

## **Contribuição EDP**

**Consulta Pública MME 151/2023**

**Aprimoramentos metodológicos propostos pela  
CPAMP para o ciclo 2022/2023**

**19 de julho de 2023**

## **Contribuição EDP**



# **Consulta Pública MME 151/2023 Aprimoramentos metodológicos propostos pela CPAMP para o ciclo 2022/2023**

# 1 Sumário

- 1. *Introdução* ..... 4
- 2. *Contribuição* ..... 5
  - 2.1 *Newave Híbrido* ..... 5
    - 2.1.1 *Deplecionamento dos reservatórios* ..... 6
    - 2.1.2 *Análise dos resultados dos estudos prospectivos* ..... 7
  - 2.2 *Newave Eólico – Cenários de Vento* ..... 11
  - 2.3 *Recalibração da Aversão ao Risco (CVaR)* ..... 12

# 1. Introdução

Para o ciclo de trabalho 2022-2023 foram aprovados alguns estudos prioritários a serem realizados pela equipe de trabalhos técnicos da CPAMP. Com isso, o objetivo desta Consulta Pública é apresentar os resultados relacionados à:

- Representação híbrida de usinas hidrelétricas e efficientização do modelo Newave;
- Representação de cenários de vento; e
- Avaliação da parametrização do CVaR.

Assim, a EDP congratula o MME pela abertura desta Consulta Pública, ao passo em que apresenta abaixo suas contribuições.

## 2. Contribuição

### 2.1 Newave Híbrido

O Newave Híbrido nada mais é do que a representação individualizada do parque gerador hidroelétrico de forma explícita no problema de otimização do modelo Newave. Hoje, com a representação agregada das usinas hidrelétricas, tem-se uma operação mais simplificada frente a realidade operativa do SIN, uma vez que há perda de precisão quando se faz este tipo de aproximação.

Abaixo apresenta-se as principais conclusões e recomendações apresentadas pela CPAMP acerca do Newave Híbrido:

- Emprego do Newave híbrido com usinas hidrelétricas representadas de forma individualizada nos primeiros 12 meses para os processos de planejamento da operação e cálculo do PLD, sendo as penalidades de turbinamento máximo e mínimo do período individualizado baseadas no custo de déficit;
- Permitir a representação individualizada de restrições de defluência mínima utilizando penalidades baseadas no custo de déficit, em especial para as usinas fio d'água, que, no atual paradigma, somente é possível de ser representada no período individualizado do modelo Híbrido;
- Neste momento não é recomendado utilizar as restrições de defluência máxima, devendo ser aprofundado o entendimento dessa representação no próximo ciclo;
- Utilização da funcionalidade de cortes externos, devendo ser atualizado nos processos oficiais de planejamento da operação e cálculo do PLD ao menos nas revisões quadrimestrais; e
- Manutenção do critério de parada atual de 6 iterações consecutivas com delta de Zinf abaixo de 0,1% limitado ao mínimo de 30 e máximo de 50 iterações.

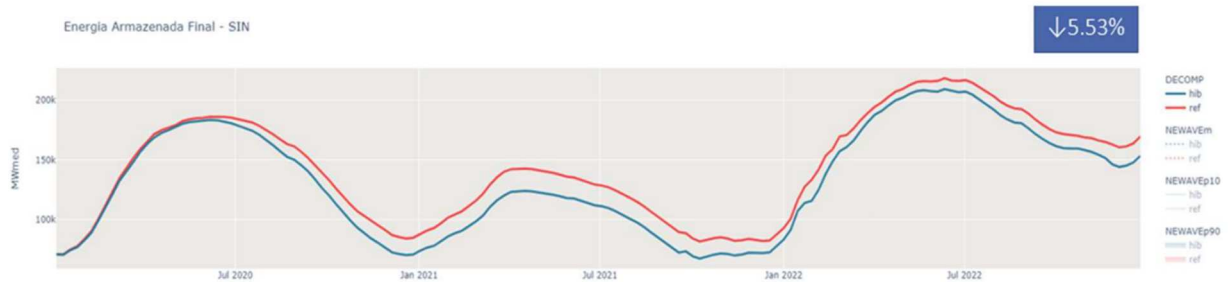
Ao longo das análises realizadas pela EDP chamaram atenção alguns pontos, dentre eles o comportamento do Newave híbrido tendente a aumentar a geração hidráulica, esvaziar reservatórios e aumentar encargos associados ao despacho fora da ordem de mérito. Esses efeitos oriundos do comportamento do Newave são indesejados ao setor e foram combatidos em discussões anteriores, travadas para embasar modificações nos modelos de formação de preços, ao argumento de que o objetivo almejado era aproximar o modelo da operação real do sistema. No entanto, agora, seriam adotadas como características aceitáveis para as mudanças ora propostas.

