

Workshop da Equipe de Trabalhos Técnicos da CPAMP

Ciclo 2023/2024

Coordenação de Trabalhos Técnicos: 

17/10/2023

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

Equipe Técnica

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Membros:



Assessoria Técnica:



Agenda

1. **Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024**
2. **Avaliações do NEWAVE Híbrido**
3. **Dúvidas, Contribuições e Comentários**

Agenda

1. **Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024**
2. Avaliações do NEWAVE Híbrido
3. Dúvidas, Contribuições e Comentários

Cronograma Ciclo 2023/2024 – Unit Commitment Hidráulico

Atividade	2022						2023						2024																		
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Ma	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Ma	Abr	Mai	Jun	Jul	Agc	Set	Out	Nov	Dez	
Ciclo 2023/2024 - UCH Fase 2 e eficientizações																															
Desenvolvimento CEPEL (implementação e relatório) - Fase 2			x	x	x	x	x																								
Implementações adicionais de eficiência computacional														x	x																
Pré-validação GT-Metodologia - Fase 2													x	x	x																
Validação com os agentes																															
Avaliação individual das melhorias																															
Relatório																															
Consulta pública, consolidação e deliberação																															
Sombra																															
Planejamento de Workshops														x	x																

UCH: Caso o DESSEM não esteja viável computacionalmente até o final de outubro de 2023, o aprimoramento será postergado para o ciclo seguinte.

Status das atividades

- Análises de eficiência computacional: em execução testes com casos baseados em dados reais
- Pré-validação Fase 2: As funcionalidades de UCH relativos à Fase 2 estão sendo avaliadas pela equipe técnica

Cronograma Ciclo 2023/2024 – NEWAVE Híbrido

Atividade	2022						2023						2024																		
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Ma	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Ciclo 2023/2024 - NEWAVE Híbrido																															
Continuidade das avaliações														x	x																
Volume considerado na FPHA														x	x	x															
Avaliação do horizonte de individualização e de execução do modelo														x	x	x															
Penalidades															x																
Implementação adicional nova FPHA														x	x																
Implementação adicional nova leitura de cortes pelo DECOMP																															
Pré-validação das implementações adicionais																															
Validação com os agentes das implementações adicionais																															
Execuções de acompanhamento																															
Backtest, avaliação de impactos e relatório final																															
Consulta pública, consolidação e deliberação																															
Sombra																															
Planejamento de Workshops														x	x																


 ✓ 11/10: Momento Capacita - NEWAVE Híbrido
 • 103 participantes (duração 1h)
https://capacita.ccee.org.br/video_library/viewer/75282

Status das atividades

- Avaliação do volume considerado na FPHA: prazo adiado
- Avaliação do horizonte de individualização e de execução do modelo: em andamento (prazo adiado)
- Avaliação das penalidades: em andamento

Agenda

1. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024
2. **Avaliações do NEWAVE Híbrido**
3. Dúvidas, Contribuições e Comentários

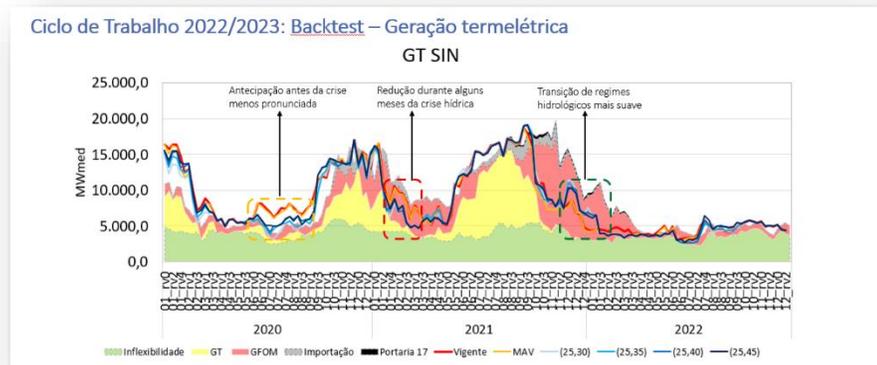
PENALIDADES

Avaliação das Penalidades para Restrições Hidráulicas

Defluência Mínima

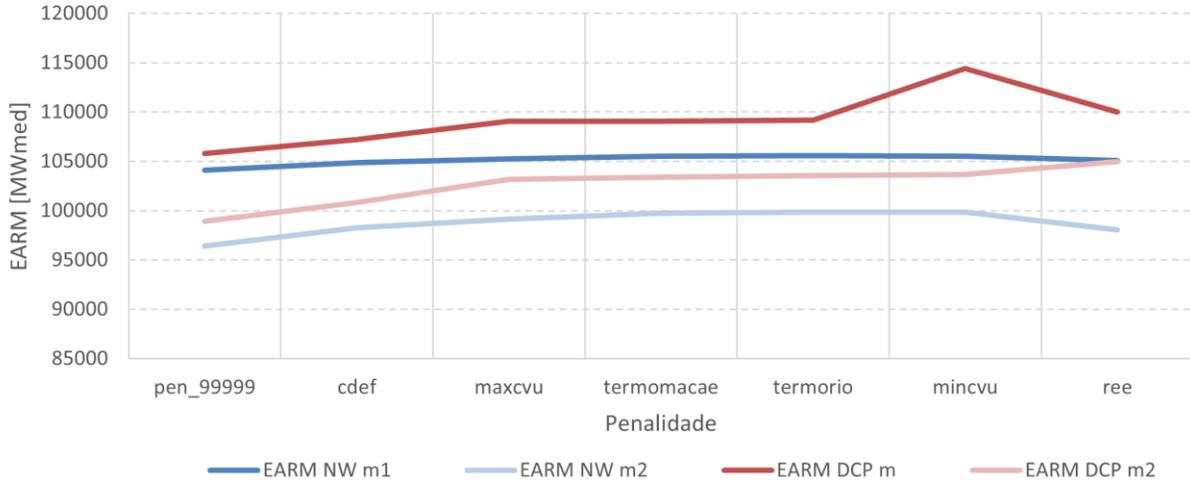
Avaliação Penalidades – Caso de PMO

- **Objetivo:** Avaliação de diversos valores de penalidades nas RH e seus impactos na operação NEWAVE e DECOMP
- Valores de penalidades (inicialmente sem QDEFMAX)
 - ✓ “Infinito” (99999)
 - ✓ Custo de déficit
 - ✓ Max CVU
 - ✓ Menor que Max CVU (usar Termomacae e Termorio)
 - ✓ Menor CVU
- O que avaliar:
 - ✓ Variáveis sistêmicas NEWAVE: CTO, GT, GH, EARM, VERT (SIN e Subsistemas), Violação VMINop, Violações RH, CMO
 - ✓ Variáveis sistêmicas DECOMP: CTO, GT, GH, EARM (SIN e Subsistemas), CMO
 - ✓ Individual DECOMP: armazenamento, QDEF, QTUR, QVERT
 - ✓ Boxplot dos PIVs (cortes) do NEWAVE no mês de acoplamento
- Casos avaliados:
 - ✓ Baseado no PMO MAI/21 (MAV + HIB12) 25x35
 - ✓ Baseado no PMO OUT/20 (MAV + HIB12) 25x35
 - ✓ Versões utilizadas: NEWAVE 28.15.3 e DECOMP 31.16

