

Workshop da Equipe de Trabalhos Técnicos da CPAMP

Ciclo 2023/2024

Coordenação de Trabalhos Técnicos: 

02/05/2024

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. Apresentação dos Agentes
2. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024 e Recomendações
3. Estudos de *backtest* e prospectivo
4. Impactos tarifários
5. Análises CRef 2024 e Tabelas Resumo
6. Considerações da EPE
7. Eficientização do tempo computacional
8. Emprego oficial da FCF externa
9. Dúvidas, Contribuições e Comentários

Agenda

- 1. Apresentação dos Agentes**
2. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024 e Recomendações
3. Estudos de *backtest* e prospectivo
4. Impactos tarifários
5. Análises CRef 2024 e Tabelas Resumo
6. Considerações da EPE
7. Eficientização do tempo computacional
8. Emprego oficial da FCF externa
9. Dúvidas, Contribuições e Comentários

Apresentação dos Agentes

- Norus 

- Enercore 

- Itaipu 

Agenda

1. Apresentação dos Agentes
2. **Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024 e Recomendações**
3. Estudos de *backtest* e prospectivo
4. Impactos tarifários
5. Análises CRef 2024 e Tabelas Resumo
6. Considerações da EPE
7. Eficientização do tempo computacional
8. Emprego oficial da FCF externa
9. Dúvidas, Contribuições e Comentários

Cronograma Ciclo 2023/2024 – NEWAVE Híbrido

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



Cronograma visa o emprego oficial do NEWAVE Híbrido pelo ONS e CCEE a partir de janeiro de 2025. A EPE visa o uso oficial após a conclusão dos seus estudos (envolve novas implementações).

- ✓ 11/10: Momento Capacita - NEWAVE Híbrido
- 103 participantes (duração 1h)

https://capacita.ccee.org.br/video_library/viewer/75282

Cronograma Ciclo 2023/2024 – NEWAVE Híbrido

Status das atividades:

Concluído



- Avaliações prévias
- *Backtests*, estudos prospectivos, avaliação de impactos e relatório final

Disponibilização dos decks no site do ONS: [Sintegre](#)

Em andamento



- Consulta Pública: de 23/04/2024 a 17/06/2024
- Execuções de acompanhamento

Disponibilização dos decks no site do ONS: [Sintegre](#)

Próximos passos



- Consolidação da CP nº 162/2024 e deliberação
- Sombra

Motivações NEWAVE Híbrido



- 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.



- Essa modelagem permite a representação das **restrições de turbinamento mínimo (TURBMINT) e máximo (TURBMAXT) e funções de produção individualmente**, 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**.

Motivações NEWAVE Híbrido



- **Relatório de Auditoria** do Processo TC 003.585/2022-0 de 03/05/2023 do TCU “95. Para rodar os modelos, requer-se alta capacidade de processamento computacional. Assim, algumas simplificações são necessárias para possibilitar a execução dos cálculos em tempo hábil. Entretanto, algumas dessas simplificações são objeto de críticas, tais como o uso do reservatório equivalente de energia no NEWAVE, ...”



- **Auditoria nº 02** (Auditoria 1054145) da CGU, “Recomendação 5 - Atualizar os modelos computacionais, de forma a mensurar o custo futuro da utilização da água no presente de maneira eficaz e individualmente, ...”



- **MP1 do PRR** “Aprimoramento da representação do SIN nos modelos matemáticos”

Benefícios do NEWAVE Híbrido – NW e DC (Exemplo: Julho/2021)

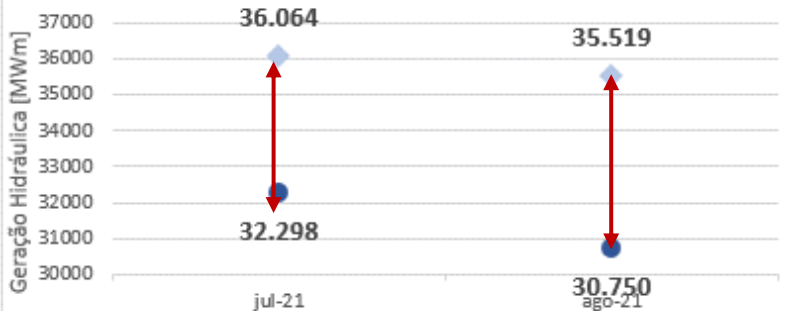


NEWAVE

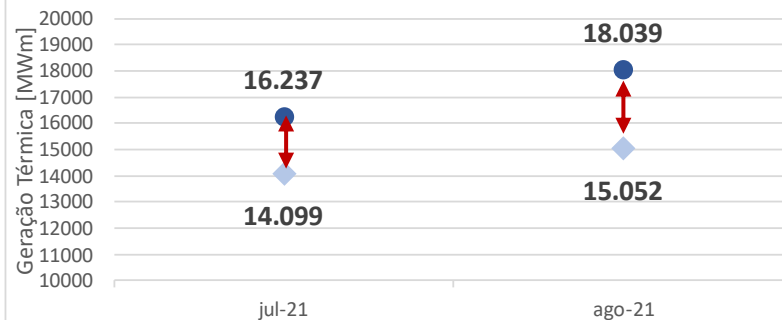


DECOMP

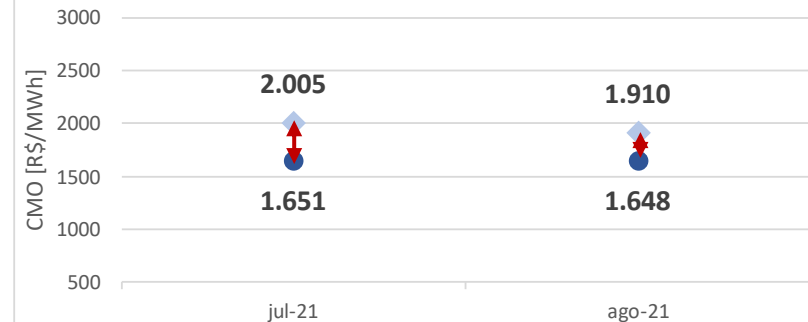
Modelo Vigente (REE)



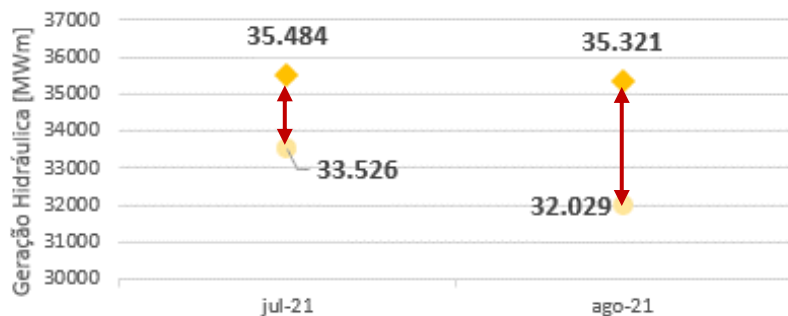
Modelo Vigente (REE)



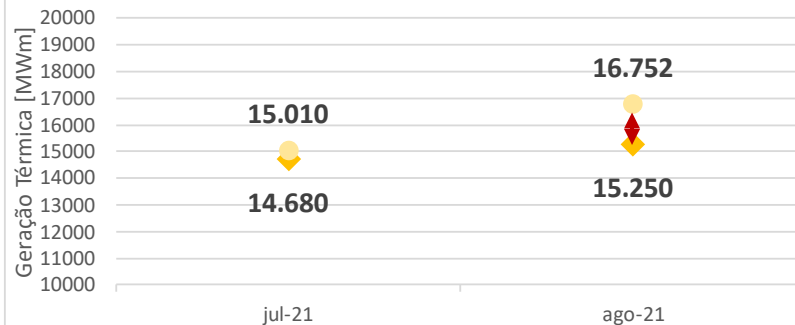
Modelo Vigente (REE)



Híbrido 12 meses de ind.



Híbrido 12 meses de ind.