Com isso, feitas as considerações iniciais, a EDP passa a fazer contribuições acerca dos problemas encontrados para implementação do Newave híbrido.

## 2.1.1 Deplecionamento dos reservatórios

Pode-se observar que os resultados obtidos pela CPAMP para o *backtest* da funcionalidade de Newave Híbrido e Fontes Intermitentes em comparação com o Caso de Referência apresentam um maior deplecionamento dos reservatórios do SIN, conforme pode ser observado na Figura 1 abaixo:

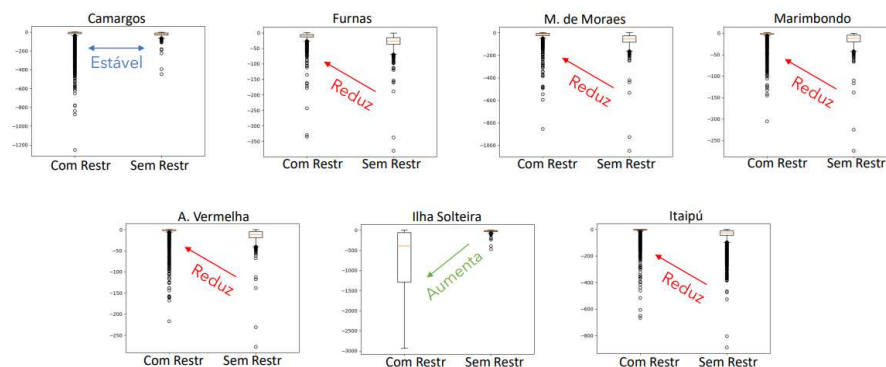
Figura 1. Energia Armazenada do SIN



Como colocado na nota técnica, o Newave Híbrido incorre na utilização de uma maior geração hidráulica e, conseqüentemente, menor geração termelétrica devido às considerações das restrições de defluência mínima, turbinamento mínimo e máximo, para as quais são utilizadas penalidades baseadas no custo de déficit, provocando uma geração compulsória.

Outra questão que contribui para o maior deplecionamento é o efeito das restrições de vazão mínima nas usinas em cascata. Os resultados apresentados na FT-NEWAVE mostram que, apesar desse tipo de restrição aumentar o valor da água da própria usina, pode haver uma redução nos valores da água incremental quando avaliadas as usinas em cascata a jusante. Isso ocorre, pois as usinas a montante da usina com restrição tendem a esvaziar seus reservatórios para deixar a água para atender a restrição a jusante. Já as usinas a jusante da restrição podem tender a esvaziar seus reservatórios para ter maior disponibilidade para receber a água da defluência forçada acima, fazendo o melhor uso dela. A Figura 2 traz o impacto no valor da água da cascata do rio Paraná e do rio Grande considerando restrições de vazão mínima nas usinas Água Vermelha, Ilha Solteira, Jupia e Porto Primavera.