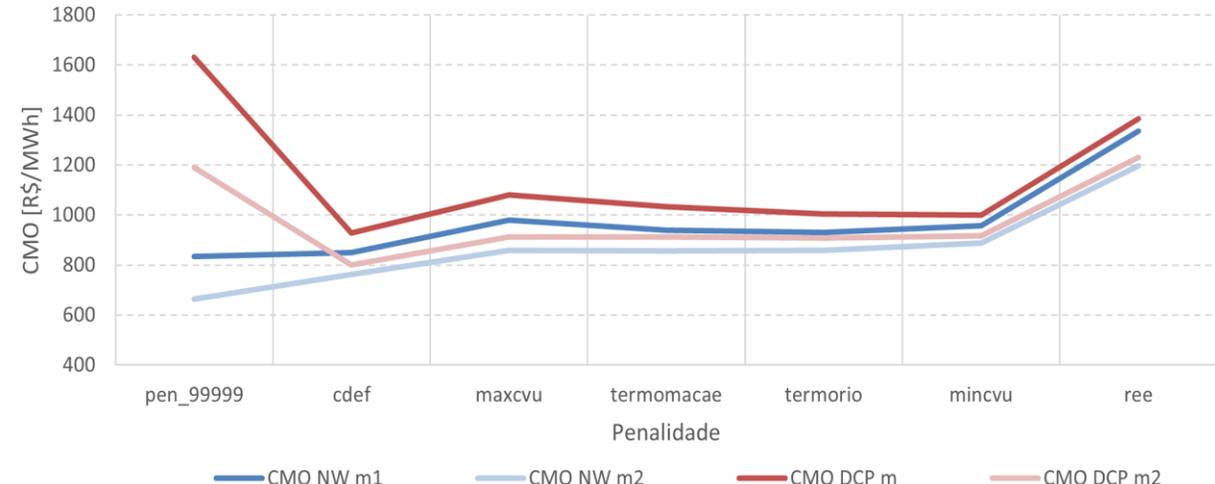


Avaliação Penalidades - PMO OUT/20

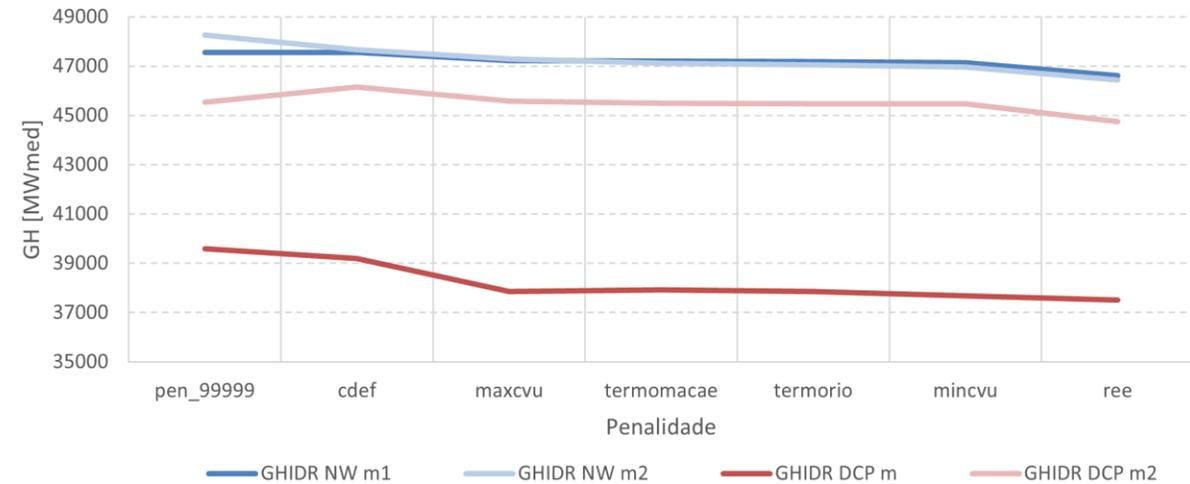
EARM- Mês 1 e Mês 2 - NW e DCP



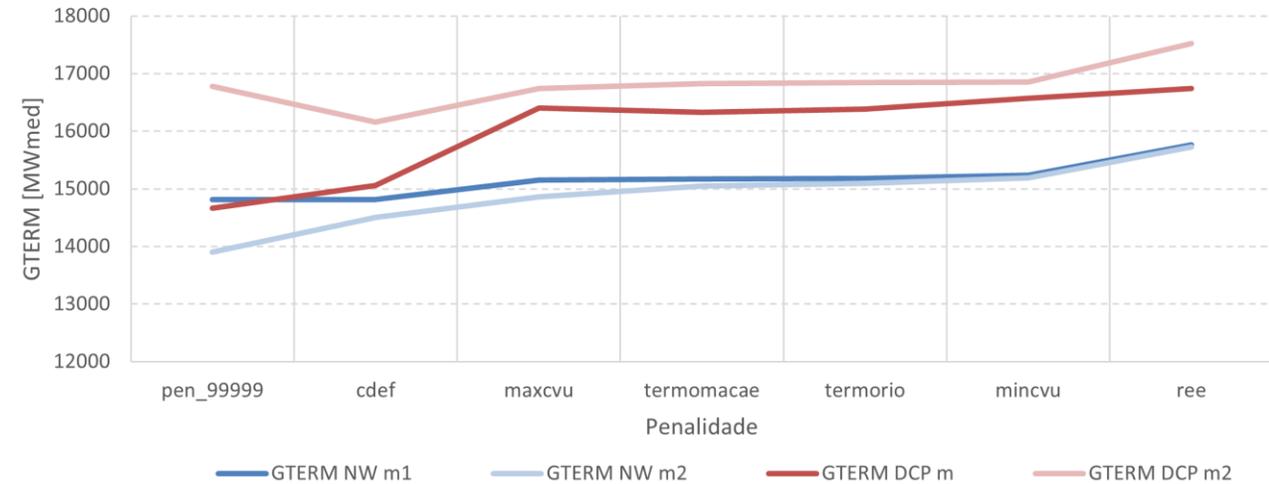
CMO - Mês 1 e Mês 2 - NW e DCP



GHIDR- Mês 1 e Mês 2 - NW e DCP

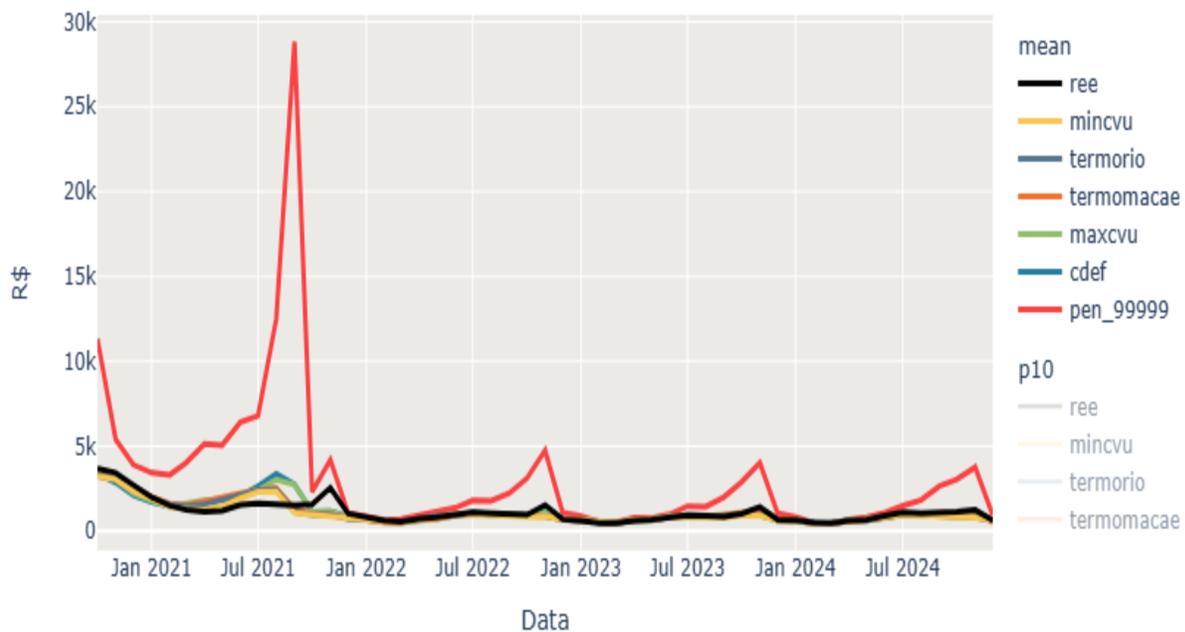


GTERM - Mês 1 e Mês 2 - NW e DCP

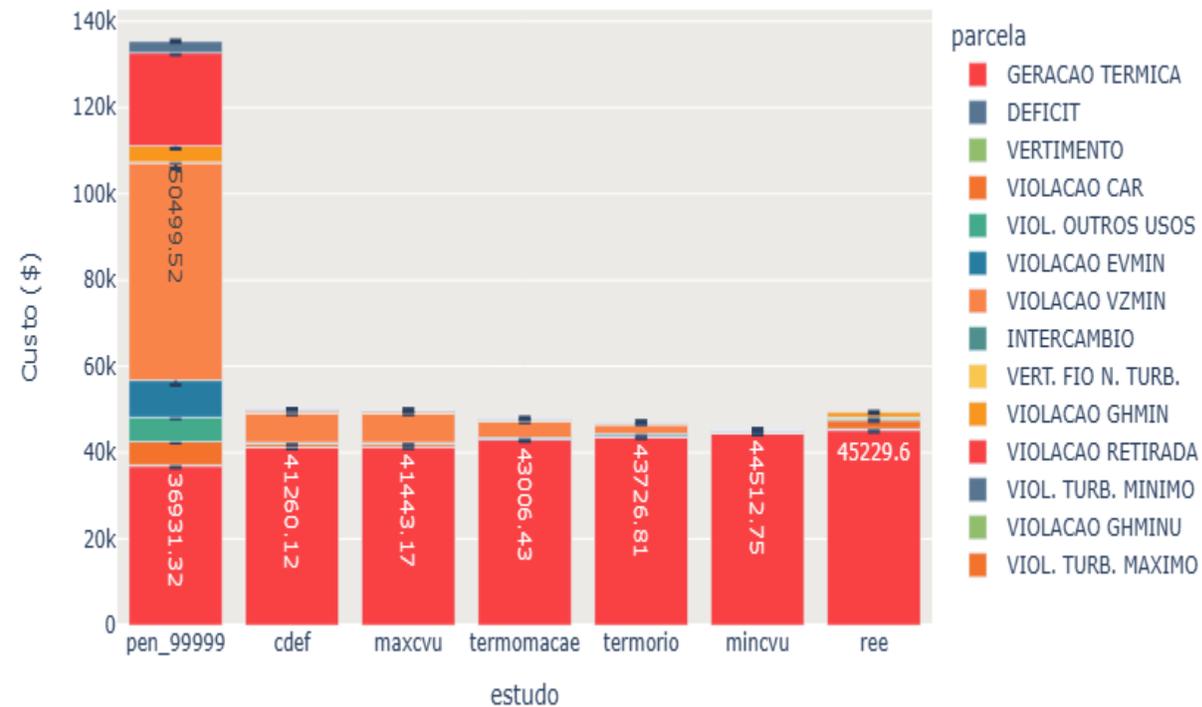


Avaliação Penalidades - PMO OUT/20

Custo de Operação - SIN



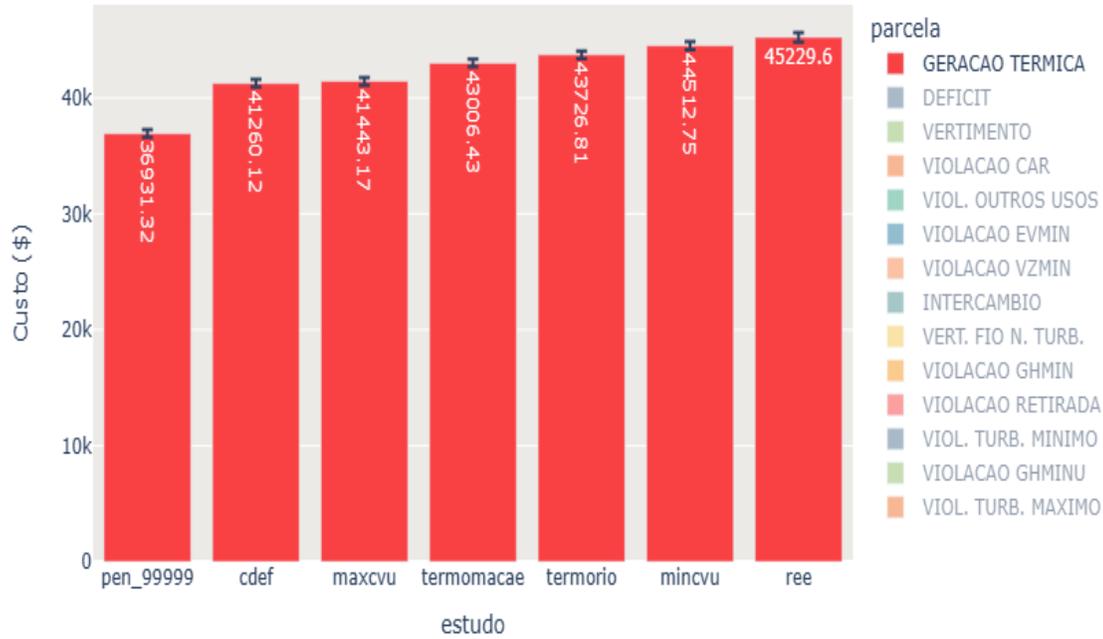
Custos de Operação



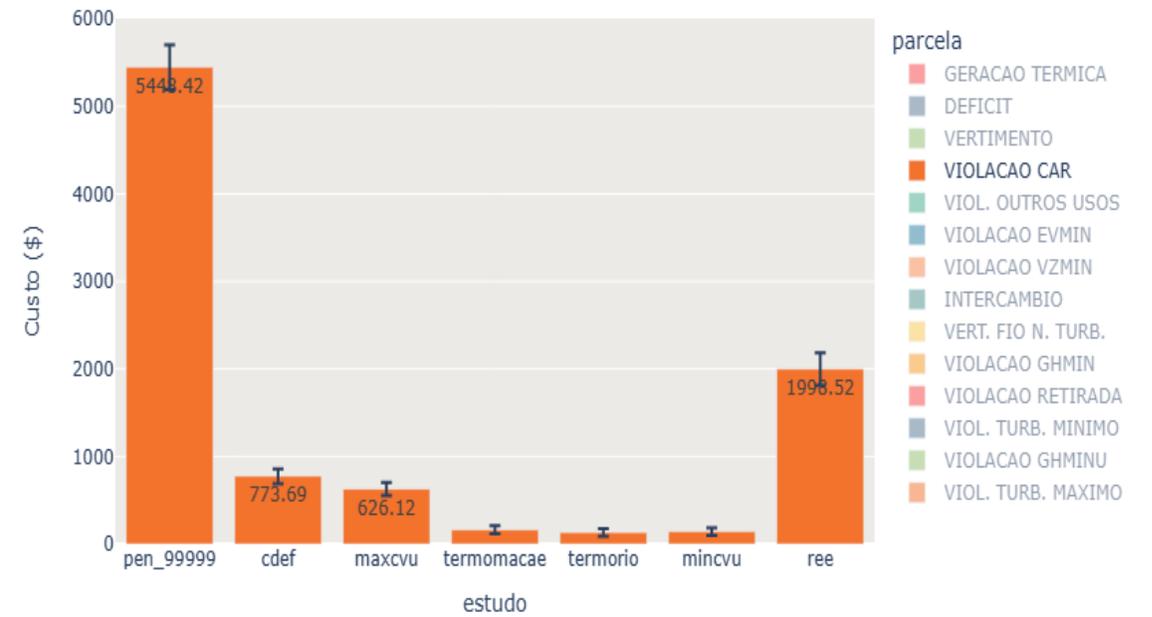
Quanto maior o valor da penalidade, maior o custo total de operação

Avaliação Penalidades - PMO OUT/20

Custos de Operação



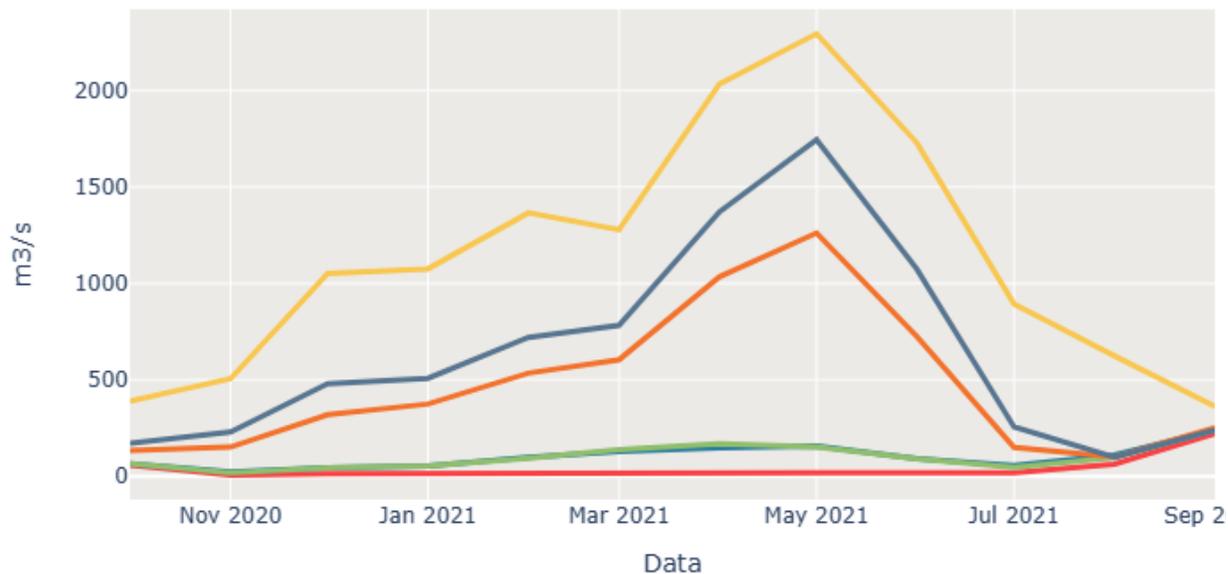
Custos de Operação



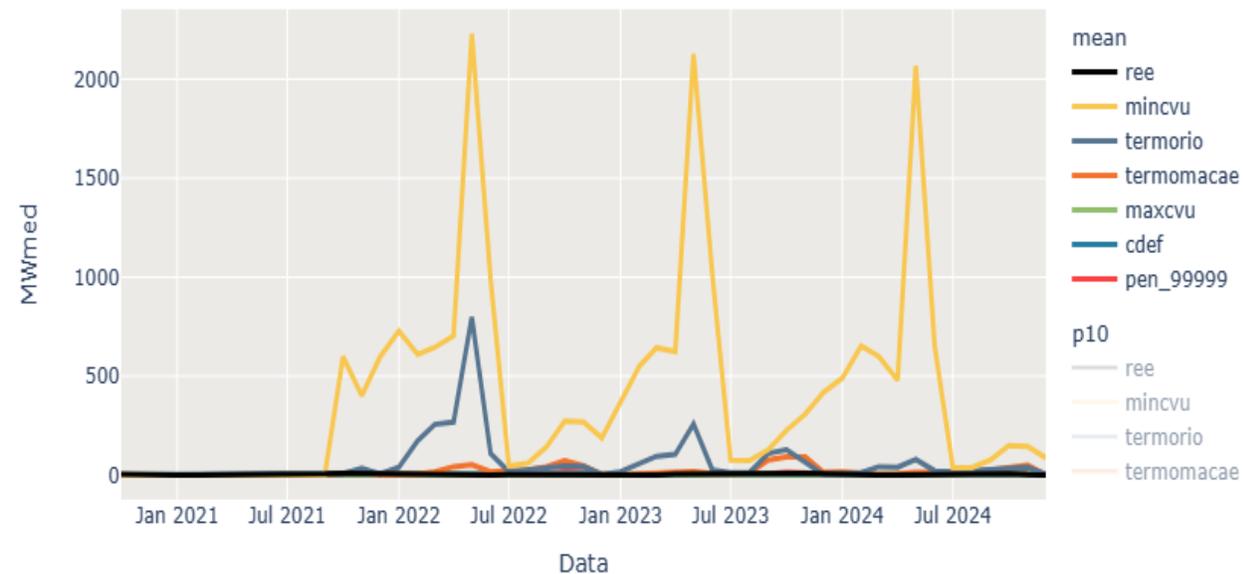
Quanto maior o valor da penalidade, menor o custo de térmica e maior o custo de violação e VMinOp

Avaliação Penalidades - PMO OUT/20

Violação de Restrições de Defluência Mínima - SIN



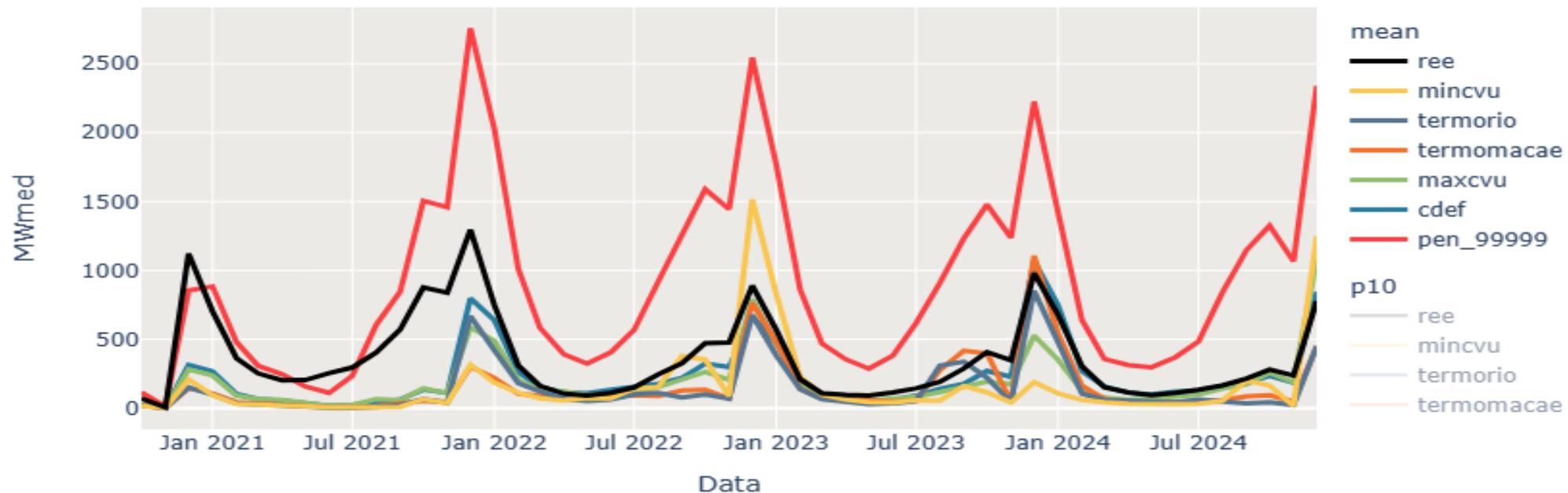
Violação de Energia de Vazão Mínima - SIN



Quanto maior o valor da penalidade,
menor o montante de violação das restrições de QDEFMIN

Avaliação Penalidades - PMO OUT/20

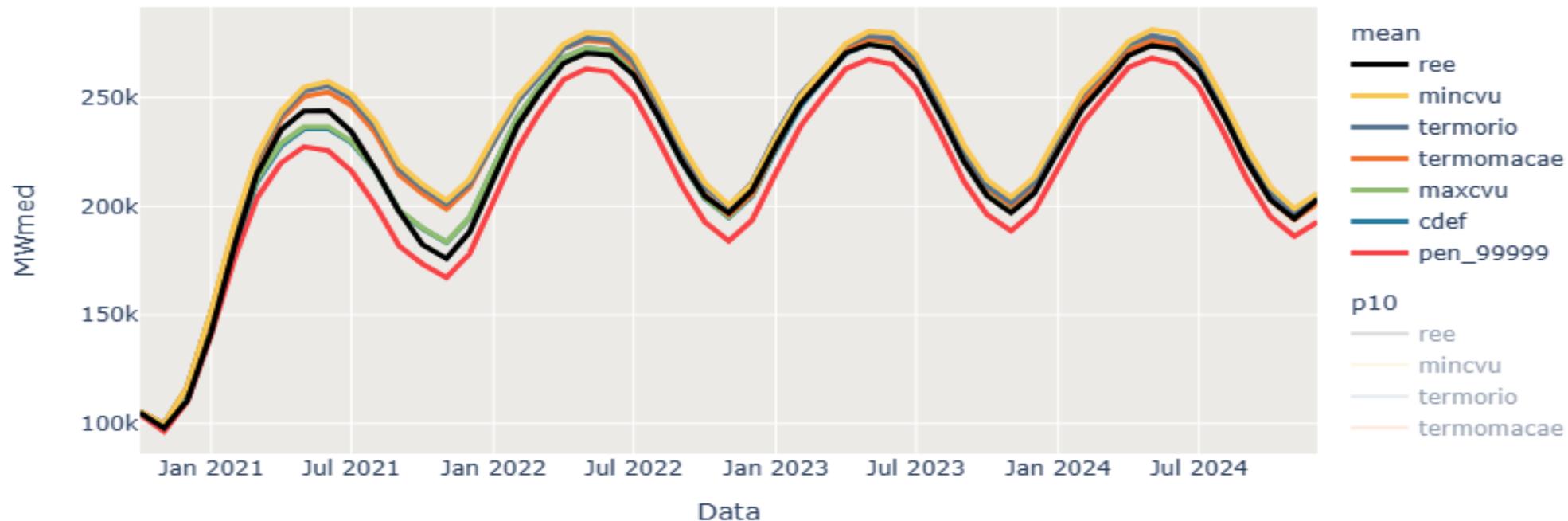
Violação do Volume Mínimo Operativo - SIN