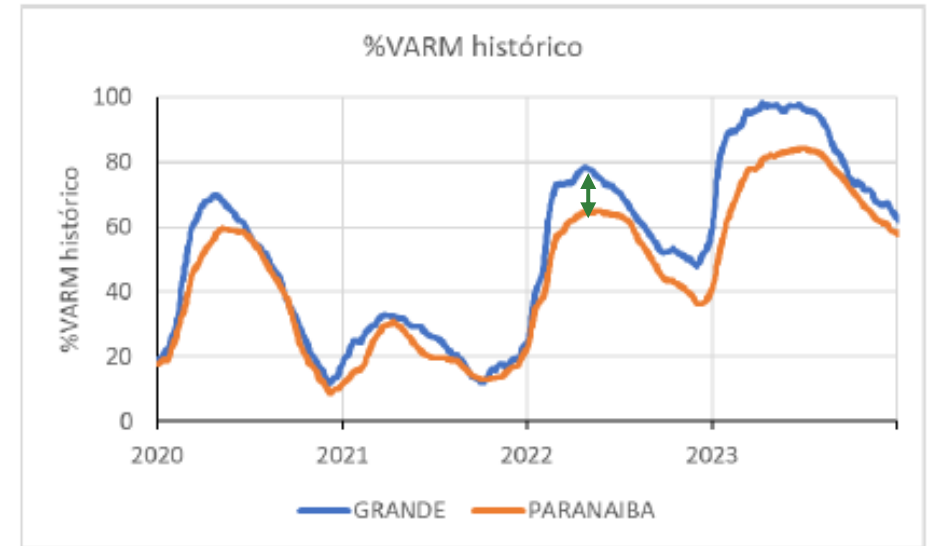
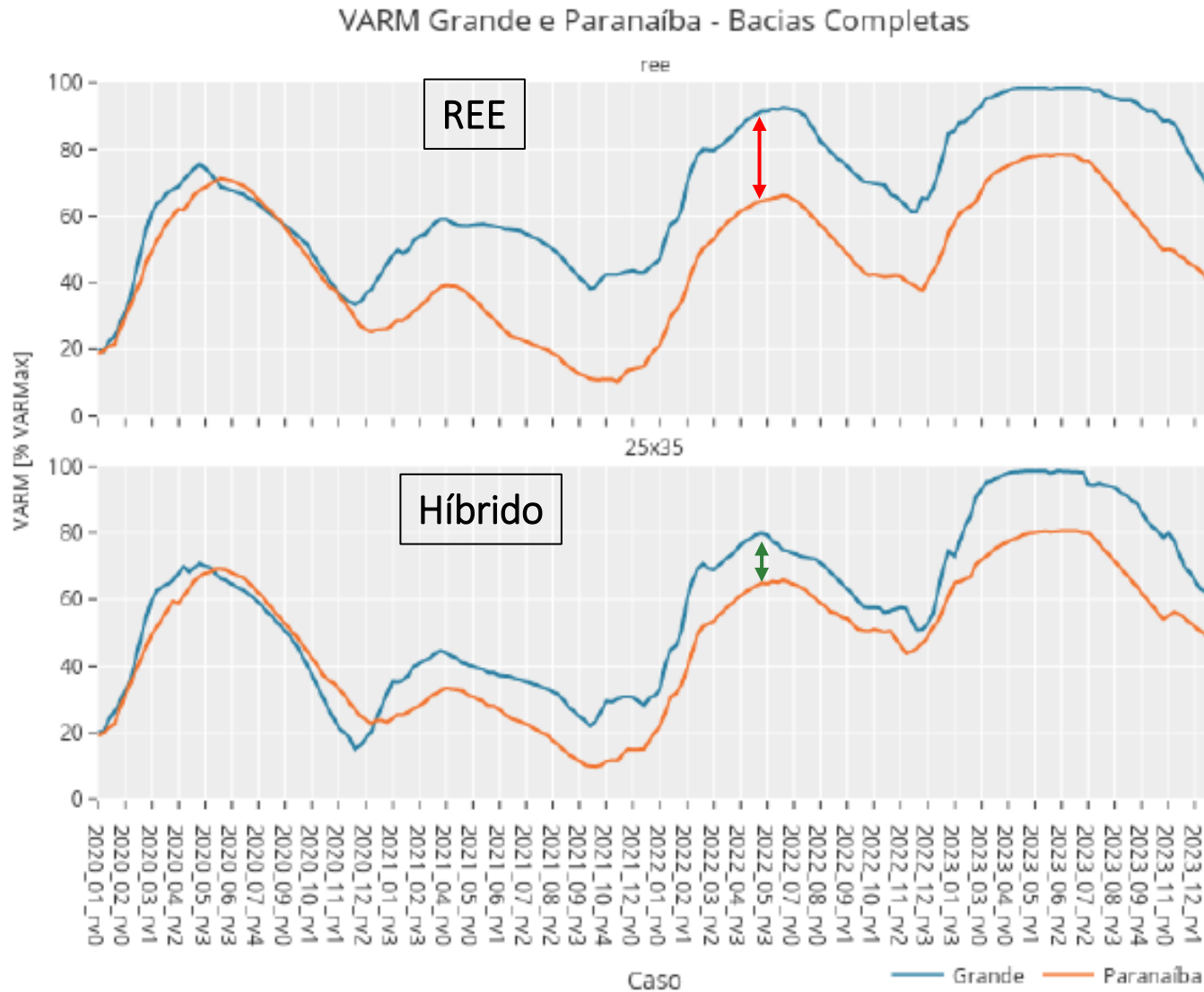


Híbrido 12 meses de ind.



Com a individualização proporcionada pelo NEWAVE Híbrido, o modelo permite representar restrições hidráulicas mais próximas da operação do sistema. Assim, restrições de limites de turbinamento e vazão mínima para as usinas fio d'água ficam compatíveis com o modelo DECOMP, o que aproxima os resultados de ambos modelos.

Benefícios do NEWAVE Híbrido: *Backtest* – Comparativo Armazenamentos Grande e Paranaíba



| Caso | Diferença de armazenamento entre as bacias (p.p.) |
|------------|---|
| Vigente | 19.20 |
| Híb. 25x35 | 7.83 |
| Verificado | 6.67 |

Os aprimoramentos metodológicos proporcionam uma **maior coerência** entre os resultados auferidos pelos modelos e a **realidade sistêmica** do ponto de vista de trajetórias de armazenamentos em análises de longo prazo

Recomendações

- Avaliação do **horizonte de individualização do NEWAVE Híbrido** conforme apresentado no 32º Workshop realizado dia 06/12/2023
 - Proposta de **1 ano de individualização para os casos do ONS e CCEE**
- Avaliação de penalidades
 - Proposta de **redução do valor das penalidades de restrições físicas das hidrelétricas** para continuidade dos estudos (prospectivos e backtest) conforme apresentado no 32º Workshop realizado dia 06/12/2023.

| Restrição | Valor atual da penalidade | Valor proposto da penalidade |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Desvio d'água | Custo Déficit + Δ_1 | Custo Déficit + Δ_1 |
| VminOp | Térmica mais cara + Δ_2 | Térmica mais cara + Δ_2 |
| Vazão mínima | Custo Déficit | Térmica mais cara + Δ_2 |
| Geração Hídrica mínima | Custo Déficit | Térmica mais cara + Δ_2 |
| Turbinamento mínimo | Custo Déficit | Térmica mais cara + Δ_2 |
| Turbinamento máximo | Custo Déficit | Térmica mais cara + Δ_2 |

Recomendações

- Avaliação de micropenalidades
 - Proposta de **alteração da micropenalidade de vertimento** e compatibilização das outras micropenalidades para continuidade dos estudos (prospectivos e backtest) conforme apresentado no 32º Workshop realizado dia 06/12/2023.

| MICRO-PENALIDADES (\$/MWh) | valores default | %Pvert | novos valores |
|---------------------------------|-----------------|--------|---------------|
| INTERCAMBIO | 0.0050 | 0.9091 | 0.000273 |
| VERTIMENTO FIO DAGUA | 0.0055 | 1.0000 | 0.000300 |
| VERTIMENTO CONTROLAVEL | 0.0060 | 1.0909 | 0.000327 |
| VERTIMENTO EM PERIODOS INDIV. | 0.0055 | 1.0000 | 0.000300 |
| TURBINAMENTO EM PERIODOS INDIV. | 0.0061 | 1.1091 | 0.000333 |
| CORTE DE GERACAO EOLICA | 0.0063 | 1.1455 | 0.000344 |
| EXCESSO DE ENERGIA | 0.0065 | 1.1818 | 0.000355 |

- **Manutenção do critério de parada** (6 iterações consecutivas com delta de Zinf abaixo de 0,1% limitado ao mínimo de 30 e máximo de 50 iterações para os casos do ONS e CCEE) conforme apresentado no Relatório Técnico do Ciclo 2022/2023;
- **Atualização do VMinOp do submercado Norte de 22,5% para 19,1%** conforme NT-ONS DPL 0131-2023;
- CVaR (15,40): **apresenta benefícios econômicos (maior eficiência e menor custo de geração térmica) e aderência aos critérios de segurança energética do CMSE. Procura-se aproximar à aversão ao risco do modelo Vigente, que deve permanecer em uso pela EPE durante a fase de transição.**

Agenda

1. Apresentação dos Agentes
2. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024 e Recomendações
- 3. Estudos de *backtest* e prospectivo**
4. Impactos tarifários
5. Análises CRef 2024 e Tabelas Resumo
6. Considerações da EPE
7. Eficientização do tempo computacional
8. Emprego oficial da FCF externa
9. Dúvidas, Contribuições e Comentários

Estudos *backtest* e prospectivo

Premissas gerais:

- Mesmas representações/restrições adotadas no PMO de jan/24
- Atualização dos valores de **VMinOp conforme CRef2024**
- Utilizar os cortes por período do NEWAVE para acoplamento com o DECOMP
- Casos Vigente (REE) e 5 Híbridos com variação de CVaR: **(25,35), (15,35), (15,40), (15,45) e (15,50)**

Premissas *backtest*:

- Período de execução **Jan/20 a Dez/23**
- **Cortes externos nos casos híbridos:** atualização a cada revisão quadrimestral

Premissas prospectivo

- Período de execução: **Jan/24 a Dez/24**
- **Cortes externos** nos casos híbridos: adotar o de jan/24 de cada caso para todos os meses (incluindo o próprio jan/24)
- 4 Cenários de ENA/EARM: **ENA60 EARM21, ENA60 EARM24, ENA80 EARM21 e ENA80 EARM24**

Principais conclusões dos estudos *backtests*/prospectivos do NEWAVE Híbrido

- **Backtest e prospectivo:** O aumento da aversão ao risco acarreta em maior geração térmica e maior energia armazenada final, como esperado, sem aumentar o vertimento turbinável.
 - **Backtest (2020 a 2023):** NEWAVE Híbrido com CVaR(15,40) alcançou maiores níveis de armazenamento ao final de 2022 e 2023, + 2,5 p.p. e + 2,1 p.p., respectivamente, com relação ao modelo vigente, utilizando-se do mesmo nível de geração termelétrica e custo associado.
 - **Cenário ENA60 EARM21** (hidrologia extremamente baixa e reservatórios baixos): Híbrido com CVaR(15,40) alcança valores próximos de armazenamentos com relação ao modelo Vigente, com uma economia de aproximadamente R\$ 4 bilhões no ano, demonstrando maior eficiência financeira em cenários críticos com a mesma segurança energética (aversão ao risco). Os casos híbridos apresentaram menor volatilidade.
 - **Cenário ENA60 EARM24** (hidrologia extremamente baixa e reservatórios preservados) e **Cenário ENA80 EARM21** (hidrologia baixa e reservatórios baixos): o modelo híbrido consegue uma resposta adequada ao acionar uma geração térmica maior de forma antecipada, com o intuito de promover um maior armazenamento para o início do período seco.
 - **Cenário ENA80 EARM24** (hidrologia baixa e reservatórios preservados): o modelo híbrido “recolhe” a geração térmica (despacho apenas da inflexibilidade), não acarretando no aumento do vertimento turbinável.