Figura 2. Valor da água incremental da cascata do rio Paraná e Grande



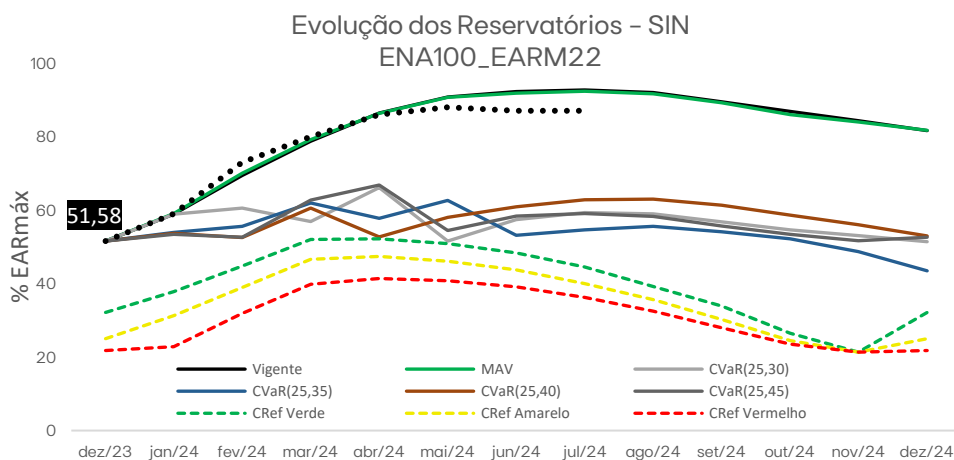
Como mencionado na apresentação da Coordenação do FT-NEWAVE, essa redução sistemática nas demais usinas da cascata fez com que o armazenamento total do SIN diminuísse acentuadamente.

O comportamento observado no Newave híbrido, de aumentar significativamente a geração hidrelétrica compulsoriamente, reduz a demanda a ser atendida por outros geradores (mais baratos) e, conseqüentemente, reduz o Custo Marginal de Operação (CMO). Portanto, esse deplecionamento acentuado não se mostra adequado à realidade operativa do SIN.

### 2.1.2 Análise dos resultados dos estudos prospectivos

O exemplo ENA100\_EARM22, do Prospectivo Fase 1, disponibilizado pela CPAMP, mostra que o deplecionamento pode ser ainda mais acentuado em períodos de boas chuvas e com um bom nível inicial de reservatório. O comportamento da curva de evolução dos reservatórios quando comparado aos modelos Vigente e MAV provoca uma reflexão sobre a forma que o modelo estaria buscando endereçar a solução para o problema de otimização, ao se deparar com as penalidades e o excesso de água, como mostra a Figura 3.

Figura 3. Energia Armazenada do SIN - ENA100\_EARM22



Todos os modelos partem de um reservatório inicial de 51,58% e atravessam um período muito favorável de chuvas, com a ENA de 100% da Média de Longo Termo (MLT). Ao final do período, o modelo híbrido entregou, na média, um reservatório inferior ao reservatório inicial, enquanto o modelo Vigente e MAV conseguiram guardar nos reservatórios do SIN a água decorrente das boas afluências.

Esse deplecionamento acentuado mostra o conflito que o modelo híbrido apresenta em relação às penalidades, uma vez que para preservar reservatório é necessário, em muitos casos, manter a defluência de algumas usinas no mínimo ou próximo do mínimo. Por conta da alta penalidade de defluência mínima, o modelo entende ser mais viável utilizar reservatório, a fim de não incorrer em penalidades, e assim aumentar o custo da operação.

Para todo o período analisado, se obteve CMO nulo. Já o Custo Total de Geração Térmica é um pouco menor no modelo híbrido, como pode ser observado na Tabela 1. A Tabela 2 mostra o índice de atendimento à Curva Referencial de Armazenamento (CRef). Neste segundo ponto, é possível observar que houve uma redução no Custo da Geração Térmica, dado que toda a geração necessária foi atendida sem a violação da CRef.