Quanto maior o valor da penalidade, maior o montante de violação de VMinOp

Avaliação Penalidades - PMO OUT/20

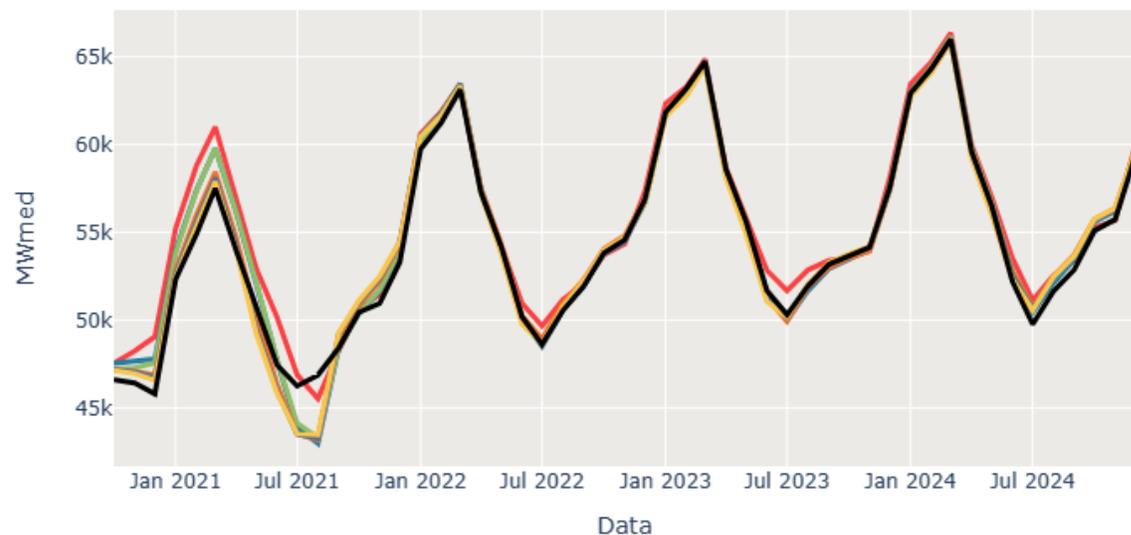
Energia Armazenada Final - SIN



Quanto maior o valor da penalidade,
menor o montante de armazenamento

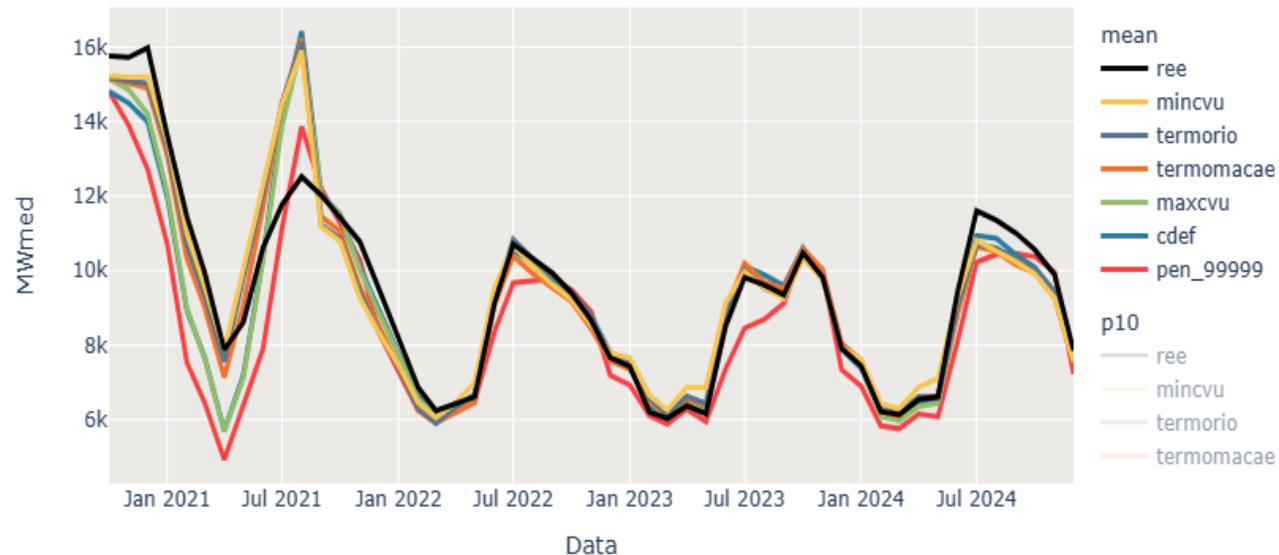
Avaliação Penalidades - PMO OUT/20

Geração Hidráulica - SIN



Quanto maior o valor da penalidade,
maior o montante de geração hidráulica

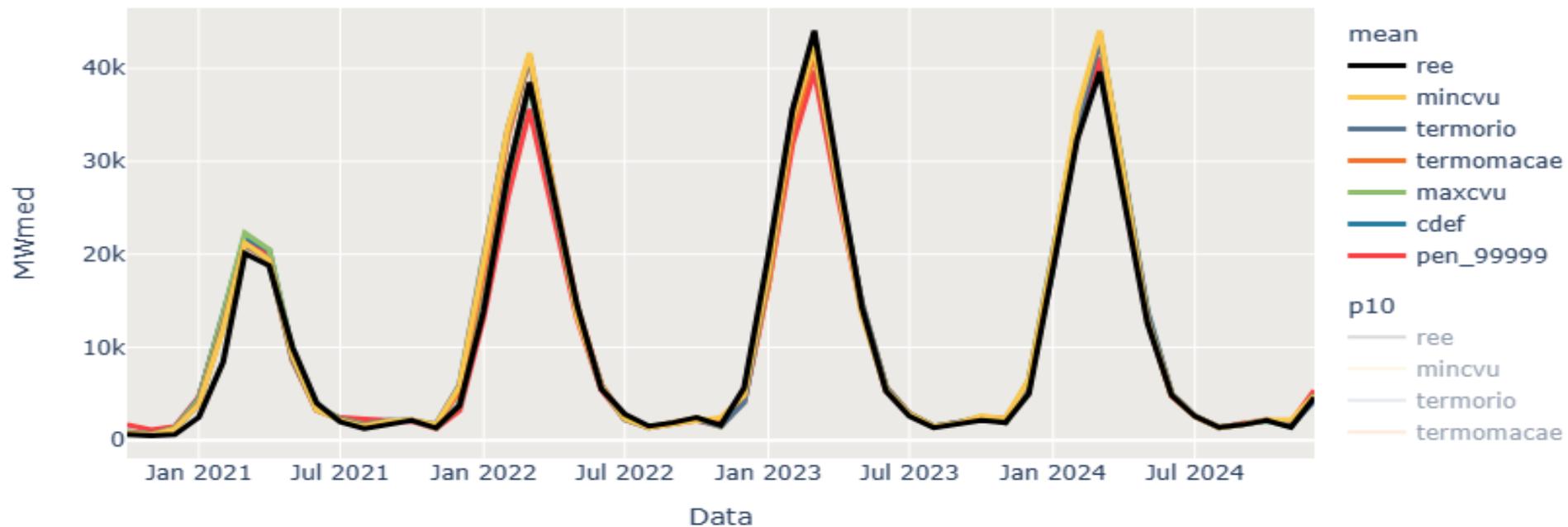
Geração Térmica - SIN



Quanto maior o valor da penalidade,
menor o montante de geração térmica

Avaliação Penalidades - PMO OUT/20

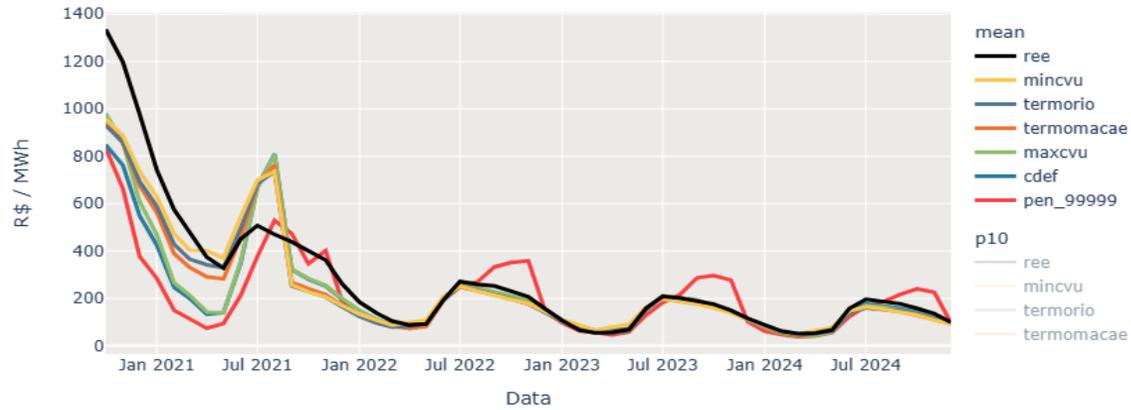
Energia Vertida - SIN



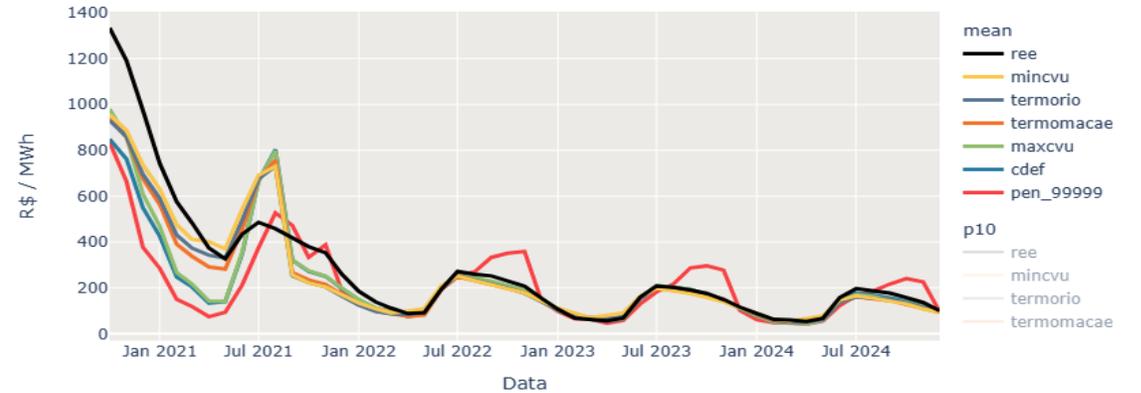
Quanto maior o valor da penalidade,
menor o montante de vertimento de energia

Avaliação Penalidades - PMO OUT/20

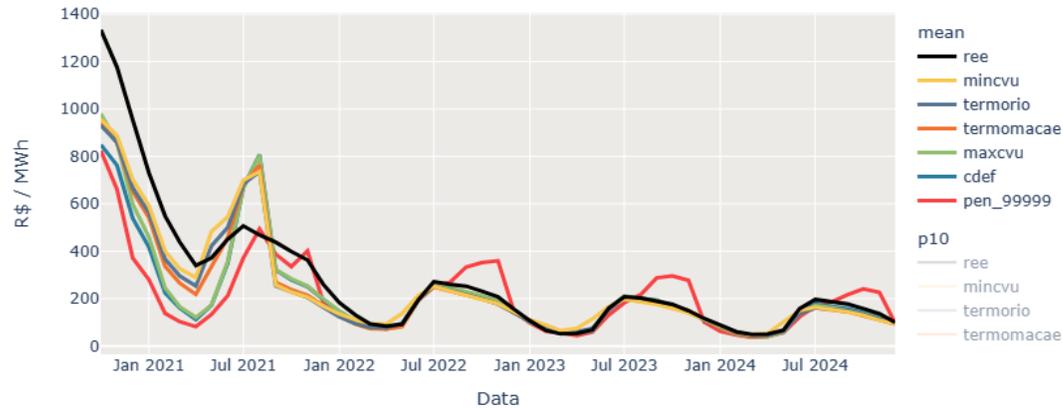
Custo Marginal de Operação - Submercado SUDESTE



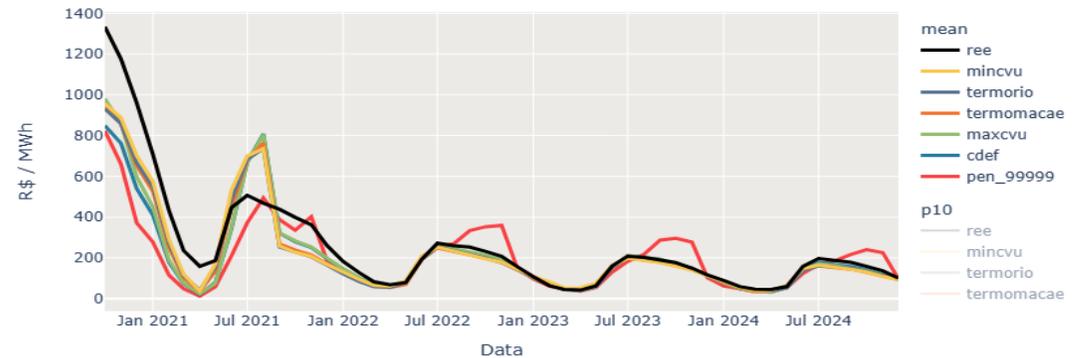
Custo Marginal de Operação - Submercado SUL