Agenda

1. Apresentação dos Agentes
2. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024 e Recomendações
3. Estudos de backtest e prospectivo
- 4. Impactos tarifários**
5. Análises CRef 2024 e Tabelas Resumo
6. Considerações da EPE
7. Eficientização do tempo computacional
8. Emprego oficial da FCF externa
9. Dúvidas, Contribuições e Comentários

Avaliação de Impacto Tarifário – Backtest 2020 a 2023

| Acionamento | jan/20 | fev/20 | mar/20 | abr/20 | mai/20 | jun/20 | jul/20 | ago/20 | set/20 | out/20 | nov/20 | dez/20 | soma |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| CVaR25x35Ref | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 29 |
| CVaR25x35NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 21 |
| CVaR15x35NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 23 |
| CVaR15x40NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 25 |
| CVaR15x45NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 27 |
| CVaR15x50NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 29 |

| Acionamento | jan/21 | fev/21 | mar/21 | abr/21 | mai/21 | jun/21 | jul/21 | ago/21 | set/21 | out/21 | nov/21 | dez/21 | soma |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| CVaR25x35Ref | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 30 |
| CVaR25x35NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 31 |
| CVaR15x35NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 31 |
| CVaR15x40NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 32 |
| CVaR15x45NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 32 |
| CVaR15x50NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 32 |

| Acionamento | jan/22 | fev/22 | mar/22 | abr/22 | mai/22 | jun/22 | jul/22 | ago/22 | set/22 | out/22 | nov/22 | dez/22 | soma |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| CVaR25x35Ref | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 13 |
| CVaR25x35NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| CVaR15x35NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 13 |
| CVaR15x40NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 14 |
| CVaR15x45NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 16 |
| CVaR15x50NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 19 |

| Acionamento | jan/23 | fev/23 | mar/23 | abr/23 | mai/23 | jun/23 | jul/23 | ago/23 | set/23 | out/23 | nov/23 | dez/23 | soma |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| CVaR25x35Ref | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| CVaR25x35NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| CVaR15x35NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| CVaR15x40NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| CVaR15x45NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| CVaR15x50NP | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |

| | |
|--------------|----|
| CVaR25x35Ref | 84 |
| CVaR25x35NP | 76 |
| CVaR15x35NP | 79 |
| CVaR15x40NP | 83 |
| CVaR15x45NP | 87 |
| CVaR15x50NP | 92 |

Impacto Tarifário – Backtest 2020 a 2023

IMPACTO TARIFÁRIO EM RELAÇÃO AO CVAR 25,35REF

■ CVaR25x35NP
 ▲ CVaR15x35NP
 × CVaR15x40NP
 ✱ CVaR15x45NP
 ● CVaR15x50NP



| Impacto Tarifário (%) | | | | | |
|-----------------------|--------|-------|--------|-------|---------------|
| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | Média |
| CVaR25x35Ref | - | - | - | - | - |
| CVaR25x35NP | -2,57% | 0,91% | -1,11% | 0,00% | -0,69% |
| CVaR15x35NP | -2,12% | 0,93% | -0,57% | 0,00% | -0,44% |
| CVaR15x40NP | -1,47% | 1,04% | 0,78% | 0,00% | 0,09% |
| CVaR15x45NP | -0,70% | 1,09% | 1,93% | 0,00% | 0,58% |
| CVaR15x50NP | 0,04% | 1,19% | 3,41% | 0,00% | 1,16% |

3,0%
2,0%
1,0%
0,0%
-1,0%
-2,0%
-3,0%

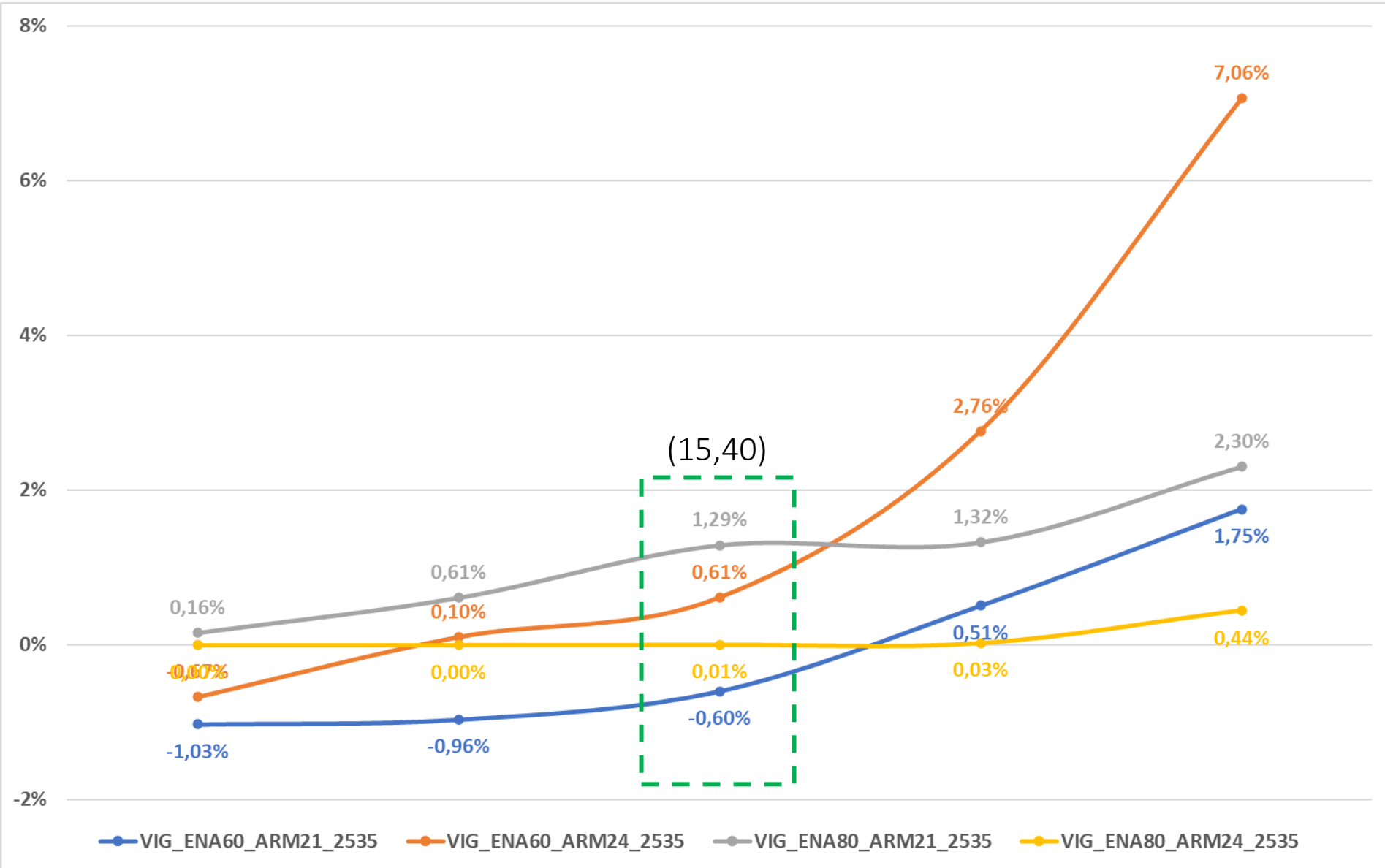
| |
|---|
| cobertura tarifária média anual CVAR_25x35_Ref. = R\$ 36,3bi |
| receita esperada segmento distribuição |
| R\$ 230bi |
| Razão p/ impacto tarifário: 15,8% |

Avaliação de Impacto Tarifário – Prospectivo 2024

| | |
|----------|-----|
| VIG_2535 | 87 |
| HIB_2535 | 80 |
| HIB_1535 | 81 |
| HIB_1540 | 88 |
| HIB_1545 | 99 |
| HIB_1550 | 103 |

| Acionamento | jan/24 | fev/24 | mar/24 | abr/24 | mai/24 | jun/24 | jul/24 | ago/24 | set/24 | out/24 | nov/24 | dez/24 | soma |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| VIG_060_21_2535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 39 |
| HIB_060_21_2535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 38 |
| HIB_060_21_1535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 38 |
| HIB_060_21_1540 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 39 |
| HIB_060_21_1545 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 41 |
| HIB_060_21_1550 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 41 |
| VIG_060_24_2535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 22 |
| HIB_060_24_2535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 18 |
| HIB_060_24_1535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 19 |
| HIB_060_24_1540 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 25 |
| HIB_060_24_1545 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 29 |
| HIB_060_24_1550 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 34 |
| VIG_080_21_2535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 14 |
| HIB_080_21_2535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| HIB_080_21_1535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| HIB_080_21_1540 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| HIB_080_21_1545 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 17 |
| HIB_080_21_1550 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 16 |
| VIG_080_24_2535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| HIB_080_24_2535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| HIB_080_24_1535 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| HIB_080_24_1540 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| HIB_080_24_1545 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |
| HIB_080_24_1550 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | 12 |

Impacto Tarifário – Prospectivo 2024 – resultados agregados



| % VIG_ENA_60_ARM_21_25x30 | Impacto Tarifário |
|---------------------------|-------------------|
| Ano: 2024 | |
| VIG_060_21_2535 | - |
| HIB_060_21_2535 | -1,03% |
| HIB_060_21_1535 | -0,96% |
| HIB_060_21_1540 | -0,60% |
| HIB_060_21_1545 | 0,51% |
| HIB_060_21_1550 | 1,75% |

| % VIG_ENA_60_ARM_24_25x30 | Impacto Tarifário |
|---------------------------|-------------------|
| Ano: 2024 | |
| VIG_060_24_2535 | - |
| HIB_060_24_2535 | -0,67% |
| HIB_060_24_1535 | 0,10% |
| HIB_060_24_1540 | 0,61% |
| HIB_060_24_1545 | 2,76% |
| HIB_060_24_1550 | 7,06% |

| % VIG_ENA_80_ARM_21_25x30 | Impacto Tarifário |
|---------------------------|-------------------|
| Ano: 2024 | |
| VIG_080_21_2535 | - |
| HIB_080_21_2535 | 0,16% |
| HIB_080_21_1535 | 0,61% |
| HIB_080_21_1540 | 1,29% |
| HIB_080_21_1545 | 1,32% |
| HIB_080_21_1550 | 2,30% |

| % VIG_ENA_80_ARM_24_25x30 | Impacto Tarifário |
|---------------------------|-------------------|
| Ano: 2024 | |
| VIG_080_24_2535 | - |
| HIB_080_24_2535 | 0,00% |
| HIB_080_24_1535 | 0,00% |
| HIB_080_24_1540 | 0,01% |
| HIB_080_24_1545 | 0,03% |
| HIB_080_24_1550 | 0,44% |

Agenda

1. Apresentação dos Agentes
2. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024 e Recomendações
3. Estudos de backtest e prospectivo
4. Impactos tarifários
- 5. Análises CRef 2024 e Tabelas Resumo**
6. Considerações da EPE
7. Eficientização do tempo computacional
8. Emprego oficial da FCF externa
9. Dúvidas, Contribuições e Comentários

Análises prospectivas - Definição do Objetivo (Meta) para calibração do CVaR

Objetivo (Meta): Identificar os parâmetros do CVaR que indiquem GT aderente à indicação de GT da CRef (2024) a cada mês, ao menor custo de operação.

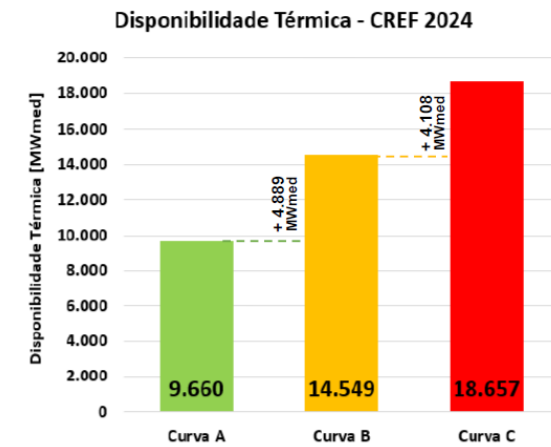
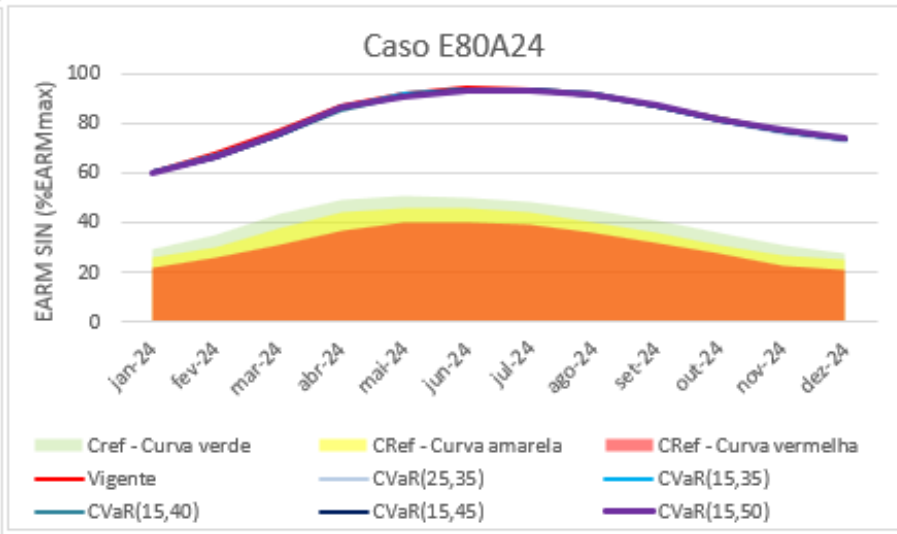
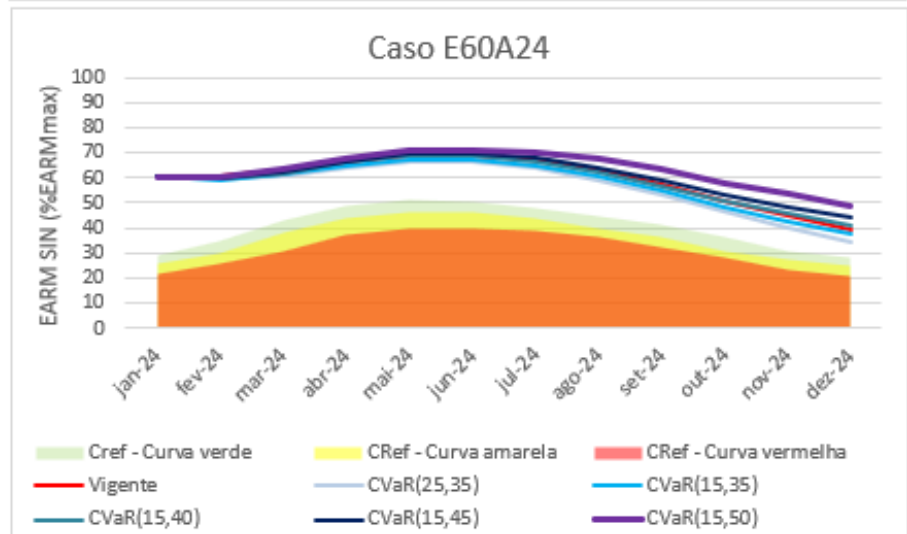
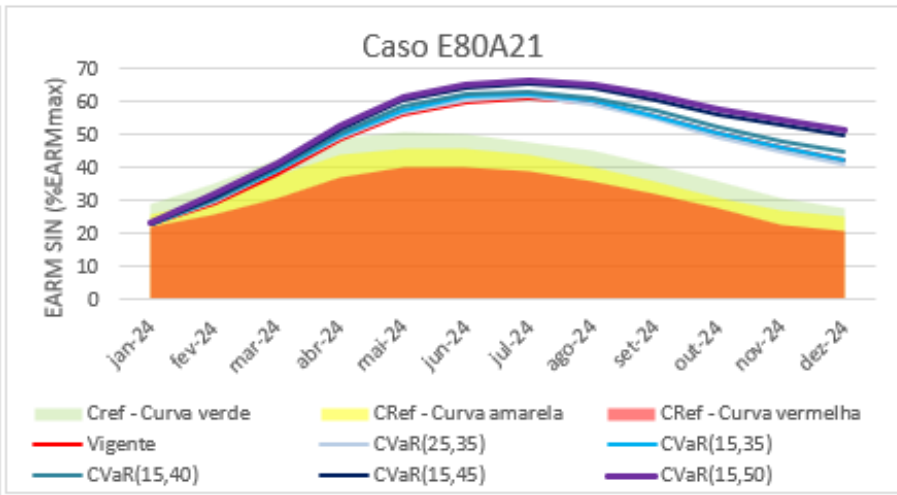
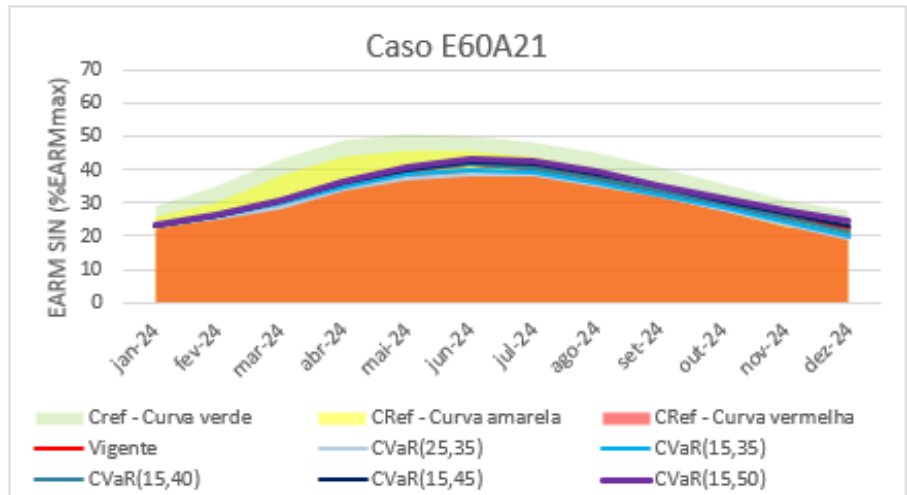
- Metodologia para análise:

1. **Observar o nível de armazenamento** para um determinado mês. Esse determinará o **montante de termelétrica** (indicado pela CRef) que o modelo precisa responder.
2. Verificar em cada estágio, o **máximo de geração termelétrica possível** levando em consideração o excedente de geração hidráulica compulsória, considerando o valor necessário do montante termelétrico como o menor valor entre o indicado pela CRef e o máximo possível.
3. Verificar o **nível de atendimento energético da geração termelétrica** (em termos % do total requisitado) por estágio.

$$1 + \frac{\sum_{i=1}^n \min(\text{Geração térmica simulada}_i - \text{Geração térmica necessária}_i; 0)}{\sum_{i=1}^n \text{Geração térmica necessária}_i}$$

4. Para cada caso executado, **a avaliação será feita para horizonte de interesse da CRef**.
5. De acordo com o resultado dos indicadores, **será selecionado um agrupamento de pares de CVaR considerando uma tolerância reduzida**, que serão rankeados ao menor custo de geração termelétrica.
 - **O primeiro colocado é o principal candidato** a ser selecionado.
6. Os pares selecionados no **Passo 5 serão levados para a avaliação dos impactos físicos, financeiros e tarifários**.

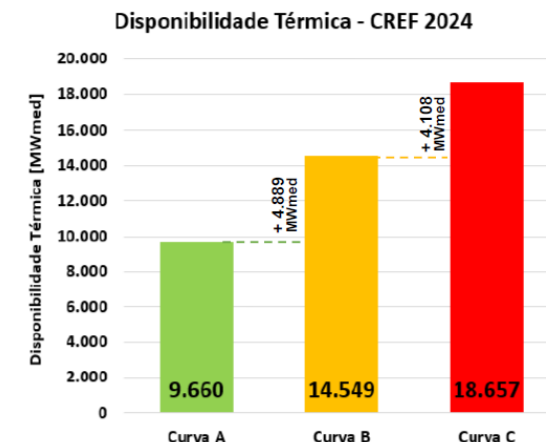
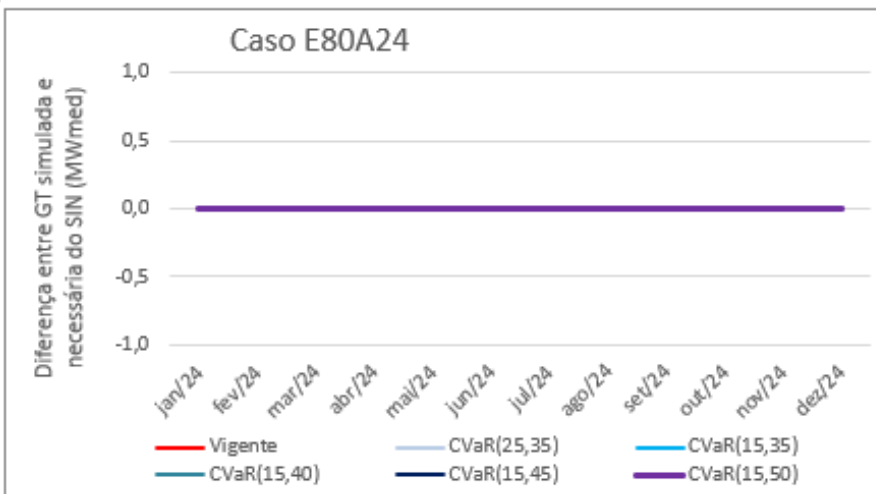
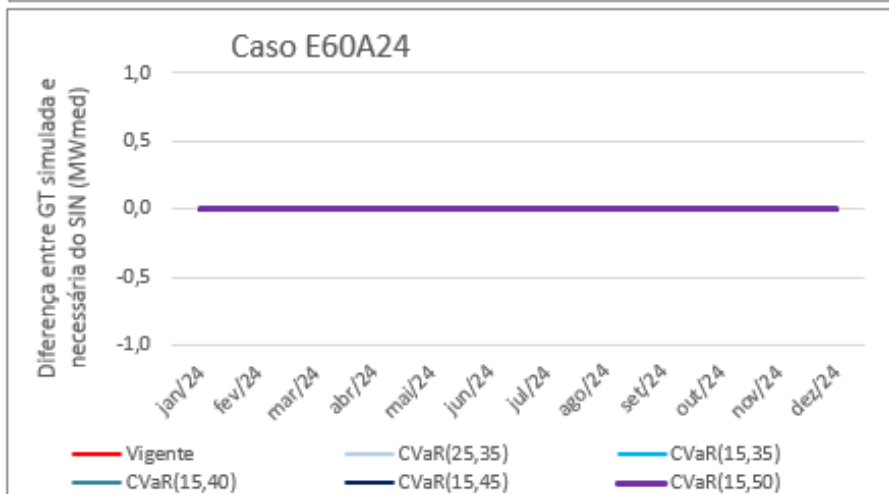
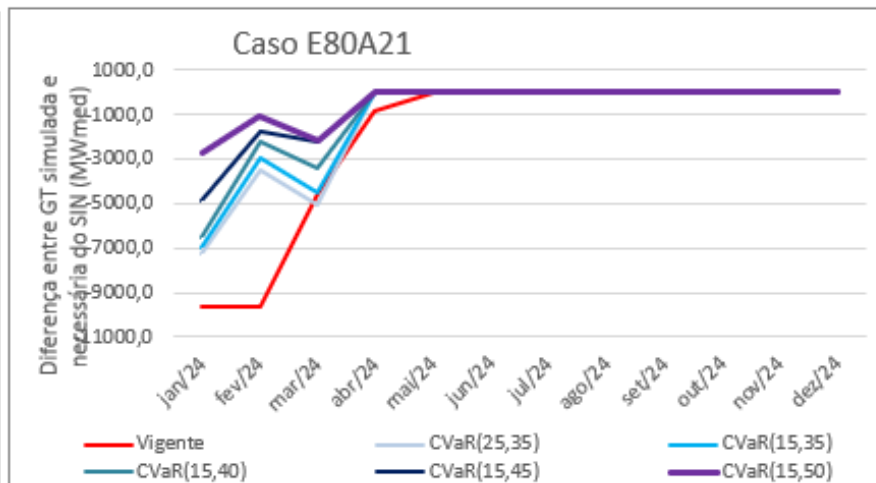
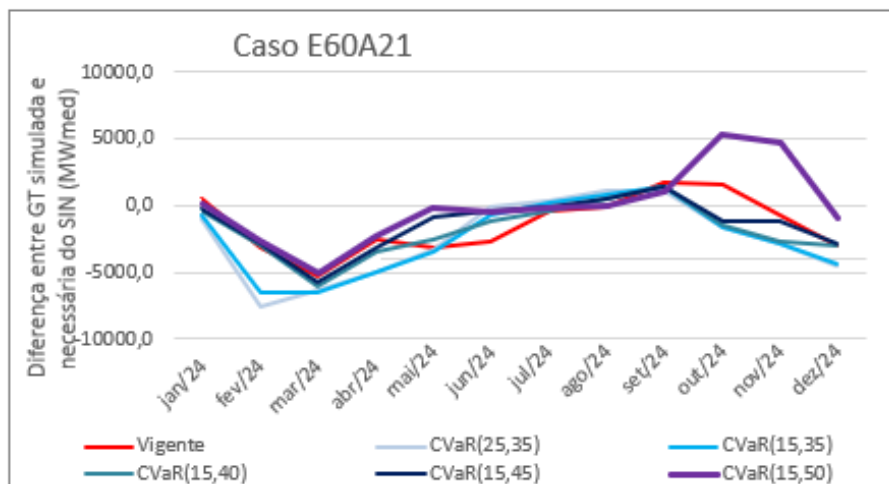
Comparação com a CRef 2024



Apenas os casos de armazenamento inicial baixo precisam atender a CRef

Comparação com a CRef 2024

Caso E80A21: o modelo híbrido consegue uma resposta adequada ao acionar uma geração térmica maior de forma antecipada, com o intuito de promover um maior armazenamento para o início do período seco.

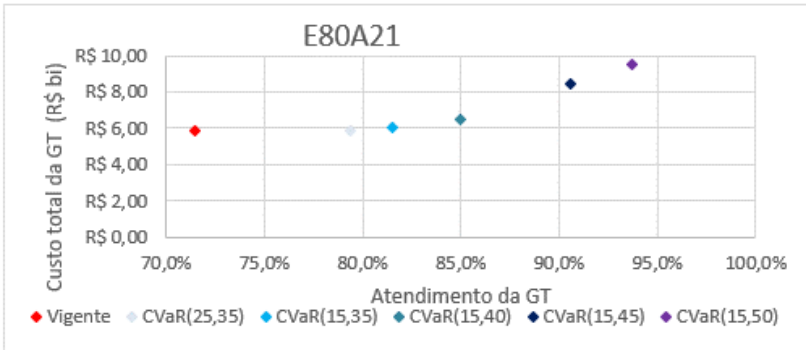
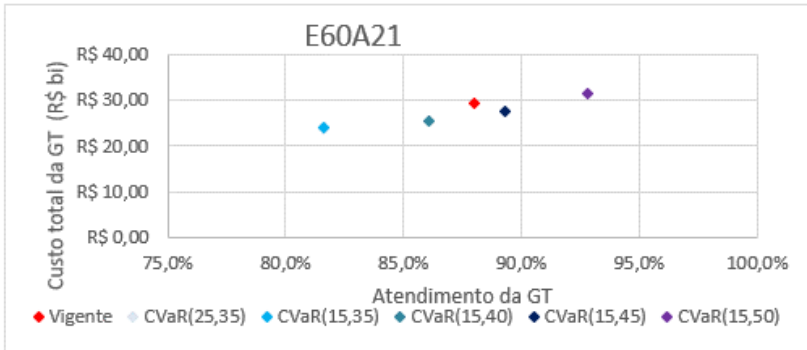


Atendimento a Cref – Quadro Geral

Caso E60A21: O Híbrido a partir do CVaR(15,40) fica próximo do atendimento a CRef do Vigente

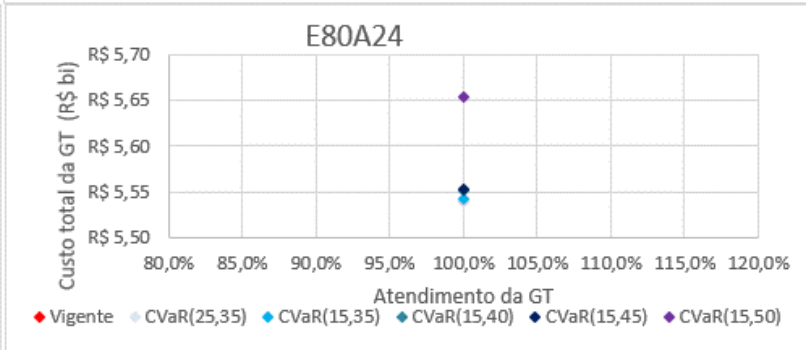
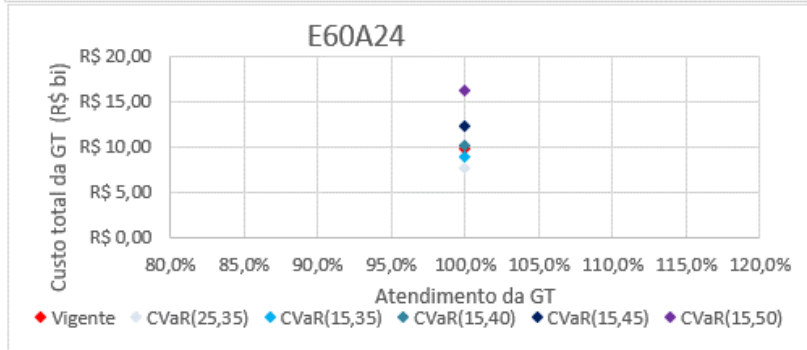
Caso E80A21: Todos casos híbridos apresentam um melhor atendimento a CRef que o Vigente. O híbrido tem um maior poder de reatividade para armazenamento inicial baixo.

| CVaR | atendimento da GT (%) | Custo da GT (R\$ bi) |
|-------------|-----------------------|----------------------|
| Vigente | 88,0% | R\$ 29,26 |
| CVaR(25,35) | 81,6% | R\$ 23,78 |
| CVaR(15,35) | 82,1% | R\$ 24,03 |
| CVaR(15,40) | 86,1% | R\$ 25,33 |
| CVaR(15,45) | 89,3% | R\$ 27,49 |
| CVaR(15,50) | 92,8% | R\$ 31,48 |



| CVaR | atendimento da GT (%) | Custo da GT (R\$ bi) |
|-------------|-----------------------|----------------------|
| Vigente | 71,5% | R\$ 5,90 |
| CVaR(25,35) | 79,4% | R\$ 5,87 |
| CVaR(15,35) | 81,5% | R\$ 6,05 |
| CVaR(15,40) | 85,0% | R\$ 6,48 |
| CVaR(15,45) | 90,6% | R\$ 8,44 |
| CVaR(15,50) | 93,7% | R\$ 9,48 |

| CVaR | atendimento da GT (%) | Custo da GT (R\$ bi) |
|-------------|-----------------------|----------------------|
| Vigente | 100,0% | R\$ 9,84 |
| CVaR(25,35) | 100,0% | R\$ 7,65 |
| CVaR(15,35) | 100,0% | R\$ 8,86 |
| CVaR(15,40) | 100,0% | R\$ 10,23 |
| CVaR(15,45) | 100,0% | R\$ 12,30 |
| CVaR(15,50) | 100,0% | R\$ 16,22 |



| CVaR | atendimento da GT (%) | Custo da GT (R\$ bi) |
|-------------|-----------------------|----------------------|
| Vigente | 100,0% | R\$ 5,54 |
| CVaR(25,35) | 100,0% | R\$ 5,54 |
| CVaR(15,35) | 100,0% | R\$ 5,54 |
| CVaR(15,40) | 100,0% | R\$ 5,55 |
| CVaR(15,45) | 100,0% | R\$ 5,55 |
| CVaR(15,50) | 100,0% | R\$ 5,65 |

Avaliação de impactos

hidrologia extremamente baixa e reservatórios baixos

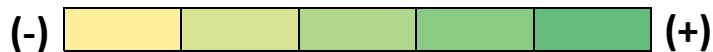


| Prospectivo | | | | | | |
|---|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| E60A21 | | | | | | |
| | Vigente | (25,35) | (15,35) | (15,40) | (15,45) | (15,50) |
| Δ de armazenamento no SIN [p.p] em relação ao vigente | Ref (21,8%) | -3,1 | -2,5 | -1,1 | 0,8 | 3,0 |
| Δ de geração térmica [MWMed] | Ref (13005,6) | -764,7 | -716,3 | -441,4 | 14,6 | 553,7 |
| Δ de custo da geração térmica [R\$ bi] | Ref (29,3) | -5,5 | -5,2 | -3,9 | -1,8 | 2,2 |
| CMO médio do Sudeste no período [R\$/MWh] | 787,4 | 592,9 | 618,6 | 642,1 | 701,5 | 795,8 |
| PLD médio do Sudeste no período [R\$/MWh] | 578,6 | 529,5 | 543,9 | 555,4 | 587,7 | 622,5 |
| Volatilidade [%] | 40,9% | 34,3% | 30,5% | 26,1% | 19,3% | 24,5% |
| Δ de impacto tarifário [%] | Ref | -1,0% | -0,1% | -0,6% | 0,5% | 1,8% |

hidrologia baixa e reservatórios baixos



| Prospectivo | | | | | | |
|---|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| E80A21 | | | | | | |
| | Vigente | (25,35) | (15,35) | (15,40) | (15,45) | (15,50) |
| Δ de armazenamento no SIN [p.p] em relação ao vigente | Ref (44,2%) | -0,9 | 0,3 | 2,2 | 7,4 | 9,4 |
| Δ de geração térmica [MWMed] | Ref (5164,6) | -93,4 | 140,1 | 566,7 | 1890,4 | 2373,6 |
| Δ de custo da geração térmica [R\$ bi] | Ref (5,9) | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 2,5 | 3,6 |
| CMO médio do Sudeste no período [R\$/MWh] | 71,2 | 67,8 | 100,0 | 123,3 | 185,3 | 200,5 |
| PLD médio do Sudeste no período [R\$/MWh] | 81,8 | 76,9 | 100,7 | 123,3 | 185,3 | 200,5 |
| Volatilidade [%] | 29,9% | 29,2% | 28,7% | 32,5% | 39,1% | 39,5% |
| Δ de impacto tarifário [%] | Ref | 0,2% | 0,6% | 1,3% | 1,3% | 2,3% |




Avaliação de impactos

hidrologia extremamente baixa e reservatórios preservados

| Prospectivo | | | | | | |
|---|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| E60A24 | Vigente | (25,35) | (15,35) | (15,40) | (15,45) | (15,50) |
| Δ de armazenamento no SIN [p.p] em relação ao vigente | Ref (38,6%) | -6,9 | -2,7 | 0,9 | 4,6 | 9,7 |
| Δ de geração térmica (MWMed) | Ref (7604,3) | -1135,5 | -340,7 | 388,9 | 1304,0 | 2803,8 |
| Δ de custo da geração térmica [R\$ bi] | Ref (9,8) | -2,2 | -1,0 | 0,4 | 2,5 | 6,4 |
| CMO médio do Sudeste no período [R\$/MWh] | 175,4 | 152,9 | 182,0 | 219,4 | 275,6 | 387,8 |
| PLD médio do Sudeste no período [R\$/MWh] | 190,7 | 165,8 | 189,9 | 222,6 | 275,6 | 387,8 |
| Volatilidade [%] | 15,6% | 10,6% | 16,9% | 21,5% | 24,0% | 32,4% |
| Δ de impacto tarifário [%] | Ref | -0,7% | 0,1% | 0,6% | 2,8% | 7,1% |

hidrologia baixa e reservatórios preservados

| Prospectivo | | | | | | |
|---|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| E080A24 | Vigente | (25,35) | (15,35) | (15,40) | (15,45) | (15,50) |
| Δ de armazenamento no SIN [p.p] em relação ao vigente | Ref (75,1%) | -0,6 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,7 |
| Δ de geração térmica [MWMed] | Ref (4643,8) | 0,0 | 8,6 | 49,1 | 58,9 | 229,3 |
| Δ de custo da geração térmica [R\$ bi] | Ref (5,5) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| CMO médio do Sudeste no período [R\$/MWh] | 0,0 | 2,2 | 8,2 | 14,5 | 22,6 | 43,0 |
| PLD médio do Sudeste no período [R\$/MWh] | 61,1 | 61,1 | 61,1 | 61,1 | 61,4 | 72,7 |
| Volatilidade [%] | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 2,8% | 31,3% |
| Δ de impacto tarifário [%] | Ref | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 0,4% |

(-)  (+)

Avaliação de impactos - Backtest

| Backtest | | Realizado | Avaliação com os modelos | | | | | |
|--|---|-----------|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | Vigente | (25,35) | (15,35) | (15,40) | (15,45) | (15,50) |
| Δ de armazenamento final no SIN [p.p] | | 1,5 | Ref (58,3%) | 0,5 | 0,3 | 2,2 | 3,7 | 2,1 |
| Δ de geração térmica média no SIN [MWmed] | | -144,1 | Ref (7391) | -263,1 | -153,2 | 30,6 | 198,1 | 388,8 |
| Δ do custo da geração térmica total [R\$ bi] | | 17,4 | Ref (56,9) | -2,0 | -1,2 | 0,1 | 1,4 | 3,2 |
| CMO médio do Sudeste no período [R\$/MWh] | | 186,2 | 331,9 | 391,4 | 383,9 | 340,3 | 344,0 | 347,3 |
| PLD médio do Sudeste no período [R\$/MWh] | | 211,2 | 354,0 | 416,8 | 407,1 | 362,6 | 366,2 | 369,8 |
| Volatilidade [%] | | 22,6% | 31,2% | 30,5% | 28,2% | 28,9% | 39,5% | 40,2% |
| Impacto das usinas no MRE | Δ de GSF [%] | 1,2% | Ref (80,8%) | 0,4% | 0,3% | -0,1% | -0,3% | -0,7% |
| | Δ de impacto do pagamento no MCP (ACL) [R\$ bi] | 13,7 | Ref (-51,3) | 6,5 | 4,8 | 1,4 | -2,1 | -5,8 |
| Δ de impacto tarifário [%] | | | Ref | -0,7% | -0,4% | 0,1% | 0,6% | 1,2% |

(-)  (+)

Agenda

1. Apresentação dos Agentes
2. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024 e Recomendações
3. Estudos de backtest e prospectivo
4. Impactos tarifários
5. Análises CRef 2024 e Tabelas Resumo
- 6. Considerações da EPE**
7. Eficientização do tempo computacional
8. Emprego oficial da FCF externa
9. Dúvidas, Contribuições e Comentários

Necessidades da EPE

Melhorias de Performance

EPE precisa representar as UHEs
de forma individualizada

Tempo de execução do PDE

REE - NW 28 **10h** (64 procs)

REE - NW 29 **5h** (64 procs)

Indiv. - NW 29 **40h** (192 procs)

Tempo de execução da GF

REE - NW 28 **6h** (96 procs)

REE - NW 29 **2.5h** (96 procs)

Indiv. - NW 29 **30h** (96 procs)

Novas implementações pelo CEPEL (em discussão para definição de escopo e prazos)



Ajuste no CMO ao desligar o racionamento preventivo na simulação final

Representação de regras operativas de UHE (já implementadas no SUIISHI)

Resumo dos próximos passos para a EPE avançar na representação individualizada em seus estudos

Receber versão do Newave

com CMO ajustado na simulação final.

É usado nos critérios de suprimento

Resposta do Cepel aos

questionamentos enviados pela EPE.

Avaliar o impacto do Newave

individualizado na GF e PDE, bem como nos estudos, p.ex. avaliação de requisitos.

Possíveis adaptações

- * processos
- * parametrização (penalidades, micropenalidades e outras)
- * ferramentas (balanço de ponta e outros)

EPE precisa percorrer uma trajetória até incorporar o Newave Individualizado em seus processos

Agenda

1. Apresentação dos Agentes
2. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024 e Recomendações
3. Estudos de backtest e prospectivo
4. Impactos tarifários
5. Análises CRef 2024 e Tabelas Resumo
6. Considerações da EPE
- 7. Eficientização do tempo computacional**
8. Emprego oficial da FCF externa
9. Dúvidas, Contribuições e Comentários

Apresentação CEPEL



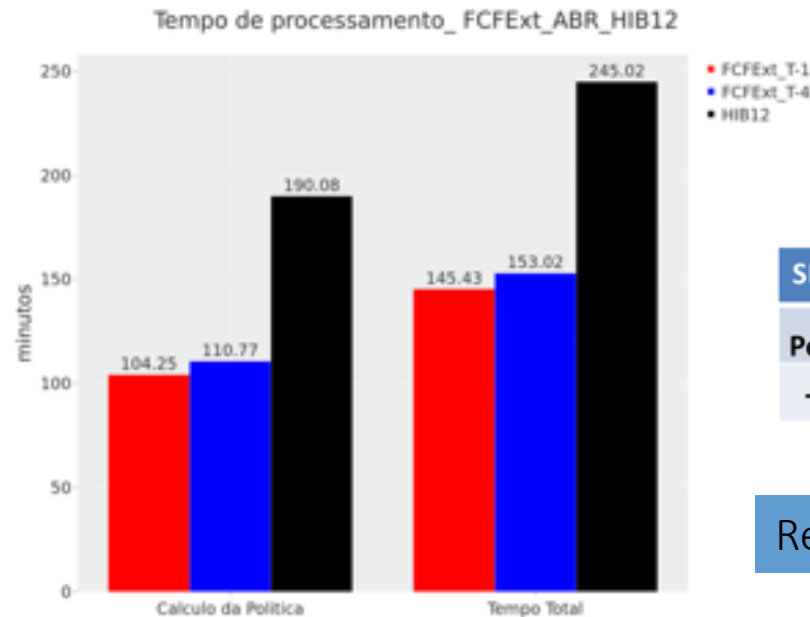
Agenda

1. Apresentação dos Agentes
2. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024 e Recomendações
3. Estudos de backtest e prospectivo
4. Impactos tarifários
5. Análises CRef 2024 e Tabelas Resumo
6. Considerações da EPE
7. Eficientização do tempo computacional
- 8. Emprego oficial da FCF externa**
9. Dúvidas, Contribuições e Comentários

Emprego oficial da FCF Externa

- Foram realizados estudos com diferentes acoplamentos temporais, a fim de avaliar os benefícios entre cada um dos casos simulados.
 - Casos FCF T-1: Acoplamento com a FCF do caso do mês anterior;
 - Casos FCF T-4: Acoplamento com a FCF gerada a cada quadrimestre;
 - Casos HIB12: Casos com execução completa.
- Benefício: redução do tempo computacional.

Caso exemplo: PMO Abril/21



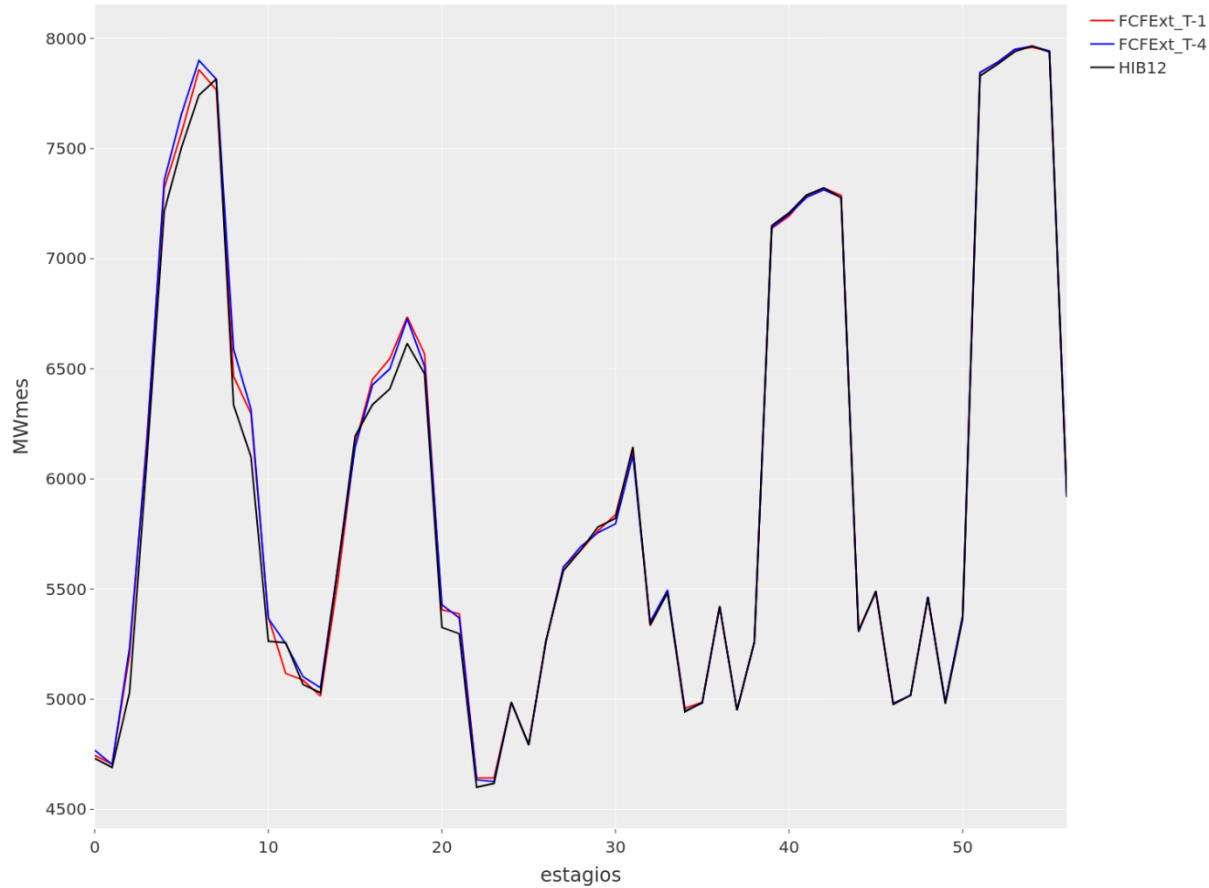
| SET | HIB12 | FCFExt_T-1 | FCFExt_T-4 |
|----------|------------|------------|------------|
| Política | 3 h 10 min | 1 h 44 min | 1h 51 min |
| Total | 4 h 5 min | 2 h 25 min | 2h 33 min |

Redução de ~1h 25 min no cálculo da política

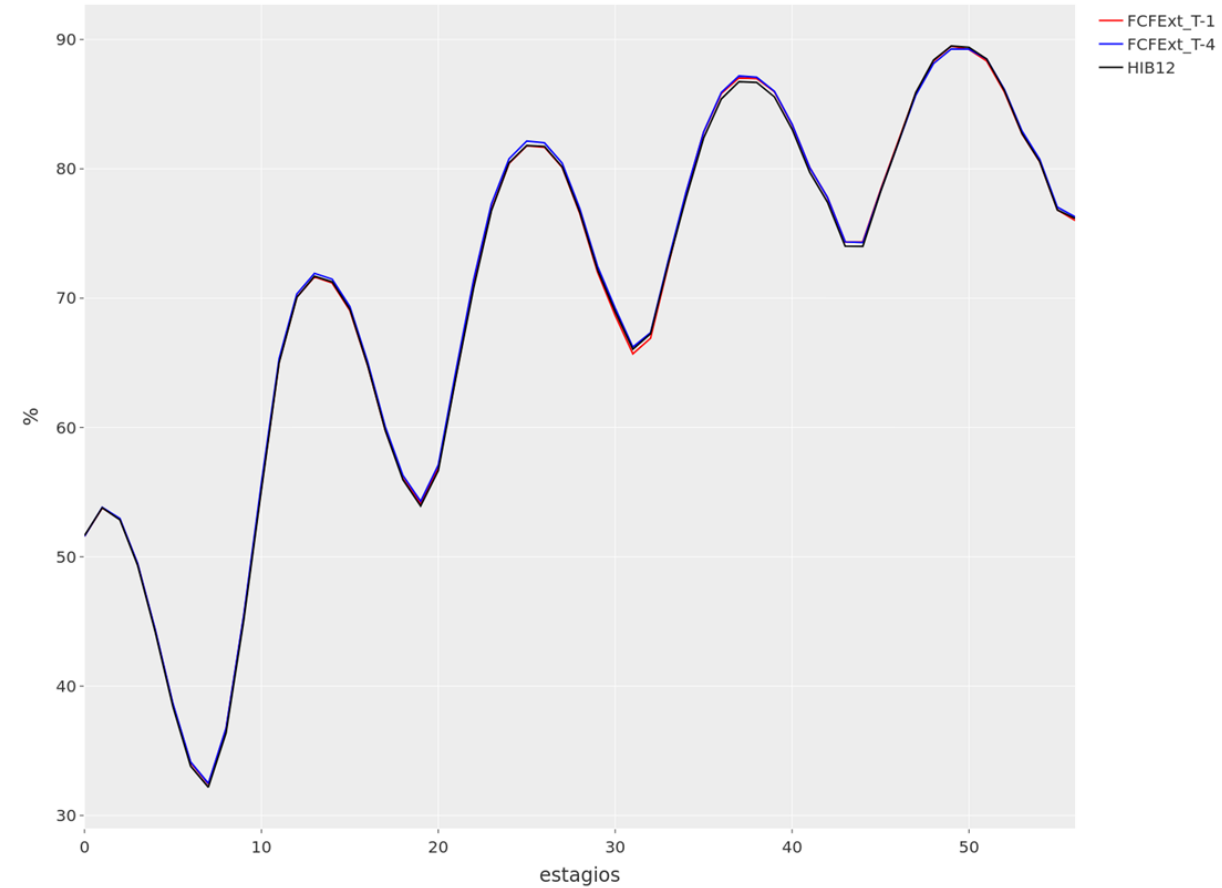
Emprego oficial da FCF Externa – PMO Abril/21

Pouca diferença nos resultados com o uso da FCF oriunda do mês T-1 ou T-4

Temporal Geração Térmica SIN FCFExt_ABR_HIB12



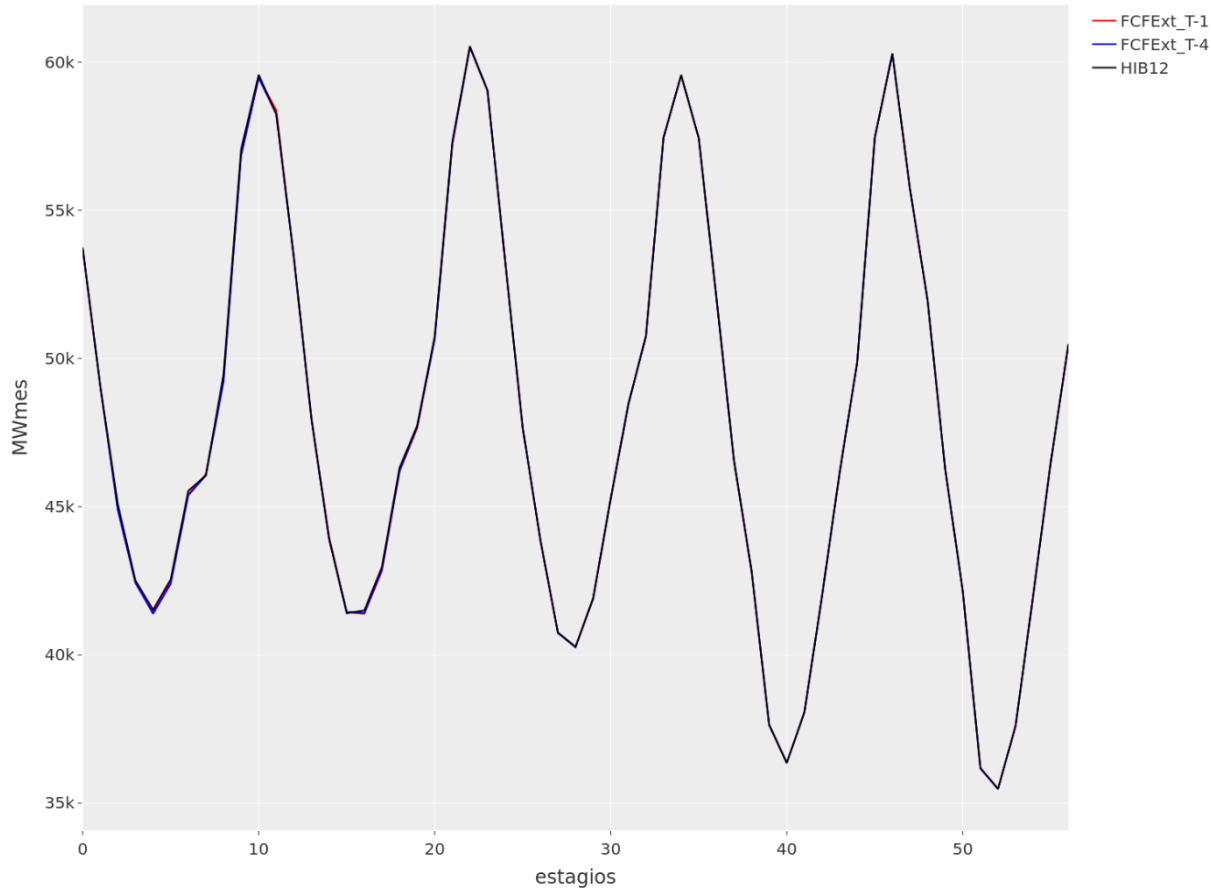
Temporal Energ. Armz. Perc. SIN FCFExt_ABR_HIB12



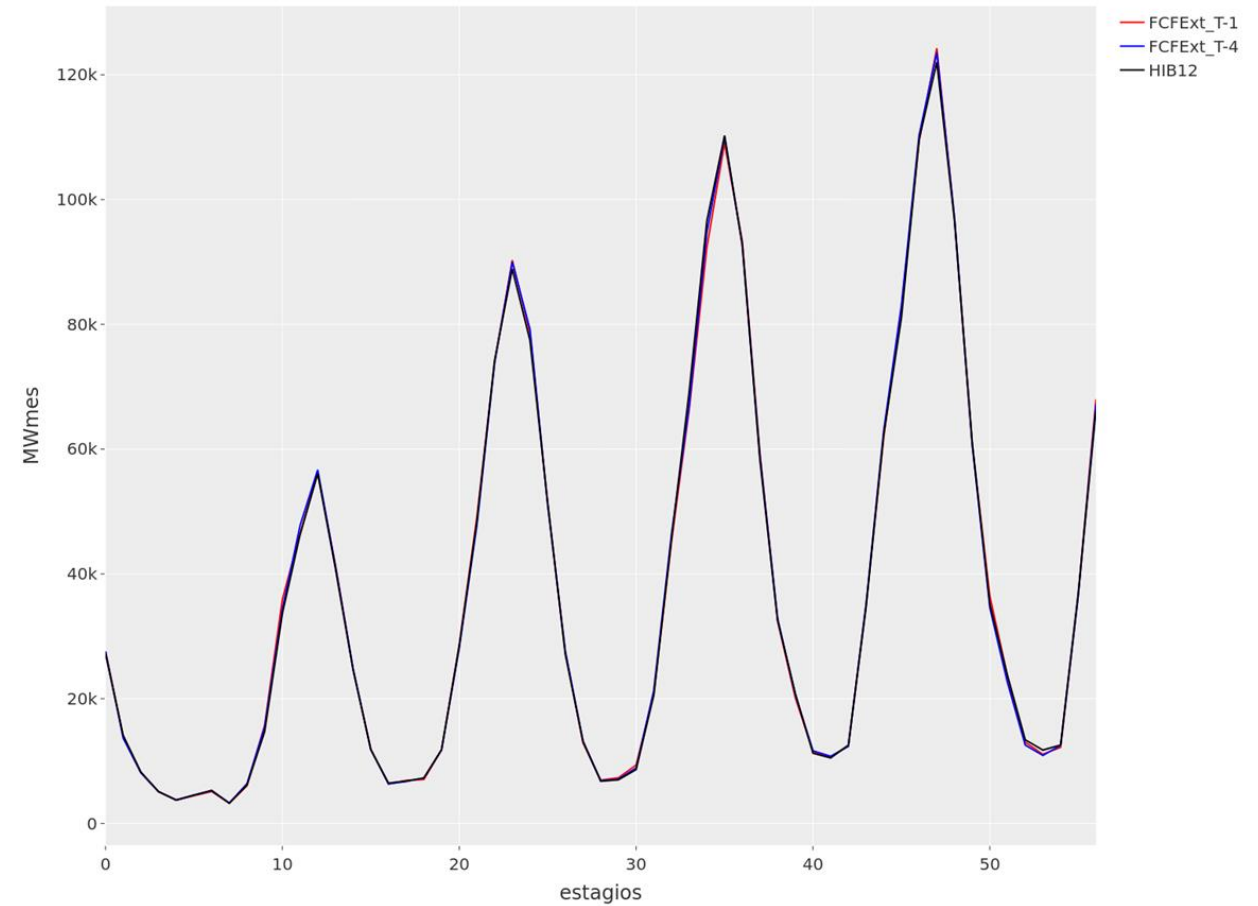
Emprego oficial da FCF Externa – PMO Abril/21

Pouca diferença nos resultados com o uso da FCF oriunda do mês T-1 ou T-4

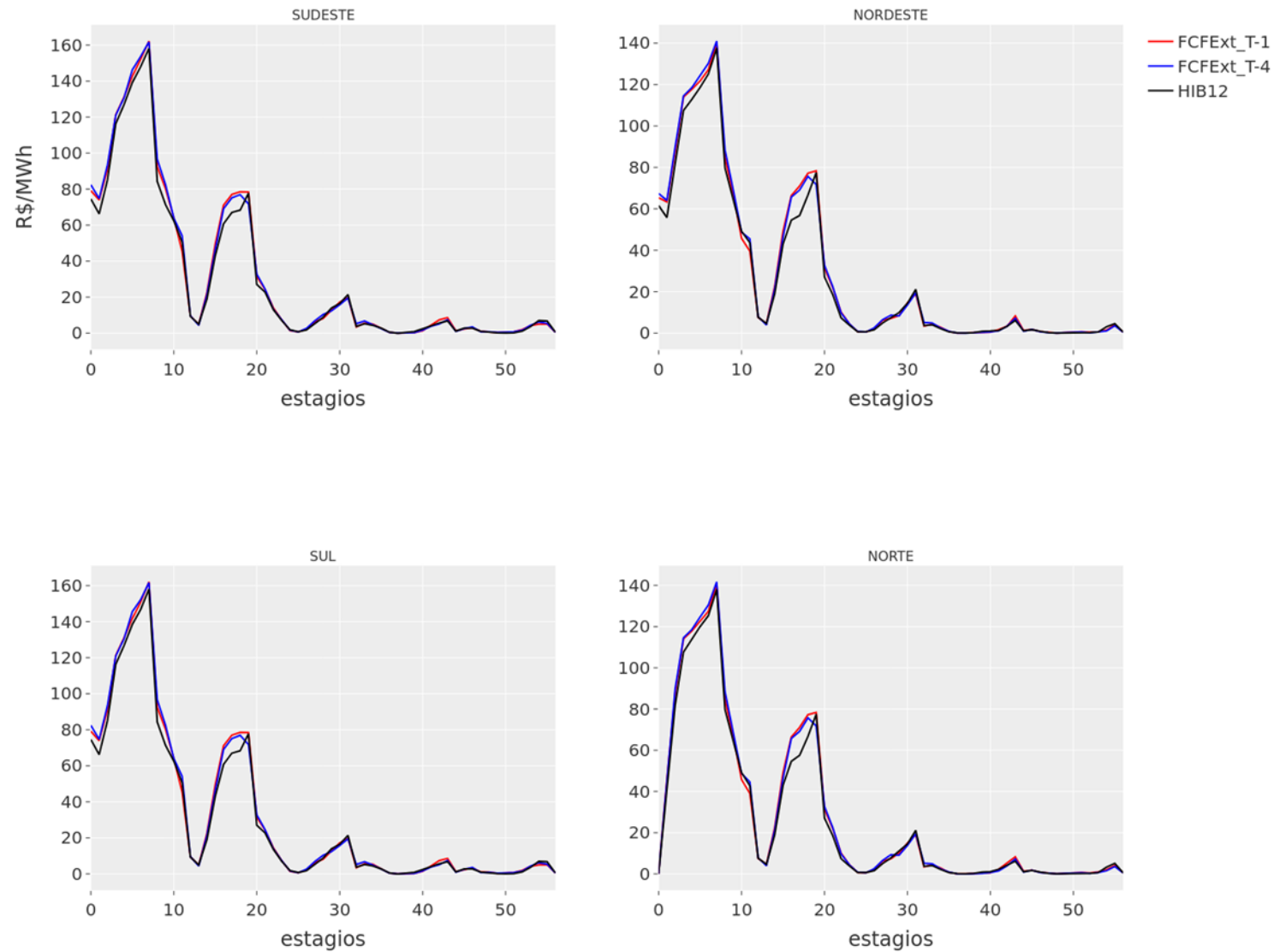
Temporal Geração Hidrelétrica SIN FCFExt_ABR_HIB12



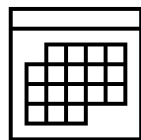
Temporal Energ. Vertida SIN FCFExt_ABR_HIB12



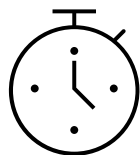
Temporal Custo Marg. SBM_Submercados FCFExt_ABR_HIB12



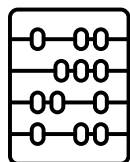
Emprego oficial da FCF Externa – Recomendações das Instituições



- **Periodicidade** de atualização:
 - Recomendação da NT de abertura da CP: pelo menos nas revisões quadrimestrais, momento em que há diferenças nos decks que podem impactar nos resultados
 - Neste momento, a equipe técnica está avaliando a possibilidade de atualização mensal com informações de t-1 (mês anterior): possibilidade de obtenção de uma FCF mais atualizada possível
 - Em discussão: emprego da FCF externa nas revisões quadrimestrais



- Redução do **tempo computacional**: ~ 30%;



- **Diferença no nº de usinas**: em discussão a possibilidade de flexibilização da crítica de acordo com critério de participação da usina no submercado/REE.

Agenda

1. Apresentação dos Agentes
2. Cronograma do Ciclo de Trabalho 2023/2024 e Recomendações
3. Estudos de backtest e prospectivo
4. Impactos tarifários
5. Análises CRef 2024 e Tabelas Resumo
6. Considerações da EPE
7. Eficientização do tempo computacional
8. Emprego oficial da FCF externa
9. **Dúvidas, Contribuições e Comentários**

Dúvidas, contribuições e comentários



- NEWAVE Híbrido
- Calibração do CVaR



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:

