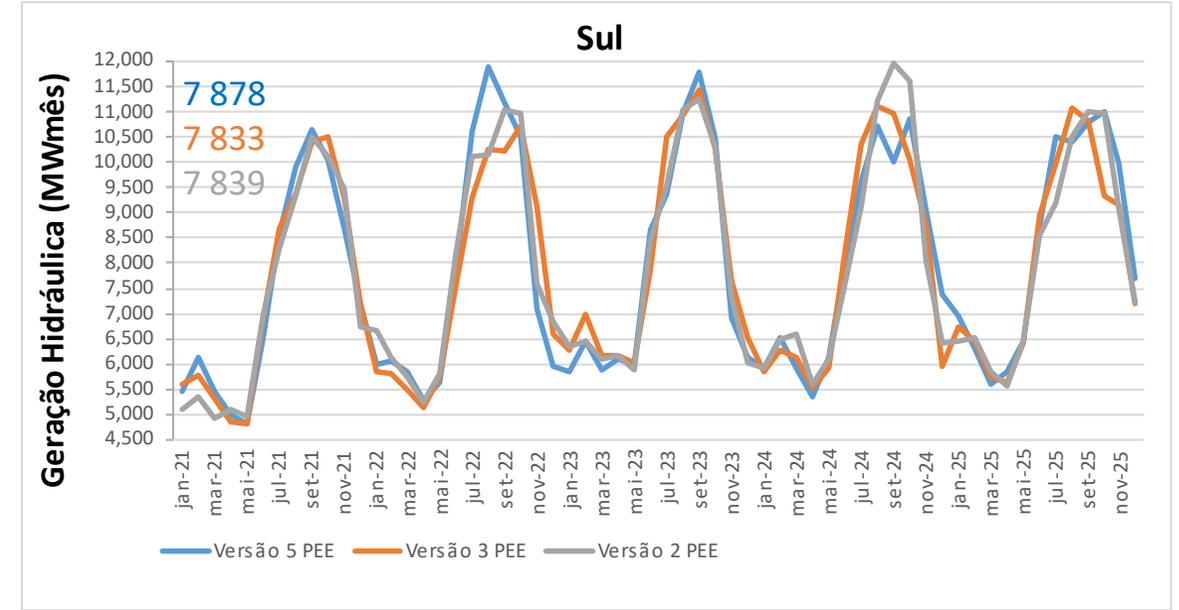
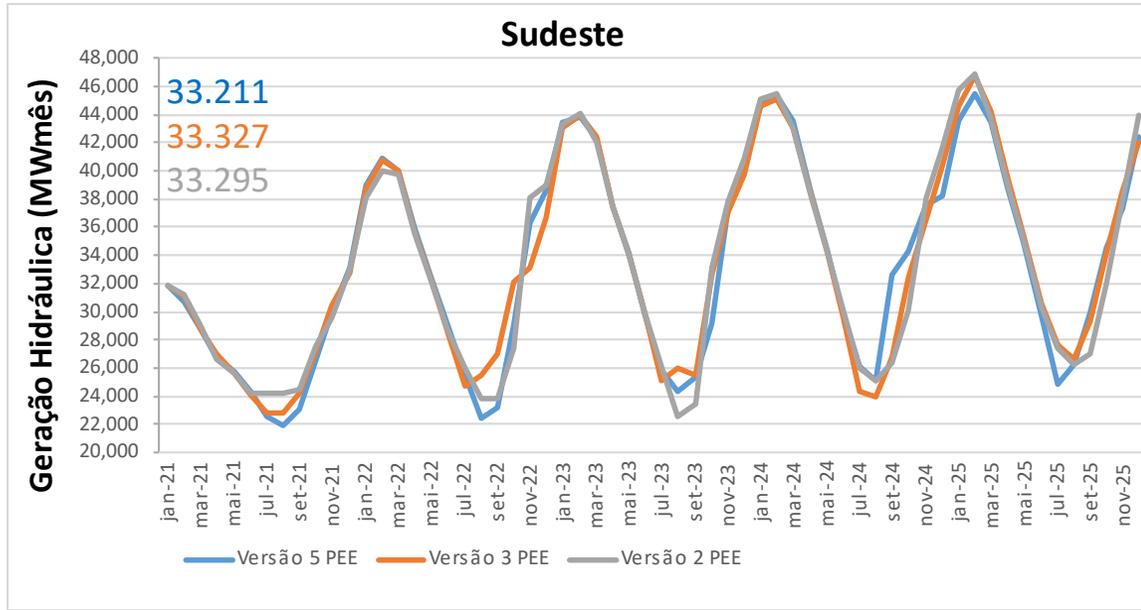
The logo for Cepel (Comissão de Estudos de Planejamento Elétrico) features a stylized green and blue graphic followed by the text 'Cepel' in a blue, sans-serif font.

# APOIO – Fontes Intermitentes

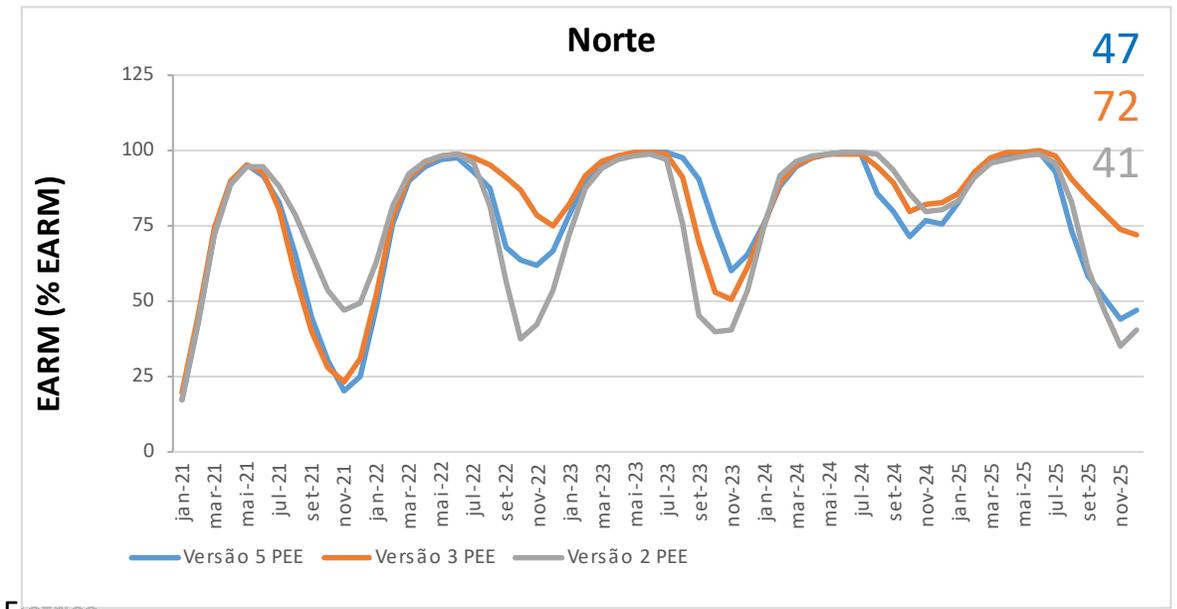
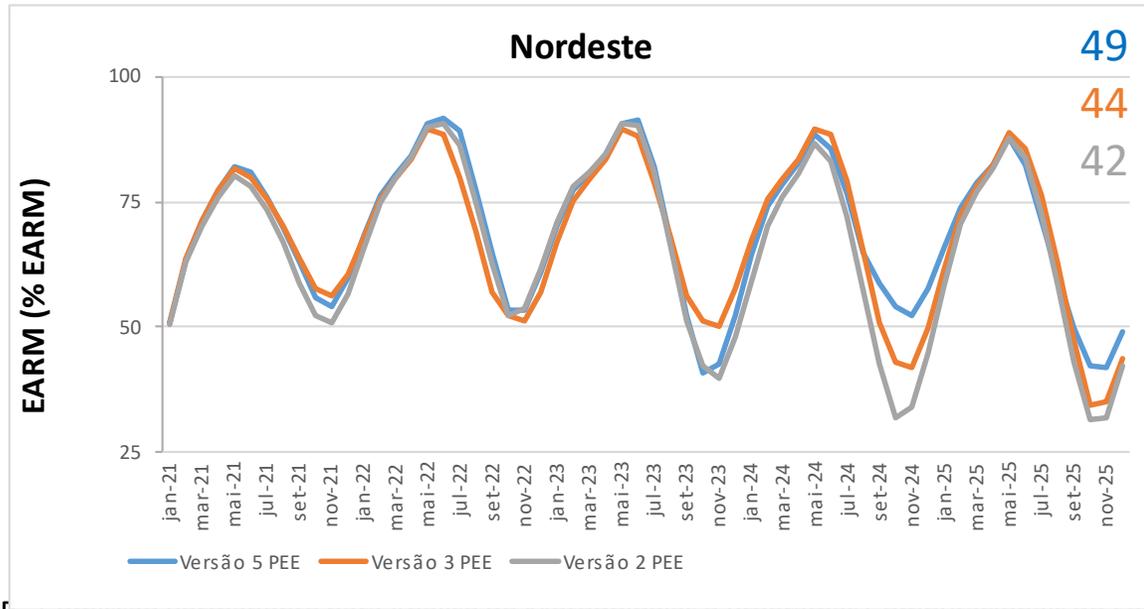
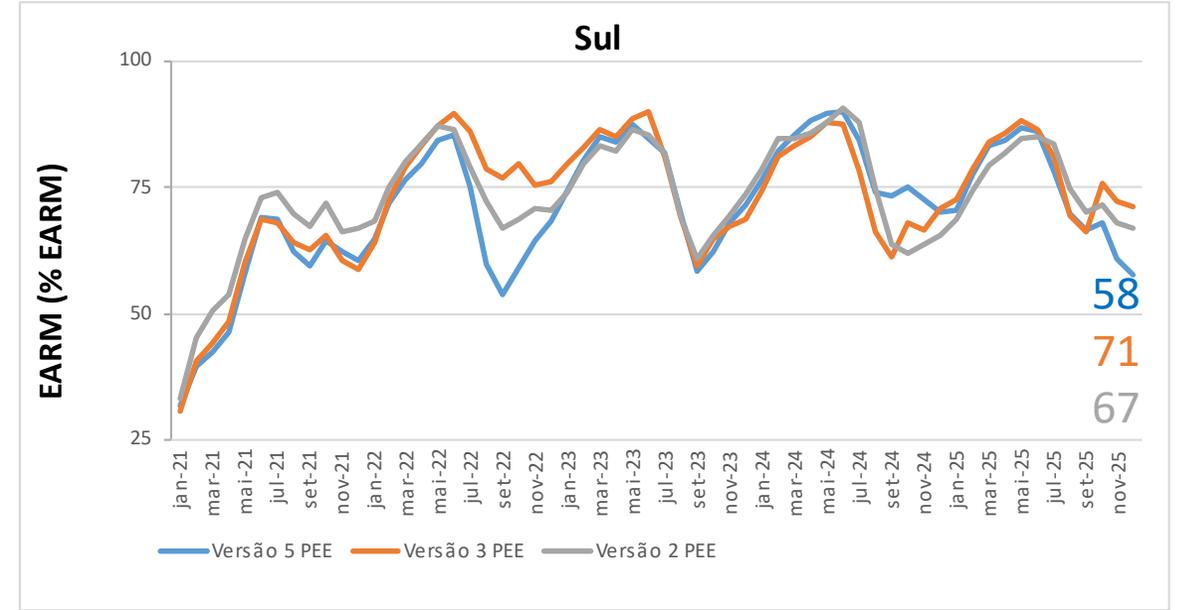
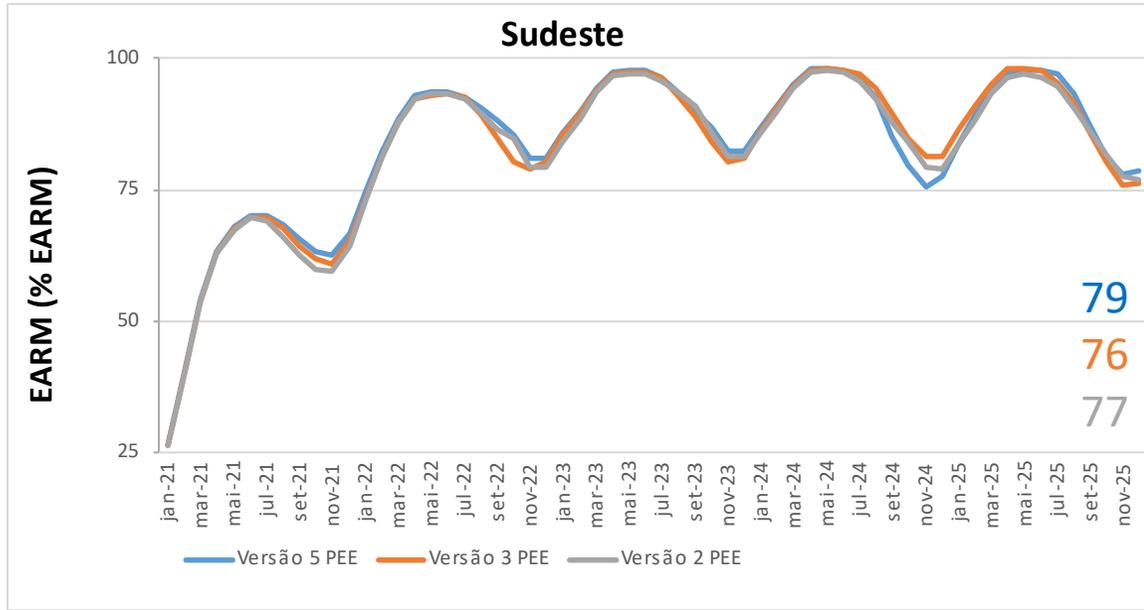
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação do número de PEEs



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação do número de PEEs



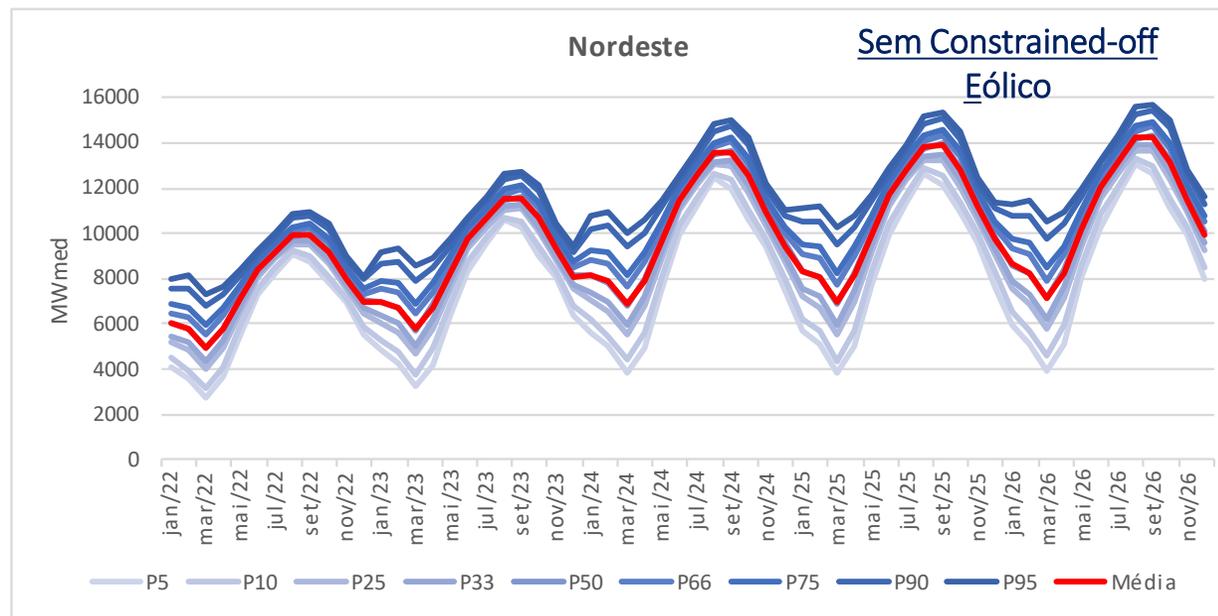
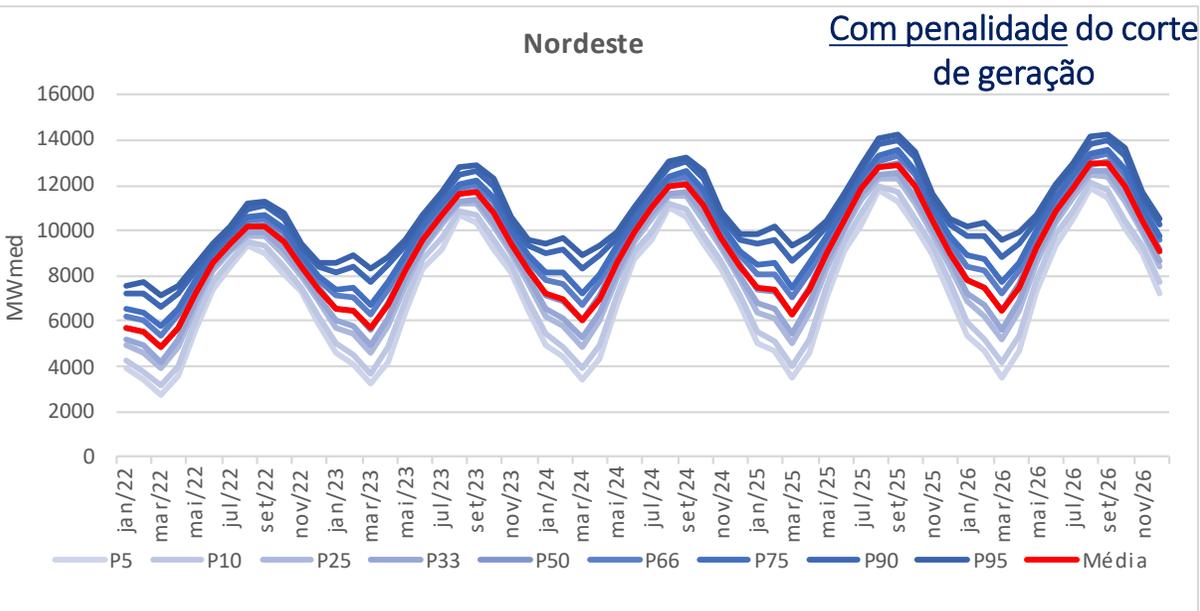
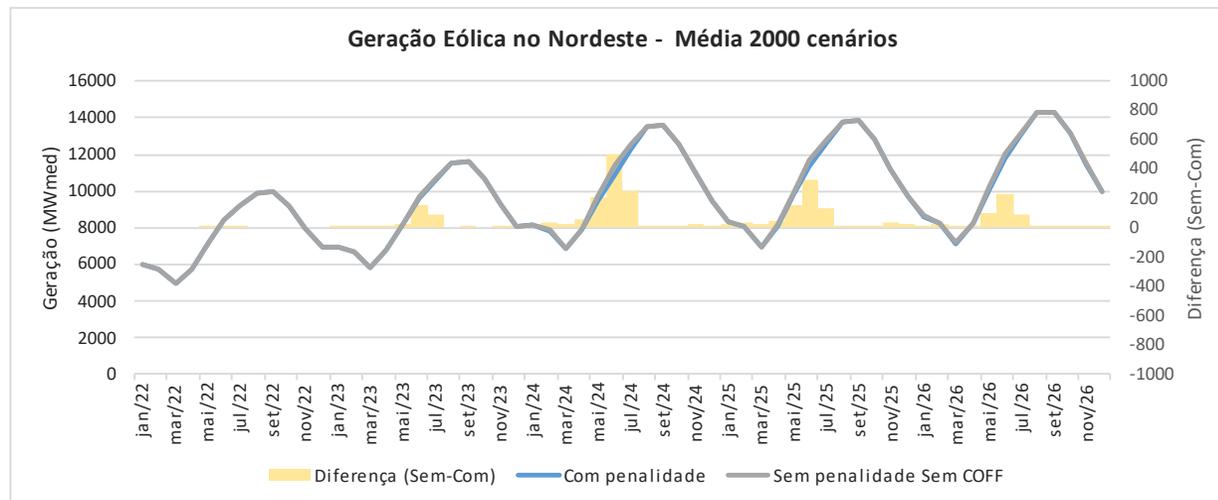
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação do número de PEEs



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Avaliação dos cortes da geração eólica

- Objetivo: avaliar o impacto da penalidade e do constrained-off eólico nos cenários gerados
- Caso CCEE de Janeiro de 2022 – Versão 28.6.6 do NEWAVE
- Foram executados casos COM penalidade do corte de geração eólica e um SEM a consideração do constrained-off eólico (SEM COFF)

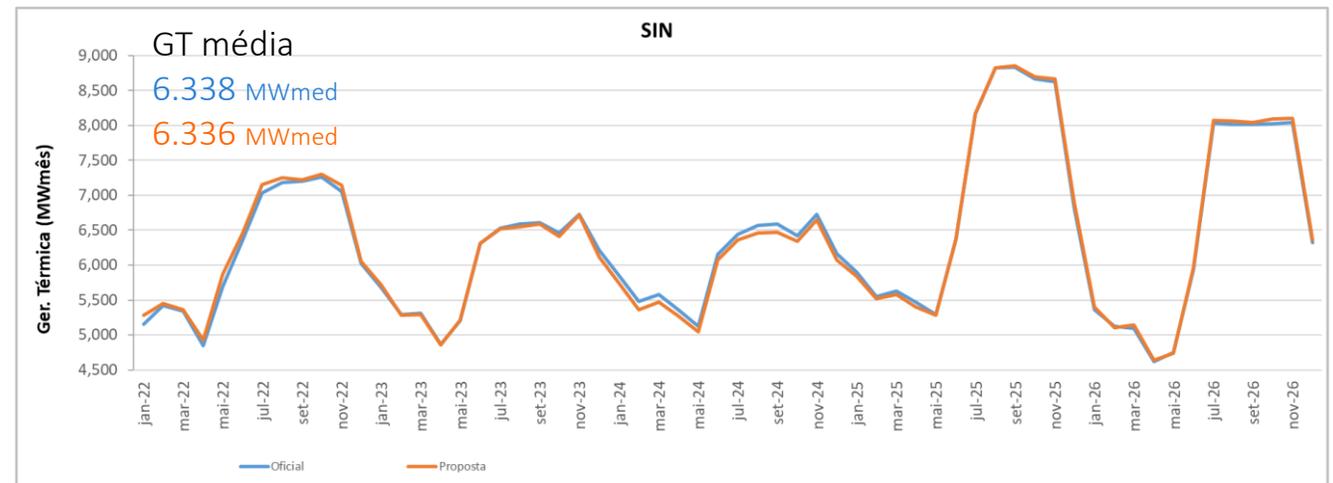
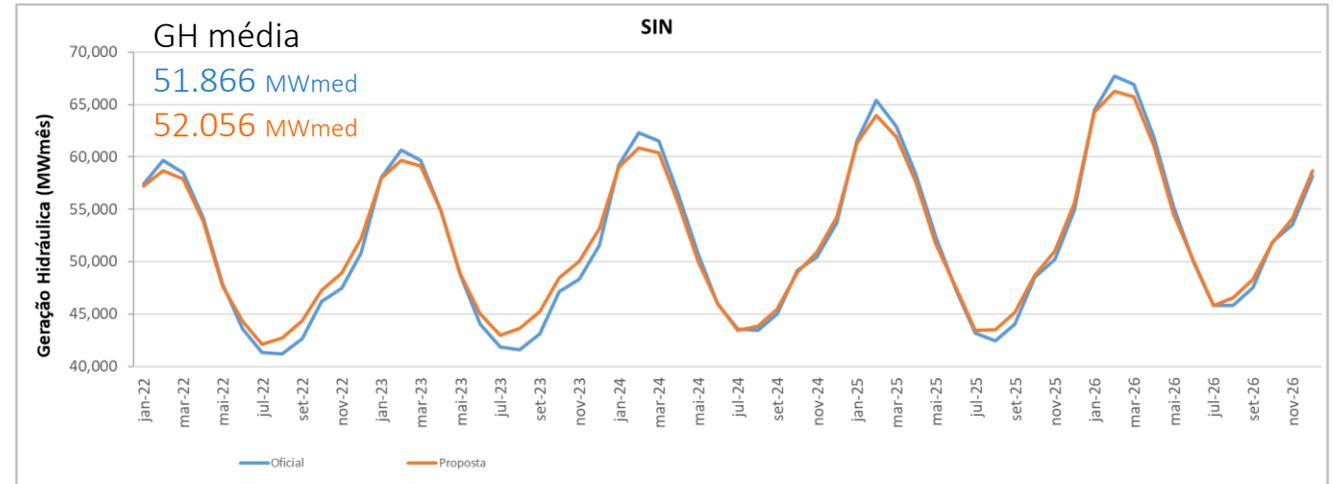
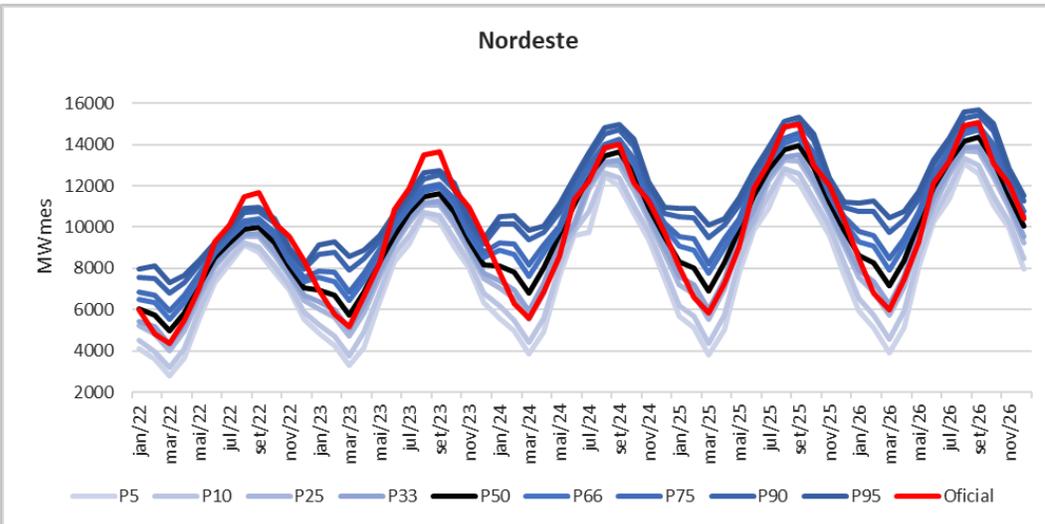
## Cenários



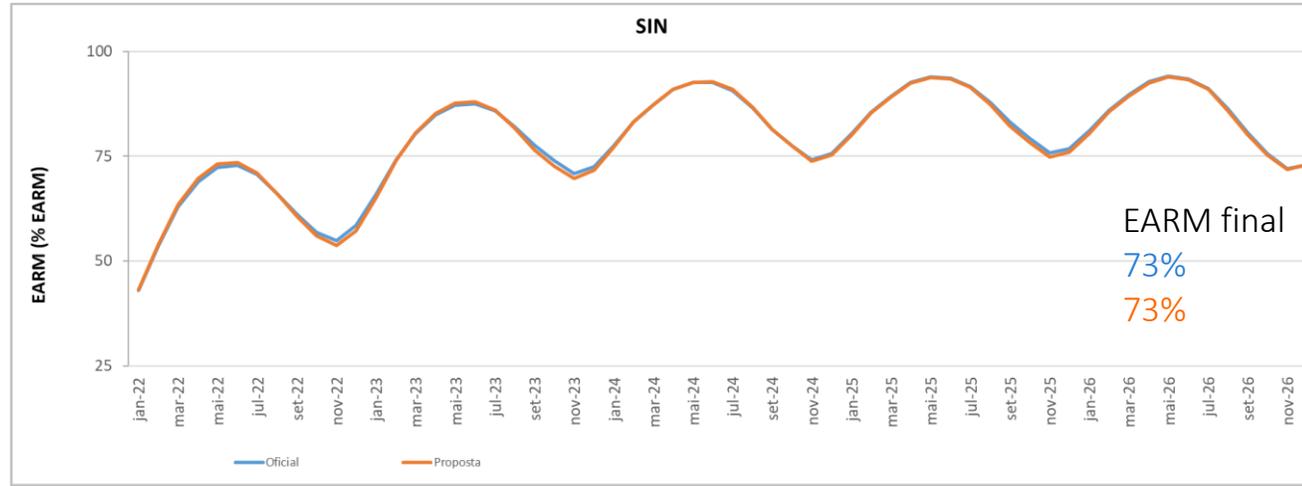
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Metodologia Vigente x Proposta

- PMO Janeiro de 2022
- Newave 28.6.6 + Par-p(A)
- Oficial (Metodologia vigente) x Proposta (Fontes Intermitentes)
- Proposta:
  - 1 PEE no NE e 1 PEE no Sul
  - REN 1.032/2022 no SE/CO e Norte

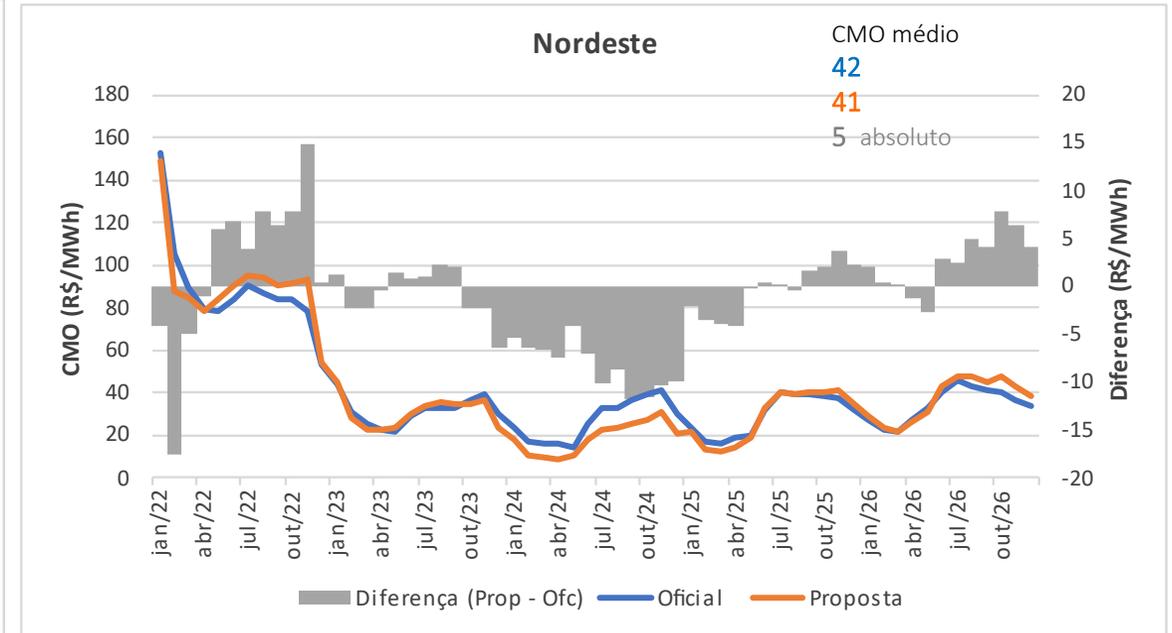
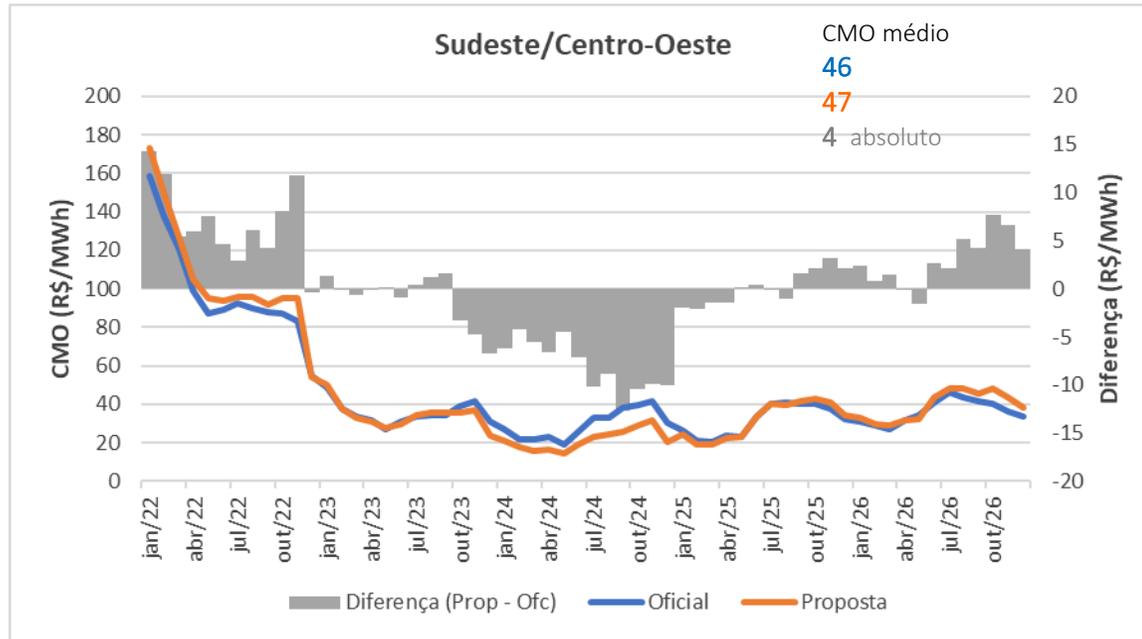
Geração eólica NE: Proposta Cenários x Oficial determinístico



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Metodologia Vigente x Proposta



Foi aprovado o uso de 1 PEE pro Nordeste e 1 PEE pro Sul



# APOIO – NEWAVE Híbrido

# Descrição dos flags de Gerenciamento

ARQUIVO DGER.DAT, LINHA 58: **1 1 1 0 0**

**Gerenciador externo de processos:**

0 – não considera; 1 – considera.