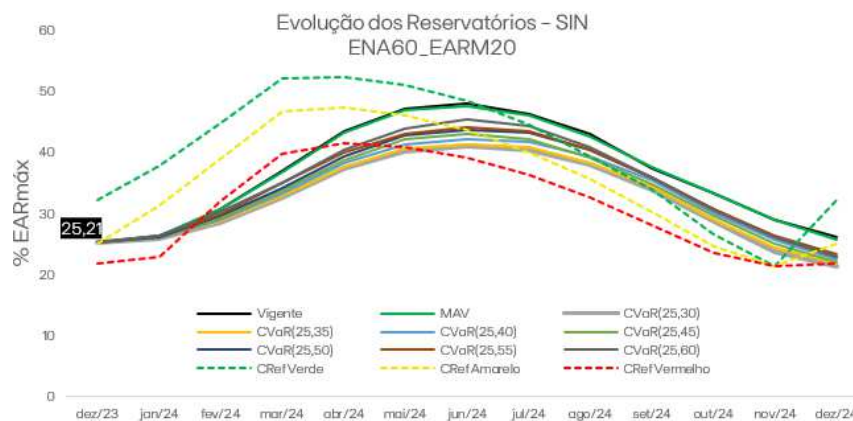
Custo da Geração Térmica (R\$ bi)		Nível de Atendimento a CRef	
Vigente	13,08	Vigente	100,00%
MAV	13,08	MAV	100,00%
CVaR(25,30)	12,91	CVaR(25,30)	100,00%
CVaR(25,35)	12,91	CVaR(25,35)	100,00%
CVaR(25,40)	12,91	CVaR(25,40)	100,00%
CVaR(25,45)	12,91	CVaR(25,45)	100,00%

Tabela 1: Custo da GT      Tabela 2: Nível de Atendimento a CRef

Vale indagar a razão pela qual o modelo reduziu o custo de operação, utilizando reservatórios, considerando que no ciclo anterior o custo da energia era elevado e a ordem era preservar reservatórios. Além disso, mesmo com o atendimento de 100% da geração térmica no período, o armazenamento do modelo híbrido se aproximou mais da CRef do que o Vigente e MAV, que atenderam a CRef com sobra. Esse comportamento do modelo híbrido aumenta as chances de despachos fora da ordem de mérito antecipados para atendimento à curva de segurança.

Quando se observa o exemplo ENA60\_EARM20 (Figura 5, abaixo), que é bem mais restritivo hidrológicamente do que o ENA100\_EARM60, pode-se observar um comportamento completamente distinto. Em um cenário desfavorável de aflúências, a curva de deplecionamento apresenta um comportamento mais próximo ao padrão da operação real comandada pelo ONS (recuperar reservatórios ao longo do período úmido e deplecionar ao longo do período seco). Entretanto, neste caso, o esvaziamento dos reservatórios pelo Newave híbrido é mais expressivo que o observado no modelo Vigente e MAV, agregando risco adicional a uma situação hidrológica já desfavorável.

Figura 5. Energia Armazenada do SIN - ENA60\_EARM20



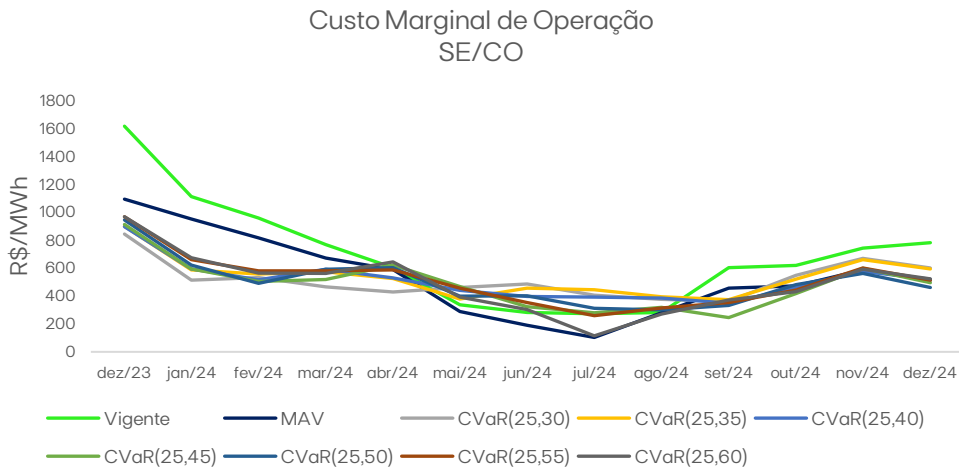
Neste cenário, todos os modelos partem com um reservatório inicial de 25,21% EARMmáx, após atravessarem um período muito desfavorável de chuvas, com a ENA de 60% da MLT. Os modelos