Custo Marginal de Operação - Submercado NORDESTE

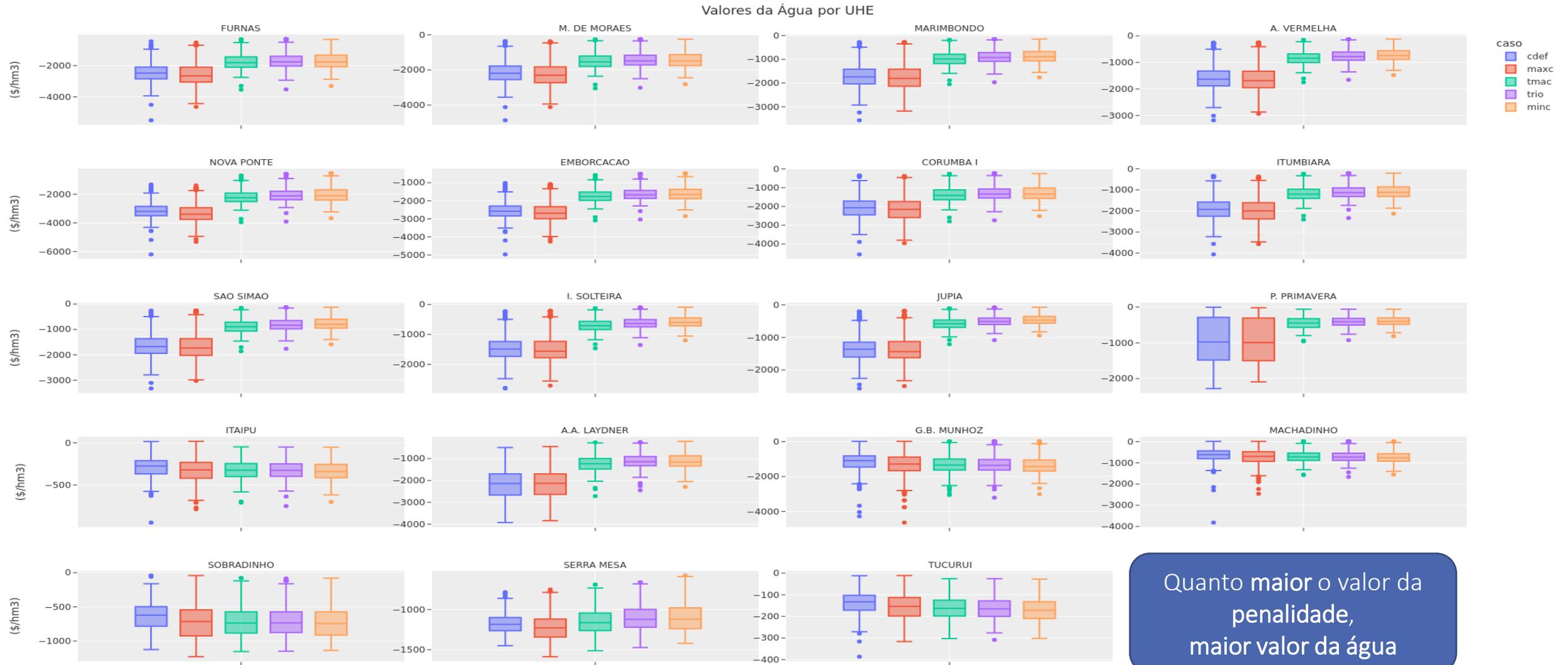


Custo Marginal de Operação - Submercado NORTE



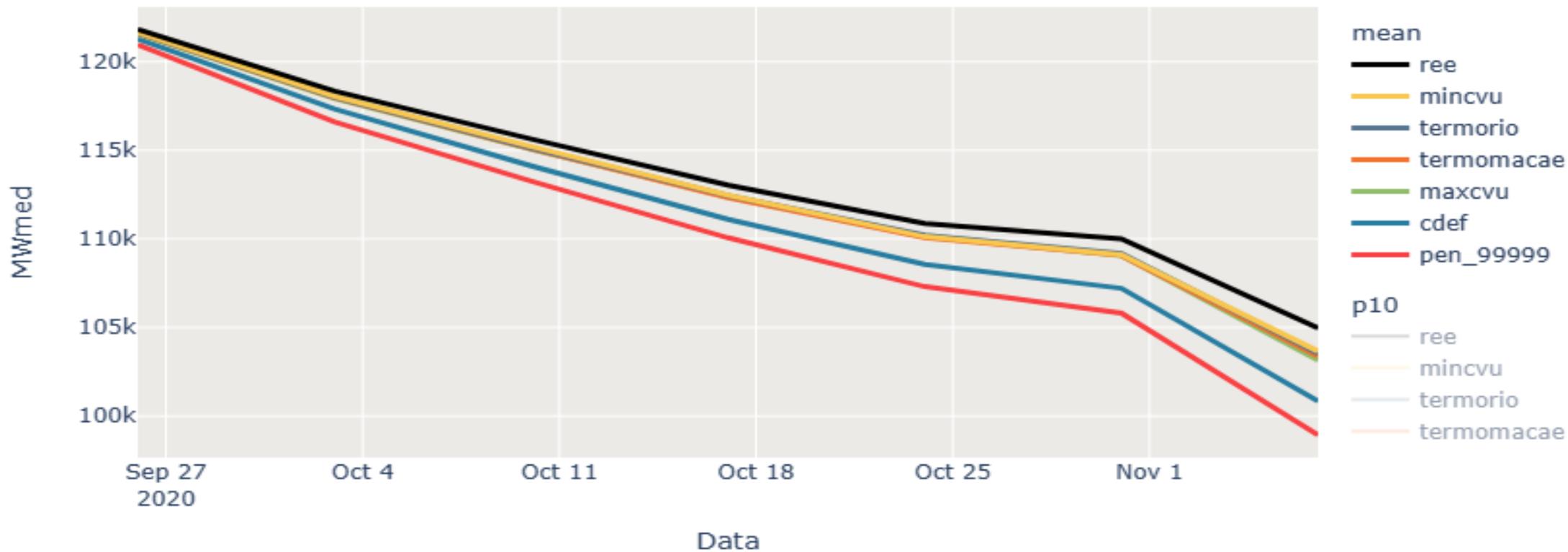
Quanto maior o valor da penalidade,
menor o valor do CMO

Avaliação Penalidades - PMO OUT/20



Avaliação Penalidades - PMO OUT/20 rv0 - DECOMP

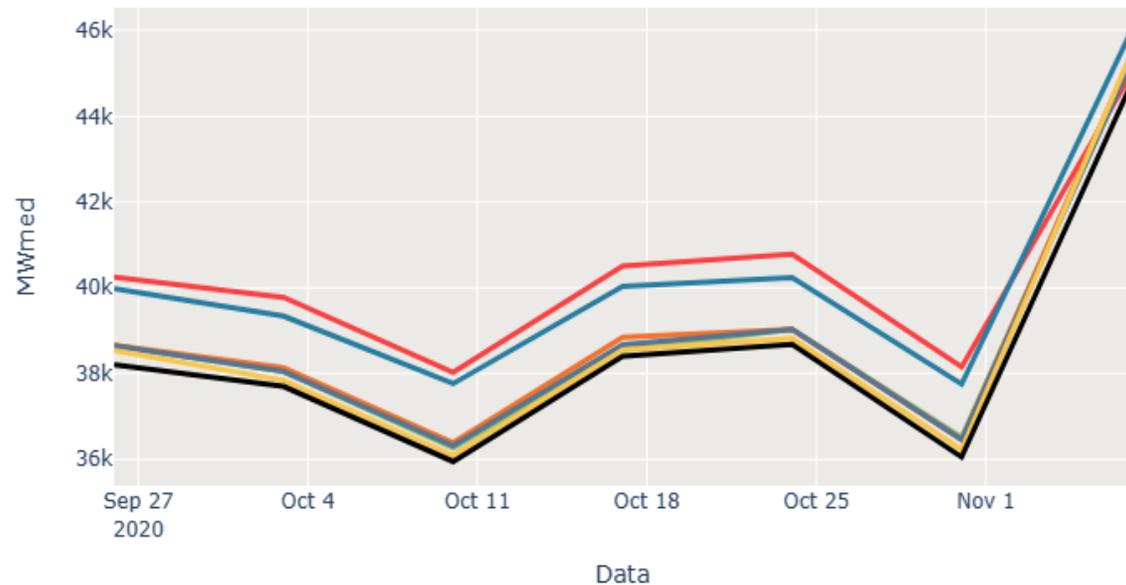
Energia Armazenada Final - SIN



Quanto maior o valor da penalidade,
menor o montante de armazenamento

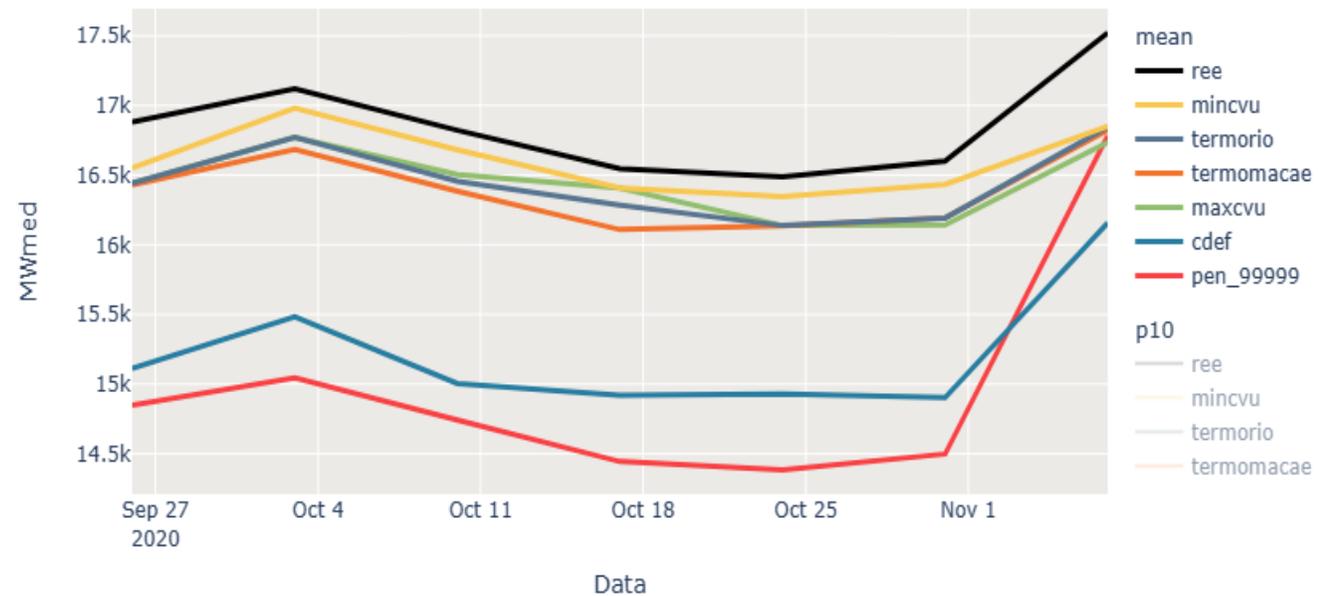
Avaliação Penalidades - PMO OUT/20 rv0 - DECOMP

Geração Hidráulica - SIN



Quanto maior o valor da penalidade, maior o montante de geração hidráulica

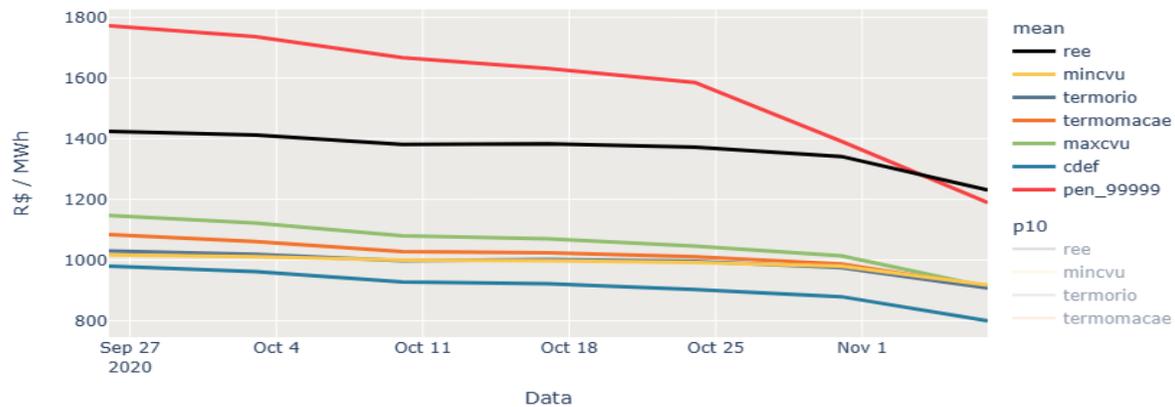
Geração Térmica - SIN



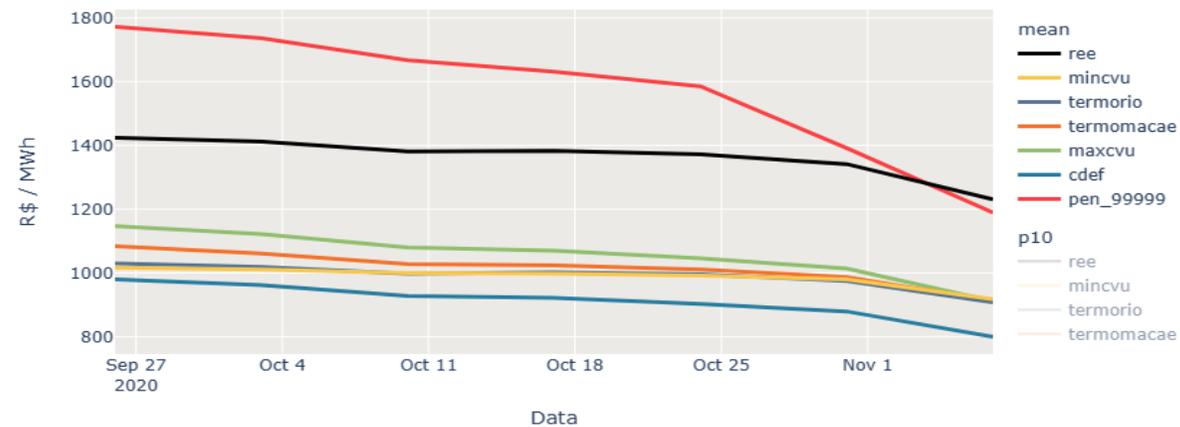
Quanto maior o valor da penalidade, menor o montante de geração térmica

Avaliação Penalidades - PMO OUT/20 rv0 - DECOMP

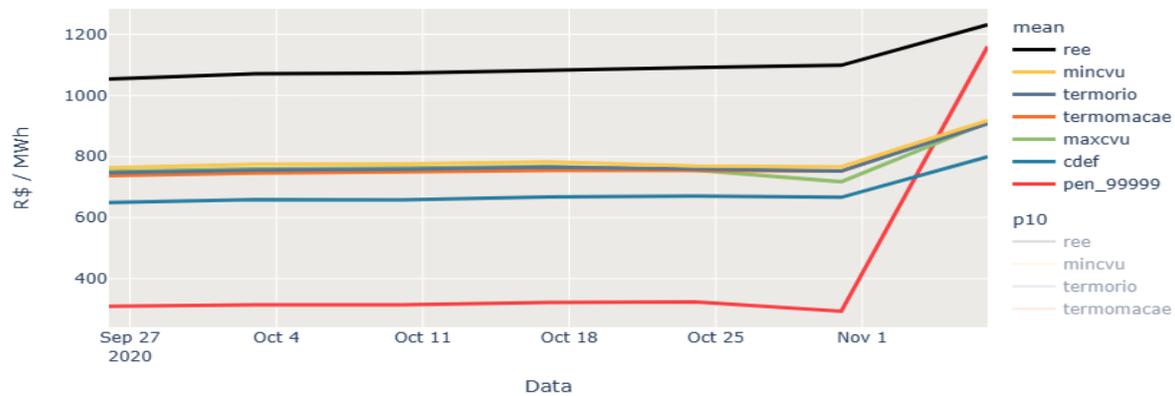
Custo Marginal de Operação - Submercado SUDESTE



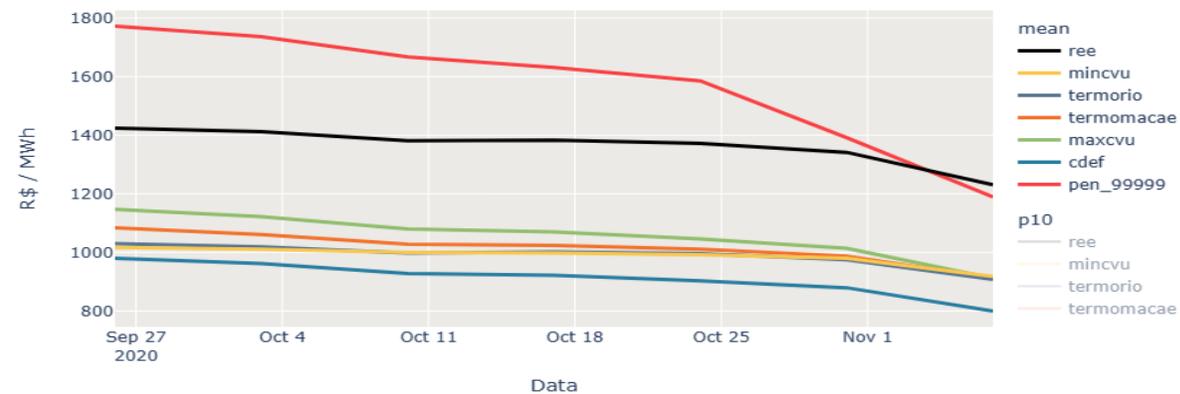
Custo Marginal de Operação - Submercado SUL



