

Contribuição da Casa dos Ventos à Consulta pública MME nº 162/2024

Consulta Pública sobre aprimoramentos metodológicos pela CPAMP
para o Ciclo 2023/2024

junho de 2024



Sumário

1 Considerações Gerais	2
2 NEWAVE Híbrido	4
2.1 Valor das penalidade	4
2.2 Reaproveitamento de cortes externos	5
2.3 Custo e tempo computacional	6
2.4 Parâmetros do CVaR	6
2.5 Avaliação considerando o DESSEM	7
3 Conclusão	10
4 Recomendações para o ciclo seguinte	11

1 Considerações Gerais

Neste ciclo 2023/2024, a CPAMP continuou os estudos iniciados no ciclo 2022/2023 referentes à aplicação do modelo NEWAVE Híbrido. Para isso, foram realizadas diversas reuniões virtuais e presenciais ao longo do período, com ampla abertura e participação dos agentes, e de antemão parabenizamos à CPAMP em relação à melhora na comunicação e transparência para com a sociedade.

Um dos principais desafios para a implementação do NEWAVE Híbrido é o tempo computacional e o dimensionamento da máquina necessária para execução que, devido ao aumento da dimensionalidade do problema decorrente da individualização das usinas hidrelétricas, apresentaram elevação expressiva. Destacamos que neste ciclo ainda não foram propostas soluções para este ponto. Mesmo reproduzindo os parâmetros sugeridos pela CPAMP, tanto no que tange aos parâmetros de inicialização do modelo quanto da máquina da Amazon, não foram obtidos os mesmos tempos de execução, e em nenhum momento a equipe técnica informou o tempo de execução completa de seus estudos, somente os tempos computacionais utilizando cortes externos.

Dentre os desenvolvimentos implementados que visam melhorar este problema, o reaproveitamento de cortes externos tem como objetivo a utilização de cortes do período 'PÓS' obtido a partir de outra execução, contudo sua periodicidade e rito de atualização não foram definidos no relatório técnico. Quando questionado durante a plenária, foi sugerido que os cortes sejam gerados em uma execução posterior, ou seja, após o PMO seria realizado uma nova execução para gerar os cortes para o PMO seguinte. Destaca-se que, nesse cenário, tanto o tempo total de execução quanto o custo do processo seriam dobrados, visto que seriam necessárias duas execuções do mesmo modelo para a obtenção do resultado oficial.

Além disso, assim como no ciclo anterior, a recomendação da CPAMP é a da não utilização desse modelo por parte da EPE, resultando assim em dois modelos oficiais, sendo eles:

1. Modelagem híbrida utilizada na cadeia de formação de preço;
2. Modelagem agregada utilizada para fins de Garantia Física e Leilões;

Esse desacoplamento entre planejamento e operação cria uma incerteza frente aos corretos índices de segurança calculados pelo ONS no PEN e pela EPE no PDE, além da necessidade de validação e calibração de ambos os modelos nos próximos ciclos de atualizações.

Com o detalhamento da representação das usinas hidráulicas, e a conseqüente aproximação da modelagem entre os modelos NEWAVE e DECOMP, foi necessário a compatibilização das micro penalidades de vertimento e violações de restrições. Essa calibração deve ser feita de tal forma que seu impacto não seja percebido até a segunda casa decimal do CMO, evitando sinalizações indesejadas no preço resultante. Contudo, as penalidades propostas não se atentaram a este problema, e os valores adotados estão causando descasamentos entre os preços dos submercados mesmo sem o atingimento de nenhum limite de intercâmbio.