híbridos entregaram na média, ao final do período, um reservatório inferior ao reservatório inicial. Por outro lado, o modelo Vigente e MAV entregaram um reservatório um pouco superior ao inicial ao final do ciclo.

A Figura 6 mostra o comportamento do CMO no cenário ENA60\_EARM20 para todos os casos no período analisado. Aqui o Custo Total da Geração Térmica é um pouco menor no modelo híbrido, como pode ser observado na Tabela 3. O atendimento a CRef é observado na Tabela 4.

Figura 6. Custo Marginal de Operação - ENA60\_EARM20



Custo da Geração Térmica (R\$ bi)	
Vigente	46,22
MAV	38,58
CVaR(25,30)	31,69
CVaR(25,35)	32,06
CVaR(25,40)	32,31
CVaR(25,45)	32,46
CVaR(25,50)	33,18
CVaR(25,55)	33,21
CVaR(25,60)	33,83

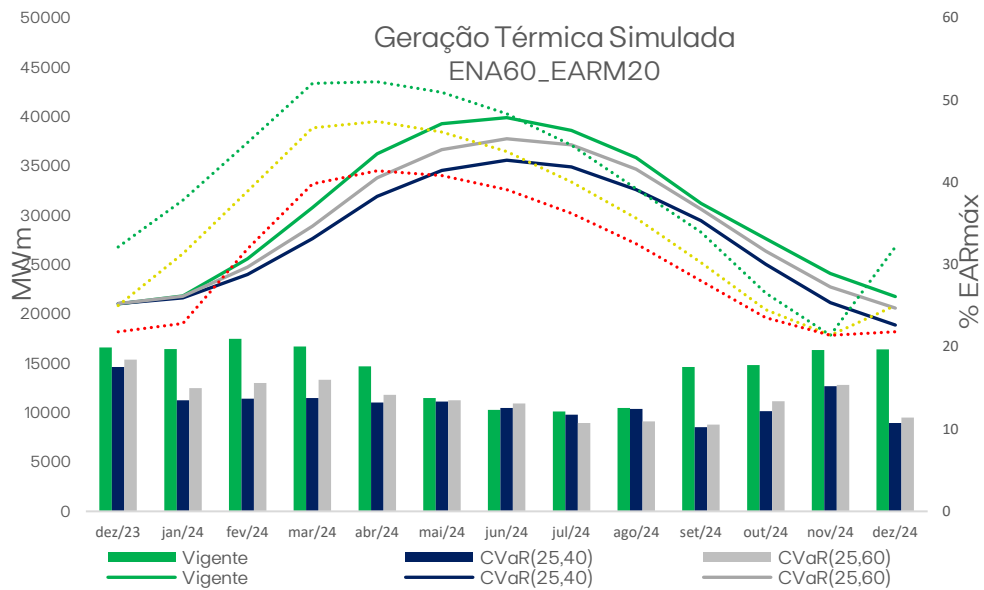
Tabela 3: Custo Total da Geração Térmica

Nível de Atendimento a CRef	
Vigente	98,67%
MAV	95,99%
CVaR(25,30)	82,20%
CVaR(25,35)	83,11%
CVaR(25,40)	86,83%
CVaR(25,45)	87,88%
CVaR(25,50)	88,73%
CVaR(25,55)	88,33%
CVaR(25,60)	90,21%

Tabela 4: Nível de Atendimento a CRef

Observa-se que houve uma redução no CMO, principalmente no começo do período, dado que o Custo da Geração Térmica reduziu significativamente. Porém, é necessário pontuar o atendimento à CRef, que foi muito baixo no modelo híbrido quando comparado ao modelo Vigente e MAV, como pode ser observado na Tabela 4.

