

Grupo Delta Energia

Consulta Pública MME nº 162/2024

**Aprimoramentos propostos pela CPAMP
(ciclo 2023-2024)**

24 de junho de 2024

Consulta Pública MME nº 162/2024

**Aprimoramentos propostos pela CPAMP
(ciclo 2023-2024)**

Sumário

Sumário Executivo	1
1. Introdução	3
2. Motivação da Contribuição	4
3. Estudos Realizados pela Delta Energia na Hibridização da Cadeia de Modelos	6
3.1 <i>Análise do Comportamento das Simulações de DECOMP</i>	6
3.2 <i>Análise do Comportamento das Simulações de DESSEM</i>	7
3.3 <i>Pontos de Atenção e Percepções Sobre a Hibridização da Cadeia de Modelos Computacionais</i>	10
4. A Influência dos Desvios da Previsão no Preço Horário	12
4.1 <i>Desvios da Previsão de Carga Horária</i>	12
4.2 <i>Pontos de Atenção Sobre os Desvios de Previsão no Preço Horário</i>	14

Sumário Executivo

Esta seção apresenta um resumo das conclusões e recomendações do Grupo Delta Energia relativo aos estudos desenvolvidos para a utilização da metodologia de representação do Newave híbrido e reavaliação dos parâmetros de aversão ao risco no presente ciclo.

Inicialmente apresentamos as motivações que levaram a criação desta contribuição para a Consulta Pública MME nº 162/2024.

Em seguida, foram feitas análises comparativas utilizando o modelo vigente e os aprimoramentos do Newave propostos pela CPAMP. O objetivo das análises apresentadas nesta contribuição foi avaliar o impacto no Custo Marginal da Operação e a Volatilidade na cadeia de modelos.

Através das análises e simulações feitas pelo Grupo Delta, pôde-se perceber a grande influência da individualização do Newave nos resultados de Custo Marginal da Operação horário do modelo Dessem. Os estudos mostraram também que esta influência é potencializada quando parâmetros de CVaR mais avessos são escolhidos na simulação.

No fim desta contribuição, mostramos que na hibridização da cadeia de modelos, o Custo Marginal da Operação tende a ficar mais volátil e depender mais do balanço de oferta e demanda do que o modelo vigente. Isto tem como consequência o aumento da sensibilidade do CMO em relação a previsão de carga. Portanto, desvios na previsão de carga podem causar grandes impactos na formação de preços.

O posicionamento do Grupo Delta Energia sobre a Consulta Pública nº 162/2024 é de que existiram muitos aprimoramentos complexos para serem desenvolvidos de forma conjunta. A complexidade do tema, aliada ao curto período para a realização das simulações e elaboração dos relatórios deixou a impressão de que este ciclo foi conduzido às pressas, comprometendo a qualidade das análises e documentos elaborados na abertura desta Consulta Pública.

O processo de formação de preço de energia elétrica é de elevada complexidade e aprimoramentos precisam ser feitos com planejamento e cautela. Ressaltamos que as implementações somente devem ocorrer com propostas já em estágio de maturidade.

Os resultados do Relatório Técnico nº 01/2024 trazem muitos questionamentos quanto a política operativa em muitos casos simulados pela CPAMP e os estudos foram pouco aprofundados para explicar os comportamentos percebidos na simulação da cadeia híbrida de Newave, Decomp e Dessem. Desta forma, entendemos que o aprimoramento do Newave híbrido ainda não atingiu a maturidade desejada. Portanto, sugerimos que esta implementação não seja feita neste ciclo.

Por fim, a CPAMP expõe no Relatório Técnico nº 01/2024 o estudo de avaliação da parametrização do CVaR contendo as alterações propostas nos outros relatórios. A avaliação dos parâmetros de aversão ao risco carece de uma metodologia mais robusta e sem vínculos à CRef de 12 ou 24 meses.

Conclusões

A implementação do Newave Híbrido neste ciclo é precoce e nociva. Portanto sugerimos o aprofundamento dos estudos para a implementação da metodologia já em estágio de maturidade.

O viés de redução do CMO do Newave e Decomp percebido na individualização do Newave, pela CPAMP, não é percebido nas simulações *shadow* de Decomp e Dessem.

Apesar da percepção da CPAMP de redução da volatilidade de CMO no Decomp, o Newave Híbrido resulta em aumento de volatilidade no Dessem;
Tal volatilidade nunca foi desejada e não foi objeto de estudo, portanto não deve ser visto como benéfico dentro do processo de aprimoramento dos modelos.

Não há ganho de despacho térmico dentro das elevações abruptas de CMO no Dessem. A excursão do valor da água é puramente a percepção de quanto a água vale e não agrega segurança sistêmica.

A Hibridização do Newave traz uma componente de imprevisibilidade para a previsão diária de preços. Isso faz com que processos que apresentam desvios significativos, como a previsão diária de Carga, influenciem drasticamente na dinâmica diária do CMO.

A implementação de aprimoramentos dessa importância sem um período *shadow* é perigosa para todo o setor elétrico.

1. Introdução

A presente Consulta Pública propõe modificações nos modelos computacionais utilizados no processo de despacho energético e formação do preço de energia elétrica, com a finalidade aprimorar os resultados e aumentar a aderência face as condições operativas do sistema elétrico.

O aprimoramento na cadeia de modelos computacionais que são utilizados pelo ONS, CCEE e EPE é constante, e sempre visa buscar respostas para apoiar a decisão. A aversão ao Risco bem como a minimização do custo total de operação sempre foram o binômio ancorado do setor.

É de grande importância que as propostas da CPAMP tenham um cunho estrutural e que situações conjunturais não sirvam de combustível para influenciar ou mesmo direcionar a tomada de decisão olhando apenas um prisma do problema.

O Grupo Delta Energia sempre se mostrou a favor da evolução dos modelos de formação de preço e otimização energética, recorrentemente colocando-se na posição de contribuir nas discussões e análises relacionadas aos aprimoramentos dos modelos.

Neste contexto, o presente documento tem o objetivo de explorar as sugestões feitas pela CPAMP na CP 162/2024 e expor as contribuições e considerações do Grupo Delta Energia.

2. Motivação da Contribuição

Inicialmente, no Relatório Técnico da Equipe de Trabalhos Técnicos da CPAMP – nº 01/2024, a comissão ressalta que desde o Ciclo de Trabalho 2022/2023, foi percebido que os resultados de NEWAVE híbrido se aproximaram do modelo DECOMP, ao representar as usinas de forma individualizada, resultando em uma política operativa mais coerente entre esses dois modelos da cadeia.

Analisando o relatório, fica evidente como a comissão não se preocupou em avaliar detalhadamente os impactos da individualização do Newave em toda a cadeia de modelos. Essa afirmação é justificada ao analisarmos a quantidade de casos de DESSEM executados no relatório em questão, uma quantidade de amostras que julgamos insuficiente para auxiliar na decisão deste Ciclo de aprimoramentos da CPAMP.

Ainda, nas execuções de acompanhamento da CPAMP, dos somente três casos de DESSEM executados, um deles apresentou um comportamento totalmente incomum e mesmo assim foi tratado pela comissão com extrema naturalidade, não sendo feito nenhum comentário sobre a sua resposta. Trata-se do caso do dia 29 de fevereiro de 2024, referente a execução de acompanhamento de março de 2024. A Figura 3, obtida no relatório da CPAMP, apresenta a resposta do modelo DESSEM para o custo marginal de operação do sistema no dia em questão.

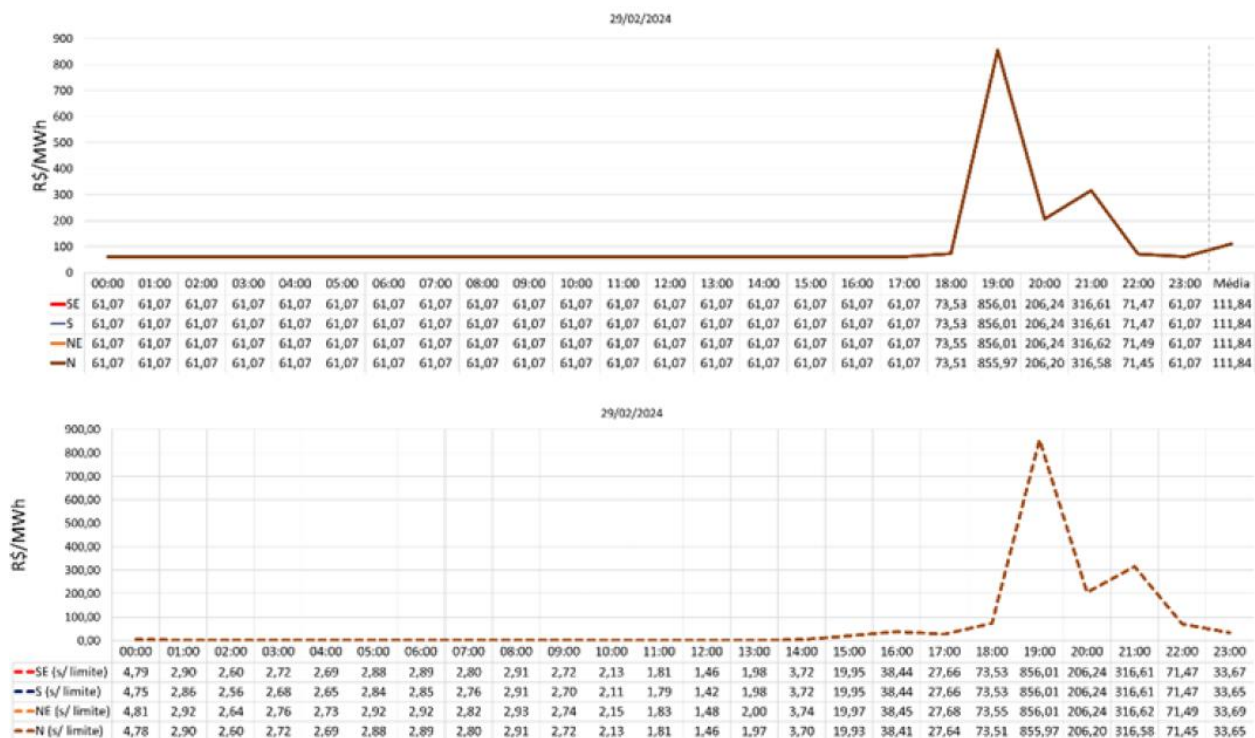


Figura 1 - PLD com e sem piso e teto para a execução de acompanhamento do DESSEM do dia 29 de fevereiro de 2024 (Relatório Técnico nº 01/2024 da CPAMP)

Em determinada hora do dia em análise, em resposta ao que a comissão caracterizou como um pico de demanda, o DESSEM (considerando uma FCF obtida com CVaR 25,35) elevou o CMO do sistema de R\$ 27,66 para R\$ 73,53. Na hora seguinte, o CMO saltou para R\$ 856,01. A CPAMP não apresentou nenhum esclarecimento sobre esse caso.

A resposta desse caso específico foi a principal motivação para que a Delta Energia buscasse aprofundar as análises referentes ao modelo DESSEM. As simulações realizadas por nós envolvendo o DESSEM, assim como os resultados obtidos e as conclusões, são apresentadas no próximo capítulo desta contribuição.