Isso posto, defendemos:

1. A implementação do NEWAVE Híbrido para o ciclo 2023/2024, com as seguintes configurações:
 - 1.1. Rodada com execução completa nas revisões quadrimestrais (janeiro, maio e setembro), sem reaproveitamento de cortes externos, sendo que, caso o tempo computacional da execução completa nas revisões quadrimestrais seja inviável para os processos de formação de preço, o NEWAVE híbrido não deve ser implementado nesse ciclo;
 - 1.2. Demais meses: execução reaproveitando os cortes externos gerados na revisão quadrimestral anterior;
2. A atualização das micro penalidades compatibilizadas entre os modelos NEWAVE, DECOMP e DESSEM em valores que não causem impactos fictícios de descasamento entre os preços dos submercados, pelo menos até a segunda casa decimal do CMO;
3. No próximo ciclo de trabalho:

- 3.1. Estudo e implementação de soluções para a unificação dos modelos utilizados na cadeia de planejamento, operação e precificação;
- 3.2. Melhoria do tempo computacional de execução do NEWAVE Híbrido; e
- 3.3. Avaliação e implementação da representação interna aos modelos do VMinOp variável ao longo do horizonte.

De forma a respaldar as nossas conclusões em relação à proposta apresentada pela CPAMP, detalhamos a nossa análise nos tópicos a seguir.

2 NEWAVE Híbrido

2.1 Valor das penalidades

No ciclo anterior, em diversas configurações de ENA e EAR, eram observados comportamentos atípicos no modelo DECOMP, como, por exemplo, situação em que o modelo optou por verter energia frente a armazenar, resultando em EAR baixos mesmo em cenários com boas afluências. Tal comportamento era causado por conflitos nos valores das micro penalidades internas dos modelos NEWAVE e DECOMP. Sendo assim, a CPAMP recomendou a adoção dos valores conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Proposta de novos valores de micro-penalidades.

MICRO-PENALIDADES (\$/MWh)	Valores default	% P vert	Novos valores
VERTIMENTO EM PERÍODOS IND.	0.0055	1.0000	0.000300
INTERCÂMBIO	0.0050	0.9091	0.000273
VERTIMENTO FIO D'ÁGUA	0.0055	1.0000	0.000300
VERTIMENTO CONTROLÁVEL	0.0060	1.0909	0.000327
TURBINAMENTO EM PERÍODOS IND.	0.0061	1.1091	0.000333
CORTE DE GERAÇÃO EÓLICA	0.0063	1.1455	0.000344
EXCESSO DE ENERGIA	0.0065	1.1818	0.000355

Fonte: CPAMP

Essa compatibilização é de fundamental importância para o correto acoplamento entre os modelos, sendo que estudos similares já foram realizados entre os modelos DECOMP e DESSEM. Contudo, os valores atualmente utilizados nos modelos DESSEM e DECOMP e, conseqüentemente, os propostos para o NEWAVE são muito elevados e estão impactando o valor do CMO, de tal forma que mesmo que todos os submercados estejam acoplados, ou seja, com folga nos limites de intercâmbio, o CMO entre eles encontra-se desacoplado.

Esse resultado não é desejado e tão pouco é fisicamente justificável, independentemente da ordem de grandeza.

Na Figura 1, são apresentados os histogramas de descasamento entre os submercados SE-S, SE-NE e SE-N dos decks da CCEE desde setembro/2023 para todas as horas em que o CMO do submercado Sudeste encontra-se acima de 0,00 R\$/MWh.

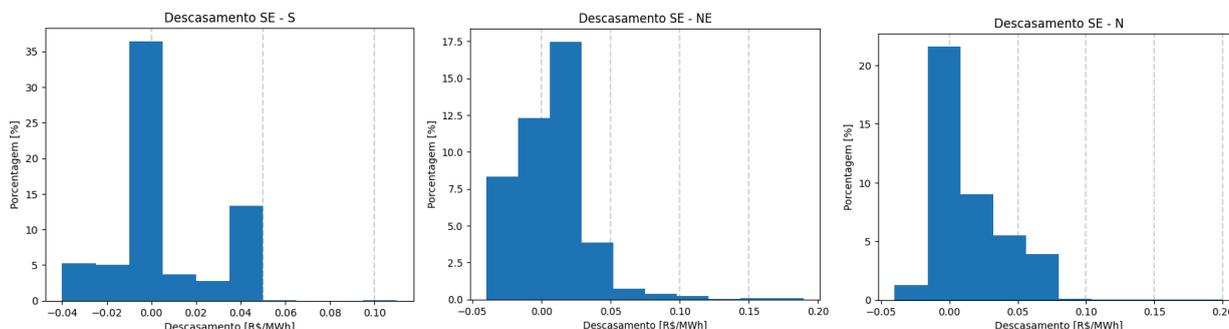


Figura 1 - Histograma dos descasamentos entre os submercados SE-S, SE-NE e SE-N.

Dessa forma, solicitamos a imediata atualização de todas as penalidades atualmente utilizadas, a fim de compatibilizar os valores entre os modelos e de mitigar o impacto que tais valores causam nos resultados de preço, evitando assim descasamentos fictícios entre os submercados até a segunda casa decimal do CMO.

2.2 Reaproveitamento de cortes externos

Buscando uma melhora na eficiência computacional do NEWAVE Híbrido, foi avaliado e recomendado no Ciclo de Trabalho 2022/2023 o uso da funcionalidade de cortes externos em substituição ao período pós-estudo, uma vez que a FCF externa fornece uma condição de contorno ao final do horizonte de planejamento e reduz o número de subproblemas, tornando as iterações mais rápidas. A recomendação passada, indicava a atualização dos cortes externos com frequência não inferior às revisões quadrimestrais.

Neste ciclo de 2023/2024, a recomendação do uso dos cortes externos com atualização ao menos nas revisões quadrimestrais se mantém, conforme exposto no Relatório Técnico da Equipe de Trabalhos Técnicos da CPAMP – nº 01-2024, porém o processo de uso e das suas atualizações ainda não está claro.

Nos estudos encadeados prospectivos, divulgados no relatório técnico da CPAMP, foi adotado um processo que exige rodada dupla de NEWAVE. Os cortes externos foram gerados na rodada completa do NEWAVE de janeiro/2024, sendo que esse foi executado novamente com o reaproveitamento desses cortes, também utilizados nos decks seguintes do estudo encadeado. Além disso, na reunião da CPAMP realizada no dia 02/05/2024, foi informado que as instituições estão avaliando a possibilidade dos cortes externos serem atualizados mensalmente em uma rodada posterior ao PMO, de forma a serem utilizados oficialmente pelo ONS e CCEE no mês seguinte, ou seja, a cada mês seriam rodados dois NEWAVES, um utilizando os cortes externos do mês anterior nas rodadas oficiais e o outro NEWAVE sendo executado de forma completa para gerar os cortes externos que serão reaproveitados no mês seguinte.

Supondo que o processo a ser utilizado para o reaproveitamento de cortes seja de atualizações a cada revisão quadrimestral ou mensal, não fica claro como seria o tratamento nessas revisões e, principalmente, em janeiro, uma vez que o modelo estaria reaproveitando o período pós de um deck com outro período de execução, ou com informações que possam apresentar grandes divergências.

Além disso, fica o alerta de que, em um processo que exige a rodada duplicada para reproduzir o processo oficial, há um aumento excessivo do custo e do tempo computacional de execução dos modelos para os agentes, tendo efeito prático contrário ao objetivo de implementar essa solução, uma vez que essa reprodutibilidade do processo é essencial para os estudos prospectivos que o mercado realiza, não sendo o mais correto reaproveitar os cortes de meses anteriores que não serão utilizados oficialmente para uma data de referência específica.

Dito isso, com o objetivo de otimizar o custo, o tempo de execução dos modelos, de garantir a reprodutibilidade do processo por parte dos agentes, além de garantir que o reaproveitamento seja feito de maneira correta em decks de diferentes períodos, sugerimos que a atualização dos cortes externos seja realizada a cada revisão quadrimestral, sendo a geração dos resultados de operação e preço destes meses específicos feita a partir da rodada completa do NEWAVE e o reaproveitamento dos cortes utilizado apenas no restante dos meses. Dessa forma, é possível evitar rodadas duplicadas e garantir o reaproveitamento dos cortes em NEWAVES que possuem o mesmo período de estudo.

