São Paulo, 24 de junho de 2024.

Contribuição da Enercore Trading à Consulta Pública MME 162/2024

1. Introdução

Este estudo visa avaliar os aprimoramentos propostos na Consulta Pública MME 162/2024 de acordo com o exposto no Relatório Técnico da Equipe de Trabalhos da CPAMP nº 01-2024, quando da utilização da modelagem individualizada das usinas hidrelétricas no primeiro ano de simulação do Newave através do Newave Híbrido, além da reparametrização do CVaR para ajuste da aversão a risco do modelo.

2. Premissas e estudos

As avaliações foram feitas separando-se os testes em três estudos: **a) Sombra**, onde foram rodados todos os decks CCEE Newave e Decomp oficiais do PMO e suas revisões de janeiro de 2023 até abril de 2024, fazendo a transformação do Newave da representação agregada por REE para a individualizada, além das adaptações necessárias nos decks Decomp; **b) Backtest**, considerando a simulação encadeada Newave-Decomp partindo-se de janeiro de 2023 até abril de 2024; c**) Estudo prospectivo encadeado para 2025**, partindo-se de dezembro de 2024, considerando uma ENA de 70% MLT a partir de maio de 2024 até o fim de 2025 e um armazenamento inicial de 2025 de aproximadamente 44% EARmáx no Sudeste. Em todas as simulações foram incorporadas as mudanças propostas de alteração das micropenalidades, atualização dos valores de VminOp de 22,5% para 19,1% no Norte e emprego da funcionalidade de cortes externos, fazendo a rodada completa apenas nas revisões quadrimestrais.

3. Resultados

a. Sombra

Em um primeiro momento, compara-se os resultados obtidos com as simulações Sombra feitas por nós durante o ciclo 2022-2023, com a finalidade de avaliar a resposta do modelo considerando as mudanças propostas neste ciclo em relação ao comando exagerado de geração hidráulica, vertimento e deplecionamento de reservatórios de grande importância mesmo durante o período úmido observados no ciclo anterior.

Na **Figura 1**, é possível observar que o modelo Híbrido atualmente proposto com o ajuste das micropenalidades deixa de se comportar como o observado no ciclo anterior, apresentando uma trajetória de armazenamento mais coerente, com replecionamento durante o período úmido.

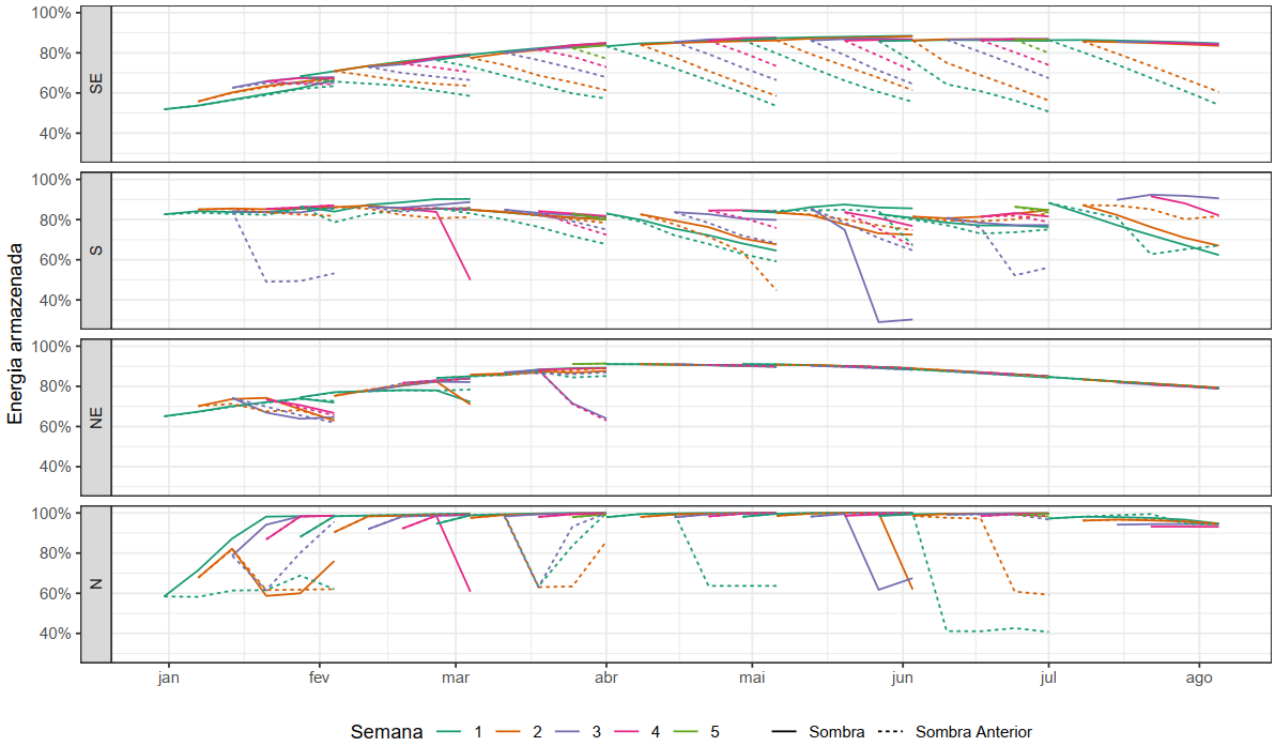

Figura 1. Comparação dos resultados obtidos nas simulações Sombra para trajetórias de armazenamento por submercado do ciclo atual vs. ciclo anterior.