Custo Marginal de Operação - Submercado NORDESTE

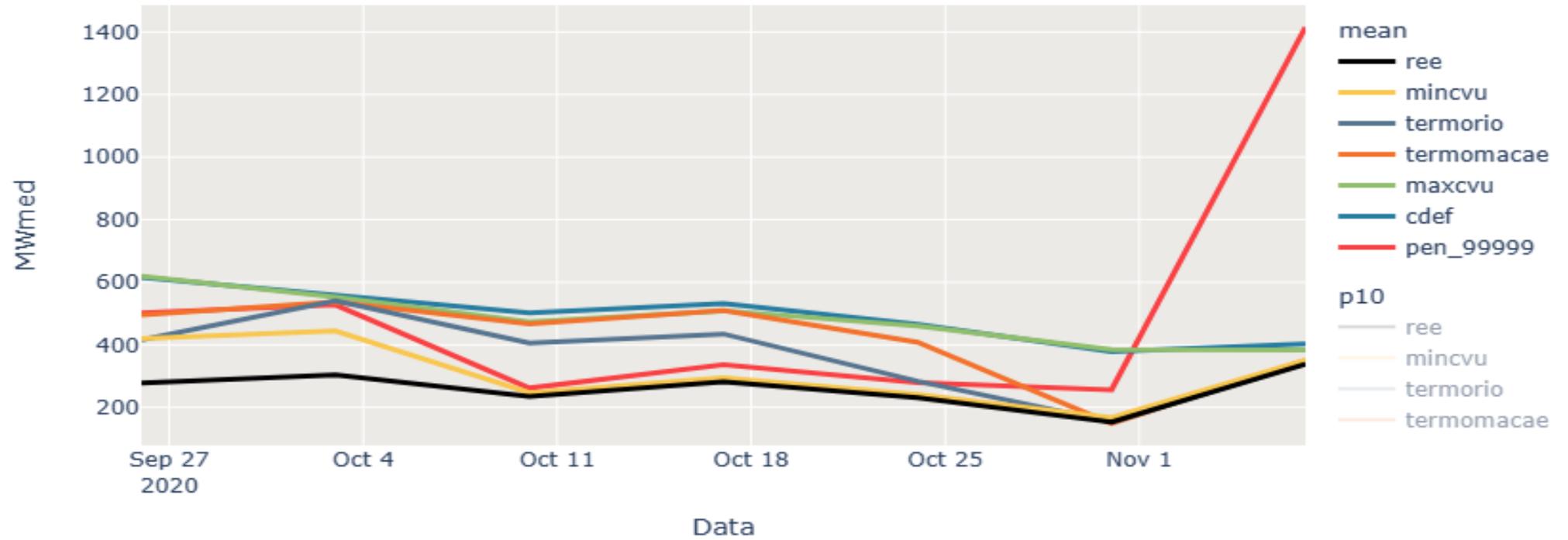


Custo Marginal de Operação - Submercado NORTE

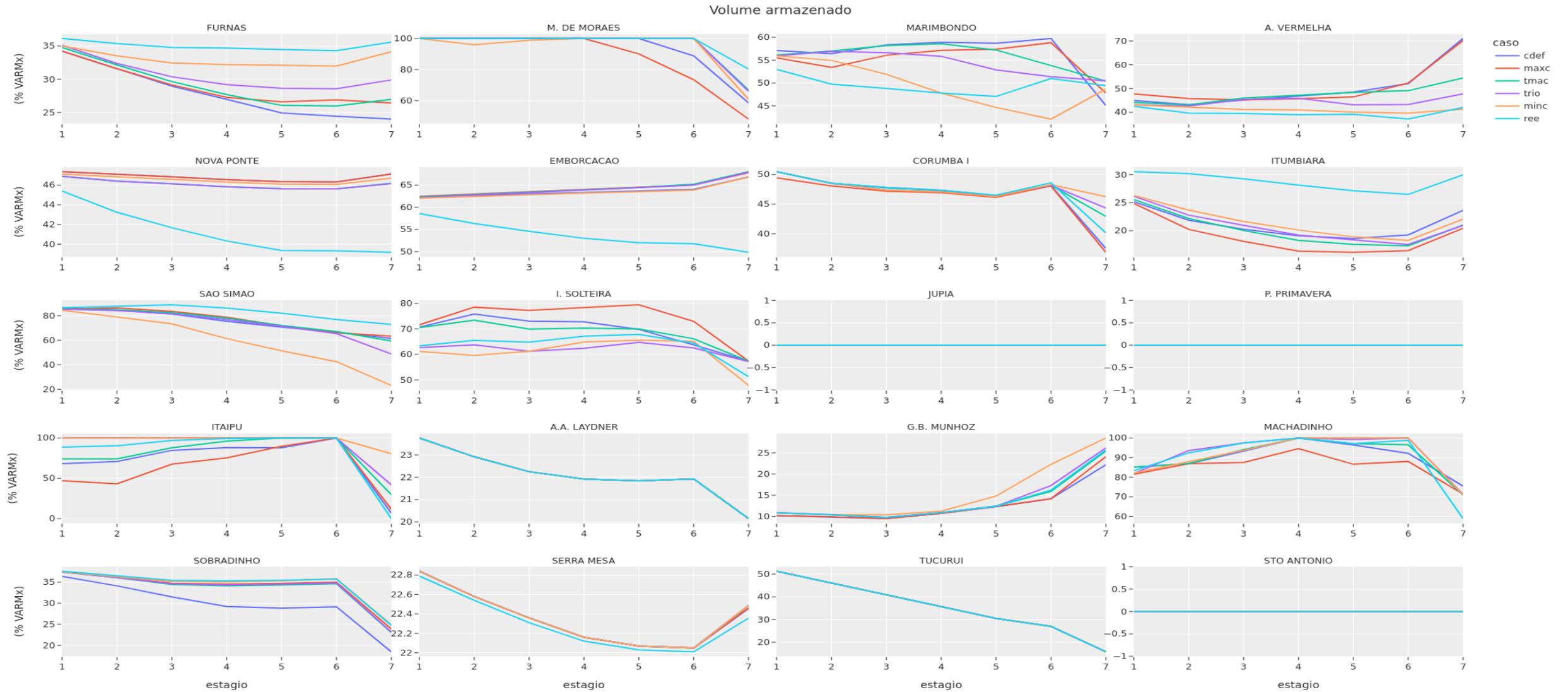


Avaliação Penalidades - PMO OUT/20 rv0 - DECOMP

Energia Vertida - SIN

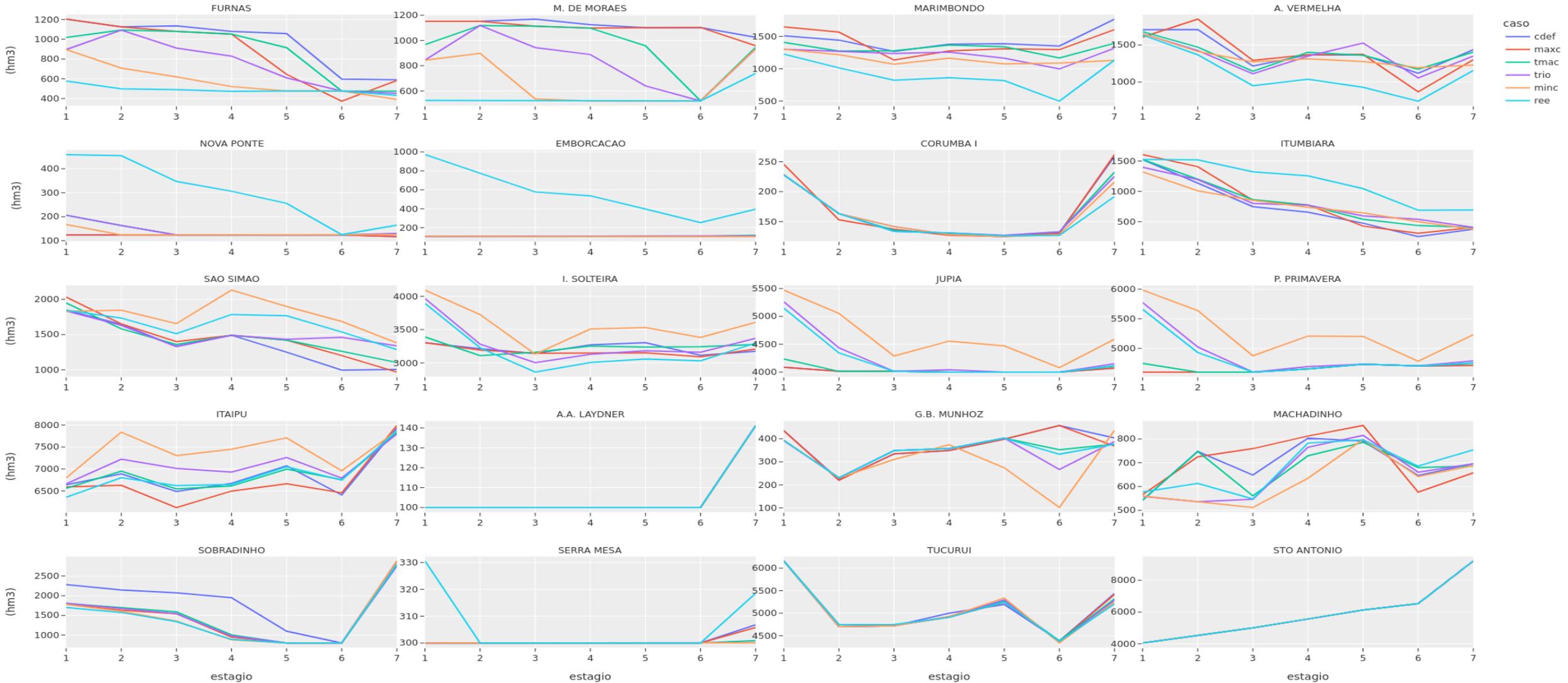


Avaliação Penalidades - PMO OUT/20 rv0 - DECOMP



Avaliação Penalidades - PMO OUT/20 rv0 - DECOMP

Vazão defluente



Impacto da micropenalidade de vertimento

Relação entre NEWAVE e DECOMP

Avaliação Micropenalidade Vertimento

- Introdução
- PMO ABR/23 (caso molhado)
- Penalidade de vertimento - PVERT
- Sensibilidade PVERT
- Impacto em casos secos
- Considerações Gerais

Introdução

- Estudo ENERCORE enviado na CP 151-2023 e apresentado no 30º Workshop
- Avaliou PLD sombra JAN/23 a JUL/23

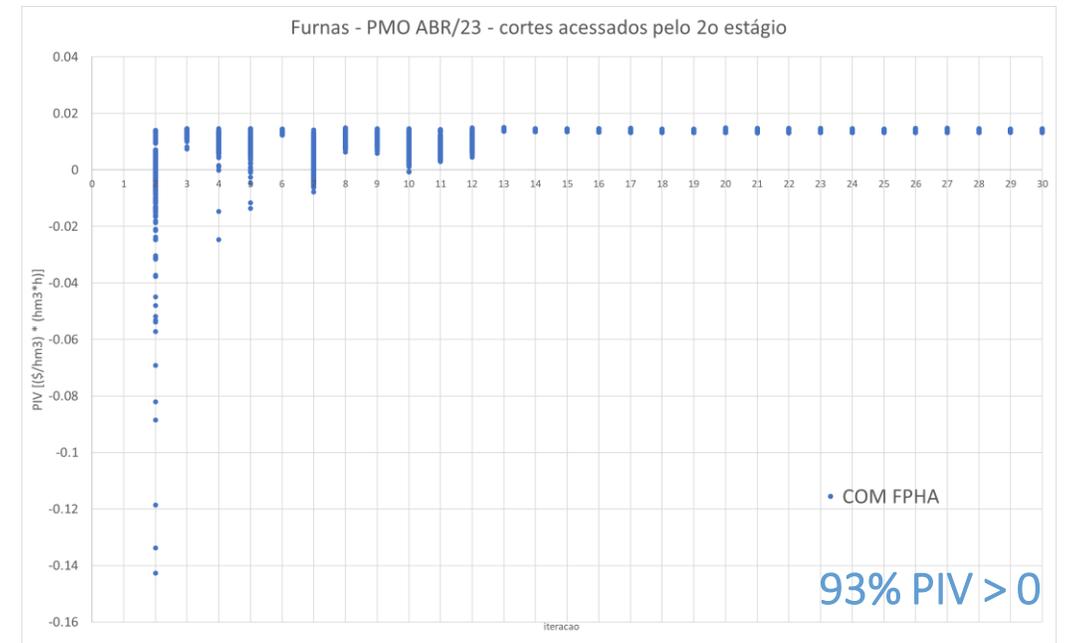
- Volume armazenado no SE:



- Considerações do estudo:
 - Híbrido apresenta deplecionamento mais acentuado, principalmente para SE e S, mesmo durante período úmido
- Avaliação GT-MET: PMO ABR/23
 - ✓ FCF REE x FCF HIB12

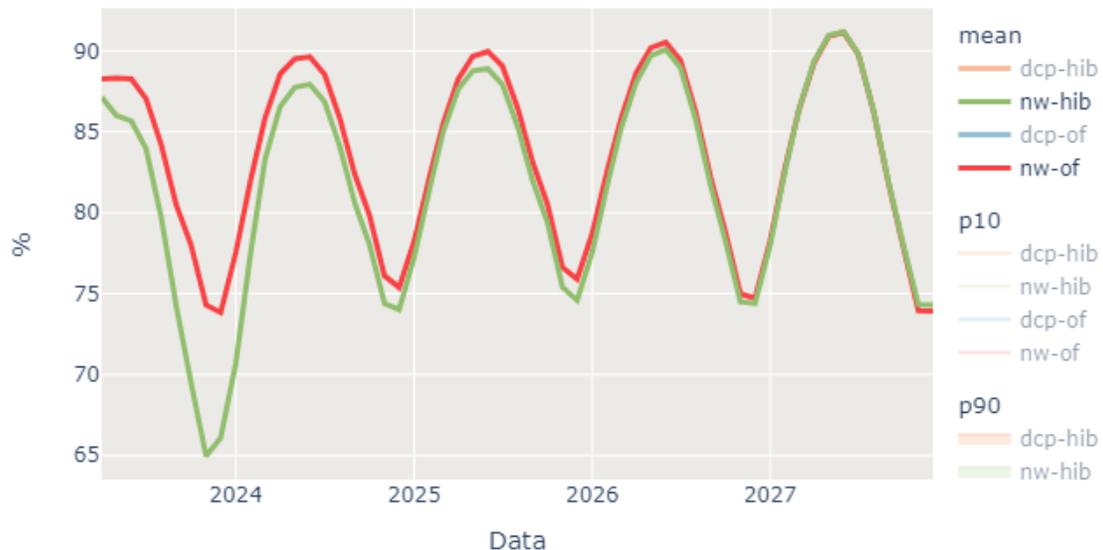
PMO ABR/23

- Assim como observado no estudo da ENERCORE, o DECOMP depleciona fortemente diversas usinas ao longo de seu horizonte, comportamento não observado quando se considera a FCF por REE.
- Os PIVs construídos pelo NEWAVE para usina de Furnas são praticamente todos positivos, aproximadamente **+0.02** (\$/hm³) * (mês/h)
- Se o NEWAVE construir um corte positivo com inclinação igual à penalidade de vertimento, o DECOMP terá incentivo para usar a água com parcimônia?
- **Avaliar a relação entre as micropenalidades de vertimento NEWAVE e DECOMP**



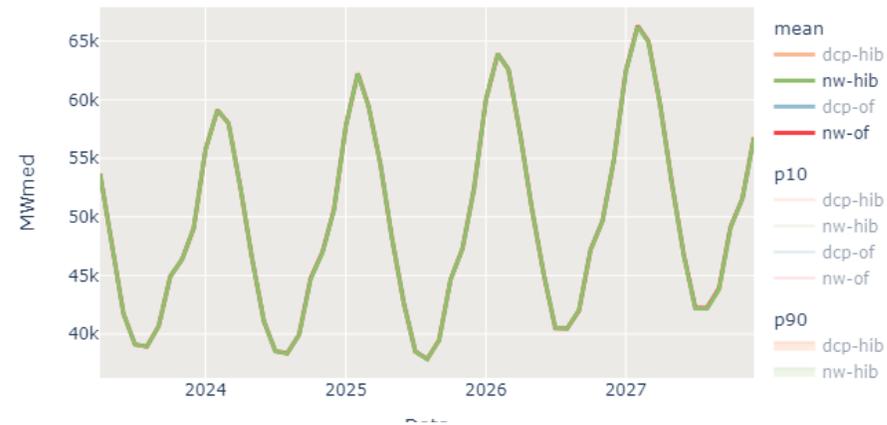
- Resultados NEWAVE – REE x HIB12 - SIN

Energia Armazenada Final - SIN

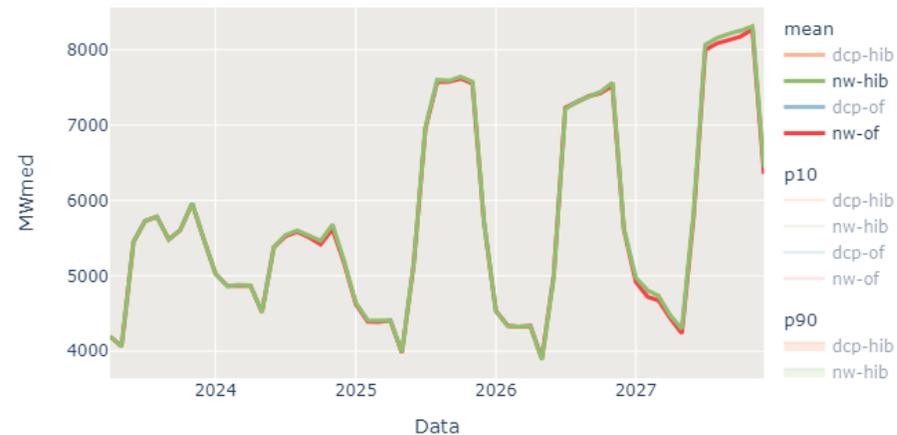


HIB esvazia mais o reservatório durante os estágios individualizados, porém recupera ao longo do horizonte