Vale ressaltar que, se a CPAMP entender que o ideal seria a atualização dos cortes externos mensalmente, seguindo o processo de rodadas duplicadas de NEWAVE, defendemos que essa

solução não seja implementada e que a rodada completa no NEWAVE seja utilizada nos processos oficiais, uma vez que a necessidade de execução de dois decks gera maior custo e tempo computacional no processo, indo na contramão do objetivo da solução.

Por fim, na nossa visão, se a utilização da rodada completa ao menos nas revisões quadrimestrais for um impeditivo para as instituições seguirem o rito de divulgação dos resultados nos prazos definidos, entendemos que isso também é um impeditivo para a implementação do NEWAVE Híbrido até que outra solução para reduzir o tempo computacional seja obtida.

2.3 Custo e tempo computacional

No Relatório Técnico nº 01/2023 da CPAMP, publicado no ciclo de trabalho 2022/2023, foi apresentado que a utilização da funcionalidade de cortes externos, no teste realizado pela comissão técnica no deck referente a julho de 2021, reduziu o tempo computacional de execução do NEWAVE Híbrido de sete horas para aproximadamente duas horas. Um ponto importante é que nenhum estudo do ciclo 2023/2024 apresentou essa comparação de tempo de execução em outros decks, portanto, não temos a informação se nas rodadas da CPAMP esse comportamento é estável e se o ganho computacional se mantém em todos os casos estudados.

Nos testes apresentados pelos agentes, a implementação da funcionalidade dos cortes externos realmente reduz o tempo computacional, mas não nos níveis indicados pela CPAMP. Ainda visualizamos rodadas de NEWAVE que demoram mais de três horas, com custo de cinco a sete vezes maior do que o obtido no modelo atual.

Sendo assim, a implementação dos cortes externos melhora o tempo de execução da rodada, mas ainda não é a ideal, pois eleva muito o custo da rodada, com tempos de execução maiores do que três horas. Além disso, na nossa visão, a sua implementação ainda está condicionada à forma que o processo se dará, conforme já exposto no tópico 2.2.

Ressaltamos, todavia, que a busca por melhorias no tempo de execução e, conseqüentemente, no custo das rodadas é muito importante e imprescindível no próximo ciclo. Com a otimização do tempo computacional, torna-se possível a consideração no NEWAVE Híbrido de um período de individualização maior do que os doze meses definidos atualmente. Isso porque, ao estudarmos internamente o comportamento do modelo, notamos grandes diferenças nos resultados do NEWAVE em todo o horizonte do estudo quando comparamos a otimização agregada com a individualizada para diferentes períodos de individualização, 12, 24 ou os 60 meses.

2.4 Parâmetros do CVaR

Os parâmetros do CVaR atualmente utilizados são $\alpha=25\%$ e $\lambda=35\%$, ou seja, para a construção dos cortes de Benders o NEWAVE irá utilizar uma ponderação com peso de 65% para o valor esperado da distribuição original das séries backwards e 35% para o valor esperado das 25% piores séries da distribuição. Vale ressaltar que na etapa backward são simulados vinte cenários, portanto, a parcela do CVaR contempla cinco cenários.

Para este ciclo a CPAMP decidiu avaliar a família $\alpha=15\%$, contemplando os seguintes pares:

- $\alpha=15\%$ e $\lambda=35\%$
- $\alpha=15\%$ e $\lambda=40\%$
- $\alpha=15\%$ e $\lambda=45\%$
- $\alpha=15\%$ e $\lambda=50\%$

Conforme os resultados apresentados, tanto no que tange ao backtest quanto os estudos prospectivos, o par $\alpha=15\%$ e $\lambda=40\%$ realmente é a combinação que, em média, mais se

aproxima ao modelo vigente. Além disso, foi o par de parâmetros que possibilitou uma recuperação dos reservatórios sem elevação tão significativa da geração térmica e dos seus custos. Contudo, consideramos que a escolha de parâmetros “apertados” do CVaR indica que a CPAMP não confia na sinalização de custo que as séries backwards estão gerando.