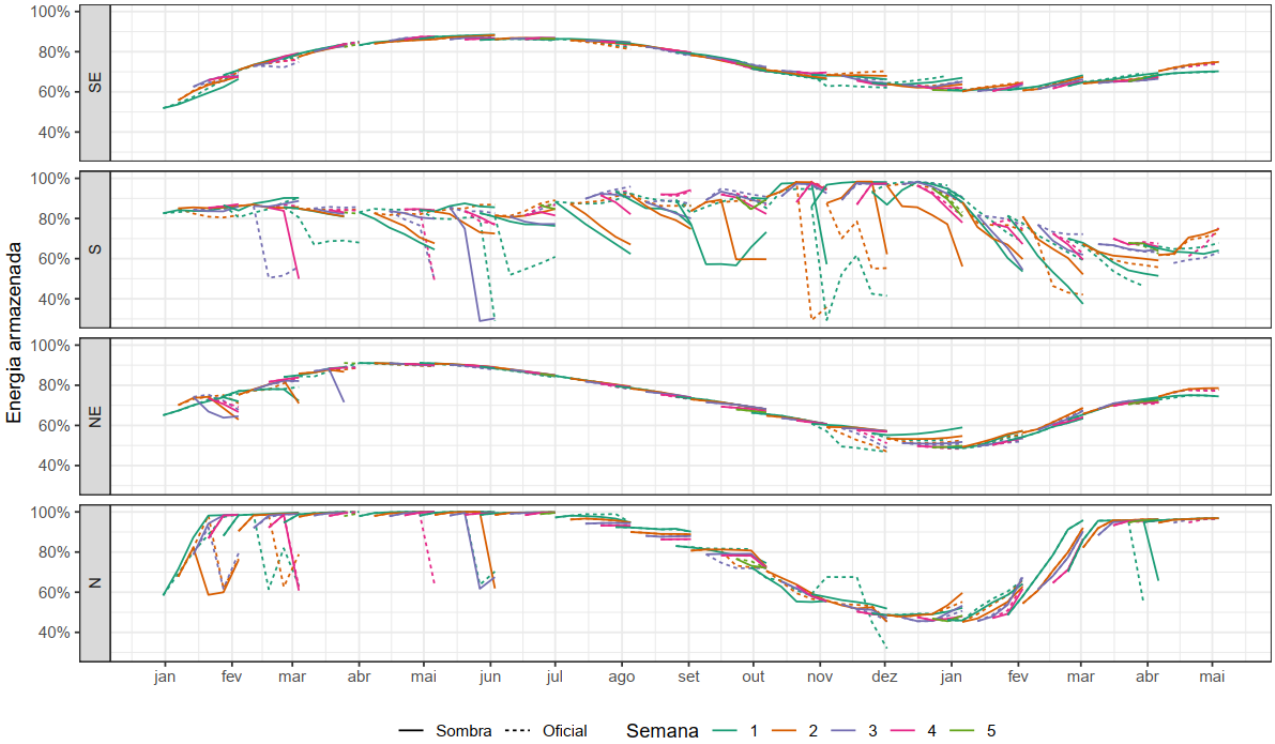

Figura 2. Comparação dos resultados obtidos na simulação Sombra para trajetórias de armazenamento por submercado do ciclo atual vs. com o modelo oficial atualmente vigente.

Na **Figura 2** apresenta-se a comparação entre a simulação sombra com o modelo Híbrido e o oficial. Observa-se que a trajetória de armazenamento obtida foi semelhante, com diferenças mais significativas no Sul, em que se observa um aumento da geração hidráulica quando utilizada a representação individualizada.

Destaca-se na **Figura 3** o comportamento observado nos reservatórios de Sobradinho e Três Marias, em que ainda é possível observar vertimentos elevados, com valores muito superiores aos praticados na operação real e superiores aos indicados pelo modelo oficial.

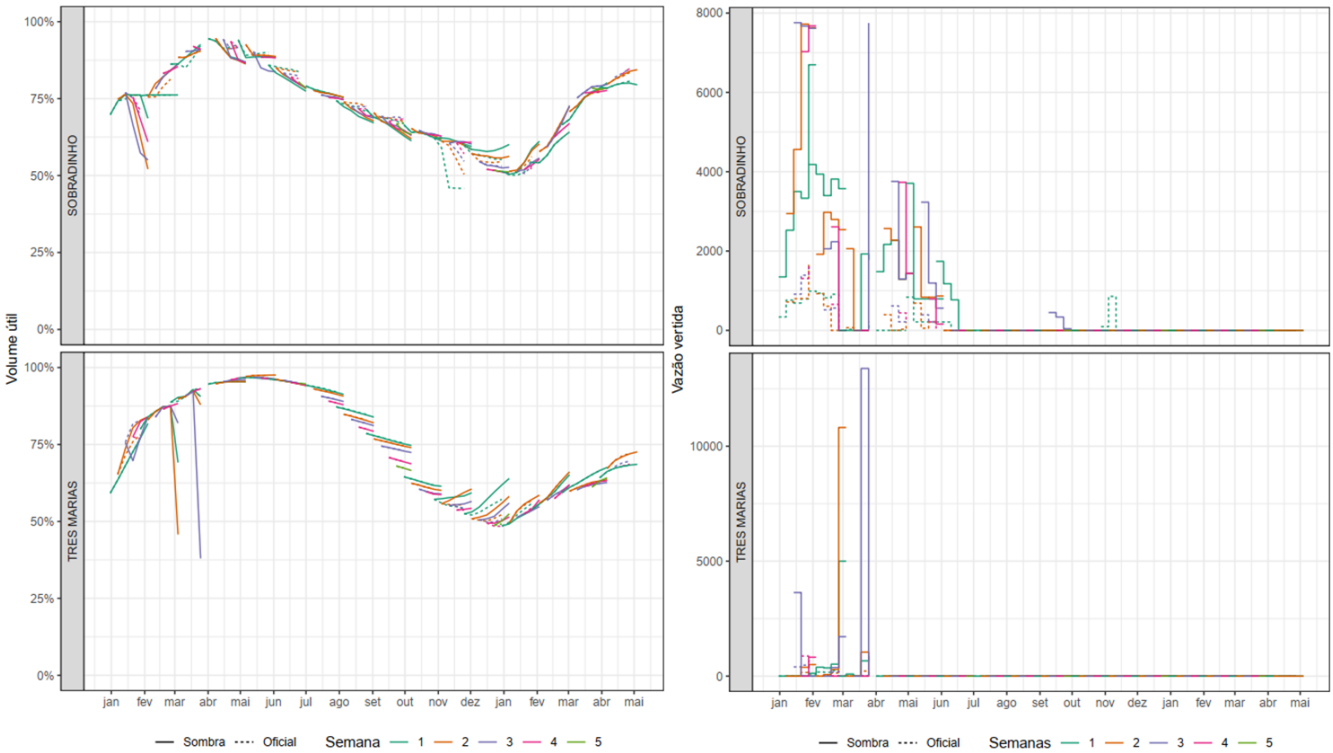

Figura 3. Trajetória de armazenamento e vertimentos observados nas simulações para os reservatórios de Sobradinho e Três Marias.

Pelo que estes resultados indicam, o modelo com a representação individualizada parece ainda antecipar a necessidade de vertimentos na cascata do Rio São Francisco em condições de reservatórios mais elevados e forçar um deplecionamento mais significativo quando comparado ao modelo oficial. Apesar de terem sido praticados vertimentos no início de 2023 nestes reservatórios, o modelo indica valores até três vezes mais elevados do que os realizados para Sobradinho e até dez vezes mais altos para Três Marias. Considerando a natureza escassa de oferta hídrica nessa região, acreditamos que este comportamento merece ser melhor investigado.

Na **Figura 4** apresenta-se a comparação das simulações sombra com o Newave Híbrido considerando o par de CVaR (25, 35) e o par proposto (15, 40). Como esperado, o par mais

avesso indicou replecionamento mais elevado em todos os subsistemas e atenuou o efeito de aumento da geração hidráulica no subsistema Sul observado a partir do uso do modelo Híbrido.