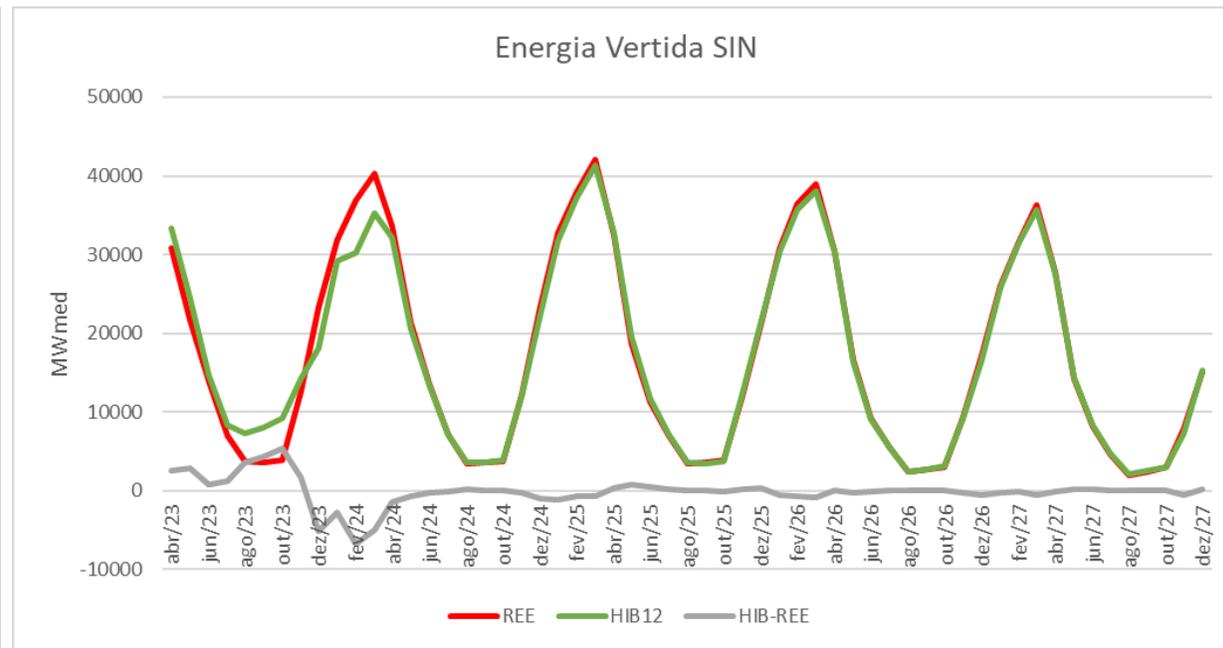
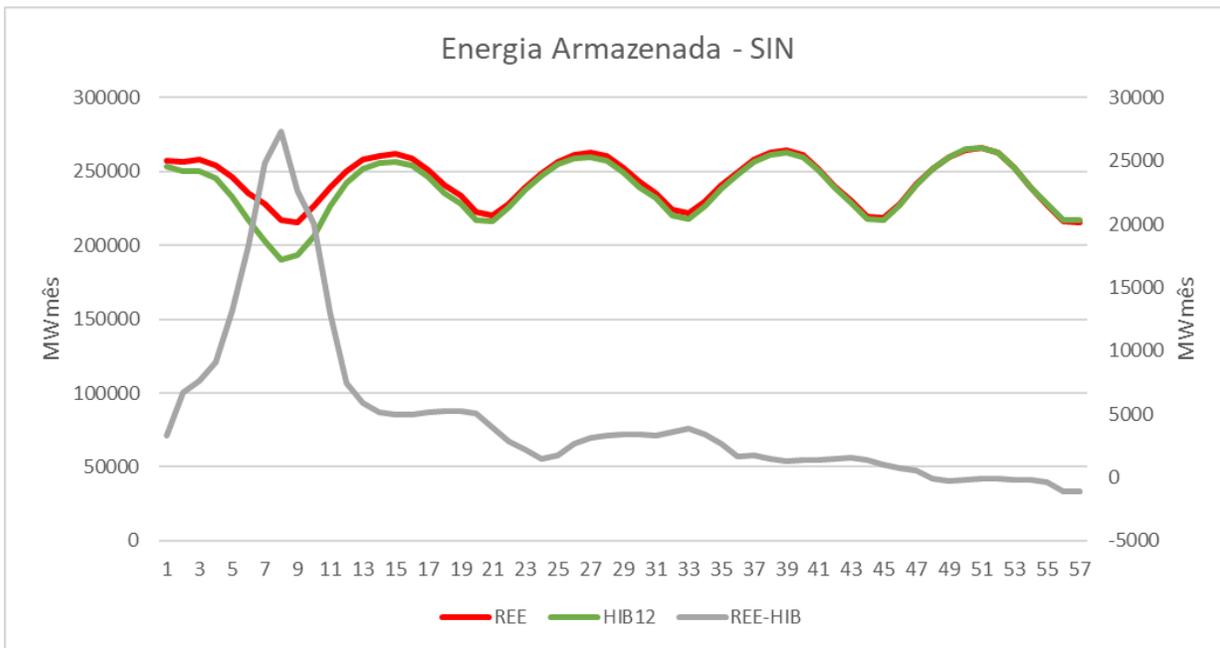
Geração Hidráulica - SIN



Geração Térmica - SIN

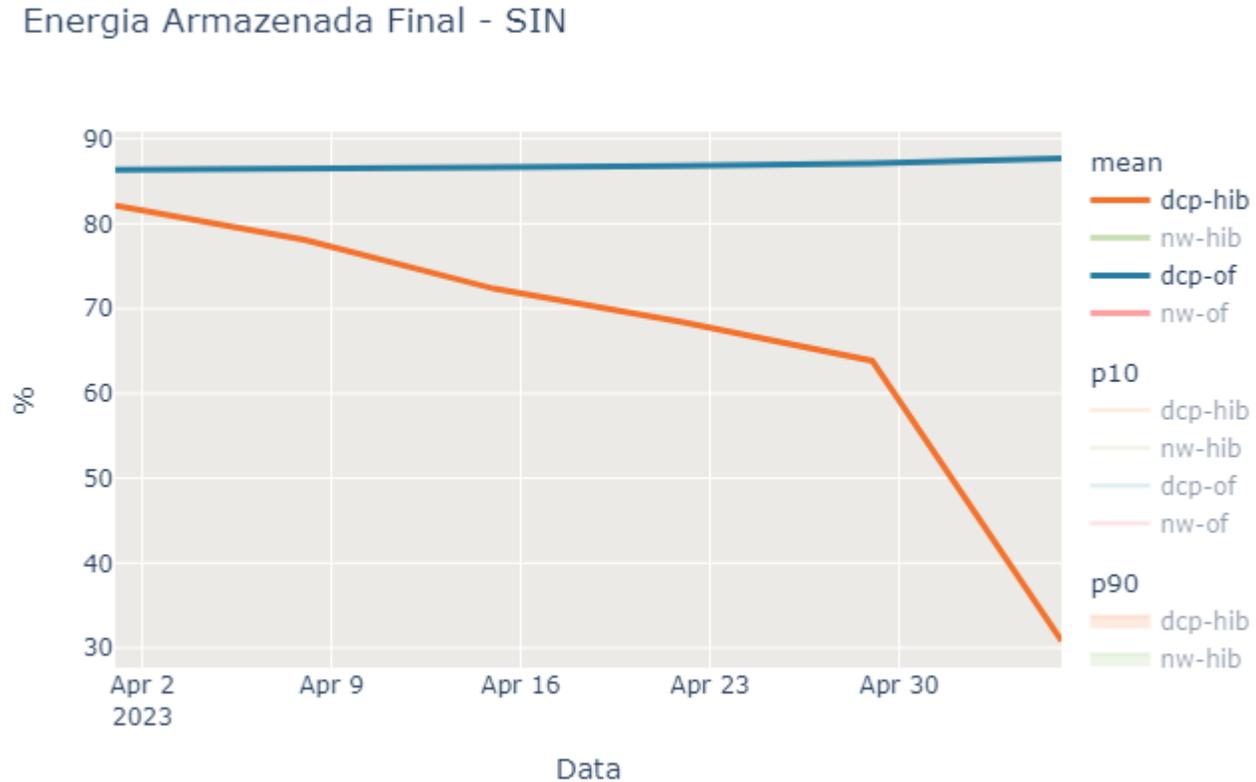


- Resultados NEWAVE – REE x HIB12 – SIN



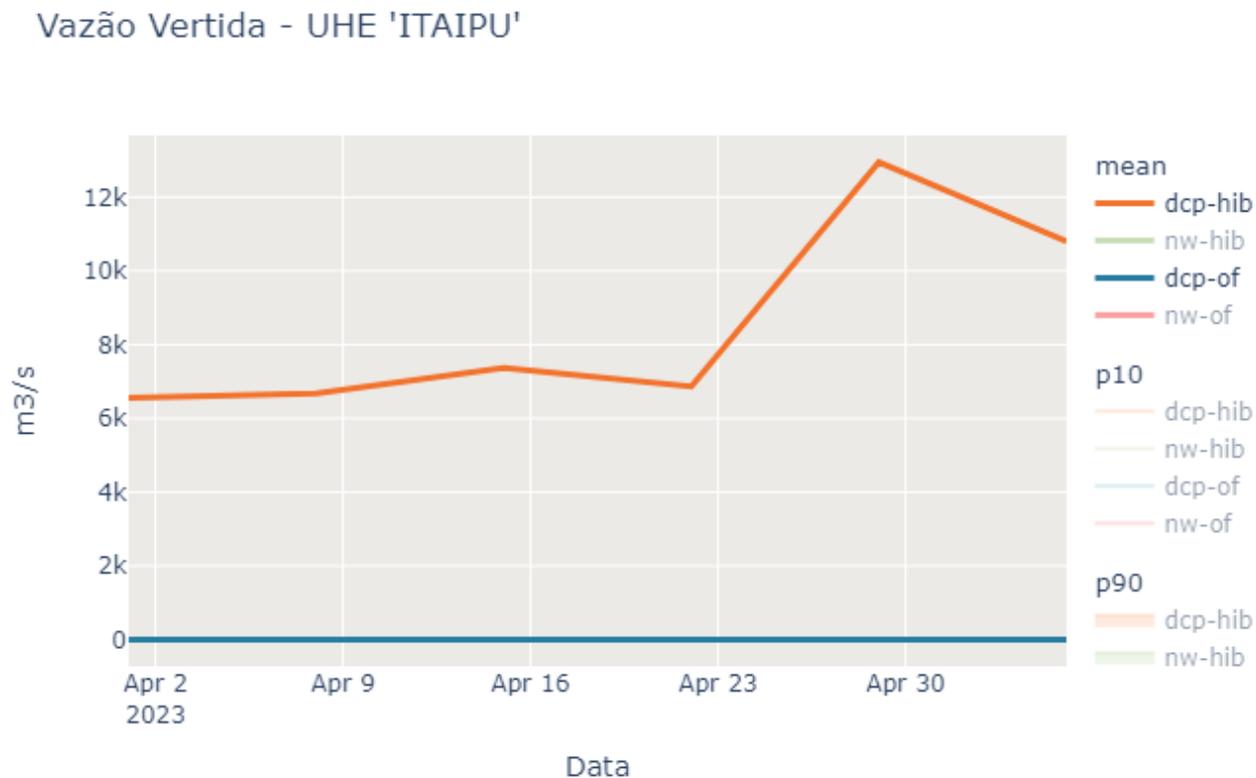
O caso REE indica um vertimento menor até o final do período seco do primeiro ano, o que explica o maior nível de armazenamento

- Resultados DECOMP – FCF REE x FCF HIB12 – SIN

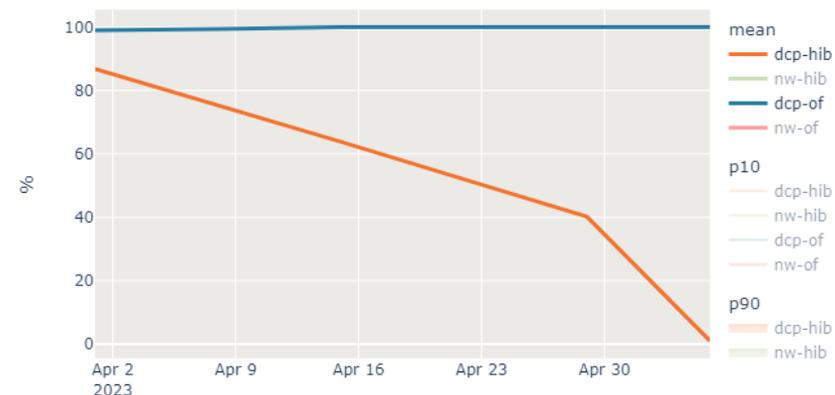


FCF HIB provoca acentuado esvaziamento dos reservatórios

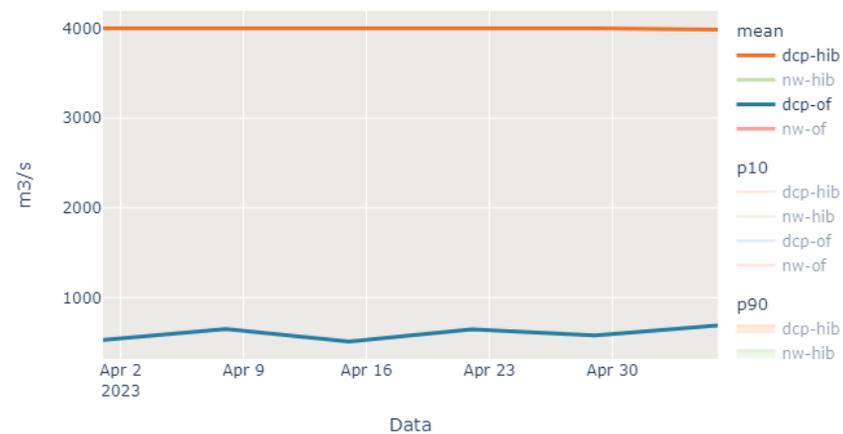
- Resultados DECOMP – REE x HIB12 – Furnas e Itaipu



Volume Armazenado Final - UHE 'FURNAS'



Vazão Defluente - UHE 'FURNAS'



Uma grande parcela da defluência de Furnas é vertida em Itaipu.
Porque não deixar esta água estocada?

Penalidade de vertimento - PVERT

- A micropenalidade de vertimento do NEWAVE é maior do que a penalidade considerada pelo DECOMP
- Em situações de abundância de recursos, como a que estamos analisando, observamos que o NEWAVE, por meio da função de custo futuro, parece estar desempenhando um papel mais significativo do que o DCP na indicação de que a água deve ser deplecionada (vertida) do que armazenada
- Sensibilidade: $PVERT_DCP > PVERT_NW$

Tabela 5.3 - Valores de micro-penalidades aplicadas as variáveis de operação.