Se é necessário dar um peso de 40% para os 15% piores cenários, no caso três séries, para que os resultados sejam considerados ótimos e seguros, então algo está errado na geração de cenários e/ou na precificação do valor da água dos reservatórios. Ficar restrito a um peso tão elevado em poucas séries aumenta a volatilidade indesejada do modelo, decorrentes exclusivamente da variabilidade amostral das séries e não necessariamente de um ponto de operação mais barato ou caro.

Dessa forma, recomendamos continuar estudando melhores formas para geração de cenários capazes de identificar períodos secos/úmidos mais extremos, como os verificados no passado recente, visto que a frequência destes padrões estão ocorrendo cada vez mais. Além disso, é fundamental avaliar outras formas de precificar melhor o valor da água, dentre as opções viáveis destacamos a utilização do VMinOp sazonal e a possibilidade de representação de diversas curvas com penalidades variáveis, como exemplo as curvas referenciais de armazenamento.

2.5 Avaliação considerando o DESSEM

É de suma importância a avaliação dos impactos das propostas de alteração de metodologia e parâmetros em toda a cadeia de modelos de operação e formação de preço, inclusive no DESSEM, a fim de dar segurança e robustez de que essas modificações trarão impacto coerente e desejável no modelo que efetivamente definirá a operação e o PLD.

Originalmente, a comissão técnica avaliou os impactos no DESSEM em somente três dias, sendo um dia de cada mês (janeiro, fevereiro e março). Esses estudos foram mostrados somente no anexo do documento, sem nenhuma explicação ou justificativa dos impactos avaliados, mesmo quando o resultado apresentou uma variação horária de 706 R\$/MWh. Porém, devido a pluralidade de configurações e condições de contornos do modelo, acreditamos ser imprescindível a realização de uma gama mais elevada de execuções, a fim de realmente identificar o comportamento do modelo em sua plenitude, sendo, portanto solicitados à CPAMP estudos mais aprofundados com este modelo.

Considerando a opinião e solicitação dos agentes, a CPAMP, de forma posterior à abertura da Consulta Pública, continuou estudando esse ponto e realizou um novo workshop a fim de discutir tanto as análises internas, quanto a visão e estudos dos agentes. Por isso, deixamos aqui registrado o nosso agradecimento pela atitude, que comprova o ambiente colaborativo em que estamos inseridos.

Ao todo, neste ciclo, foram executados pela comissão técnica nove dias distintos no modelo Dessem, uma quantidade insuficiente de cenários para tirarmos qualquer conclusão sólida, visto que podemos ter escolhidos configurações em que alguma inconsistência não apareça ou que nos induzam a generalizar uma conclusão que, na verdade, é pontual. Dessa forma, recomendamos que sempre sejam realizadas execuções de estudos retrospectivos não encadeados de toda a cadeia de modelos, de forma que sejam mantidas as condições iniciais originais dos decks, para ao menos doze meses consecutivos anteriores à publicação da nota técnica da Consulta Pública.

A fim de cooperar com os estudos, realizamos a execução de estudos retrospectivos não encadeados de dois meses operativos, compreendendo tanto execução com o CVaR atual (25/35) quanto com o CVaR proposto (15/40), totalizando sessenta e três dias distintos, sendo eles:

- Novembro/2023: Representando um mês de hidrologia desfavorável em que o DESSEM despachou térmicas adicionais para o fechamento da demanda máxima;

- Março/2024: Representando um mês de hidrologia mais favorável, com momentos de baixa geração eólica;

Na Figura 2, são mostrados o CMO e o despacho térmico para todos os dias operativos do mês de novembro/2023, e nas Figuras 3 e 4 damos um “zoom” nos dias em que ocorreram alterações significativas do CMO ao longo do dia.