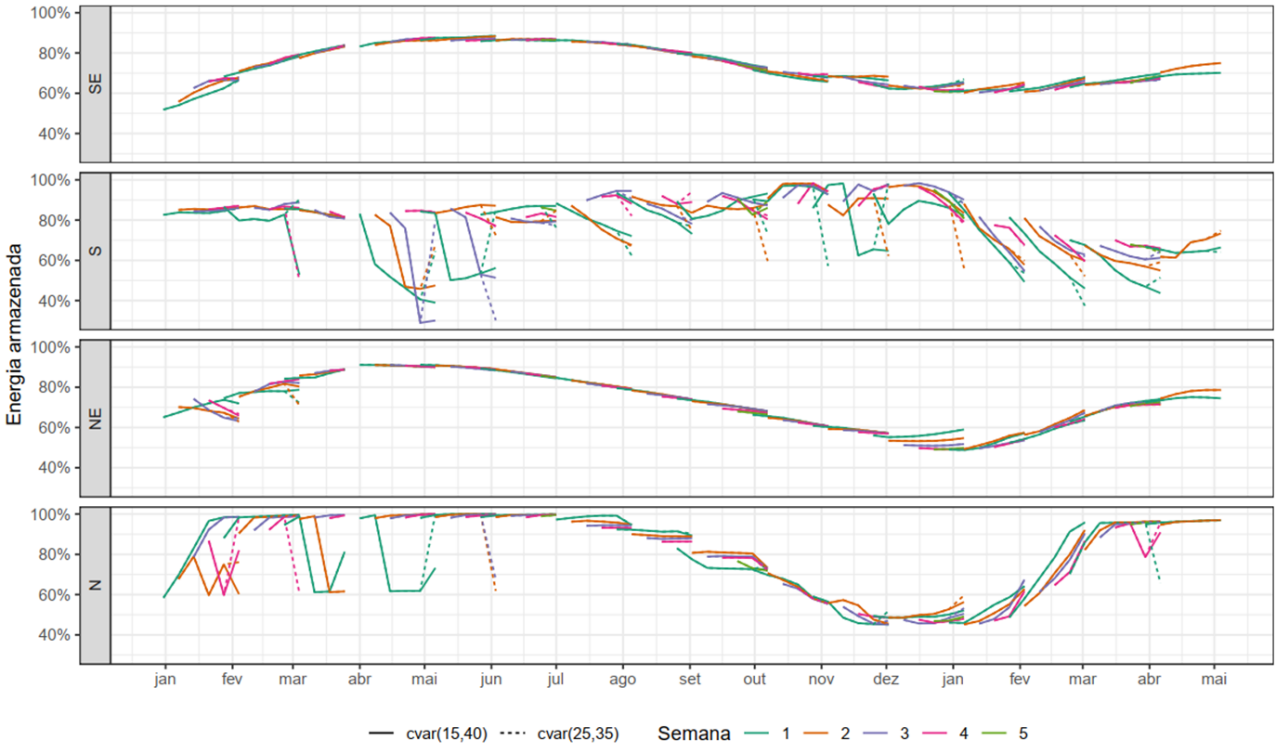

Figura 4. Comparação dos resultados obtidos nas simulações Sombra para trajetórias de armazenamento por submercado do considerando CVaR (25, 35) vs. CVaR (15, 40).

b. <u>Backtest</u>

Destaca-se em primeiro lugar que o backtest encadeado foi rodado apenas para o modelo Híbrido. O oficial não corresponde a uma simulação, e sim aos valores constantes nos decks oficiais de cada PMO e revisões.

Na **Figura 5** observa-se que a simulação com representação individualizada apresentou menor deplecionamento dos subsistemas Sudeste e Nordeste durante o período seco e maior replecionamento durante o período úmido de 2024 em relação ao obtido com a representação agregada. Além disso, através do backtest é possível observar de forma mais explícita o comportamento de intensificação do uso da geração hidráulica no Sul, já comentado no estudo Sombra, com consequente deplecionamento deste subsistema.

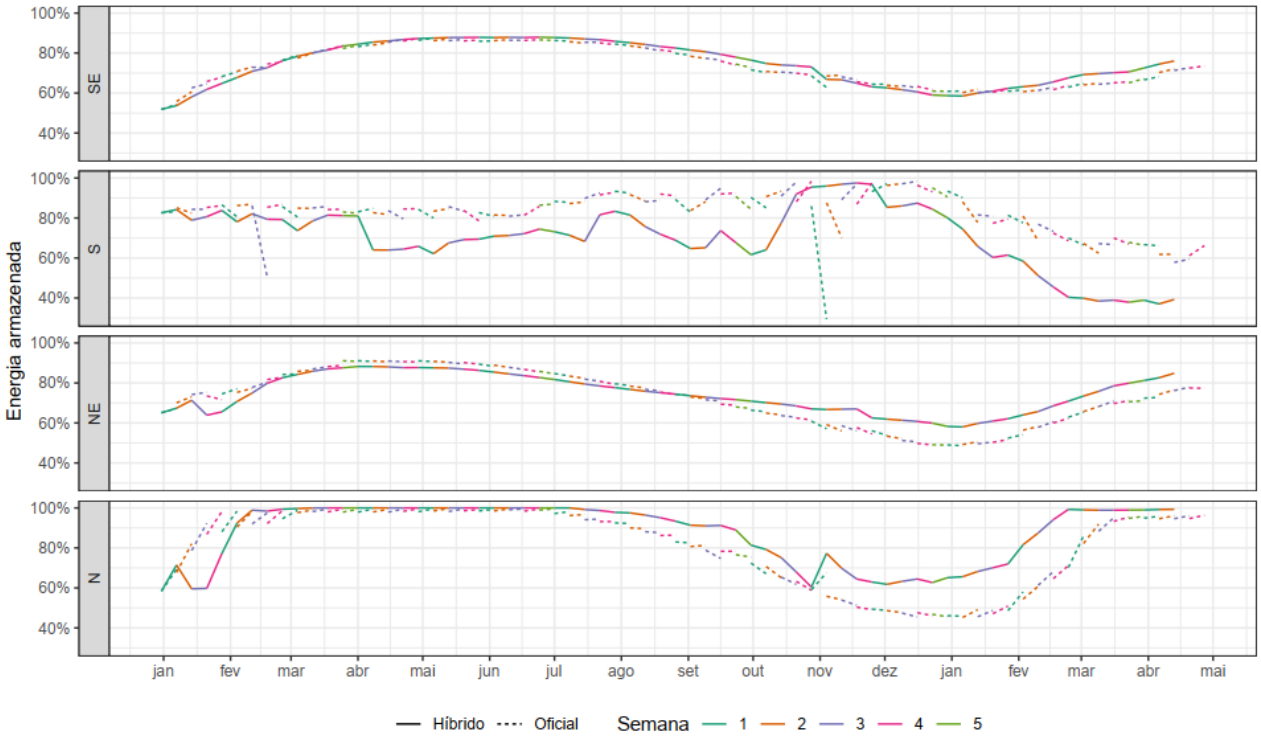

Figura 5. Comparação entre os resultados obtidos em termos de trajetória de armazenamento por subsistema entre o backtest encadeado e o modelo oficial.

Novamente, destaca-se o comportamento observado na cascata do Rio São Francisco.