**Comunicação em dois níveis:**

0 – não considera; 1 – considera.

**Armazenamento local de arquivos temporários:**

0 – não considera; 1 – considera armazenamento local por processo; 2 – considera armazenamento local por nó.

**Alocação em memória da energia natural afluyente (não operacional):**

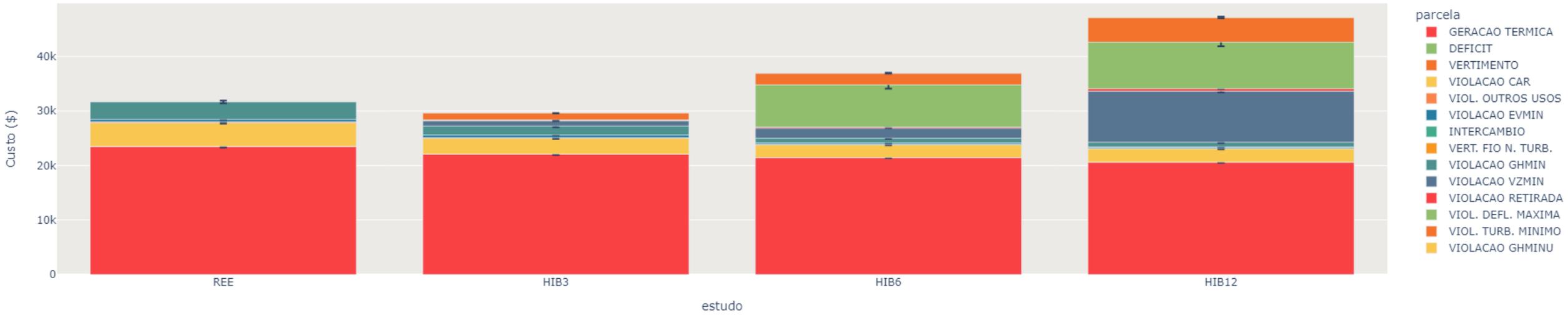
0 – não considera; 1 – considera.

**Alocação em memória dos cortes da função de custo futuro (não operacional):**

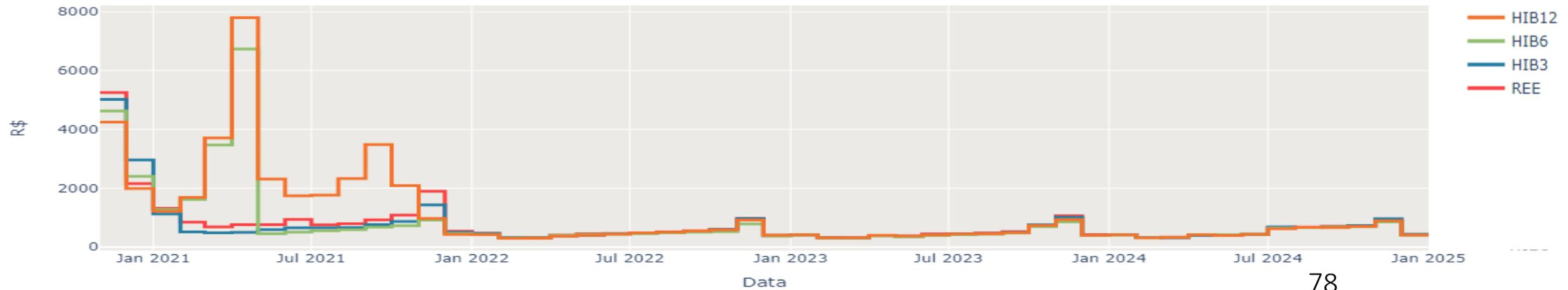
0 – não considera; 1 – considera.

# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - NEWAVE

Custos de Operação

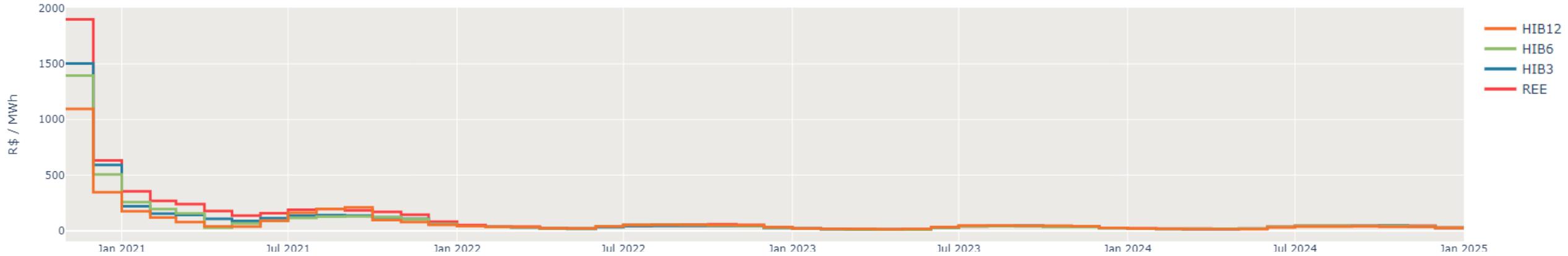


Custo de Operação - SIN

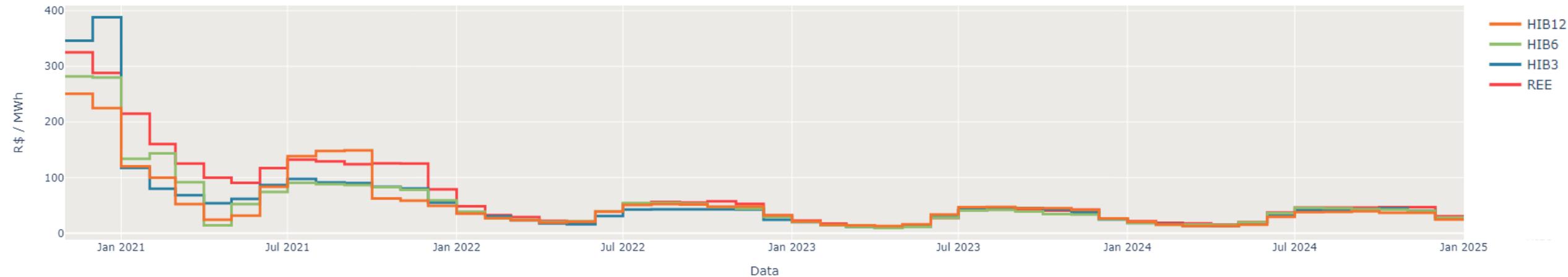


# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - NEWAVE

## Custo Marginal de Operação - Submercado SUDESTE

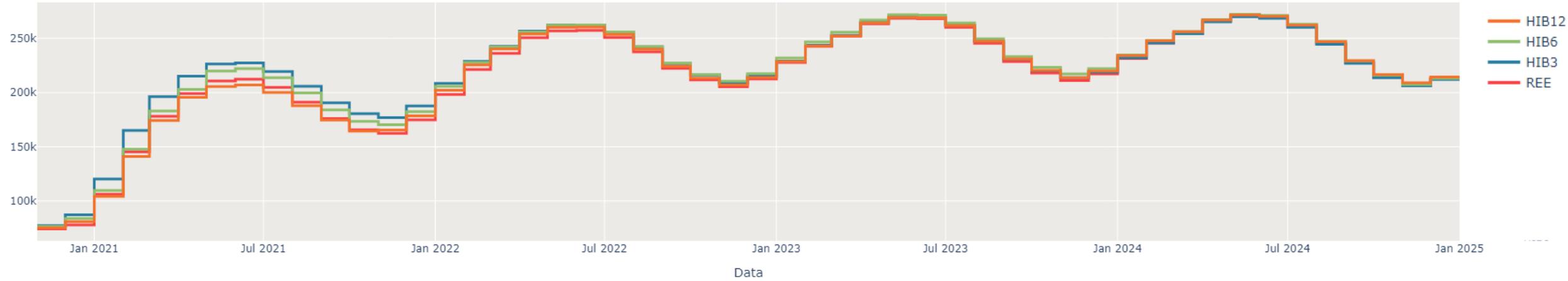


## Custo Marginal de Operação - Submercado NORDESTE



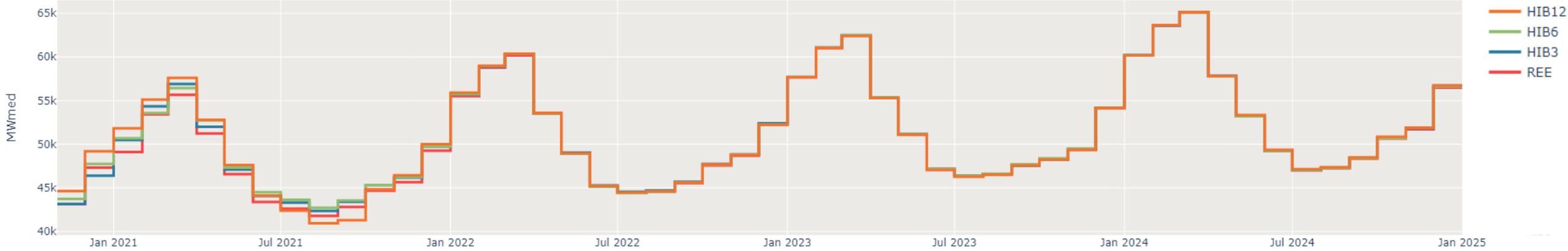
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - NEWAVE