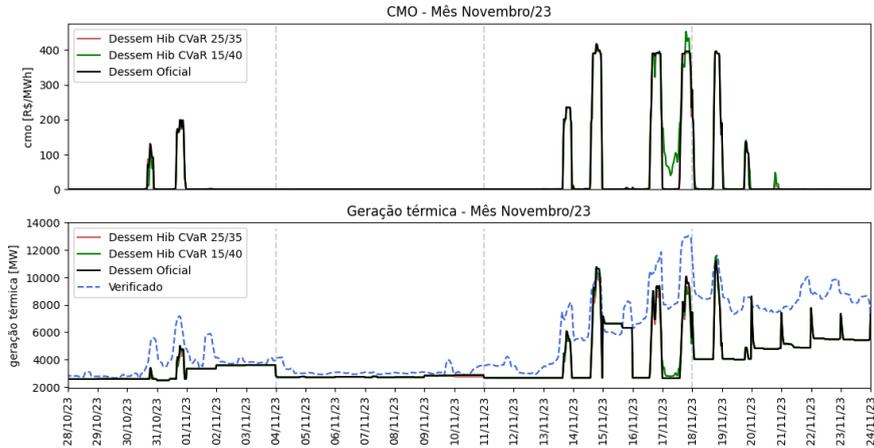


Figura 2 - CMO e Geração térmica para o mês de 11/23

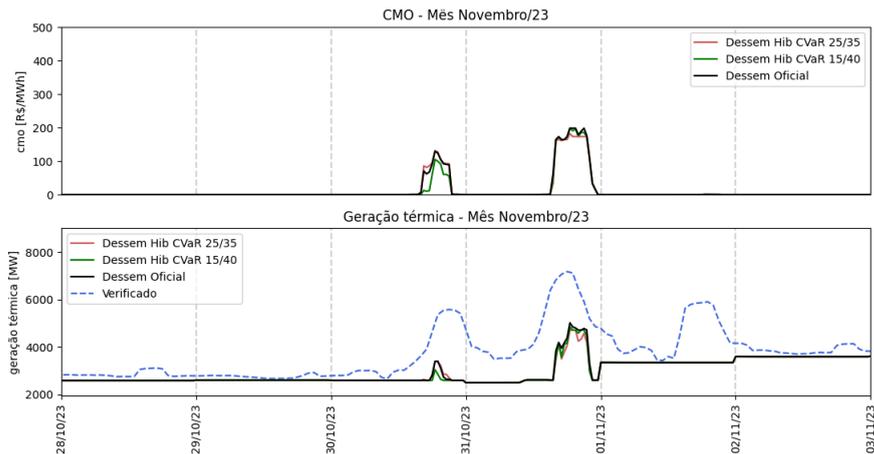


Figura 3 - CMO e Geração térmica para o período 28/10/23 a 02/11/23

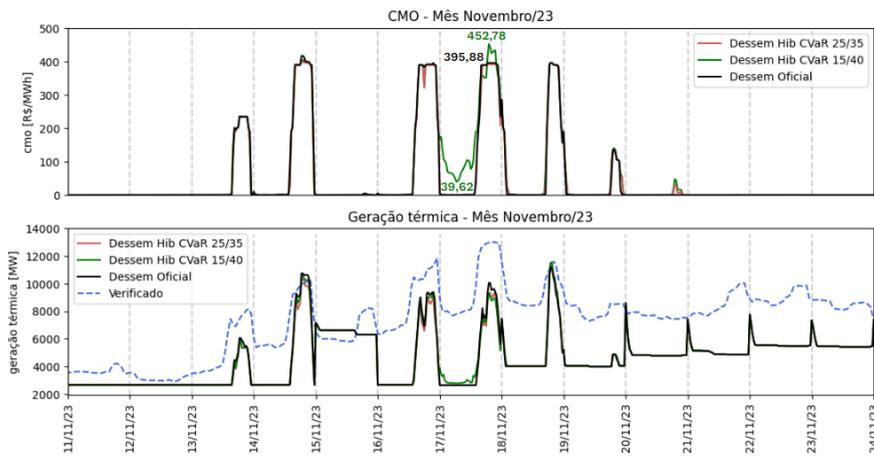


Figura 4 - CMO e Geração térmica para o período 11/11/23 a 23/11/23

Para o mês de novembro, não houve alteração de sinalização nem do despacho térmico energético, nem do despacho térmico flexível (necessário para o atendimento exclusivo da demanda máxima).