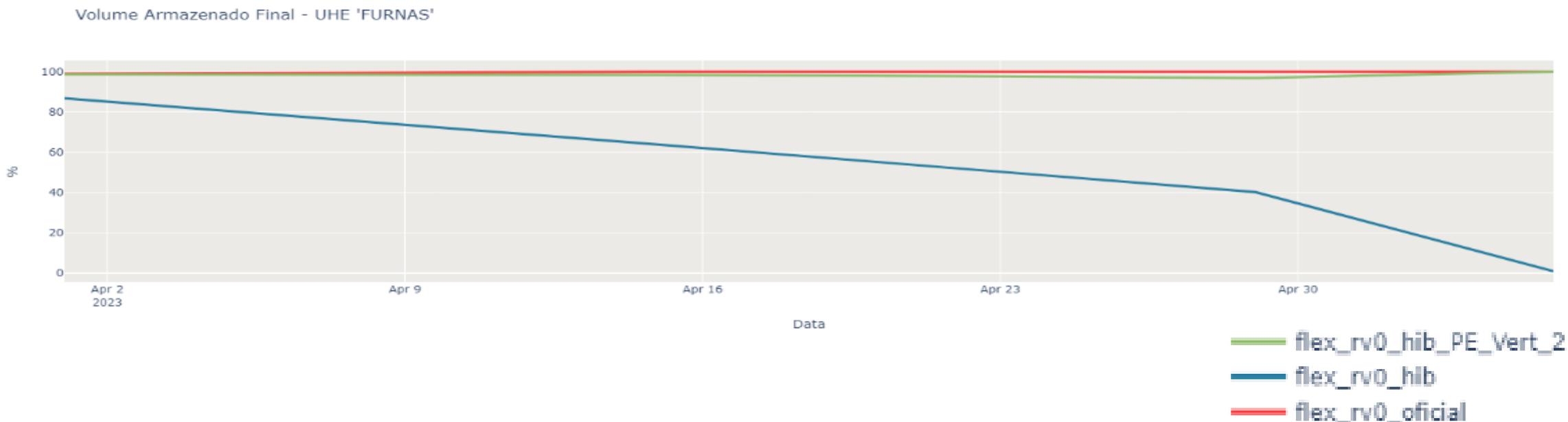
MICROPENALIDADES	NEWAVE EQUIVALENTE	NEWAVE INDIVIDUALIZADO
p^{INT} - Intercâmbio	0.0050	0.0050
p^{PFIO} - Vertimento a fio d'água	0.0055	$(0.0055 * PROD_MEDIA_SIN) / C_M3S2HM3$
p^{EVERT} - Vertimento controlável	0.0060	$(0.0055 * PROD_MEDIA_SIN) / C_M3S2HM3$
p^{TURB} - Turbinamento	-	$(0.0061 * PROD_MEDIA_SIN) / C_M3S2HM3$
$p^{CORTEOL}$ - Corte de geração eólica	0.0063	0.0063
p^{EXC} - Excesso de energia	0.0065	0.0065

Sensibilidade PVERT no DECOMP

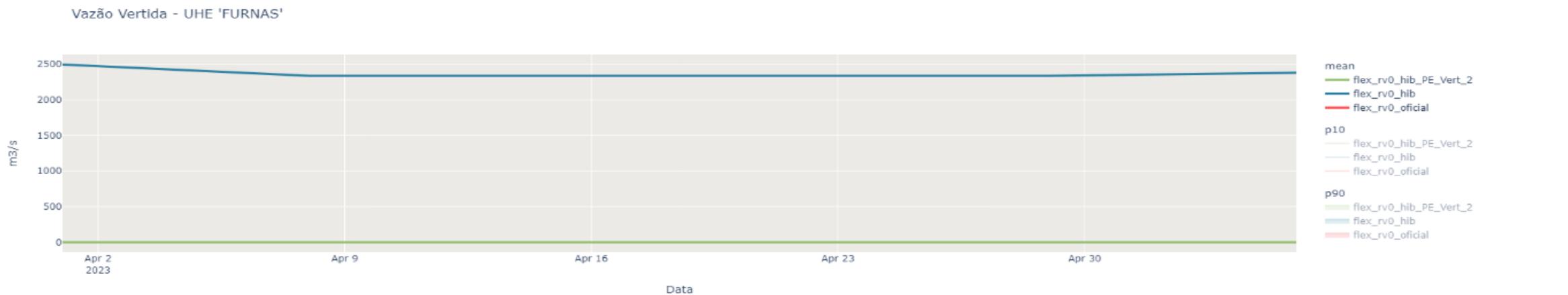
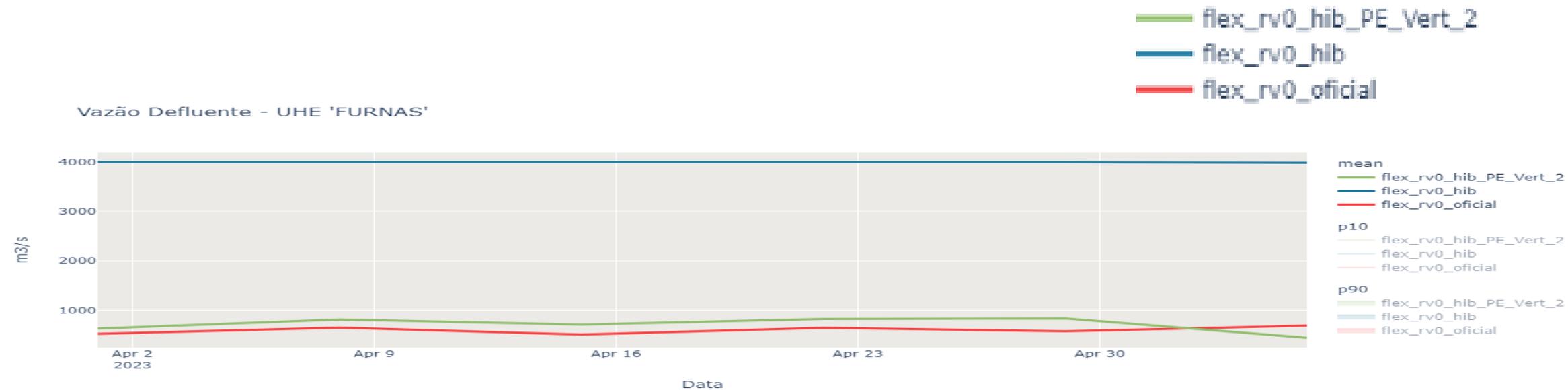
dadger.rv0

- Considerar a micropenalidade de vertimento do DECOMP igual a 2 \$/hm³
- A resposta do DECOMP para Furnas e para o SIN se aproximou do caso com a FCF por REE
- O vertimento ficou bastante reduzido, proporcionando um aumento do armazenamento, sem alterar a GH e GT.

	%ALTERACAO	DA	PENALIDADE
PE 1	0		2
PE 2	0		2
PE 3	0		2
PE 4	0		2
PE 11	0		2

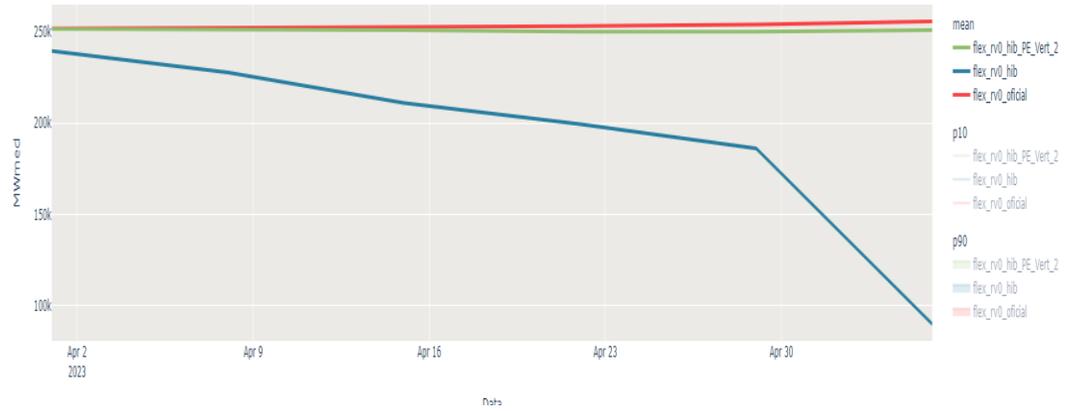


Sensibilidade PVERT no DECOMP

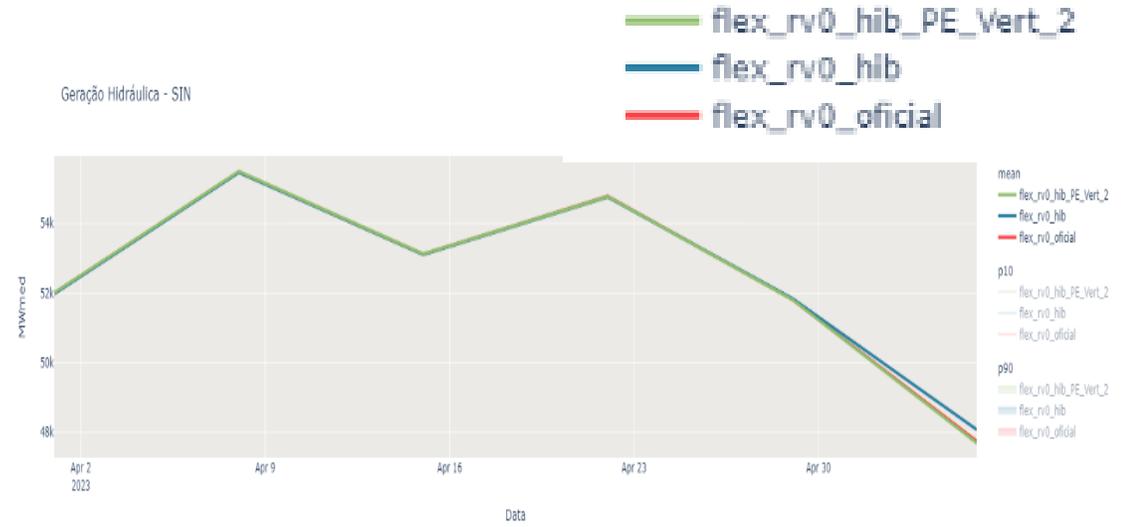


Sensibilidade PVERT no DECOMP

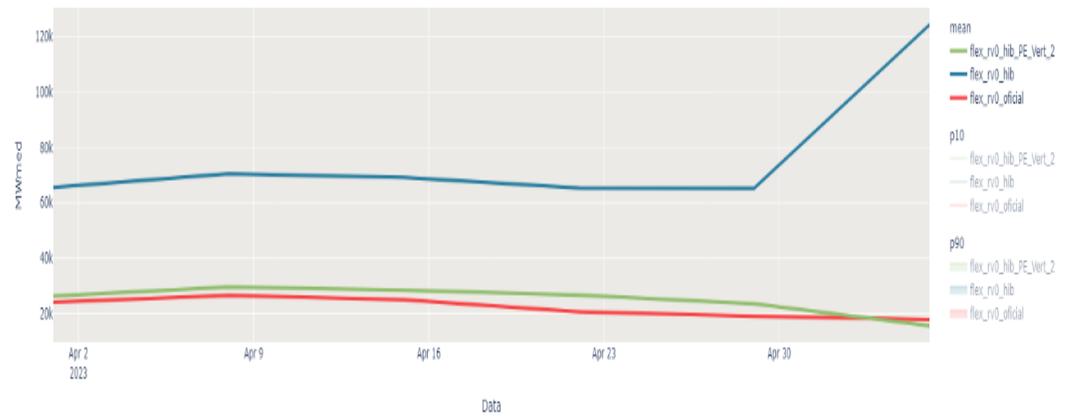
Energia Armazenada Final - SIN



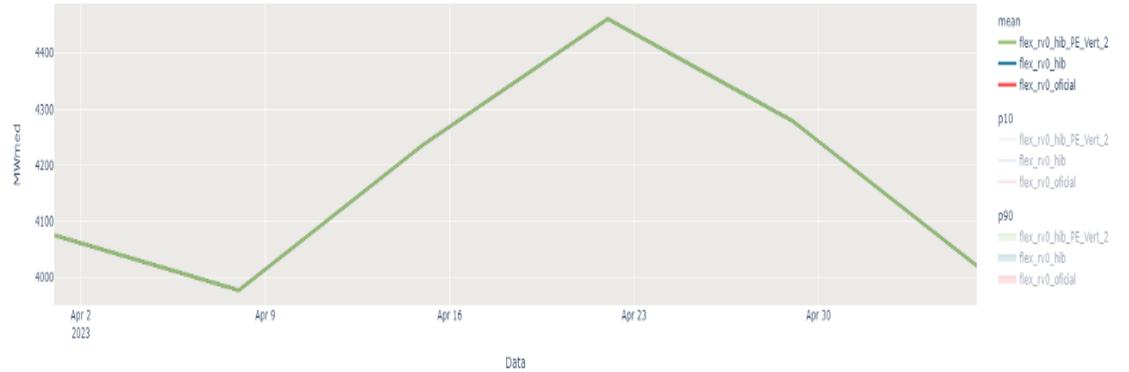
Geração Hidráulica - SIN



Energia Vertida - SIN

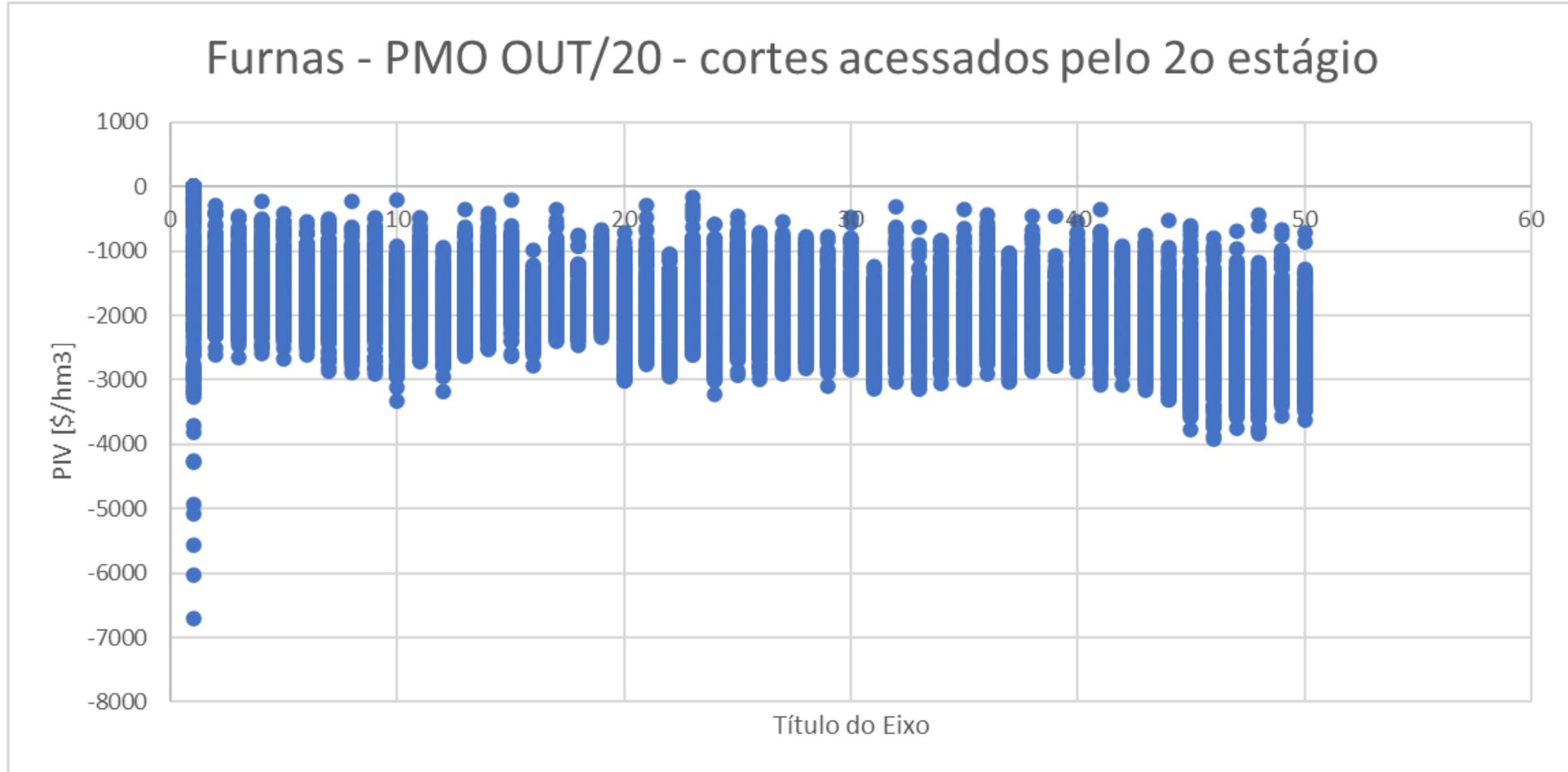


Geração Térmica - SIN



Impacto em “Casos Secos”

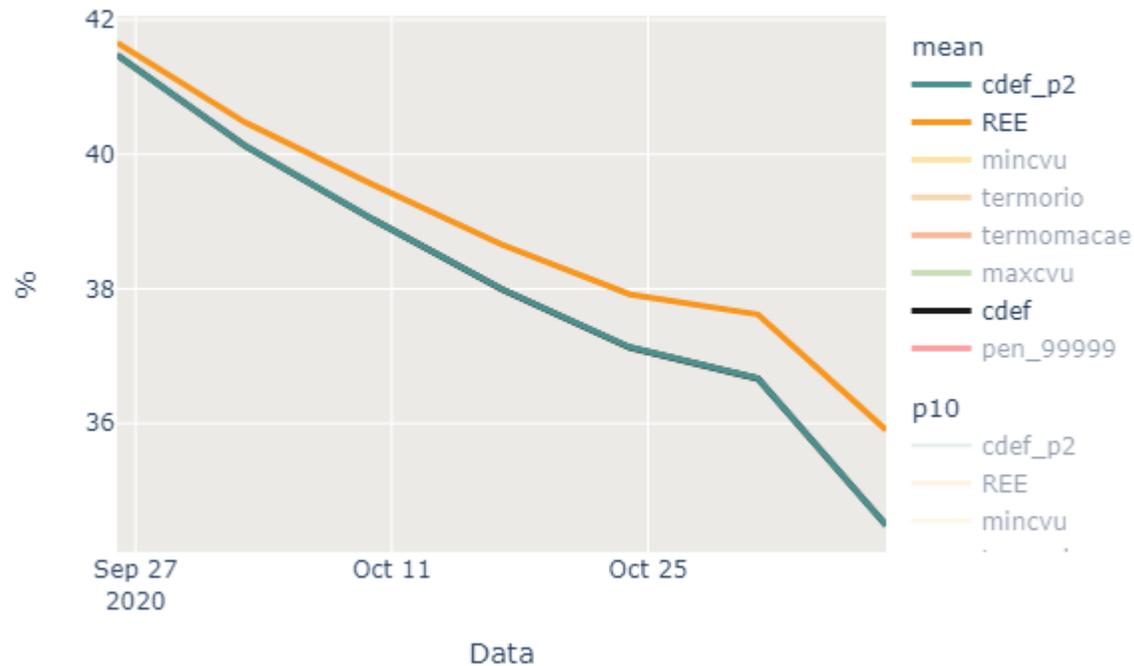
- Caso analisado: OUT/20 (Caso MAV)