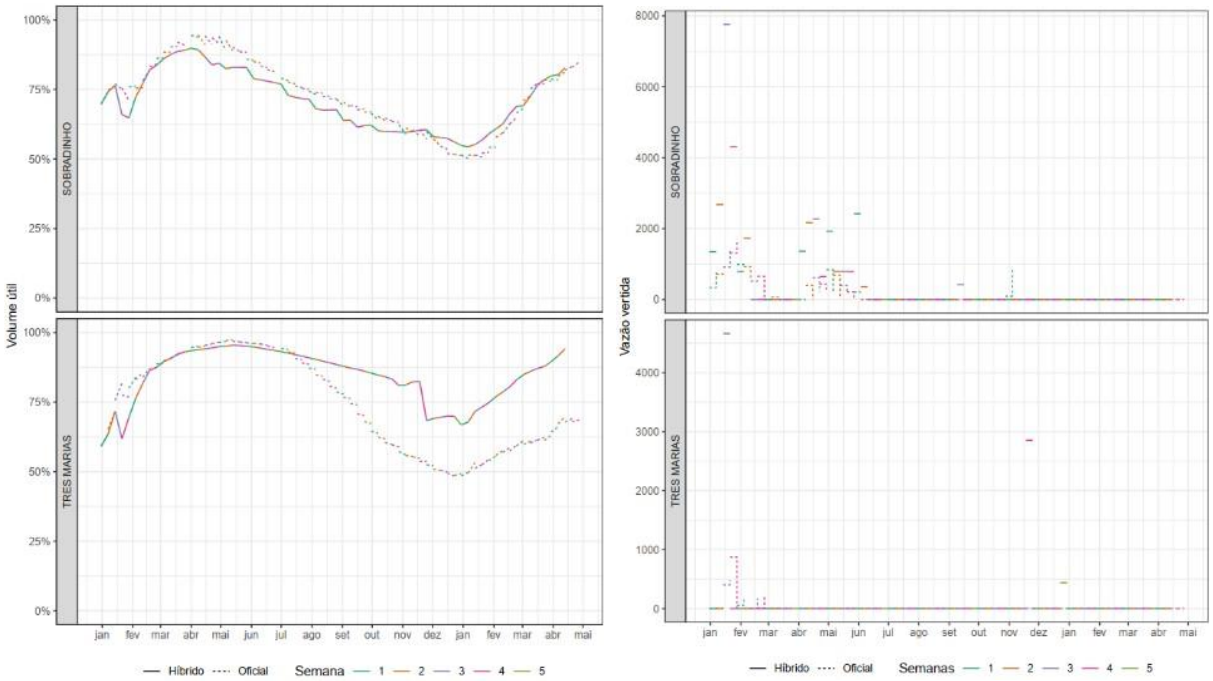

Figura 6. Comparação entre os resultados obtidos para armazenamento e vertimento nos reservatórios de Sobradinho e Três Marias na simulação oficial e no backtest encadeado com o modelo Híbrido.

Através da simulação encadeada é possível notar que o modelo Híbrido além de antecipar e intensificar os vertimentos tanto em Sobradinho quanto em Três Marias, parece preferir armazenar a água em Três Marias com muito mais intensidade, mesmo este reservatório já se encontrando com valores elevados e se aproximando do período em que precisa respeitar o volume de espera, o que acaba por ocasionar vertimentos elevados.

Além disso, outro comportamento que merece maiores investigações ocorre em novembro na cascata do Rio Tocantins, como pode ser observado na **Figura 7**.

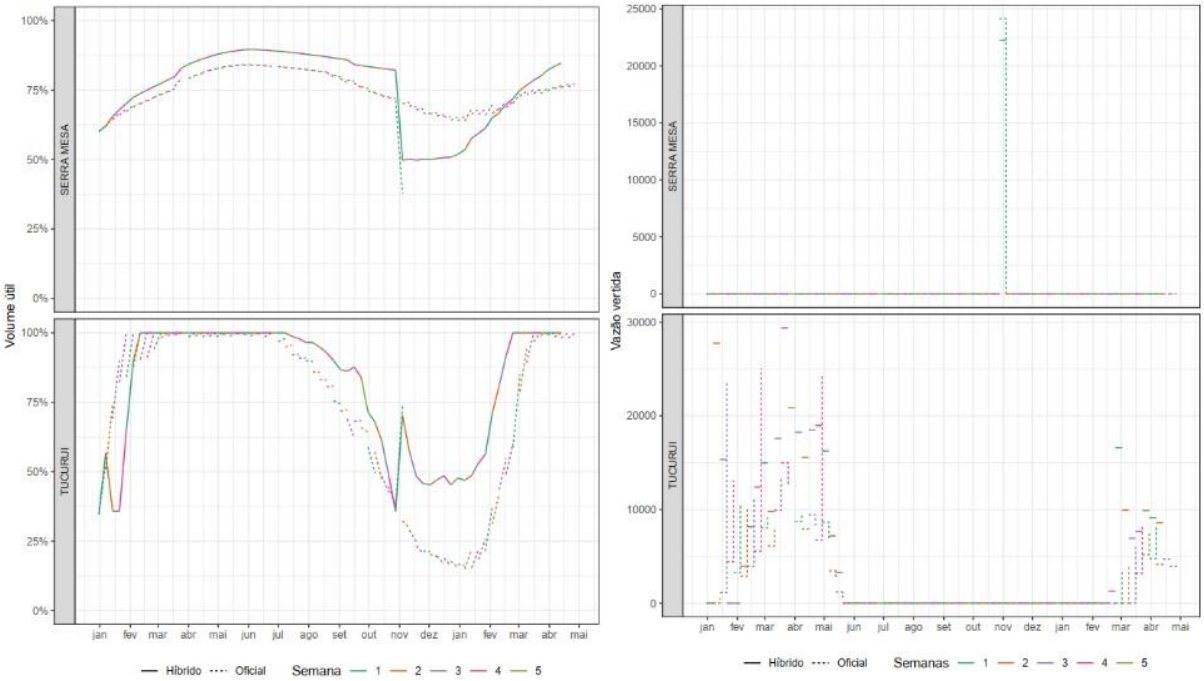

Figura 7. Comparação entre os resultados obtidos para armazenamento e vertimento nos reservatórios de Serra da Mesa e Tucuruí na simulação oficial e no backtest encadeado com o modelo Híbrido.

Apesar de não ser um comportamento restrito ao modelo híbrido, observa-se um grande deplecionamento, com vertimento elevados em Serra da Mesa e consequente replecionamento de Tucuruí.

c. <u>Estudo prospectivo encadeado</u>

Nas simulações prospectivas, compara-se o modelo vigente com o modelo híbrido, considerando todos os pares de CVaR que foram objeto de estudo durante este ciclo. Na **Figura 8** é possível notar que o modelo Híbrido é menos otimista com o replecionamento dos reservatórios do que o modelo vigente em um cenário a 70% da MLT. Além disso, o mesmo comportamento observado nos testes anteriores de intensificação da geração hidráulica no Sul e maior deplecionamento desse subsistema é observado.

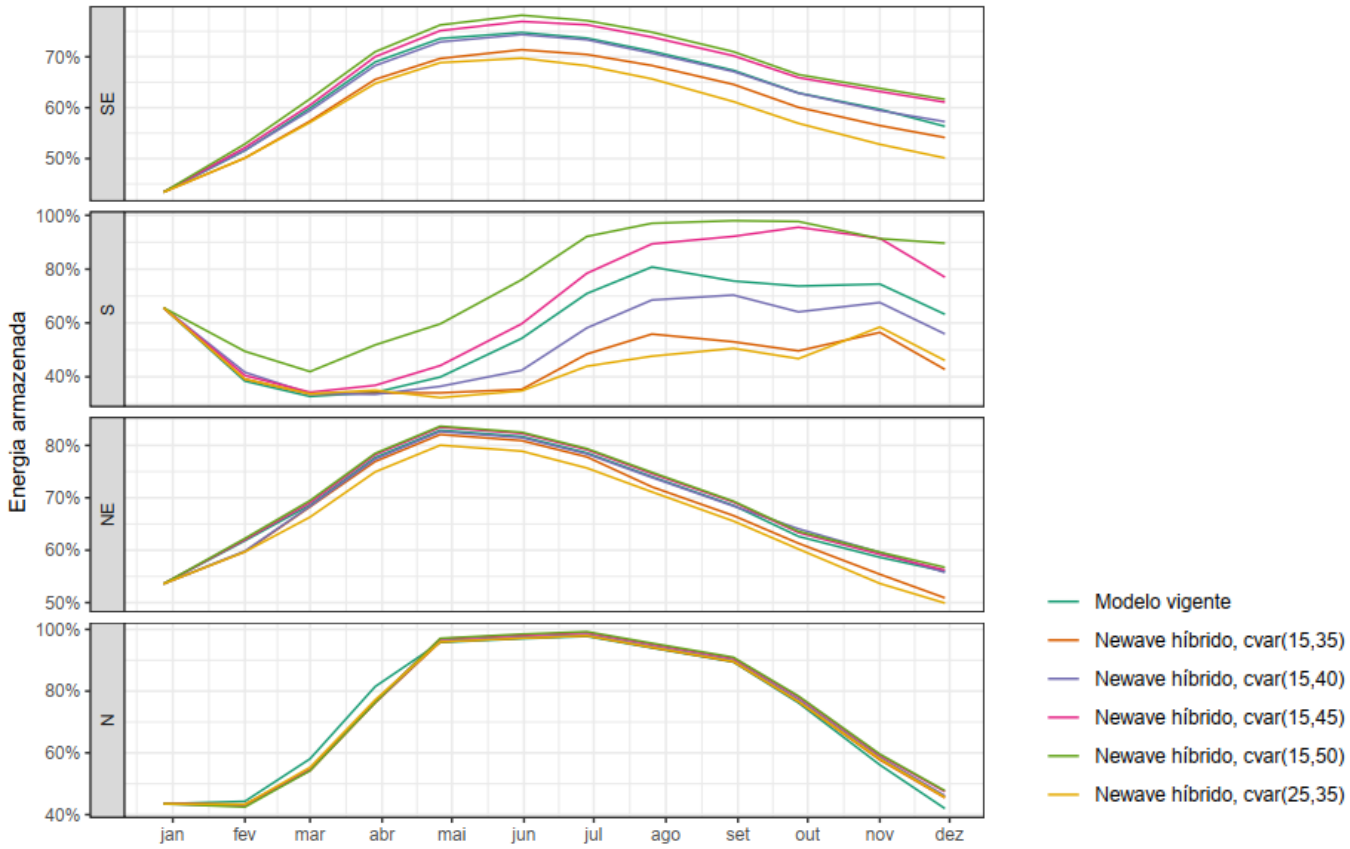

Figura 8. Comparação dos resultados obtidos com o estudo prospectivo encadeado em termos de trajetória de armazenamento por subsistema considerando o modelo vigente e o modelo híbrido com diferentes parametrizações de CVaR.

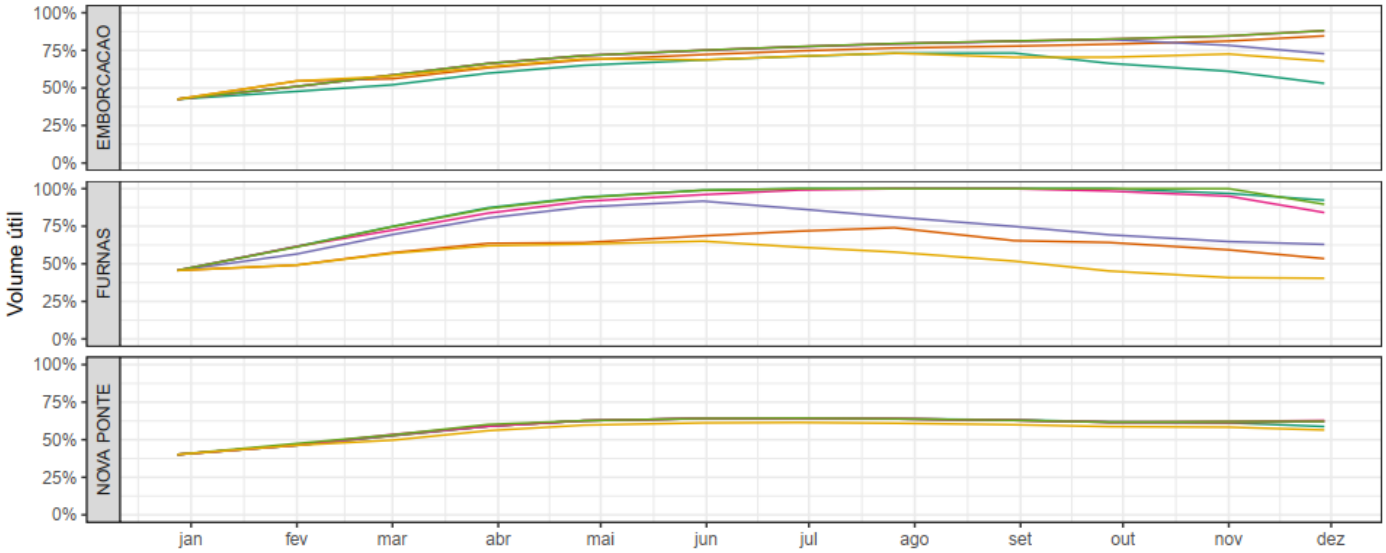

Figura 9. Comparação dos resultados obtidos com o estudo prospectivo encadeado em termos de trajetória de armazenamento em reservatórios do Grande e Paranaíba considerando o modelo vigente e o modelo híbrido com diferentes parametrizações de CVaR.

O par de CVaR (15, 40) foi o que mais se aproximou do modelo vigente, apesar de ainda apresentar trajetória de armazenamento mais baixa para os principais reservatórios. Olhando individualmente para reservatórios do Grande e Paranaíba (**Figura 9**), percebe-se que os pares mais avessos (15, 45) e (15, 50) mantém as cabeceiras muito cheias sempre, mesmo se tratando de um cenário a 70% da MLT. Este comportamento poderia causar vertimentos elevados no período úmido seguinte.

d. <u>Simulações com o modelo Dessem</u>

A fim de avaliar a resposta do modelo Dessem à Função de Custo Futuro vinda do Newave Híbrido, foram simulados todos os casos desde janeiro de 2023 até abril de 2024 em cima das simulações Sombra, considerando diferentes parametrizações de CVaR. Os resultados obtidos em termos de preço médio mensal podem ser observados na **Figura 10**.