Energia Armazenada Final - SIN

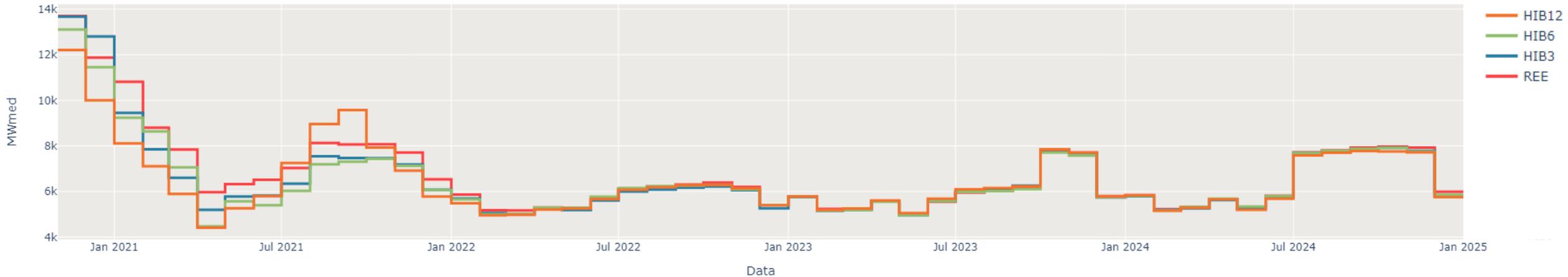


# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - NEWAVE

## Geração Hidráulica - SIN

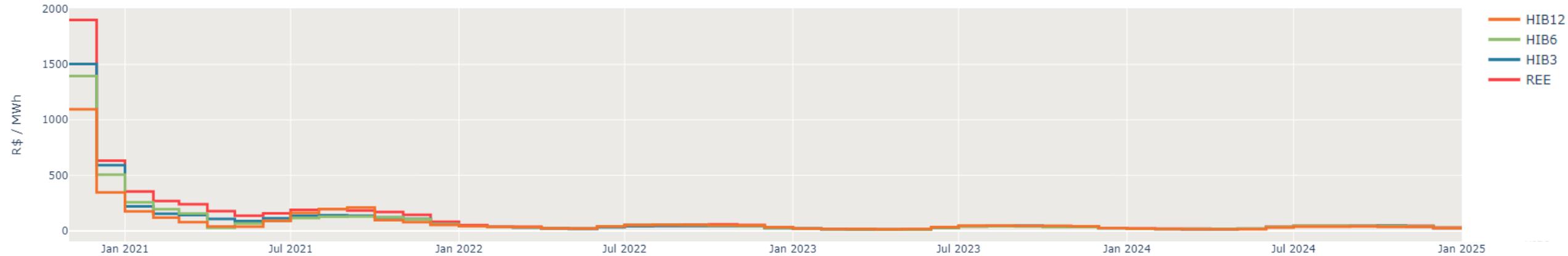


## Geração Térmica - SIN

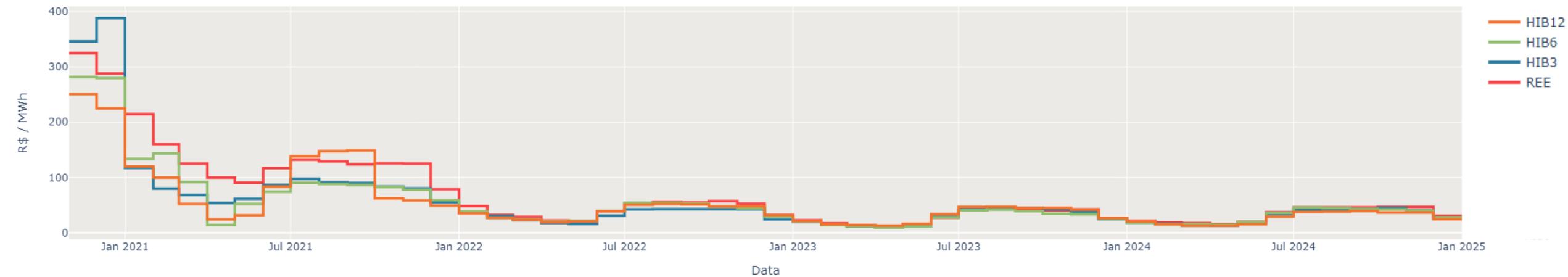


# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - NEWAVE

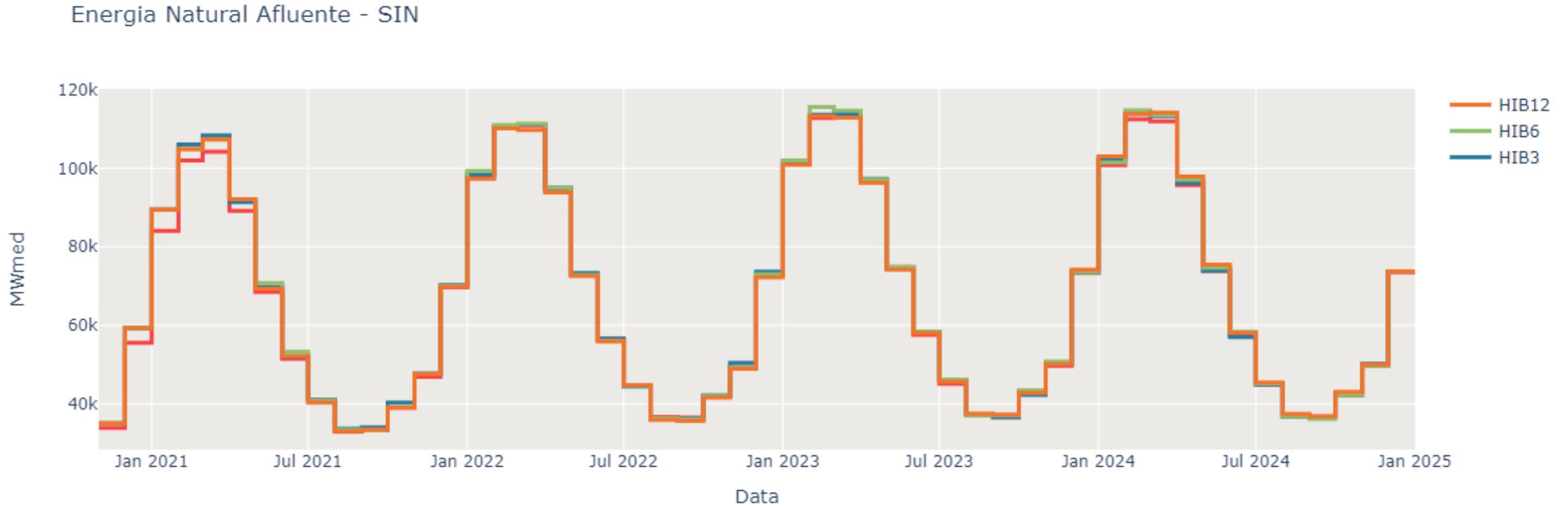
## Custo Marginal de Operação - Submercado SUDESTE



## Custo Marginal de Operação - Submercado NORDESTE

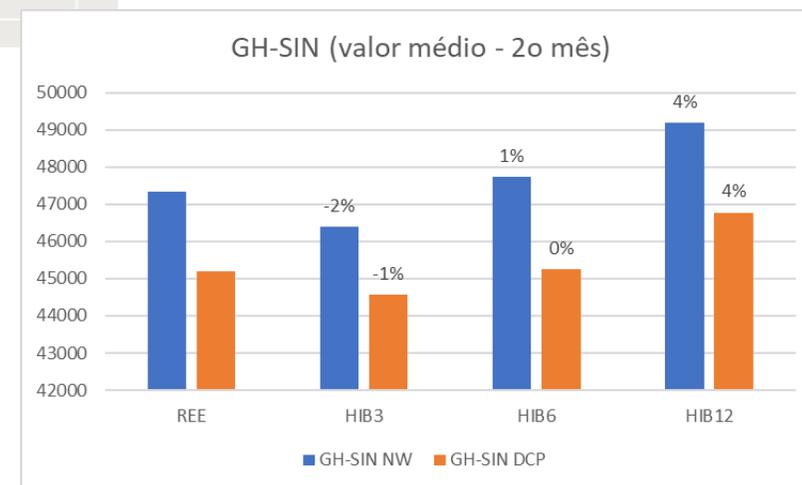
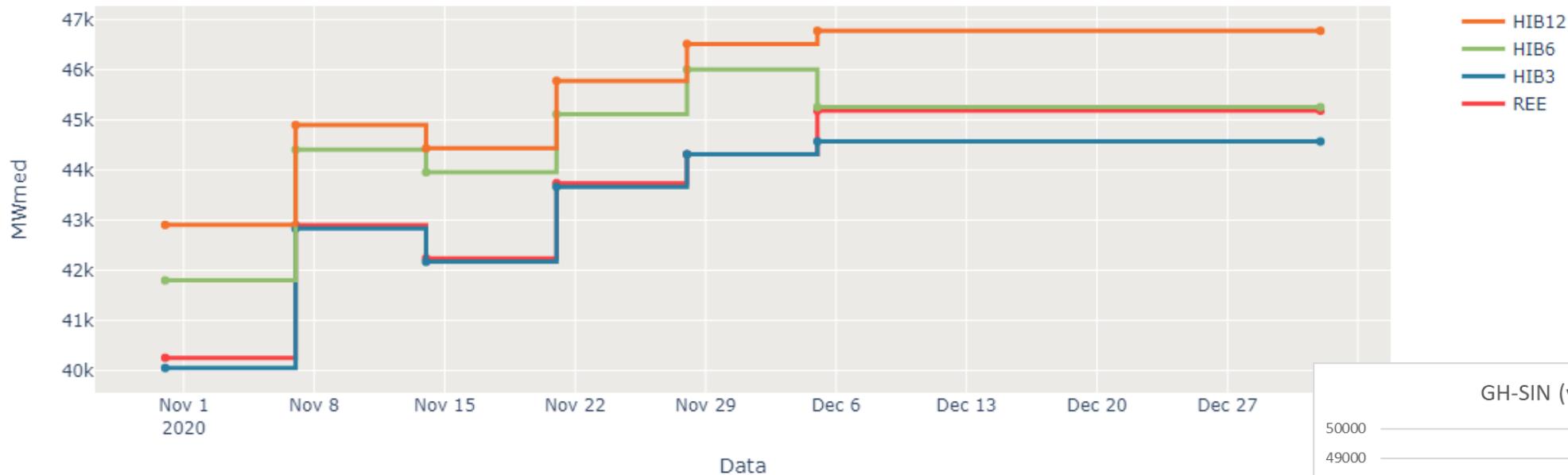


# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - NEWAVE



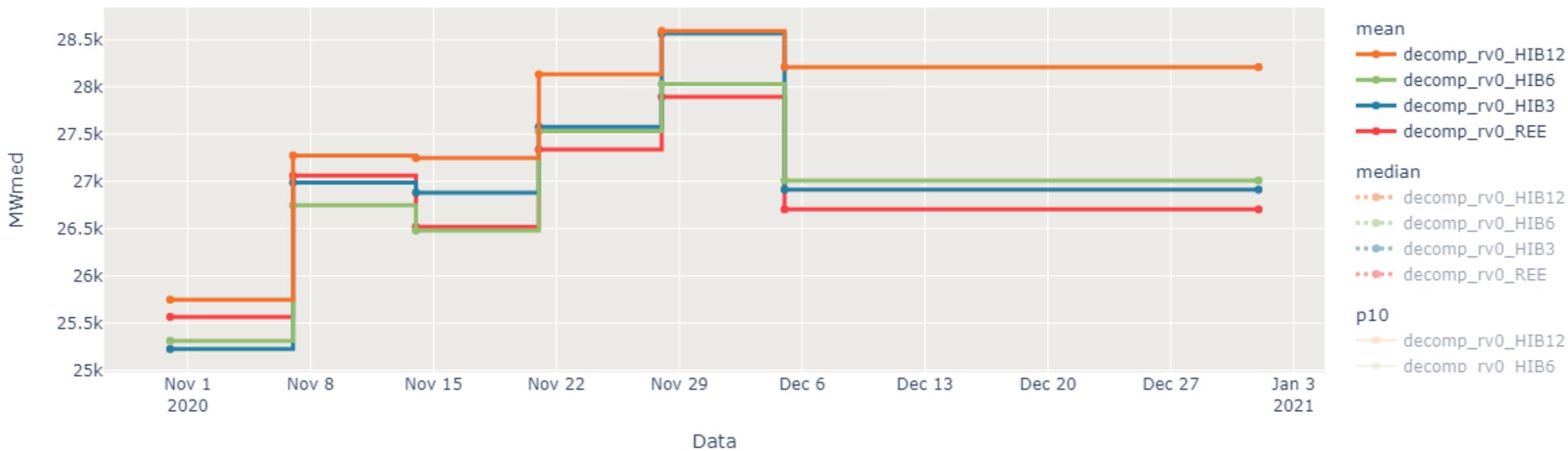
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - DECOMP

Geração Hidráulica - SIN



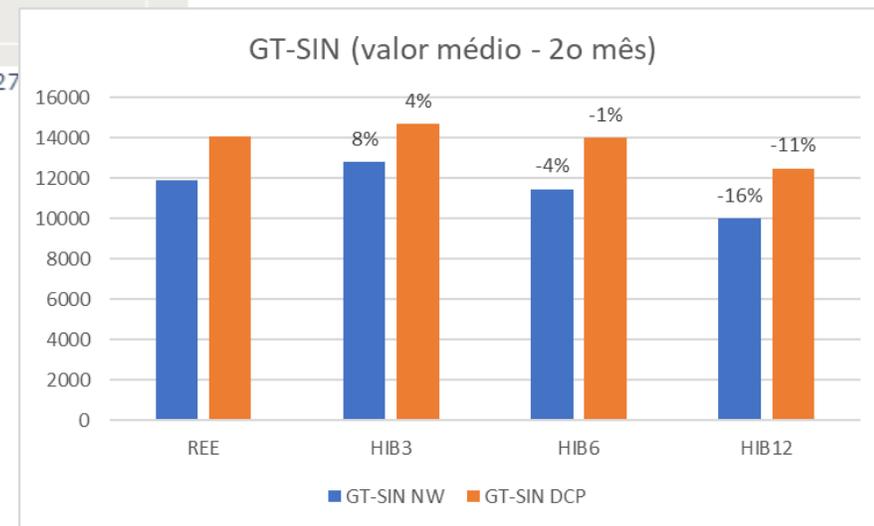
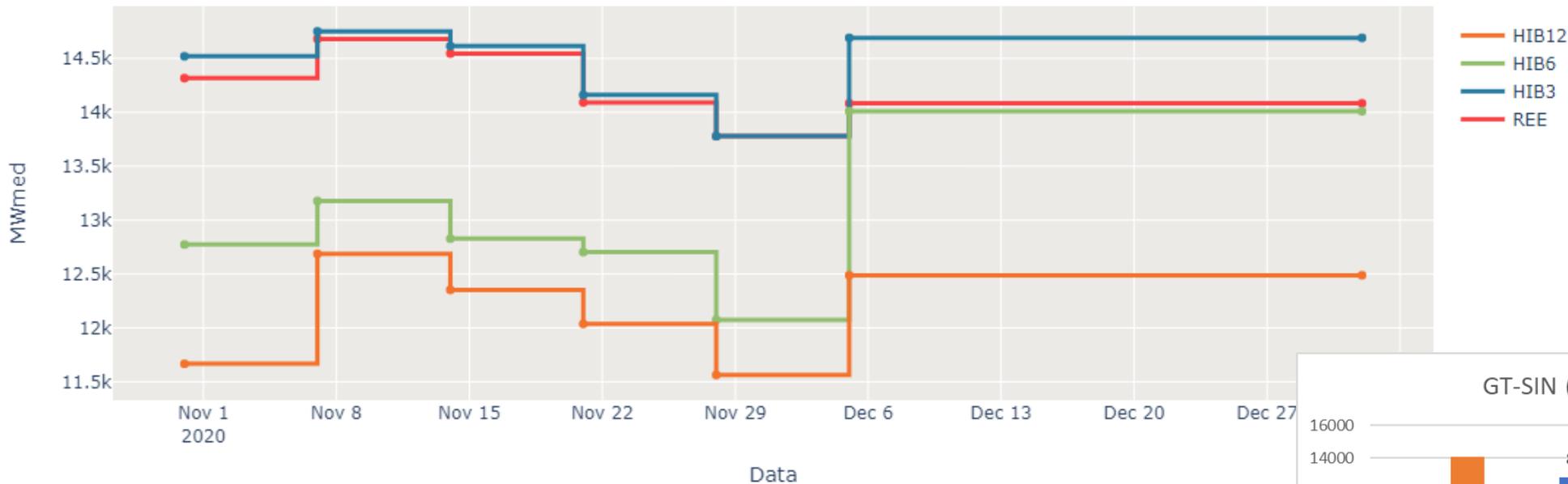
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - DECOMP

## Geração Hidráulica - Submercado SUDESTE



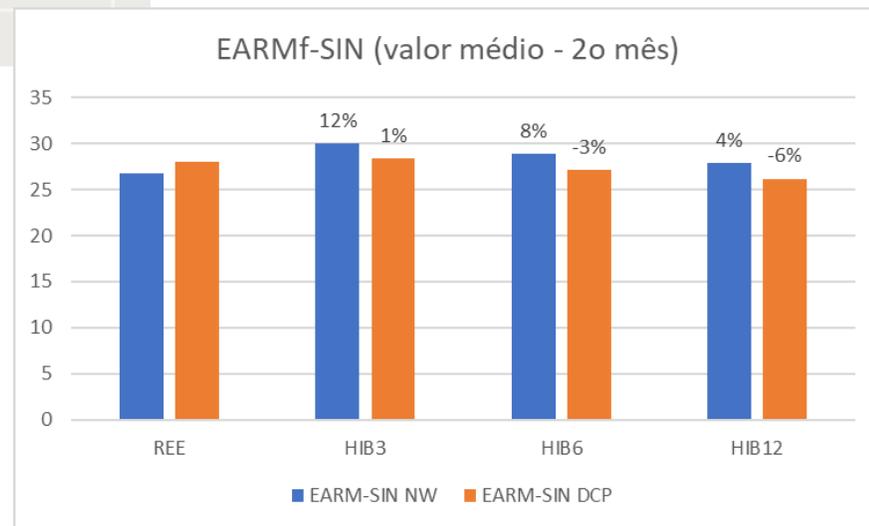
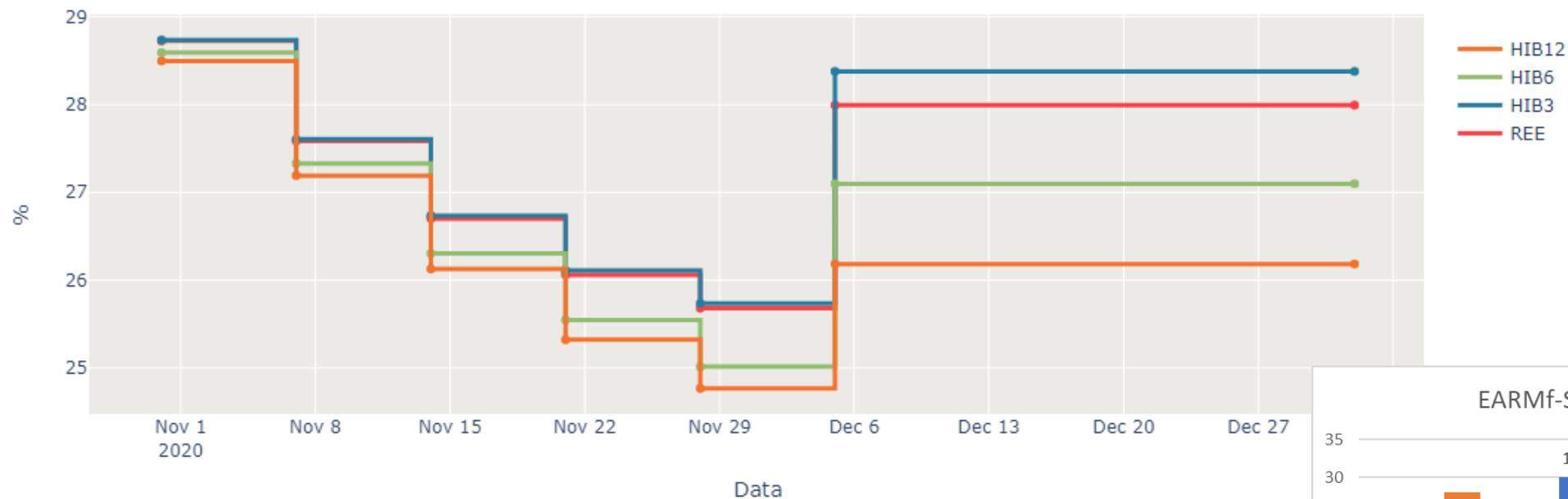
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - DECOMP

Geração Térmica - SIN



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - DECOMP

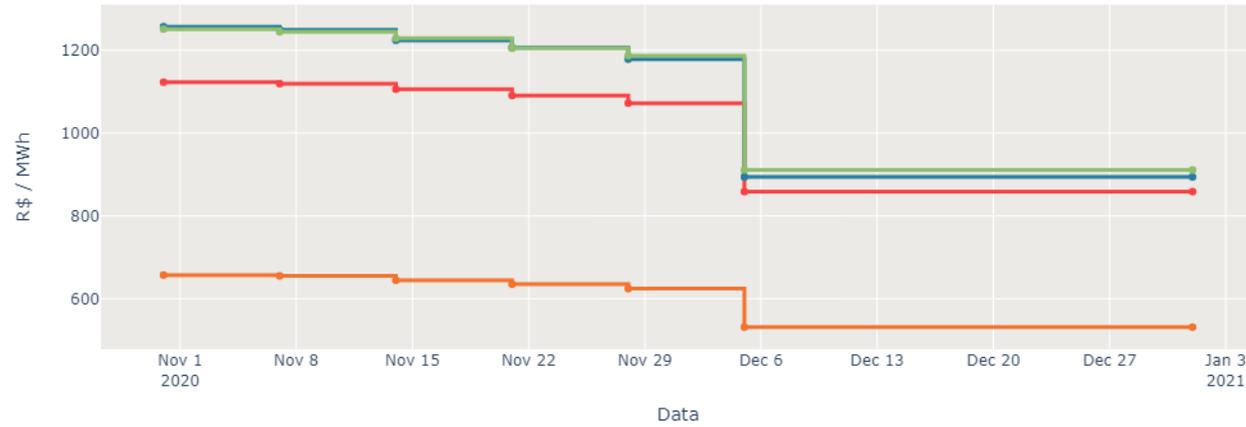
Energia Armazenada Final - SIN



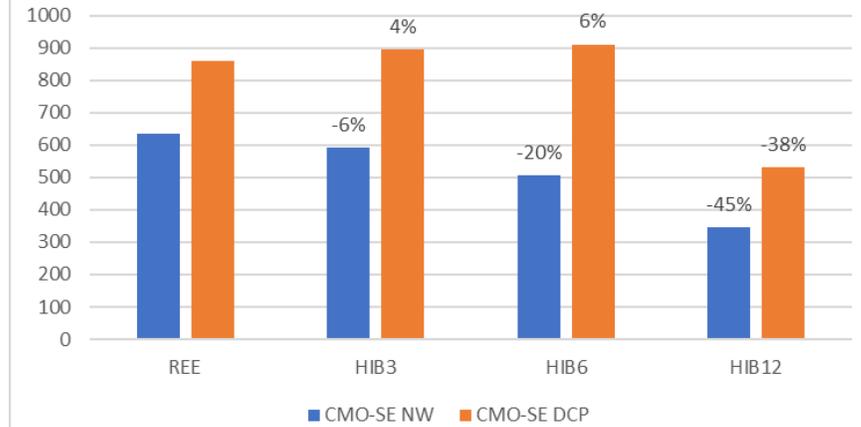
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - DECOMP