3. Estudos Realizados pela Delta Energia na Hibridização da Cadeia de Modelos

A fim de complementar o estudo de acompanhamento que a CPAMP realizou, a Delta realizou um estudo de sensibilidade *shadow* para o ano de 2024, de forma a aprofundar os impactos dos aprimoramentos propostos pela CPAMP.

O estudo teve o objetivo de simular o CMO das revisões semanais de 30/12/2023 até 21/06/2024 considerando o aprimoramento do Newave Híbrido e adicionalmente fazendo a sensibilidade de alterações nos parâmetros do mecanismo de aversão ao risco CVaR. As simulações realizadas são listadas a seguir:

- 18 simulações de Newave
 - 6 meses com a configuração de REEs
 - 6 meses com a configuração híbrida e CVaR $\alpha = 25\%$ e $\lambda = 35\%$
 - 6 meses com a configuração híbrida e CVaR $\alpha = 15\%$ e $\lambda = 40\%$
- 72 simulações de Decomp:
 - 24 semanas operativas com a configuração do Newave em REEs
 - 24 semanas operativas com a configuração híbrida e CVaR $\alpha = 25\%$ e $\lambda = 35\%$
 - 24 semanas operativas com a configuração híbrida e CVaR $\alpha = 15\%$ e $\lambda = 40\%$
- 480 simulações de Dessem:
 - 160 dias com a configuração do Newave em REEs
 - 160 dias com a configuração híbrida e CVaR $\alpha = 25\%$ e $\lambda = 35\%$
 - 160 dias com a configuração híbrida e CVaR $\alpha = 15\%$ e $\lambda = 40\%$

No item 3.1 são apresentados os principais resultados e conclusões das simulações de Decomp, enquanto no item 3.2 são apresentados os principais resultados e conclusões das simulações de Dessem.

3.1 Análise do Comportamento das Simulações de DECOMP

Como relatado pela CPAMP no Relatório Técnico 01/2024, a representação individualizada do parque gerador hidrelétrico no modelo Newave tem o potencial de fornecer uma Função de Custo Futuro (FCF) ao Decomp mais próxima às suas dinâmicas de operação de curto prazo.

Desta forma, a comissão buscou executar estudos encadeados de Newave e Decomp retrospectivos (*backtest*), prospectivos e de acompanhamento. Nestas simulações a CPAMP notou um aumento da geração hidráulica e conseqüentemente redução do CMO das simulações de Newave e Decomp híbridos.

Este comportamento foi justificado pelo ganho de representação das usinas que necessitam de atendimento de restrições de defluência mínima. De forma geral, a CPAMP concluiu que a individualização do modelo Newave trazia como consequência a redução dos CMOs e propôs

um ajuste nos parâmetros do CVaR, de forma a neutralizar os efeitos percebidos de redução do CMO nas simulações.

Porém, como apresentado na Figura 2, tal afirmação feita pela CPAMP não foi observada nos estudos feitos pela Delta. Apesar de se tratar de um período de condições hidrológicas favoráveis (níveis altos de armazenamento), pode ser observado que a partir do mês de maio as simulações de Newave e Decomp híbridos apresentam CMOs superiores ao modelo vigente REE.

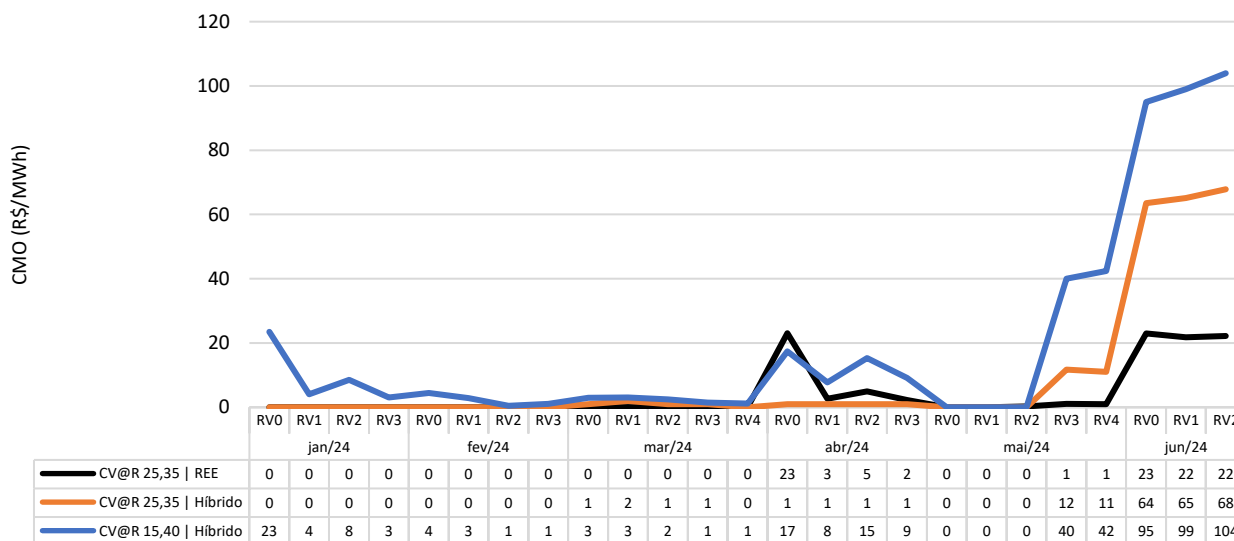


Figura 2 - Resultados das Simulações do encadeado NEWAVE Híbrido e DECOMP com as duas famílias de CVaR em comparação ao resultado dos modelos com as configurações atuais.

Pode-se notar que os CMOs das semanas operativas de junho foram praticamente triplicados quando simulados com o Newave Híbrido e quadruplicados quando o CVaR proposto pela CPAMP também foi aplicado na simulação.

Entendemos que a principal causa que fez com que a CPAMP concluísse que a individualização do Newave faria o CMO reduzir é o encadeamento de uma política operativa definida pelo próprio Decomp ao invés da utilizada pelo ONS.

É de pleno conhecimento que o operador faz a gestão dos armazenamentos diferente do que os modelos computacionais determinam e o encadeamento destas políticas frequentemente leva a resultados distintos.

Desta forma, entendemos que a implementação do Newave Híbrido não apresenta o comportamento percebido pela CPAMP e não deveria ser implementado juntamente com uma reparametrização dos parâmetros do CVaR.

3.2 Análise do Comportamento das Simulações de DESSEM

Conforme apontado na Seção 2, a análise do comportamento do modelo Dessem considerando a hibridização da cadeia de modelos foi motivada pelo comportamento inesperado observado pela CPAMP e exposto na CP nº 162/2024.

Foram realizadas as simulações do modelo DESSEM desde o dia 30/12/2023 até o dia 07/06/2024, com o objetivo de avaliar principalmente a frequência de elevações abruptas do Custo Marginal da Operação e a volatilidade do sinal de preço.

A Figura 3 e Figura 4 apresentam, de forma gráfica, os resultados de CMO obtidos na simulação da cadeia híbrida, considerando o par de CVaR atual, $\alpha=25\%$ e $\lambda=35\%$, e o proposto pela CPAMP na CP nº 162/2024, $\alpha=15\%$ e $\lambda=40\%$. A título de comparação, foram acrescentados nas figuras o CMO oficial realizado, que considera a cadeia dos modelos vigente, em Reservatórios Equivalentes de Energia (REEs).

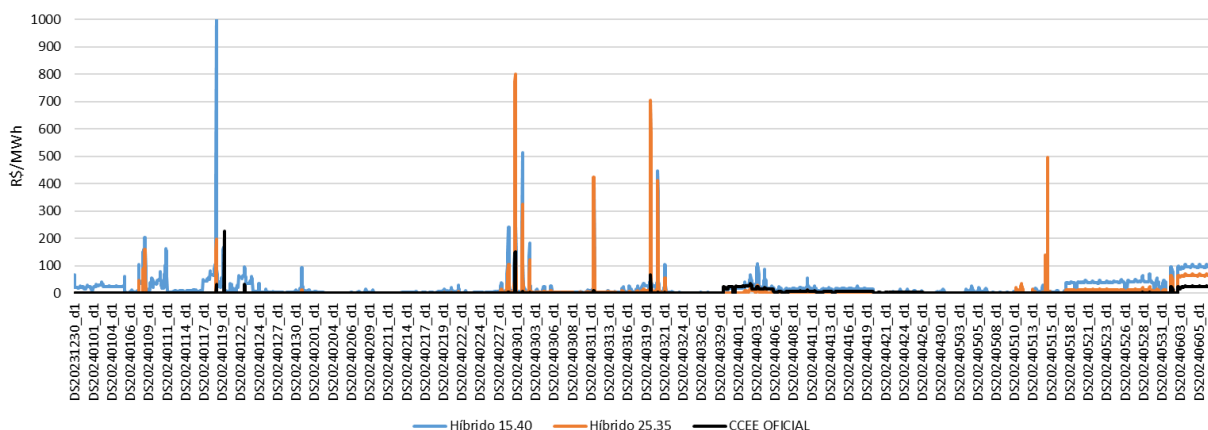


Figura 3 - Custo Marginal de Operação horário do Sudeste de 30/12/2023 a 07/06/2024 na escala 0 a 1000/MWh

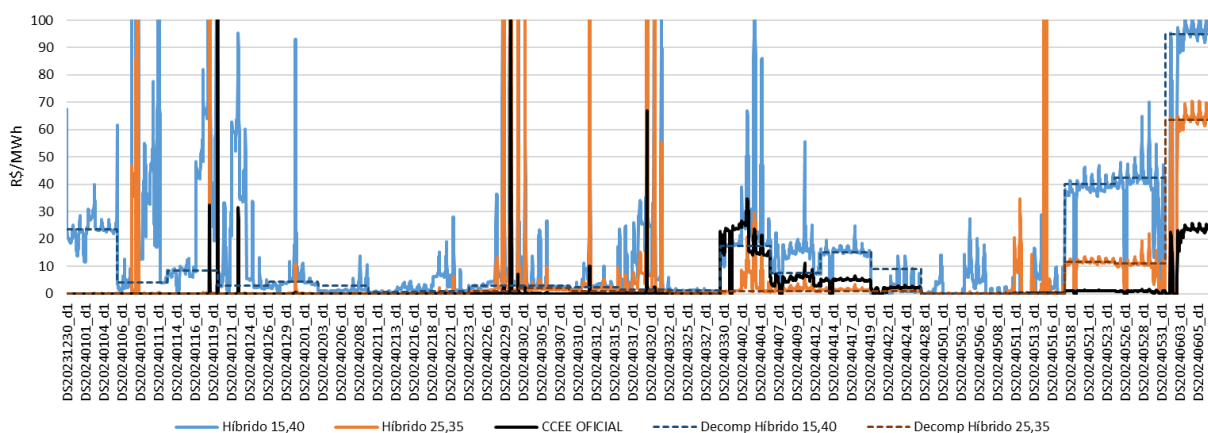


Figura 4 - Custo Marginal de Operação horário do Sudeste de 30/12/2023 a 07/06/2024 na escala 0 a 100/MWh

Através da Figura 3 pode-se observar que o comportamento percebido pela CPAMP na simulação do dia 29/02/2024 não é um caso isolado. A elevação abrupta dos CMOs é frequente neste ano e não foi objeto de estudo neste ciclo. O cenário de elevações abruptas de CMO fica ainda mais evidente quando a escala do mesmo gráfico é reduzida, deixando clara a elevada volatilidade do CMO horário na hibridização do Newwave na cadeia de modelos.

A Tabela 1 e Tabela 2 apresentam um resumo das médias e desvios padrão mensais das simulações de Decomp e Dessem apresentadas graficamente nas figuras anteriores, respectivamente. Ressalta-se que em virtude da média de CMOs representar um valor pequeno, a volatilidade medida em percentual do desvio padrão em relação à média tende a apresentar

valores altos, frequentemente acima de 500%. Portanto, entendemos que no caso em questão, a volatilidade deve ser avaliada apenas utilizando o desvio padrão das simulações.

Tabela 1 - Média mensal CMO do Sudeste de 30/12/2023 a 07/06/2024

Custo Marginal da Operação Médio R\$/MWh						
Mês	Híbrido 15,40		Híbrido 25,35		Vigente REE	
	Dessem	Decomp	Dessem	Decomp	Dessem	Decomp
Janeiro	25,4	9,0	1,8	0,0	0,3	0,0
Fevereiro	7,3	2,0	3,5	0,2	0,4	0,0
Março	11,8	3,1	6,6	1,0	1,4	1,5
Abril	13,0	10,8	2,0	0,9	6,3	6,4
Mai	18,4	18,6	5,6	5,1	0,5	0,5
Junho	77,2	95,0	51,7	63,6	18,6	23,0

Tabela 2 - Desvio Padrão mensal do CMO do Sudeste de 30/12/2023 a 07/06/2024

Desvio Padrão do Custo Marginal da Operação R\$/MWh						
Mês	Híbrido 15,40		Híbrido 25,35		Vigente REE	
	Dessem	Decomp	Dessem	Decomp	Dessem	Decomp
Janeiro	43,0	7,8	15,0	0,0	6,0	0,0
Fevereiro	30,7	1,2	34,2	0,4	6,4	0,0
Março	42,0	3,8	39,2	0,7	5,2	5,7
Abril	13,4	5,2	3,3	0,3	6,9	7,8
Mai	19,1	20,5	14,5	5,7	0,5	0,5
Junho	37,7	0,0	25,2	0,0	9,2	0,0

Através das Tabela 1 e Tabela 2 é possível extrair algumas conclusões sobre o impacto da hibridização da cadeia de modelos nas simulações de Decomp e Dessem:

1. Contrariando o que foi apontado pela CPAMP, há um aumento da volatilidade do CMO do Decomp quando o CVaR $\alpha = 15\%$ e $\lambda = 40\%$ é aplicado, percebido pelo aumento do desvio padrão do CMO;
2. A hibridização da cadeia dos modelos, independente da escolha de parâmetros de CVaR cria uma volatilidade desconhecida e não estudada no modelo Dessem;
3. Novamente contrariando o que foi apontado pela CPAMP, as simulações dos meses de maio e principalmente junho mostram que a hibridização da cadeia resulta em elevação do CMO quando a condição hidro energética é menos favorável.

Entendemos que numa hibridização da cadeia de modelos, as frequentes flexibilizações operativas do sistema podem levar a resultados de CMO muito mais elevados do que os estudados pela CPAMP. Em adição, estes resultados podem ser potencializados quando escolhido um parâmetro de CVaR α tão restritivo quanto 15%.

Novamente ressaltamos que tal volatilidade encontrada no Dessem não foi objeto de estudo e vai contra o entendimento da CPAMP de que a hibridização da cadeia teria o benefício da redução da volatilidade do CMO.

Por fim, entendemos que esse aumento da volatilidade e frequente excursão do CMO para valores elevados não traz benefícios práticos nem para a operação do sistema nem para os agentes do setor elétrico, uma vez que não foi observado ganho de geração térmica nestes cenários, como mostrado na Figura 5.

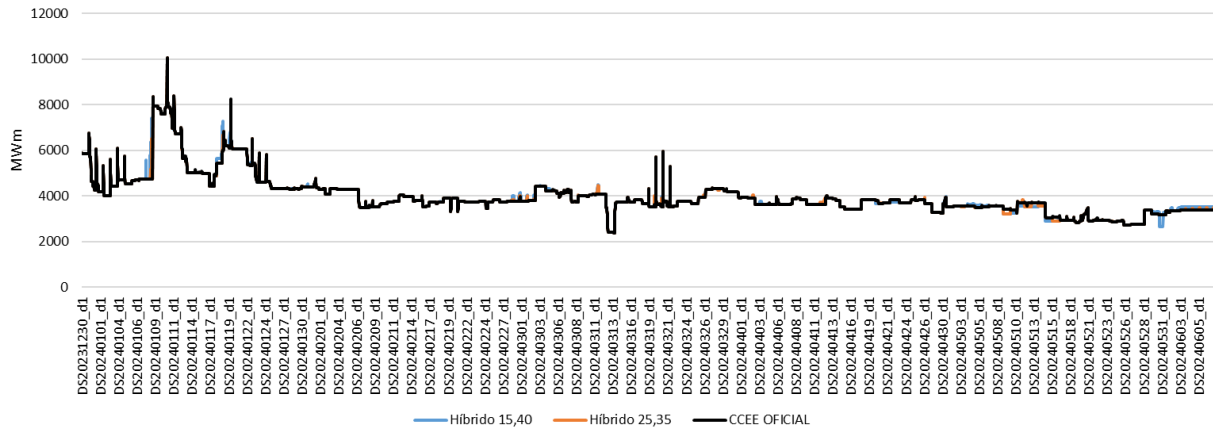


Figura 5 - Geração Térmica resultado das simulações da cadeia híbrida em comparação com o realizado pelas simulações de PLD da CCEE

3.3 Pontos de Atenção e Percepções Sobre a Hibridização da Cadeia de Modelos Computacionais

Durante este ciclo de trabalho da CPAMP o Grupo Delta simulou e analisou mais de 450 casos de Dessem, tanto em cadeia híbrida quanto em REEs, de anos e meses distintos e configurações distintas.