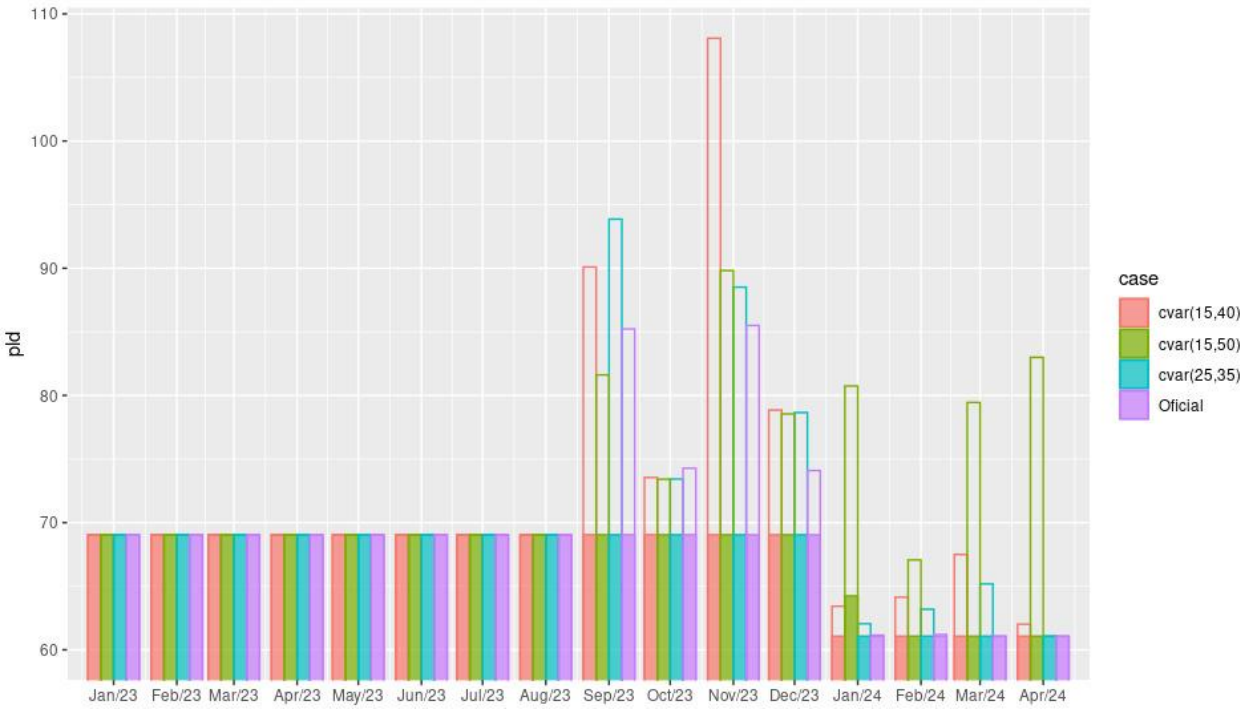

Figura 10. Comparação entre preços médios mensais dados pelos modelos Decomp e Dessem nas simulações Sombra.

Na **Figura 10**, as colunas preenchidas correspondem aos preços obtidos através do modelo Decomp, enquanto as colunas vazadas correspondem aos preços dados pelo modelo Dessem. Foram considerados na amostra apenas os dias em que a simulação convergiu em todas as sensibilidades. Observa-se a partir de setembro de 2023 um descolamento entre o preço obtido por cada um dos modelos, o que realmente foi observado no ano passado. De forma geral, nos meses em que houve este descolamento, a simulação com o modelo híbrido apresentou preços mais elevados do que com o modelo vigente, com destaque para o mês de novembro, em que o par de CVaR (15, 40) apresenta valor

consideravelmente superior às demais parametrizações. Além disso, chama atenção o fato de em 2023 o par mais avesso, (15, 50), não ser aquele com preços mais elevados. Observa-se também que em 2024, apesar de nem o Decomp nem o Dessem com o modelo vigente indicarem preços acima do limite mínimo regulatório, os preços foram superiores em todas as simulações considerando o Newave Híbrido.

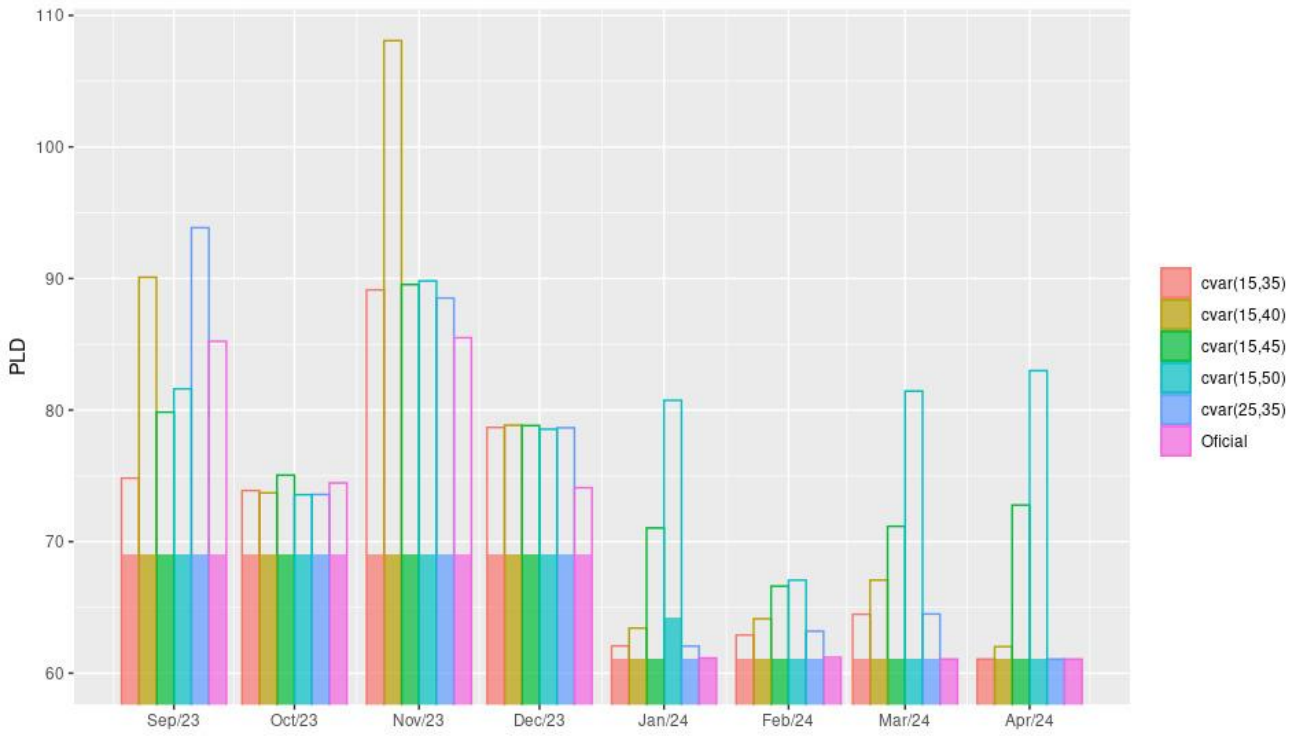

Figura 11. Comparação entre preços médios mensais dados pelos modelos Decomp e Dessem nas simulações Sombra para todas as sensibilidades de CVaR.

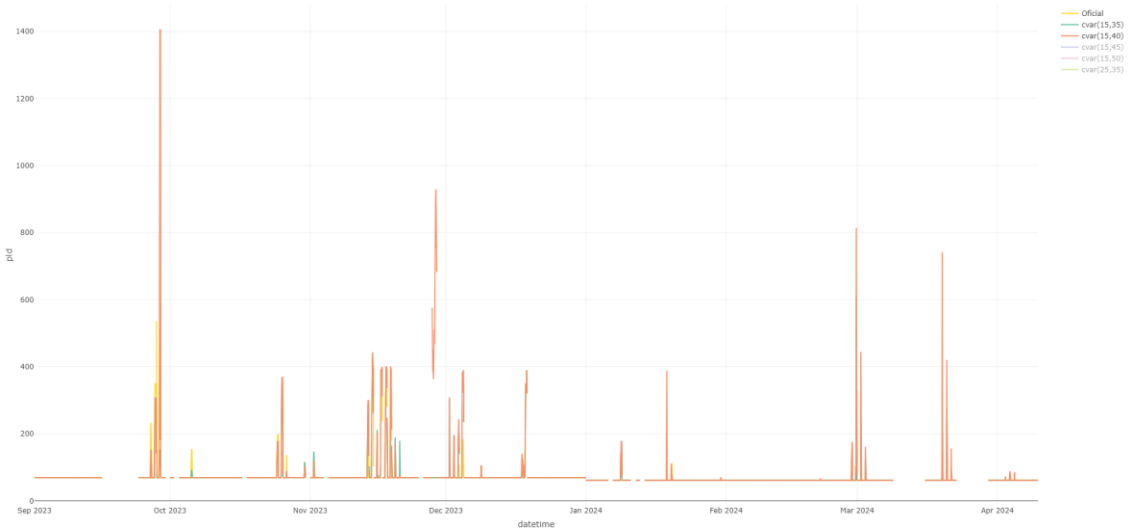

Figura 12. Comparação entre preços horários dados pelo modelo Dessem oficial vs na simulação sombra com CVaR (15, 40).

A **Figura 11** contém os preços médios mensais obtidos pelo Decomp e Dessem para todas as sensibilidades de CVaR, enquanto a **Figura 12** traz os preços oficiais (amarelo) e os rodados a partir da FCF Híbrida com o CVaR (15, 40) (laranja) de forma horária.

Destaca-se na **Figura 13** a comparação em termos de despacho térmico para os dois principais picos observados em 2023 e na **Figura 14**, para 2024. É possível notar o comportamento estranho e exagerado para o dia 28/09/2023, em que o PLD horário chega ao limite regulatório máximo horário, sem que o despacho térmico acompanhe, permanecendo inclusive inferior ao valor oficial.

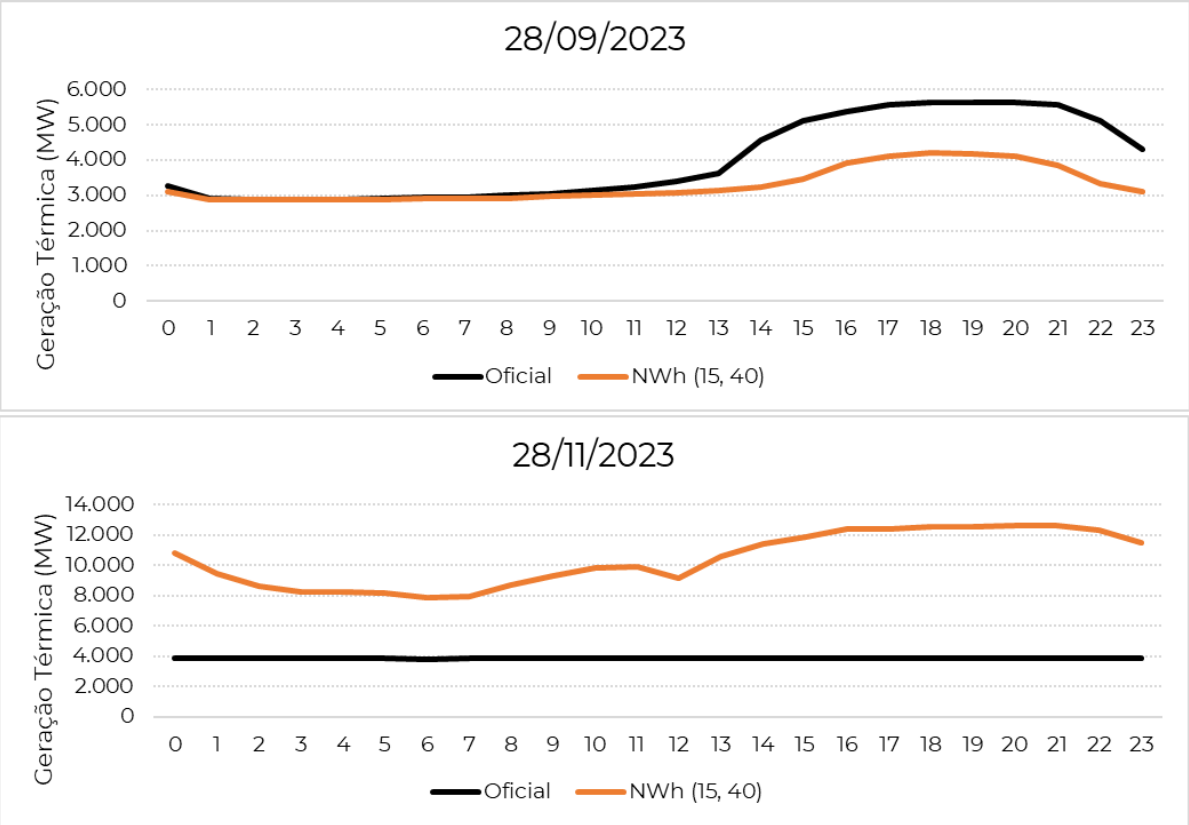

Figura 13. Comparação entre a geração térmica dada pelo modelo Dessem oficial vs na simulação sombra com CVaR (15, 40) para os dias 28/09/2023 e 28/11/2023.