Figura 7. Comparação da Geração Térmica Simulada com a CRef ENA60\_EARM20 - Prospectivo Fase 2



Na Figura 7 fica evidente o comportamento do modelo híbrido de aumentar a geração hídrica, deplecionar reservatórios e reduzir geração térmica em um cenário de afluência desfavorável, que é uma lógica de operação contrária ao defendido em ciclos anteriores de modificações nos modelos, onde buscava-se preservar reservatórios, por segurança de fornecimento, e aproximar a saída dos modelos à operação real. Para atingir a geração térmica necessária para atender a CRef, foi preciso realizar despachos fora da ordem de mérito, aumentando os Encargos de Serviço de Sistema (ESS), que serão pagos por todos os consumidores do SIN, como observado na Figura 8.

Figura 8. Encargos do horizonte de estudo ENA60\_EARM20 - Prospectivo Fase 2



O modelo híbrido acelera o deplecionamento logo no começo do período. Esse comportamento reduz o CMO nos meses iniciais do estudo, conforme pode ser visto na Figura 6, mas no meio e no final da curva os preços se aproximam, demonstrando não haver ganhos significativos quanto ao custo da operação. O Custo da Geração Térmica diminuiu, mas a geração térmica necessária não foi atendida em sua totalidade, levando a despachos fora da ordem de mérito e um aumento de encargo significativo. Assim como no cenário favorável, o modelo não consegue entregar um

reservatório melhor ao final do período, sendo o melhor desempenho o do par (25,55), com 23,51% contra 25,60% do modelo Vigente.

Conclui-se assim que os dois cenários, tanto ENA100\_EARM22 como ENA60\_EARM20, mostram fragilidades no planejamento e programação da operação com o modelo híbrido.

Assim, entende-se como necessário estressar mais cenários com hidrologia desfavorável logo na sequência dos períodos analisados, uma vez que não se observou ganhos significativos de reservatório, nem mesmo em ciclo com hidrologia favorável.

É válido ressaltar que, para chegar aos níveis de reservatório observados no período em questão (final de 2022), foi necessário usar geração fora da ordem de mérito no início do mesmo ano e ao longo da crise hídrica de 2021, o que gerou um custo elevado de encargos aos consumidores. O que se mostra é que, com o modelo híbrido, esse reservatório tão custoso de ser atingido será deplecionado de forma acelerada e, dependendo das condições futuras de hidrologia e carga, pode não ser recuperado de forma tão rápida em ciclos seguintes.

A EDP entende prematura a entrada do modelo Newave Híbrido a partir de janeiro/24. Faz-se ainda necessário dar continuidade aos estudos realizados, de forma a sanar as divergências de comportamento do modelo em detrimento da realidade operativa atual, principalmente com relação ao excessivo deplecionamento de reservatórios. Entende-se, adicionalmente, que o modelo deveria indicar despachos que favoreçam a segurança de suprimento energético, considerando, portanto, ganho de reservatórios.

## 2.2 Newave Eólico – Cenários de Vento

As fontes solar e eólica, denominadas intermitentes, vêm crescendo no Brasil. Com isso, é necessário representar a intermitência provocada por elas nos modelos de planejamento da operação.

Atualmente, no modelo Newave, a geração eólica é considerada de forma determinística, através de fatores de capacidade médios históricos dos últimos 5 anos. Neste momento, optou-se pela representação dos cenários de vento através da criação de parques eólicos equivalentes (PEE), onde se agrupam usinas eólicas de acordo com seu regime de vento.