Percebemos claramente a influência de duas mudanças na estrutura de formação de preços: a primeira é a influência de um Newave Híbrido na determinação da política operativa e custos da água no modelo Dessem; a segunda é a influência que o parâmetro α do CVar no modelo Newave pode causar na decisão de valor da água no modelo Dessem.

Dentro das nossas análises podemos notar a alteração das decisões da política operativa do Dessem apenas pela individualização do modelo Newave. Tal mudança fez com que o Dessem percebesse um valor da água mais elevado para as usinas do Sudeste e inferior para as usinas do Nordeste. A título de exemplo, a Figura 6 apresenta a representação do PI da água, contido nos arquivos de saída do modelo Dessem do dia 29/02/2024.

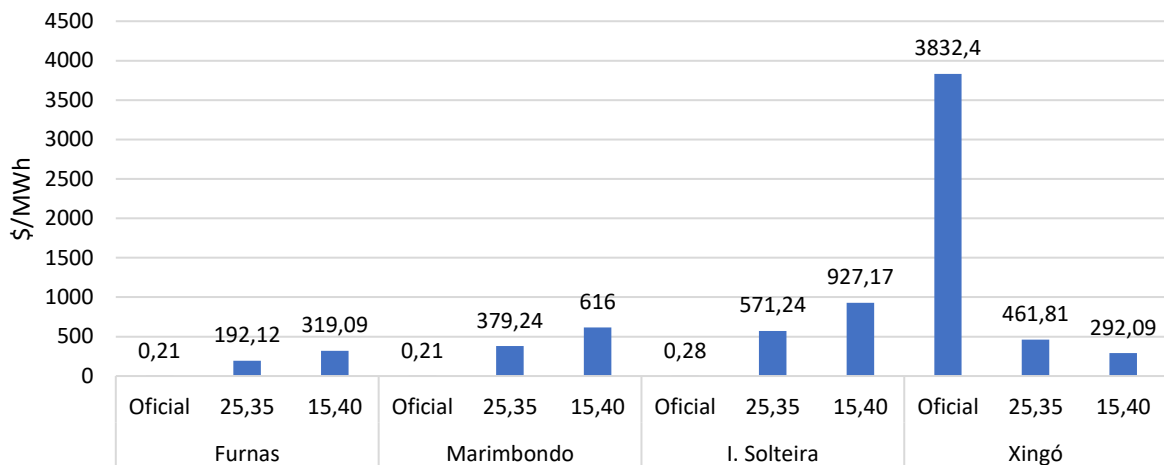


Figura 6 - Pi da Água da simulação do dia 29/02/2024

A princípio, tais mudanças na política operativa não foram estudadas ou aprofundadas pela CPAMP. Sendo o Dessem apenas o terceiro modelo da cadeia, achamos apenas a individualização do modelo Newave não deveria resultar em mudança tão drástica nas percepções de valor da água ou Pi da Água do Dessem.

Percebemos também uma grande influência do aumento da aversão ao risco do modelo Newave principalmente no drástico aumento do desvio padrão e conseqüentemente na volatilidade do preço horário, com frequentes excursões para valores acima de R\$ 1000/MWh em questão de uma hora.

Tais excursões são percebidas com maior frequência em momentos de aumento da carga líquida ou redução dos recursos para atendimento da carga, porém, os resultados de valor da água ou CMO projetados pelo Dessem apresentam uma componente imprevisível, dificilmente podendo ser mapeada ou prevista. Tal comportamento também não foi estudado ou aprofundado pela CPAMP.

A combinação das duas mudanças no Newave implica em grandes impactos nas simulações de preço horário e traz riscos para o setor elétrico como um todo, caso seja implementado sem estudos aprofundados. Desta forma, somos contra a implementação dos aprimoramentos deste ciclo propostos pela CPAMP.

4. A Influência dos Desvios da Previsão no Preço Horário

Em uma formação de preço *ex ante* como ocorre no Brasil, é natural que os agentes do setor convivam com desvios de previsão das variáveis e dados de entrada do processo de formação de preço. Destacamos a seguir alguns dados de entrada previstos e projetados que fazem parte da determinação do Custo de Operação:

- Armazenamento de partida;
- Carga Global;
- Geração Distribuída;
- Vazão Natural Afluente;
- Geração Eólica;
- Geração Solar.

Cada um dos dados de entrada citados acima tem a sua própria dinâmica de previsões e os desvios de cada um deles implica em uma influência diferente no resultado da simulação.

Uma vez que é percebido que o modelo Dessem, na hibridização da cadeia de modelos, se torna mais volátil e mais sensível às variações de Carga Líquida do sistema, o tema dos desvios da previsão de carga acaba por ganhar importância.

4.1 Desvios da Previsão de Carga Horária

Após a análise do comportamento das simulações de Dessem considerando uma cadeia híbrida, entendemos que a elevada excursão do valor da água projetado resulta principalmente de uma percepção de esgotamento hidráulico pelo modelo. Desta forma, conclui-se que a previsão de carga horária deve ser o principal *driver* de previsão de preços e deve ser determinante no nível de excursão do CMO e valor da água projetado pelo Dessem.