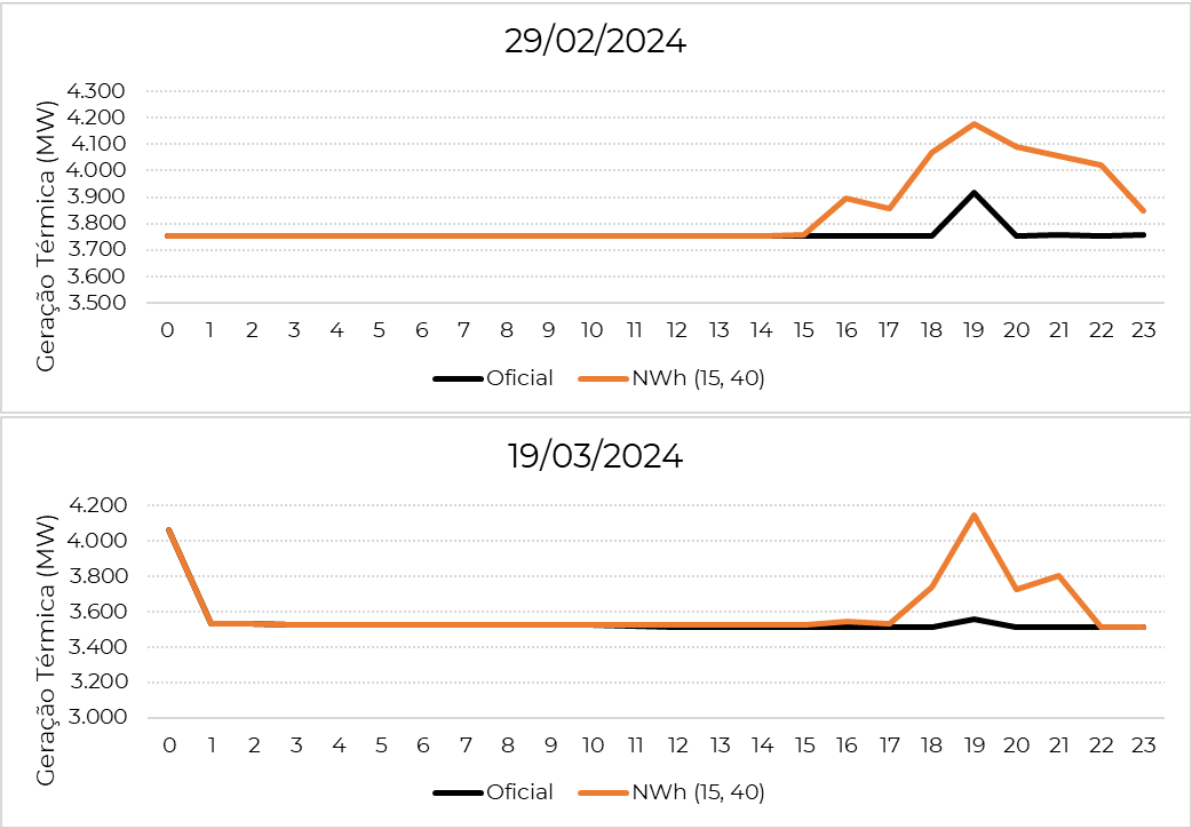

Figura 14. Comparação entre a geração térmica dada pelo modelo Dessem oficial vs na simulação sombra com CVaR (15, 40) para os dias 29/02/2024 e 19/03/2024.

4. Tempos de execução

Em relação ao tempo de execução, ainda é observado um aumento considerável em relação ao modelo vigente, apesar do impacto no Newave Híbrido já ter sido fortemente mitigado pelo Cepel durante os dois últimos ciclos de melhoria. Dessa forma, a transição para a representação individualizada ainda requer um aumento de capacidade computacional considerável. O tempo médio de execução de cada mês e o tempo médio por iteração obtido nas nossas simulações pode ser visto na **Figura 15**.

Vale destacar que o maior tempo de execução acaba atingindo os três modelos da cadeia. Isto, somado à necessidade de incremento da capacidade computacional, é preocupante já que os benefícios trazidos à operação pela individualização são pequenos quando comparados aos resultados com a metodologia atual.

A **Figura 15** traz também o tempo médio total de execução de um estudo encadeado NW+DC, em que se observa o tempo aumentar em três vezes ao fazer a mudança para o Newave Híbrido. Por fim, a **Figura 16** traz a comparação dos tempos obtidos nas simulações com o modelo Dessem.

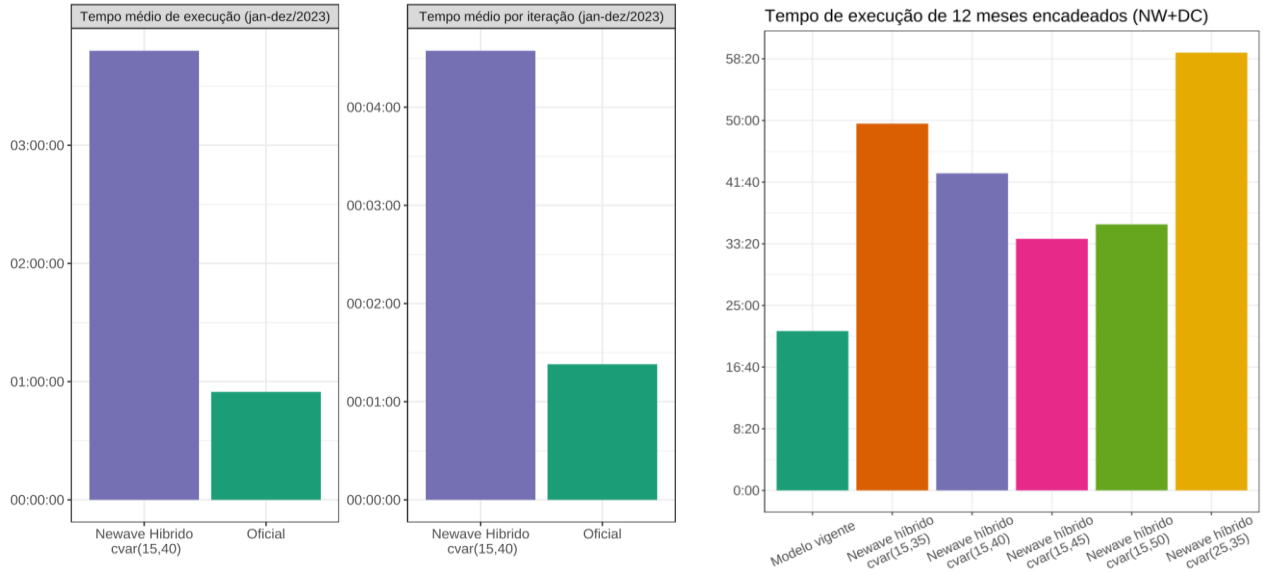

Figura 15. Tempos médios de execução obtidos no modelo Newave e nos estudos encadeados NW+DC

Observa-se através do gráfico o alongamento da cauda na distribuição dos tempos de execução do Dessem independentemente da aversão a risco considerada, o que indica um comportamento particularmente prejudicial, já que eleva a chance de ser necessário desconsiderar esse modelo por conta de contingência, descartando-se qualquer melhoria trazida à operação quando comparado ao modelo anterior, muito menos detalhado em sua representação. É importante destacar ainda que há casos que demorariam ainda mais para convergir e foram desconsiderados da amostra por não apresentarem resultado em tempo razoável.

Figura 16. Comparação entre os tempos de execução obtidos para o modelo Dessem.

5. Conclusões e recomendações

Apesar do avanço obtido ao longo do último ciclo de estudos, em que a resposta do Newave Híbrido com o ajuste das micropenalidades passou a apresentar resultados melhores em relação à versão Híbrida anterior, os benefícios conquistados com o maior detalhamento da representação do sistema ainda se mostram muito pequenos diante do considerável aumento da complexidade, tempo e capacidade computacional requerida, dado que os resultados obtidos pelas simulações com o Newave e Decomp em muito se assemelham àqueles vindos da representação agregada.

Ainda mais relevante do que isso é o fato de não se ter explorado exaustivamente a resposta do modelo Dessem. Os pontuais estudos que foram feitos demonstram que nem sempre o modelo apresenta um resultado intuitivo ou que traga ganhos efetivos à operação em relação ao estado atual e, mais alarmante ainda, com possibilidade de maior necessidade de contingência, descartando-se afinal a indicação de operação do modelo.

É imprescindível que os estudos e melhorias no modelo Dessem, que hoje já apresenta grandes dificuldades de convergência ao se deparar com situações mais escassas que limitam a oferta de potência do sistema, ocorra previamente à inserção de maior complexidade à formação de preço. Afinal, é o modelo Dessem que dá o preço final. A investigação da resposta desse modelo precisa estar inserida nos estudos da CPAMP quando da proposta de mudança para o Newave Híbrido.

Diante da elevada dificuldade de elaboração de estudos prospectivos utilizando o modelo Dessem, recomenda-se a investigação mais detalhada da resposta deste modelo utilizando a Função de Custo Futuro vinda do Newave Híbrido através de um **período Sombra estendido ao longo de 2025**. Consideramos de extrema importância, assim como apontado no ciclo anterior, que o período Sombra aconteça antes de aprovação da utilização do modelo, e não após. Dessa forma, a Enercore **não recomenda** a utilização oficial do Newave Híbrido na formação de preço a partir de janeiro de 2025.