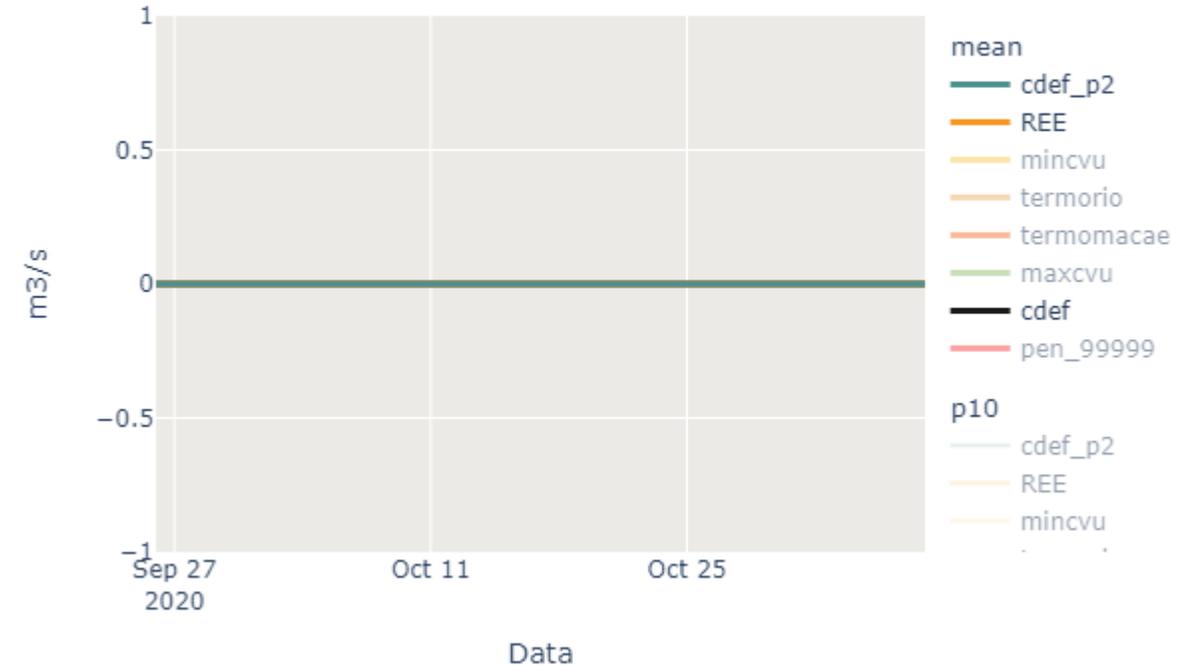
Impacto em “Casos Secos”

- Caso analisado: OUT/20 (Caso MAV utilizado pelo GT-MET)
- A mudança de penalidade no DCP não trouxe impactos (caso sem vertimento em Itaipu)

Energia Armazenada Final - SIN

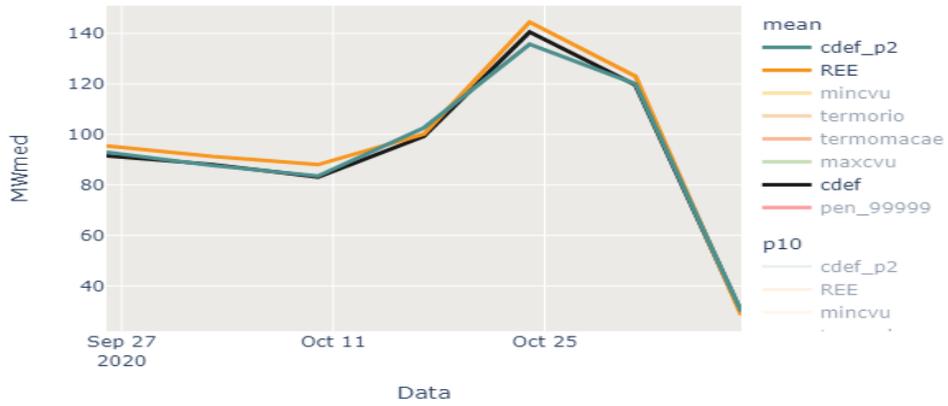


Vazão Vertida - UHE 'ITAIPU'

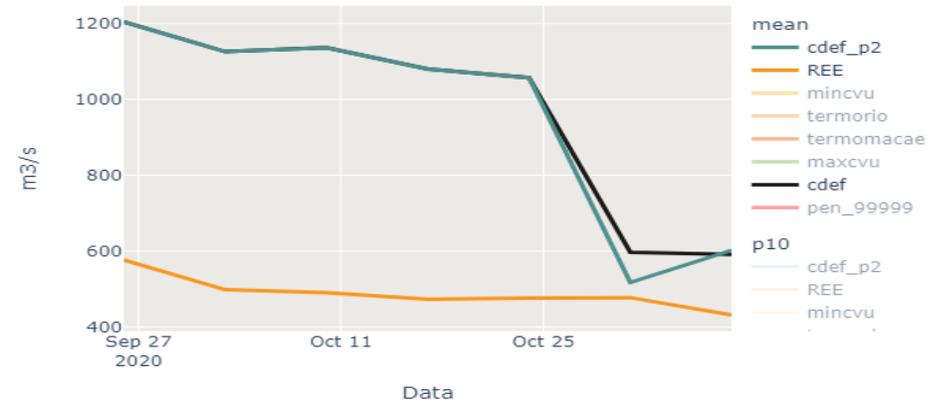


Impacto em “Casos Secos”

Energia Vertida Turbinável - SIN



Vazão Defluente - UHE 'FURNAS'



Vazão Defluente - UHE 'ITAIPU'



Energia Vertida Não-Turbinável - SIN

cdef = cdef_p2



Considerações Gerais

- Observamos que, em situações de alta disponibilidade de recursos, a relação entre as micropenalidades de vertimento utilizadas nos modelos da cadeia de modelos de planejamento energético tem impacto significativo na operação do sistema, mesmo que não afete diretamente o custo imediato da operação.
- É fundamental examinar a interação entre as micropenalidades dos modelos de médio e curto prazo. A Equipe Técnica da CPAMP já está em andamento com estudos sobre este tópico.

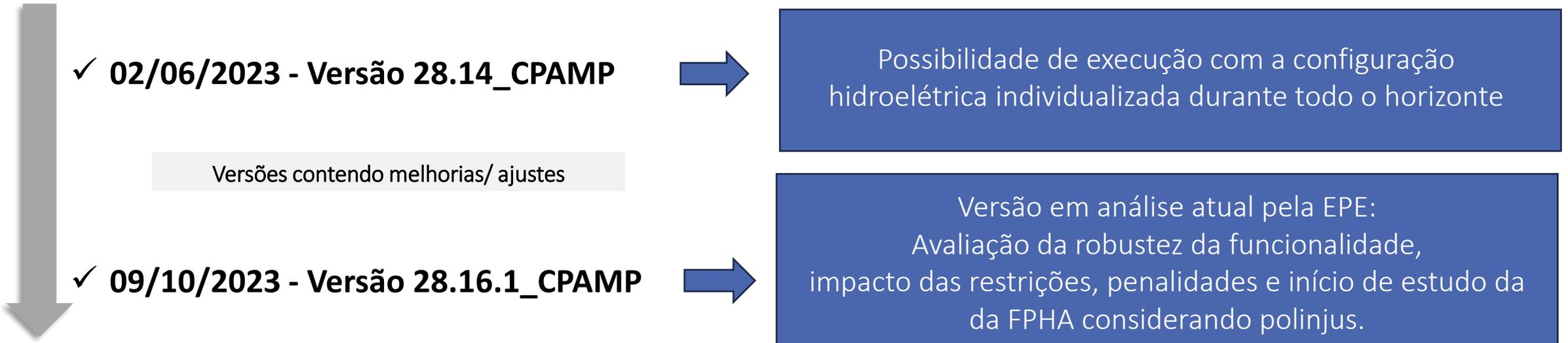
ANÁLISES PDE E GF

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

Equipe Técnica

Histórico Versões Disponibilizadas

A utilização do NEWAVE Híbrido nos processos da EPE requer a **individualização do respectivo horizonte de interesse** correspondente a seus estudos (Garantia Física e PDE)



Metas

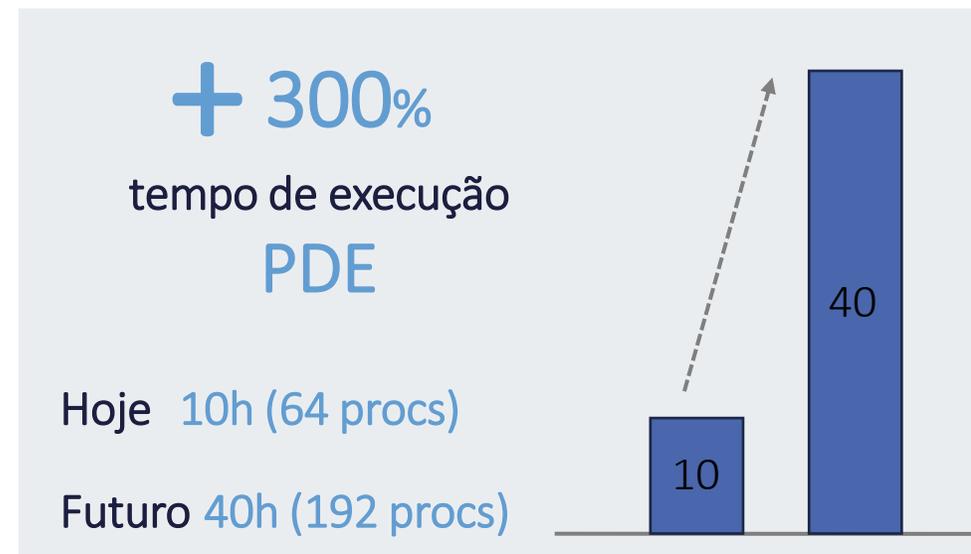
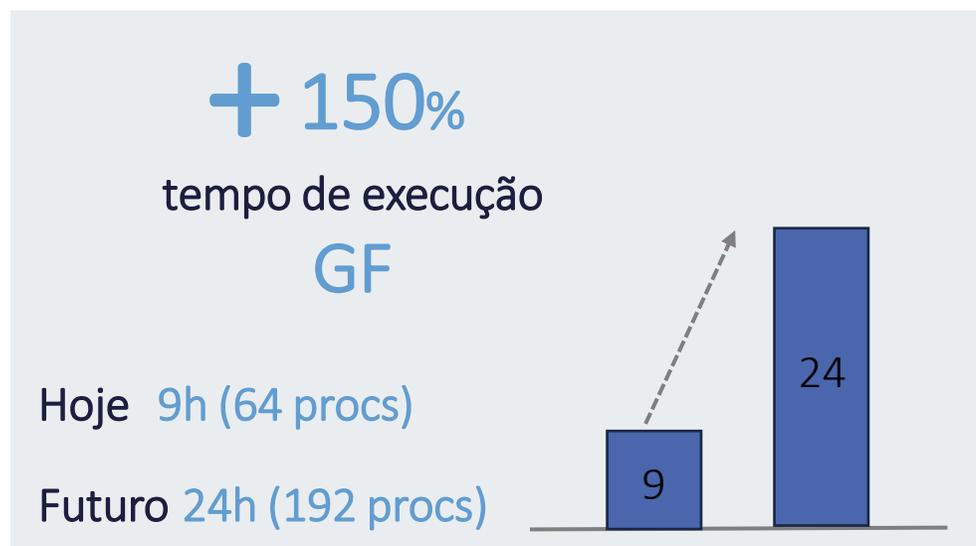
- Rodada totalmente individualizada no horizonte de estudo
- Melhor *trade-off* entre qualidade FCF x tempo computacional

Cronograma tentativo | Ciclos 23/24 e 24/25

- Aprovação Plenária CPAMP: jul/2025
- Uso potencial: 3ª ROGF (2027/2028)

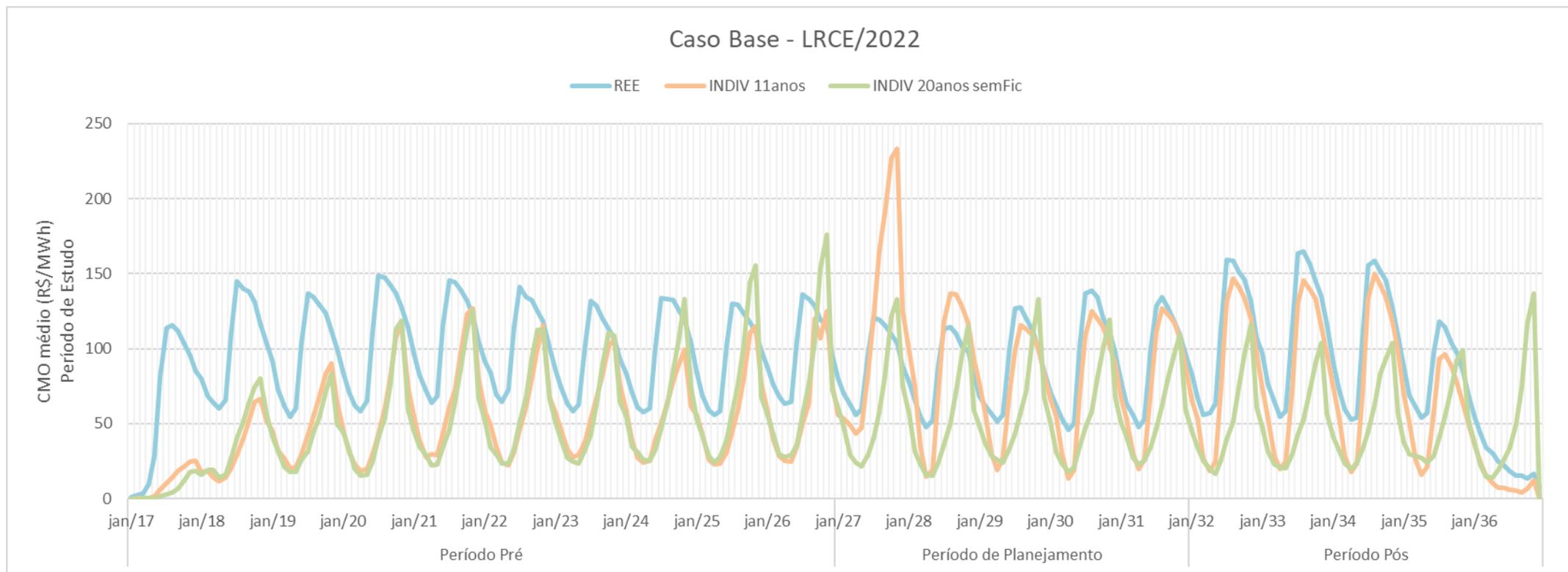
Avaliação Tempo Computacional

O impacto no **tempo computacional é elevado** ao usar o NEWAVE individualizado (com a versão atual), mesmo com aumento no número de processos



Tempo computacional alto leva a **mudanças na dinâmica de trabalho**, o que impacta os processos, cronogramas.

Deck de GF todo agregado x híbrido 11 anos individualizados x todo individualizado (Newave 28.15.2)



Redução do CMO na maioria dos meses

Observa-se um pico de CMO na transição do período individualizado para o agregado

Necessidades da EPE

❑ Necessidade de redução do tempo computacional para operacionalização

- Eficientização do modelo

Redução do tempo de processamento, para adequação aos processos dos estudos de GF/PDE

- Mapeamento de parâmetros e processos que poderiam reduzir o tempo

❑ Implementação de melhorias na simulação individualizada, pelo desenvolvedor.

❑ Necessidade de avançar no entendimento dos resultados do Newave Híbrido para os decks da EPE junto ao desenvolvedor. CPAMP enviará a ordem de prioridade para que o Cepel avalie os resultados enviados.

Agenda

1. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024
2. Avaliações do NEWAVE Híbrido
3. **Dúvidas, Contribuições e Comentários**

Dúvidas, contribuições e comentários



- *Unit Commitment* Hidráulico;
- NEWAVE Híbrido.



Solicitar a abertura do microfone pelo ícone



Dúvidas e contribuições podem ser enviadas para gtmet.cpamp@ccee.org.br

Obrigado

Coordenação de Trabalhos Técnicos:
gtmet.cpamp@ccee.org.br



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

Equipe técnica

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Membros:



Assessoria Técnica:

