

Contribuições da APINE para a CP MME 121

Seleção da família de parâmetro $\alpha = 25$

O item 5 do relatório Técnico CPAMP 01/2022 contém a avaliação da parametrização do CVaR. No início do item 5.1, são apresentadas as funções dos parâmetros α e λ na construção da FCF, como segue:

- Parâmetro λ : No modelo NEWAVE, o CVaR busca dar um maior peso na construção dos cortes da FCF aos cenários hidrológicos mais críticos no cálculo da política de operação. Para este fim, na função objetivo, minimiza-se o valor esperado do custo total de operação com um determinado peso $(1-\lambda)$ considerando uma parcela adicional referente ao custo dos cenários hidrológicos mais críticos, com um peso λ .
- Parâmetro α : O conjunto de cenários hidrológicos mais críticos é identificado pelo parâmetro α . Assim, o parâmetro α está associado ao percentual do total dos cenários de um determinado período que será considerado com peso adicional na função objetivo.

A Figura 33 do relatório apresenta uma distribuição de probabilidade em que α representa a cauda da curva, ou seja, os cenários mais críticos dos quais se espera proteger.

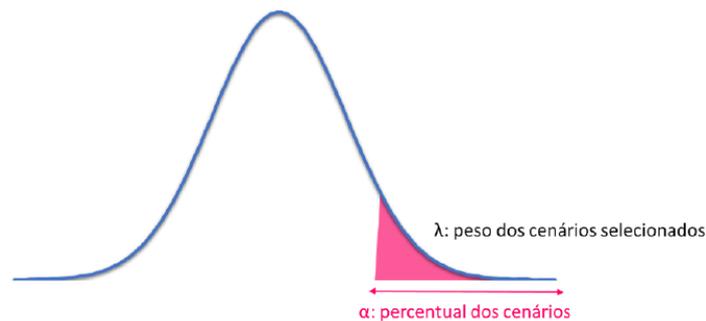


Figura 33 - Distribuição de probabilidade.

Em seguida, o relatório destaca que “na etapa de calibração dos parâmetros do CVaR definem-se os parâmetros α (percentual dos cenários) e λ (peso dos cenários selecionados) que serão utilizados. Quanto mais próximo de 1 for o valor de λ , mais avessa ao risco será a política de operação. O mesmo ocorre quando o percentual de α se aproxima de zero. Vale lembrar que, no modelo NEWAVE, o percentual de α representa os $\alpha\%$ cenários mais críticos de cada estágio.”

No fim do item 5.1, é apresentada pelo GT-Metodologia a necessidade de reavaliar os parâmetros α e λ do CVaR em função da adoção do modelo PAR(p)-A no Newave e no Gevazp, e por conseguinte, no Decomp.

No item 5.2, o relatório apresenta o conceito de equivalência entre os pares de parâmetros do CVaR, já apresentando o agrupamento na Tabela 25 – página 51.

Tabela 25 - Agrupamento de pares de CVaR equivalentes segundo a análise de Pareto para o caso de PLD de outubro de 2020.

25,20	25,25	25,30	25,35	25,40	25,45	25,50
30,20	30,30	30,30	30,35	30,45	30,45	30,50
40,25	40,30	30,35	30,40	40,55	40,55	
40,30	40,35	40,40	40,45	50,65	50,65	
50,30	50,35	50,45	50,50	50,70	50,70	
50,35	50,40	50,50	50,60			

Observa-se que nessa tabela o Relatório do GT-Metodologia já apresenta como referência a família $\alpha=25$. Contudo não foi apresentada previamente no mesmo relatório a justificativa para a seleção dessa família como referência.

Na sequência, no item 5.3, o relatório indica que “foram escolhidas as famílias 50 e 25 do parâmetro α ” e que “ao escolher a família $\alpha = 25$, esta representa 25% dos cenários mais críticos da ENA, limitando-se então a região caudal da função de distribuição, como pode ser observado na Figura 54”, conforme conceito apresentado anteriormente.

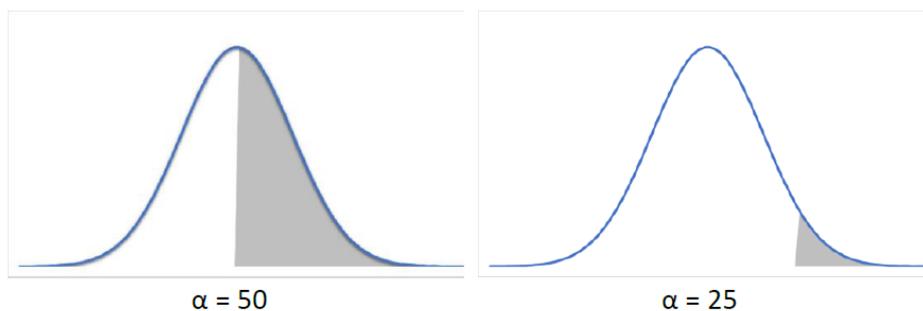


Figura 54 - Representação dos α piores cenários.

Em seguida são apresentados os resultados do modelo Newave para casos de PMO, PLD, Garantia Física e Plano Decenal de Expansão, para as famílias $\alpha = 25$ e $\alpha = 50$. A partir do item 6.2, os resultados do *backtest*, do estudo prospectivo, dos impactos comerciais (GSF, MRE, distribuidoras, tarifários, ESS), assim como do item 13.2 referente à calibração dos parâmetros do CVaR são apresentados apenas para a família $\alpha = 25$ em comparação aos parâmetros atuais.

Entendemos como necessária a apresentação pelo GT-Metodologia da justificativa de substituição do parâmetro α do valor atual 50 para o valor recomendado 25, em detrimento de outros parâmetros α , cujas famílias são equivalentes pelos critérios apresentados no item 5.2, conforme Tabela 25 do relatório, reproduzida anteriormente. É necessário fundamentar a escolha de um subconjunto de afluições do conjunto total de aberturas do Newave ou do Gevazp, pois o relatório não apresenta qualquer avaliação técnica da hidrologia desses cenários, apenas a explicação de que são os $\alpha\%$ dos cenários mais críticos, conforme o próprio conceito do parâmetro α .

Solicitamos, portanto, a inclusão no relatório de um detalhamento maior ao mercado da seleção da família $\alpha = 25$.

Avaliação do critério de parada

O relatório Técnico CPAMP 01/2022 apresenta em seu item 4 uma avaliação da necessidade de alteração do critério de parada do modelo tendo em vista a implementação da metodologia PAR(p)-A bem como as parametrizações do CVaR avaliadas. Consideramos que a avaliação foi bastante abrangente, tanto com relação à metodologia empregada quanto em relação à diversidade e quantidade de casos analisados.

Com relação aos estudos de PMO e PLD, apesar de o critério de 6 iterações com ΔZ_{inf} inferior a 0,1% fazer com que 77% dos casos estabilizem com resultados estatisticamente equivalentes à 100ª iteração, o critério de no máximo 50 iterações faria com que essa equivalência não fosse alcançada em nenhum dos casos analisados.

Dessa forma, apesar do excelente trabalho desenvolvido, pela limitação de tempo computacional, continuaríamos com resultados estatisticamente diferentes da 100ª iteração, e tampouco será observada a estabilidade do Zinf.

Apesar disso, considerando a necessidade de limitar o tempo computacional e que nos casos de PMO e PLD há etapas subsequentes de otimização, com os modelos Decomp e Dessem, entendemos que em um primeiro momento podemos flexibilizar tais requisitos em troca do benefício de se utilizar a metodologia PAR(p)-A. Entretanto, consideramos essencial, nos próximos ciclos de trabalho da CPAMP, a busca de eficiência computacional para contornar esse problema.

Já com relação aos casos de garantia física, um primeiro questionamento que apresentamos é com relação à avaliação da equivalência do custo de operação (COPER) de cada iteração com a 100ª iteração. Como para a convergência da carga crítica são avaliados o CMO e energia não suprida, seria importante analisar a equivalência desses resultados além do COPER. Adicionalmente, sob o ponto de vista comercial, é essencial avaliar também a estabilidade dos blocos hidráulico e térmico e/ou a geração hidráulica e térmica que dão origem a esses blocos, em conjunto com o CMO, uma vez que o teste estatístico aplicado é para a aderência de uma variável em teste de homogeneidade, o que não necessariamente é garantido com o produto das variáveis GH x CMO e GT x CMO.

Outro ponto que não ficou claro foi a apresentação da análise de equivalência observando o intervalo de confiança (tabela 23) ao invés do *t-test* (tabela 21). Nos parece que o *t-test* é mais robusto. De qualquer forma, em ambas as avaliações, para o único caso analisado com a parametrização do CVaR proposta, o número fixo de 50 iterações não parece ser suficiente para garantir a qualidade dos resultados.

Além disso, para garantia física, embora o número de casos processados seja elevado, em virtude do processo para convergência da carga crítica e as diversas configurações específicas, não há tanta necessidade de se limitar o tempo computacional. Desta forma, entendemos relevante a avaliação aprofundada da qualidade dos resultados obtidos fixando o número de iterações em 50, identificando eventuais ganhos de precisão dos resultados com o aumento do número de iterações para além deste valor.

Frisamos a importância de que, para próximos ciclos, sejam estudadas maneiras de reduzir o tempo computacional de execução do Newave para que se possa aumentar o número máximo de iterações, garantindo que o critério de parada e, portanto, a convergência e qualidade ótima da solução serão atingidas antes do número máximo de iterações.