Na Figura 5, são mostrados o CMO e o despacho térmico para todos os dias operativos do mês de março/2024, e nas Figuras 6 e 7 damos um “zoom” nos dias em que ocorreram alterações significativas do CMO ao longo do dia.

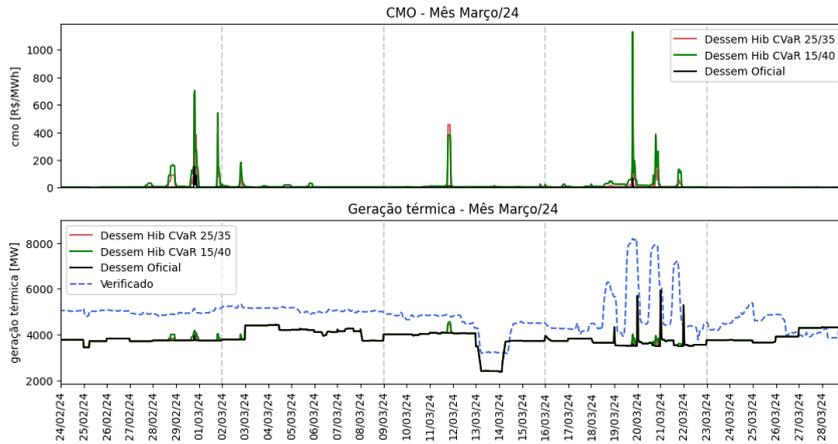


Figura 5 - CMO e Geração térmica para o mês de 03/24

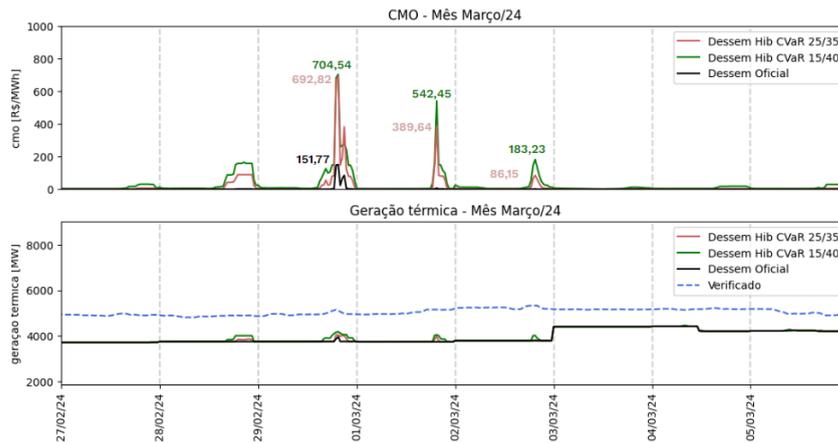


Figura 6 - CMO e Geração térmica para o período 27/02/24 a 05/03/24

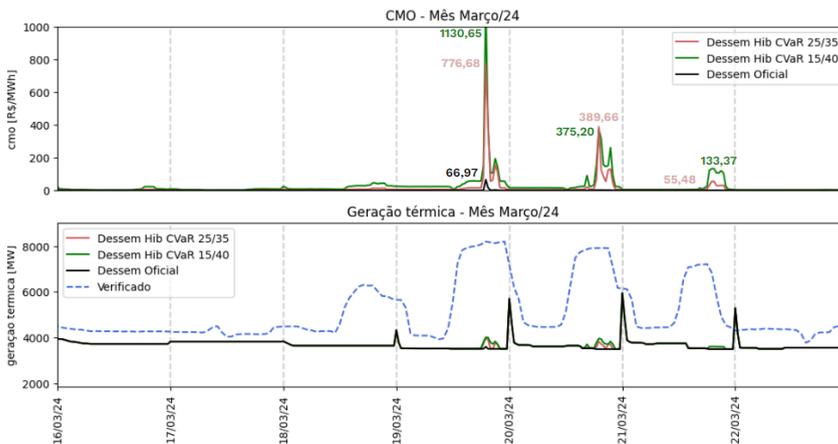


Figura 7 - CMO e Geração térmica para o período 16/03/24 a 22/03/24

Diferentemente de novembro, o mês de março apresentou diferenças significativas em duas semanas operativas. Em ambas semanas verifica-se que, nos momentos de alta demanda líquida e com a proximidade da flexibilidade hidráulica, o CMO apresentou um aumento muito expressivo, porém sem ocorrer uma elevação efetiva do despacho térmico. Dessa forma conclui-se que a sinalização do valor da água passada pela FCF do NEWAVE Híbrido é muito mais cara que o modelo atual. Essa variação tão abrupta pode ser prejudicial ao sistema e uma parcela dela é causada por uma penalização excessiva no CVaR.

3 Conclusão

É de extrema importância e imprescindível a constante reavaliação das metodologias utilizadas em toda cadeia dos modelos de formação de preço, buscando sempre a aderência dos resultados matemáticos com a realidade operativa do sistema. Além disso, com o aumento da complexidade do problema, é indiscutível a necessidade de buscar soluções no âmbito computacional, a fim de otimizar tempo de execução e custo.

Nesse contexto, o NEWAVE Híbrido vai ao encontro da evolução esperada, tendo a representação mais detalhada do nosso sistema operativo. Desde o ano passado avaliamos o comportamento desse modelo e, na versão atual, constatamos resultados coerentes e estáveis, não existindo justificativa para sua não implementação neste ciclo, porém existem ressalvas importantes que devem ser consideradas e necessitam de evolução, que são:

- Os altos custos e tempos computacionais frente ao modelo atual, sem que haja um ganho expressivo no resultado do modelo;
- O impacto da FCF no modelo Dessem, ainda pouco avaliado, mas que nos primeiros resultados indica uma leve aproximação da realidade, porém com uma reação de preços e da valoração da água que pode estar descalibrada;