- HIB12
- HIB6
- HIB3
- REE

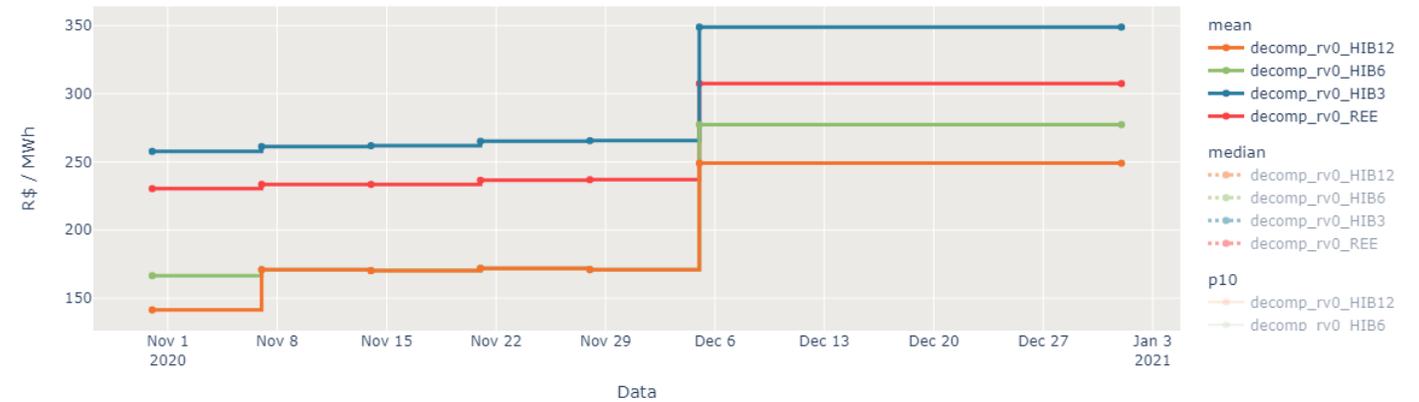
Custo Marginal de Operação - Submercado SUDESTE



CMO-SE (valor médio - 2o mês)



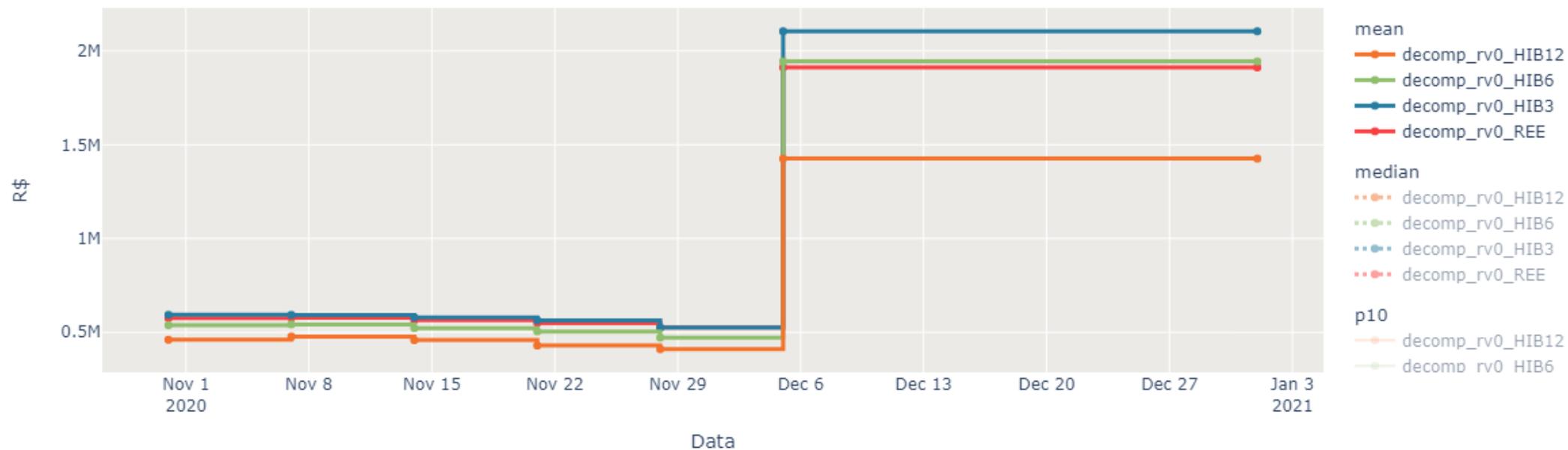
Custo Marginal de Operação - Submercado NORDESTE



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - DECOMP

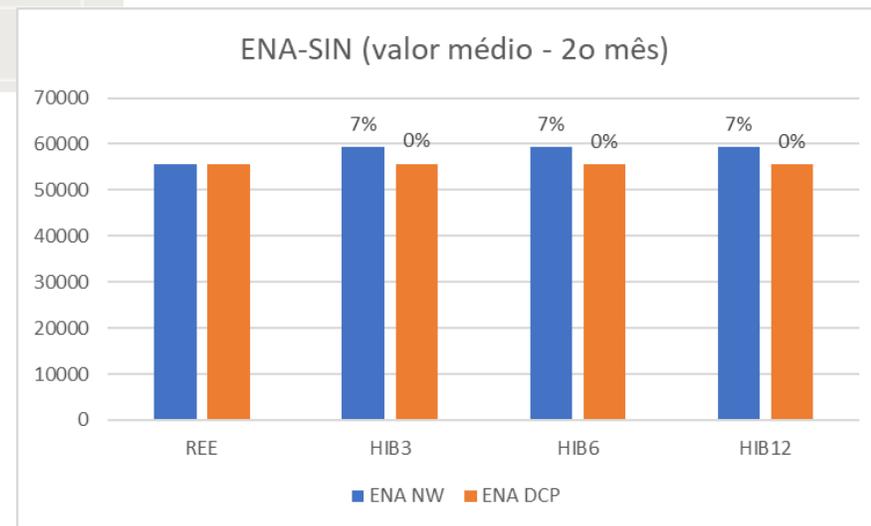
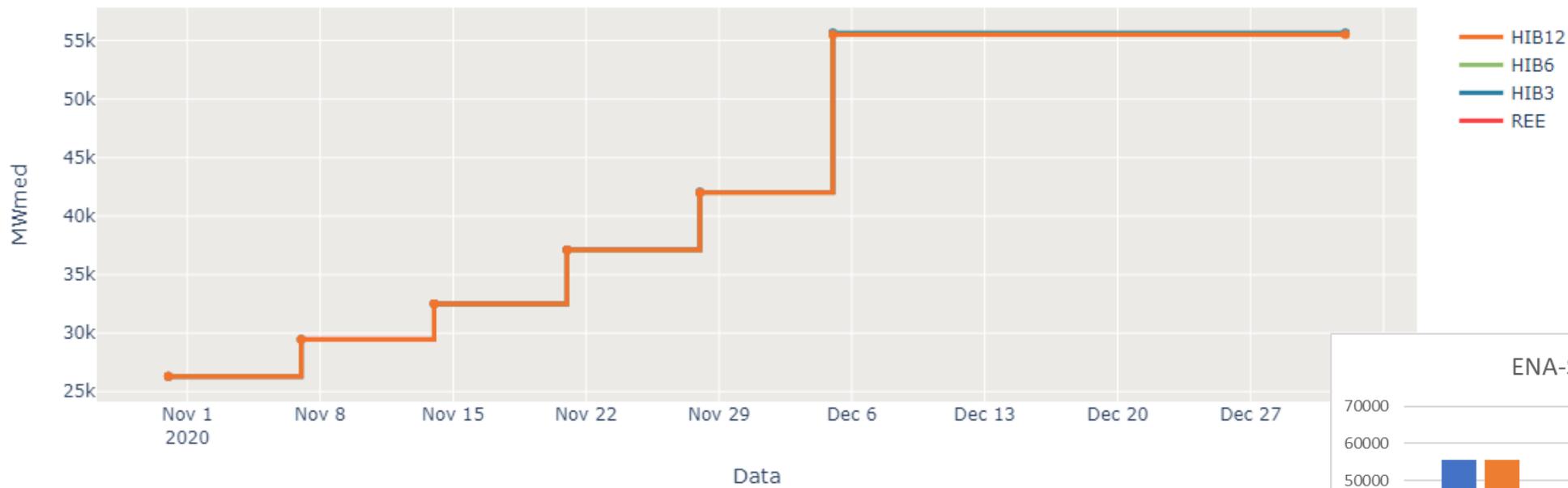
- HIB12
- HIB6
- HIB3
- REE