Abaixo, apresenta-se as principais conclusões e recomendações da CPAMP acerca deste tema:

- Utilização da representação estocástica dos ventos nos modelos energéticos, considerando 1 PEE no submercado Nordeste e 1 PEE no submercado Sul, sem a possibilidade de corte de geração eólica;

- Manutenção da representação determinística para os submercados Sudeste/Centro-Oeste e Norte até a capacidade instalada da fonte eólica atingindo o valor de 10% da respectiva demanda; e
- Reclassificação dos PEEs e ajuste das FTM's uma vez por ano e atualização no PMO de maio de cada ano.

Analisando os resultados apresentados, pode-se observar que estão coerentes com a realidade, tanto nas simulações isoladas quanto no *backtest*. Porém, tendo em vista que não foram apresentados benefícios, nem malefícios, quanto à implementação imediata da correlação temporal dos cenários de vento e vazão, assim como a consideração do *constrained-off* eólico, não foi possível observar ganhos significativos de representação nem tampouco ganhos operacionais.

Com relação à aversão ao risco para o modelo eólico, é importante pontuar que uma vez restrita a calibração do CVaR pela CRef, onde ao que indica seriam necessários pares cada vez mais avessos, não há como garantir que os cenários de vento e vazão manterão a correlação nos extremos sem gerar desequilíbrios.

Além disso, não foram apresentados estudos considerando apenas a representação de ventos desassociada do Newave híbrido, de forma a se ter uma melhor análise dos resultados da alteração na representação. Com isso, entende-se que essa representação deve ser mais bem analisada.

A EDP entende a relevância em se considerar as fontes intermitentes nos modelos de preço, porém, através dos resultados disponibilizados pela CPAMP, não foi possível observar inovações significativas tanto do ponto de vista de representação, bem como operacional, de forma que se entende prematura a entrada do aprimoramento em janeiro/24. Ainda, mostra-se essencial avaliar a recalibração do CVaR, tendo em vista que se manteve a CRef como referência para tal recalibração. Além disso, entende-se pertinente que a CPAMP apresente benefícios e malefícios para a correlação temporal dos cenários de vento e vazão, bem como da consideração do *constrained-off* eólico.

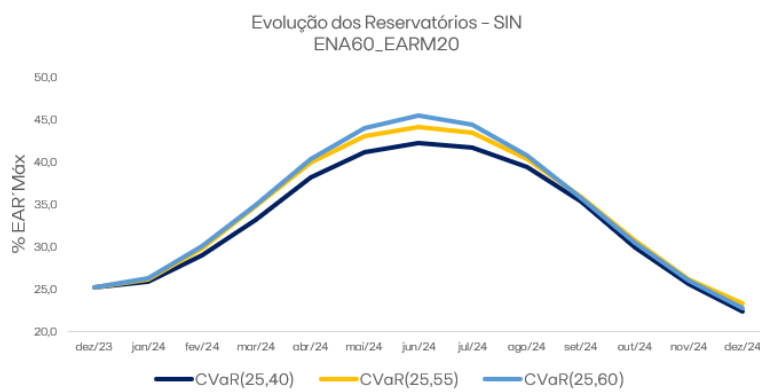
## 2.3 Recalibração da Aversão ao Risco (CVaR)

A terceira nota técnica apresenta a avaliação de reparametrização do mecanismo de aversão ao risco, Valor Condicionado a um dado Risco – CVaR considerando os parâmetros alfa e lambda. Hoje os parâmetros de aversão ao risco utilizados são  $\alpha=25\%$  e  $\lambda=35\%$ . Importante frisar que a CPAMP não fez uma recomendação clara dos pares que poderiam ser utilizados de forma definitiva no próximo ciclo, o que deixa uma lacuna e traz preocupação.

O relatório apresenta a avaliação das simulações que incorporam aos modelos os aprimoramentos sugeridos no relatório das frentes de trabalho de Newave híbrido e Fontes Intermitentes, além da representação de MMGD, expansão das usinas do ACL sem obras iniciadas e atualização do Volume Mínimo Operativo, o que é denominado de MAV.

Pode-se observar que o aumento da aversão ao risco não trouxe benefícios ao modelo, tanto no atendimento a CRef quanto na recuperação de reservatórios. Os estudos mostram resultados contraintuitivos diante do aumento da aversão ao risco, como no exemplo ENA60\_EARM20, isolando apenas os pares CVaR(25,40), CVaR(25,55) e CVaR(25,60), onde é possível visualizar mais claramente esse comportamento, como mostra a Figura 9.

Figura 9. Evolução dos reservatórios do SIN - ENA60\_EARM20



Observa-se que a lógica de maior recuperação de reservatório com o aumento da aversão ao risco é respeitada no período inicial (dez/23 – jun/24). O par de CVaR mais avesso ao risco (25,60) recuperou mais reservatório que os demais, porém, ao iniciar o deplecionamento no período seco, teve um esvaziamento maior que os demais, chegando ao final do horizonte com menos reservatório que o par de CVaR (25,55) e muito próximo ao nível do par CVaR (25,40).

Ademais, como observado na Tabela 4 deste documento, quando de fato as curvas da CRef foram violadas, todos os pares no modelo híbrido apresentaram um desempenho pior quando comparado aos modelos Vigente e MAV. O melhor desempenho foi do par (25,60), com atendimento de 90,21% da CRef.

Tendo em vista todo o histórico de discussões ocorridas no passado recente sobre a aversão ao risco, se faz necessário refletir sobre a existência de uma combinação ótima de pares de CVaR que atenda a todos os requisitos de segurança e suprimento do SIN, em todas as situações de armazenamento, hidrologia e disponibilidade de geração.

Outro ponto necessário de reflexão guarda relação com a utilização da CRef como balizador para alterações dos parâmetros de aversão ao risco. Entende-se que são necessárias melhorias na metodologia, nos critérios e na governança para a elaboração das curvas, de maneira que ela possa continuar sendo balizadora para a recalibração do CVaR. Isso posto, se faz necessária a criação de um grupo de trabalho específico sobre o tema, que culmine com a abertura de uma

consulta pública que trate da construção da Cref, de forma a capturar a visão do mercado sobre os pontos levantados.

Abaixo, a EDP elenca alguns pontos que devem ser levados em consideração pelo grupo de trabalho e levados para consulta pública:

- a. Lista exaustiva, passando por cada arquivo e bloco de parâmetro dos modelos Newave e Decomp, sobre como devem ser inseridas as restrições nos diversos blocos e arquivos que compõe os decks e o modo de execução de cada um;
- b. Previsibilidade quanto à divulgação dos parâmetros de construção da curva;
- c. O cenário de hidrologia a ser considerado deveria ser um percentil das séries históricas, ao invés do pior cenário, e separado por subsistema;
- d. Um plano de contingência da ANA deveria ser levado em consideração para garantir que ocorra o ganho de armazenamento indicado nas simulações, pois mesmo que chuvas ocorram, é preciso garantir que seja feita uma gestão das vazões caso o locacional não seja favorável, garantindo assim a recuperação e preservação dos reservatórios.

A EDP entende que, independentemente do par de CVaR escolhido, se implementadas as mudanças no modelo Newave, nenhum atenderia ao critério de atingimento de 95% da CRef, uma vez que a inserção destes aprimoramentos faria com que a aversão ao risco fosse cada vez maior para tentar manter este atingimento. Além disso, a EDP defende a criação de um grupo de trabalho na CPAMP, específico sobre a construção e utilização da CRef para recalibração dos parâmetros de aversão a risco, que culmine com a abertura de uma consulta pública para endereçar aprimoramentos.