- A implementação de um modelo que necessita de uma grande aversão a risco, considerando o CVaR com os parâmetros 15,40, o que demonstra que a geração de cenários hidrológicos também deveria ser objeto de aprimoramento;
- O processo e rito para a geração dos resultados de operação e preço com o NEWAVE Híbrido, uma vez que a utilização de cortes externos precisa estar bem definida e ainda assim, a depender da solução escolhida, o tempo de execução do novo modelo pode ser um impeditivo para o seu uso.

De todo modo, defendemos a implementação do NEWAVE Híbrido considerando os parâmetros do CVaR em $\alpha=15\%$ e $\lambda=40\%$, porém condicionados ao uso da rodada completa do NEWAVE nas execuções oficiais das revisões quadrimestrais de carga e o uso dos cortes externos apenas nos demais meses.

4 Recomendações para o ciclo seguinte

De forma adicional gostaríamos de deixar exposto algumas recomendações de aprimoramentos nos modelos para o ciclo futuro, visando sempre a melhor representação da realidade operativa, dos critérios de segurança e a melhoria na qualidade da construção da FCF:

- Desenvolver novas técnicas para a redução do tempo computacional, permitindo a utilização do NEWAVE Híbrido por parte da EPE e a consideração de um período de individualização maior no modelo;
- Incorporação do VMinOp sazonal;
- Representação de múltiplos VMinOp com penalidades variáveis, possibilitando a representação das curvas de referência vermelha, amarela e verde;
- Avaliar a incorporação de um 4º patamar de carga, representando a ponta do sistema, ou reavaliar os patamares considerando a demanda líquida;

- Avaliação das melhorias propostas no DESSEM por meio de execuções retrospectivas não encadeadas, de um período mínimo de doze meses anteriores à disponibilização da Nota Técnica da Consulta Pública.
- Avaliação do processo de convergência do DESSEM, a fim de reduzir a necessidade de acionamento das contingências, uma vez que esse procedimento causa grande variação nos resultados, o que traz insegurança e imprevisibilidade ao mercado. Por conta disso, medidas devem ser tomadas para que esses casos sejam evitados.