Custo de Operação - SIN



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO NOV/2020 - DECOMP

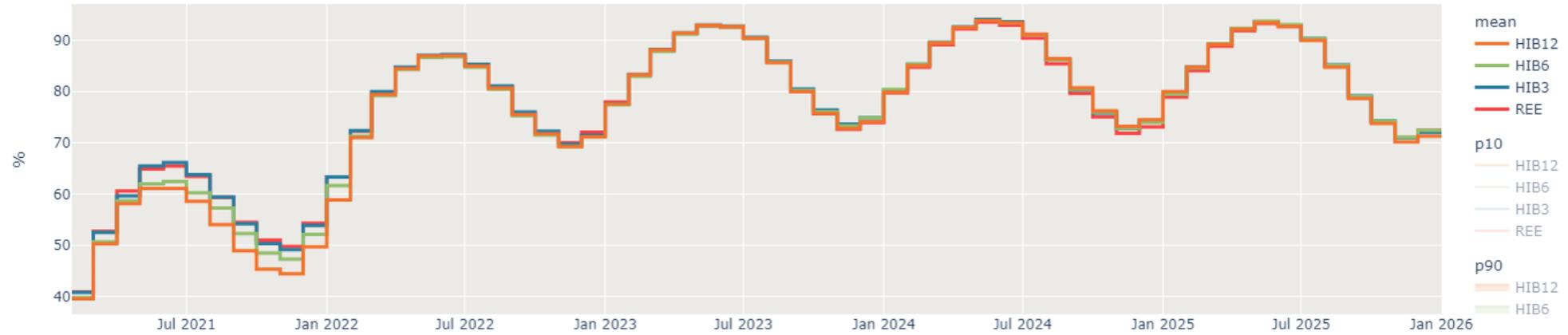
## Energia Natural Afluente - SIN



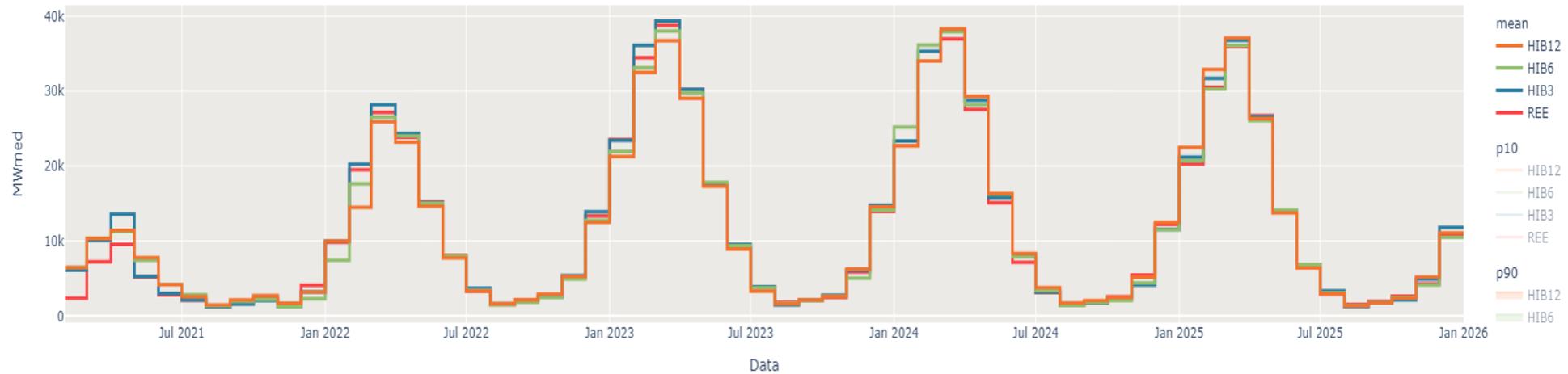
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO FEV/2021 - NEWAVE

- HIB12
- HIB6
- HIB3
- REE

Energia Armazenada Final - SIN



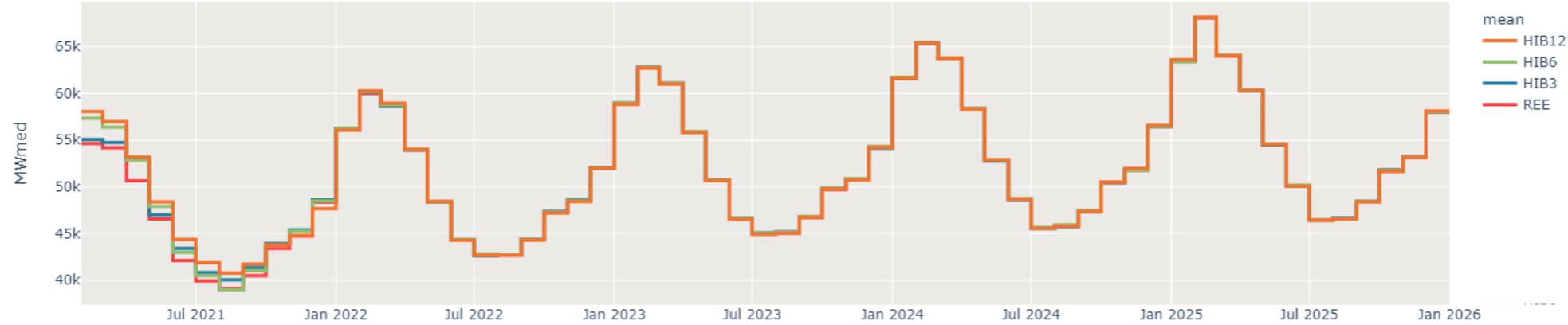
Energia Vertida - SIN



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO FEV/2021 - NEWAVE

- HIB12
- HIB6
- HIB3
- REE

Geração Hidráulica - SIN



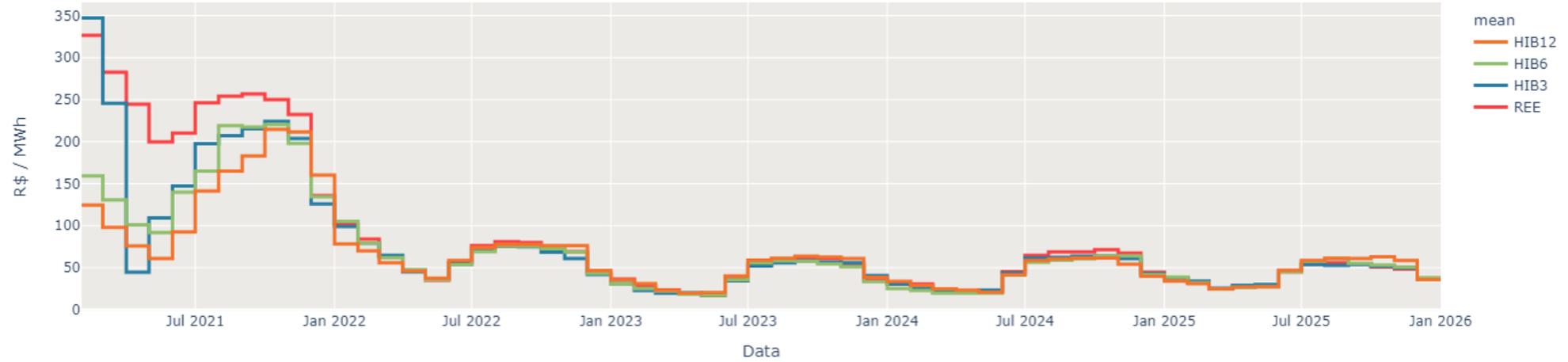
Geração Térmica - SIN



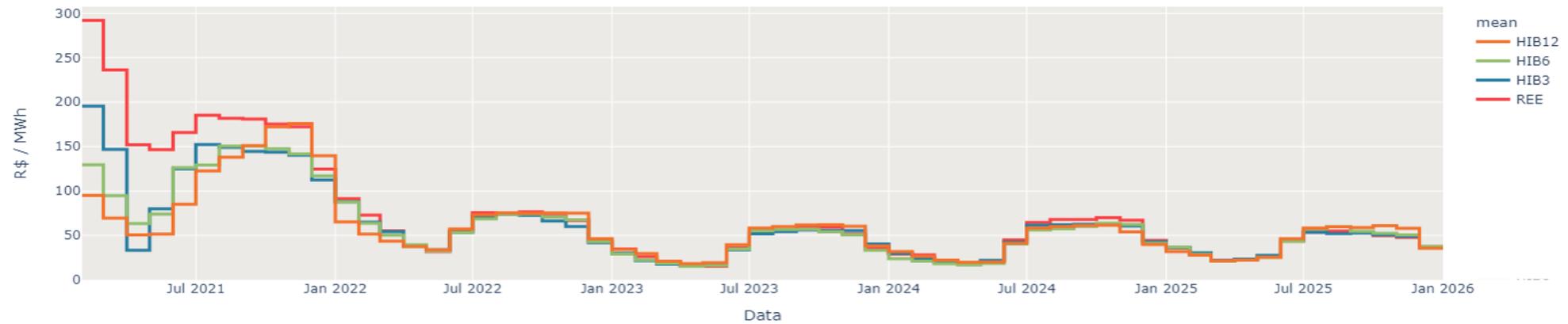
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO FEV/2021 - NEWAVE

- HIB12
- HIB6
- HIB3
- REE

Custo Marginal de Operação - Submercado SUDESTE



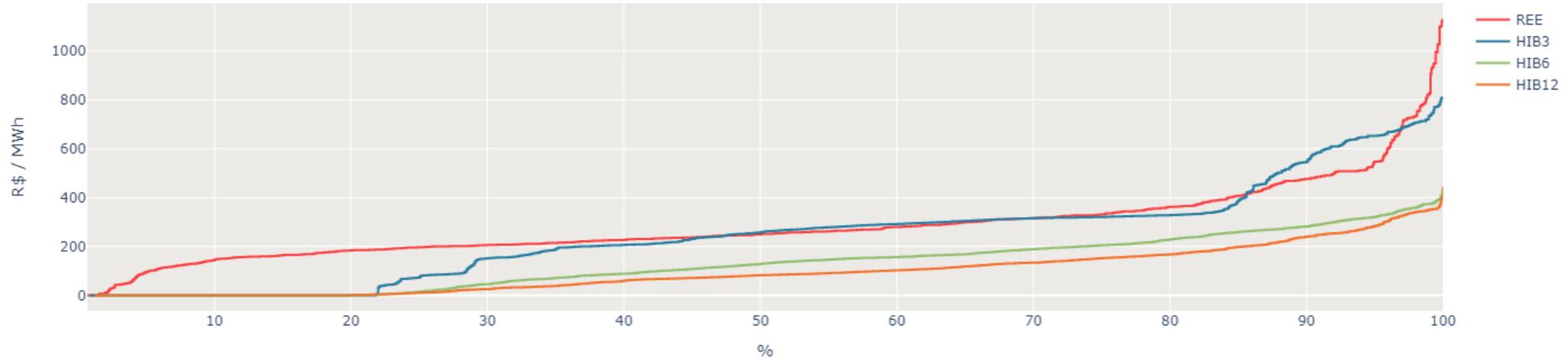
Custo Marginal de Operação - Submercado NORDESTE



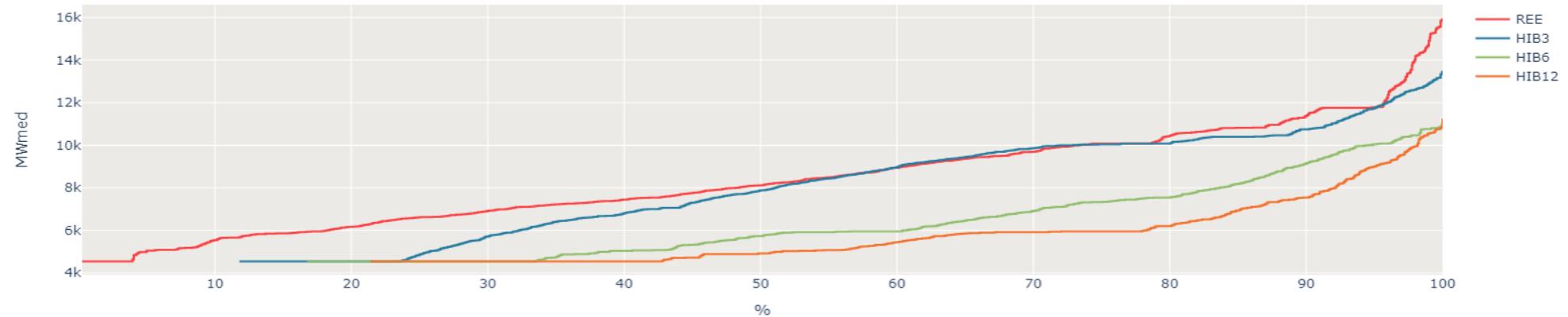
# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO FEV/2021 - NEWAVE

- HIB12
- HIB6
- HIB3
- REE

Custo Marginal de Operação - Submercado SUDESTE - Estagio 2



Geração Térmica - SIN - Estagio 2



# Ciclo de Trabalho 2022/2023: Análise de execuções pontuais – PMO FEV/2021 - DECOMP