Ocorre que desde que o Dessem foi implementado, os elevados desvios de carga horária passaram a virar rotina no processo de formação de preços, o que é prejudicial em qualquer cenário de implementação de melhorias no setor elétrico. A *Figura 7* apresenta o desvio de carga média diária verificado no ano de 2024.

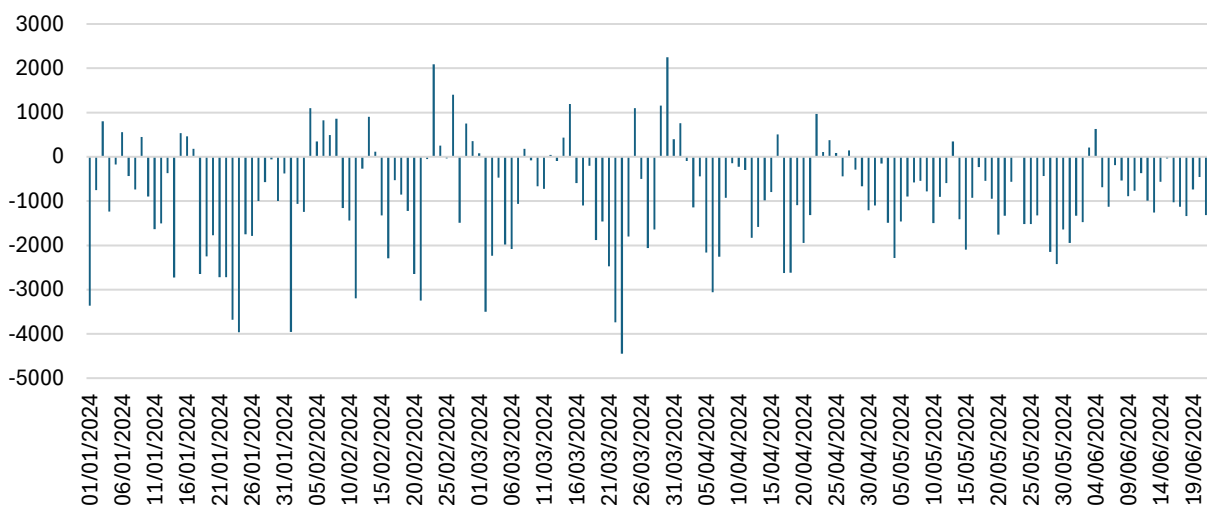


Figura 7 - Desvio de Carga Média Diária: Previsto – Realizado

Dos 173 dias de carga prevista e realizada no ano de 2024, a carga foi superestimada em 135 dias (78% do total) e subestimada em 38 dias (22% do total), sendo -907 MWm o desvio médio dos dias.

Por fim, a Figura 8 apresenta um histograma de desvios de carga do ano de 2024. Através dele é possível observar o viés de superestimação da previsão de carga horária.

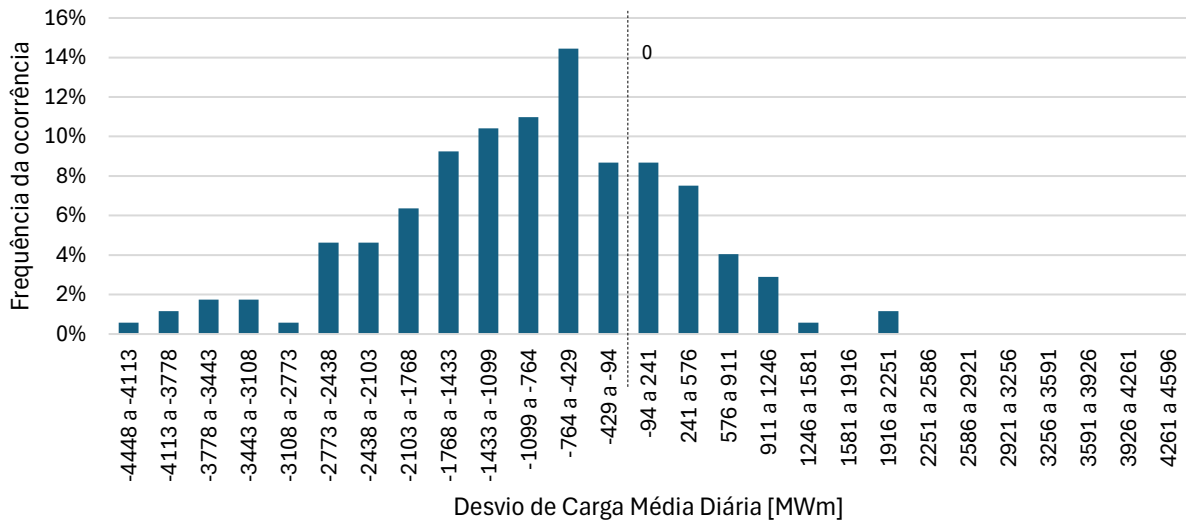


Figura 8 – Histograma de Desvio de Carga Média Diária: Previsto – Realizado

As principais conclusões extraídas do gráfico de histograma são:

- 44% dos dias tiveram a carga diária superestimada em mais de 1000 MWm;
- 16% dos dias apresentaram desvio de carga entre -300 MWm e 300MWm;
- O maior desvio positivo de carga foi de 2251 MWm e maior desvio negativo em módulo foi de 4448 MWm.

De forma semelhante, buscamos analisar o desvio de carga semi-horário presente nas previsões diárias de carga global de 2024. A análise da curva anual discretizada em semi-horas acaba por dificultar a análise dos desvios de carga, portanto, a Figura 9 apresenta os desvios semi-horários médios do ano de 2024.

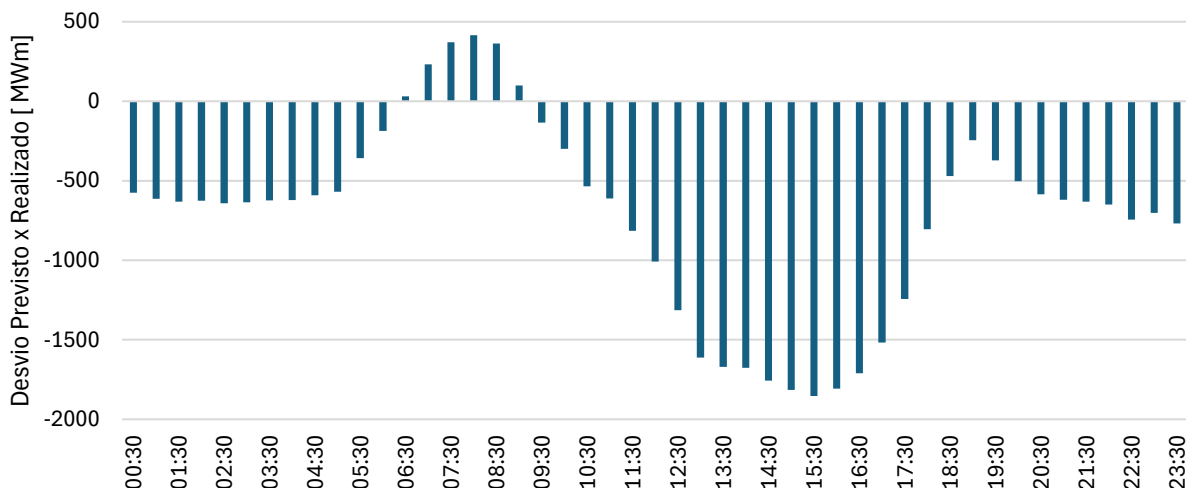


Figura 9 - Desvio Médio Semi Horário da Previsão de Carga Diária de 2024

Nota-se, pela Figura 9, que o desvio médio na semi-hora 15:30 chega a 1850MWm. Os desvios ficam ainda mais evidentes quando observamos a discretização horária em um gráfico de histograma de frequência do desvio versus magnitude do desvio, conforme apresentado na Figura 10.

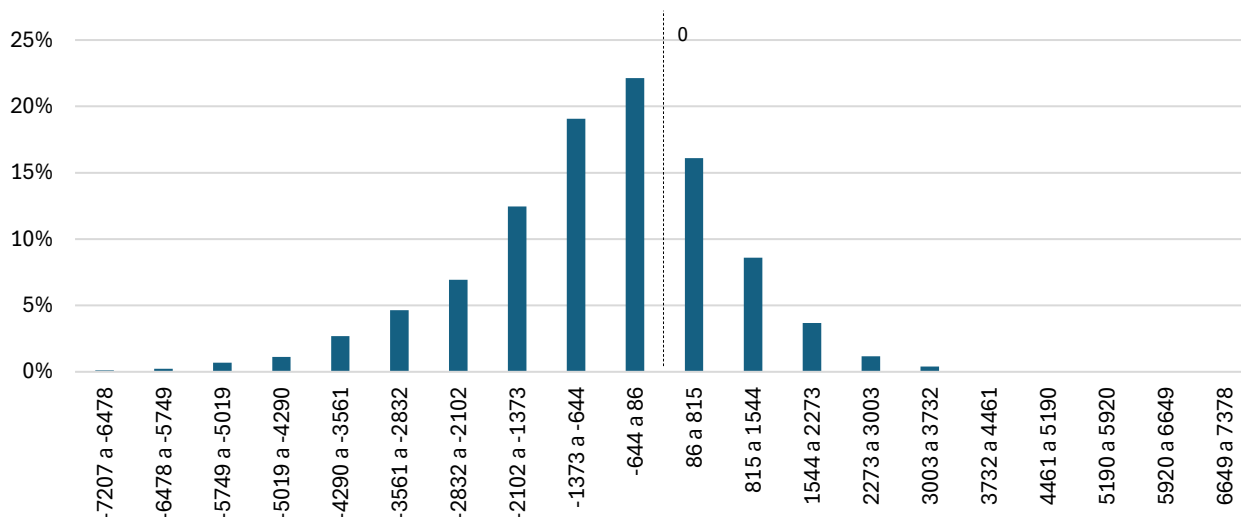


Figura 10 - Histograma de Desvio de Carga Semi Horária: Previsto – Realizado

As principais conclusões extraídas do gráfico de histograma são:

- 30% das semi horas tiveram desvio superior a -1300 MWm;
- O desvio mais frequente é de -700 MWm.

4.2 Pontos de Atenção Sobre os Desvios de Previsão no Preço Horário

Dada a maior sensibilidade do Dessem na cadeia híbrida aos dados de entrada que influenciam a formação da carga líquida do sistema, entendemos que a previsão da carga global de energia assume certo protagonismo no processo de formação de preços.

Porém, ao observar os desvios de carga diária e semi horária realizados no ano de 2024, percebemos uma dinâmica de extrema volatilidade de Dessem híbrido, que combinada aos desvios de carga, pode ser muito prejudicial para os agentes do setor elétrico.

Certamente várias amostras de CMO elevados nas simulações de Dessem na cadeia híbrida seriam amortecidos caso os elevados desvios de carga não ocorressem.

Portanto, avaliamos de maneira muito prejudicial a grande volatilidade e dependência da carga líquida presente no Dessem quando acoplado na cadeia híbrida.