Metodologia para calibração dos parâmetros do CVaR

O relatório Técnico CPAMP 01/2022 apresenta em seu item 13.2 uma proposta de metodologia para a calibração dos parâmetros de aversão ao risco do CVaR, que consiste nos seguintes passos:

1. Observar o nível de armazenamento para cada estágio e consultar a CRef para identificar a curva que determinará o montante de geração térmica necessária que o modelo precisa responder (qual das 3 curvas?);
2. Verificar em cada estágio, o máximo de geração termelétrica possível levando em consideração o excedente de geração hidráulica compulsória. Assim, para se definir a geração térmica necessária, considera-se o menor valor entre o indicado pela CRef e o máximo valor de geração térmica possível de ser alocado;
3. Verificar o nível de atendimento energético da geração termelétrica (em termos % do total requisitado) ao longo do período analisado conforme a equação seguinte:

$$1 + \frac{\sum_{i=1}^n \min(GT_{simulada_i} - GT_{necessária_i}; 0)}{\sum_{i=1}^n GT_{necessária_i}}$$

4. De acordo com o resultado dos indicadores, será selecionado um agrupamento de pares de CVaR considerando uma tolerância para o atendimento energético da geração termelétrica (neste relatório foi adotada uma tolerância de aproximadamente 5%). Os pares pertencentes ao agrupamento selecionado serão ordenados pelo menor custo de geração termelétrica;
5. O primeiro colocado será o principal candidato a ser selecionado;
6. Os pares selecionados no Passo 4 serão levados para a avaliação dos impactos físicos, financeiros e tarifários.

Em que pese a metodologia proposta ser interessante, há alguns pontos frágeis.

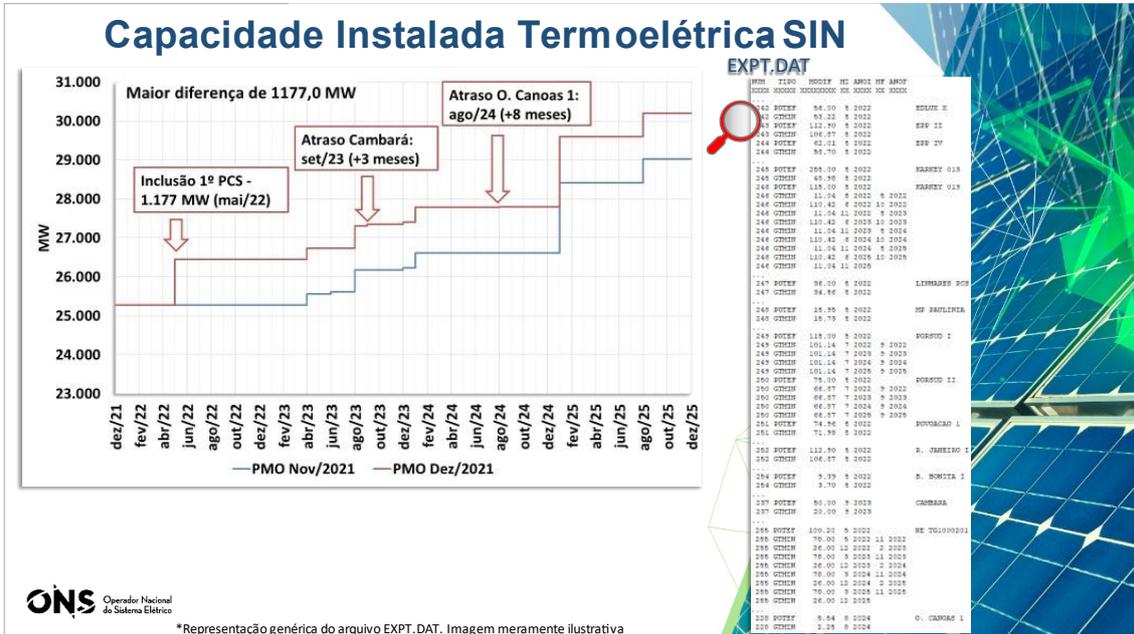
O primeiro refere-se à forma de utilização da Curva de Referência pelo CMSE para definição da geração térmica por Garantia Energética, o que não foi esclarecido pela CPAMP no Relatório.

O segundo ponto frágil é o parque gerador adotado no estudo. É reconhecido no estudo que o horizonte de aplicação da nova metodologia do PAR(p)-A e dos novos parâmetros de aversão ao risco CVaR(α, λ) deve ser após janeiro de 2023 tanto para formação de preços e despacho quanto em revisões ordinárias de Garantias Físicas de UHE's.

“A Figura 190 apresenta um resumo dos resultados obtidos pela metodologia proposta de calibração do CVaR para o backtest e prospectivos. O eixo x indica o menor valor de atendimento da meta (índice proveniente do Passo 3) obtido entre os resultados do backtest e sensibilidades prospectivas. O eixo y indica a média do custo médio anual do backtest com o custo médio anual das sensibilidades prospectivas.”

Ainda que se possa admitir que a conjuntura operacional e hidrológica do período de backtest (jan-dez/2021) e prospectivo (jan-dez/2022) para efeito desta calibração possa ocorrer no futuro, manter o parque gerador fixo no passado, não parece coerente tanto para a confecção da curva de referência, quanto a aplicação do despacho estimado para atendimento desta curva que seria aplicada na calibração de parâmetros, quando estes serão válidos após jan/2023.

Em terceiro lugar, o deck utilizado para o estudo prospectivo é o referente ao PMO Nov/2021, no qual não se considera o montante térmico contratado via Processo Competitivo Simplificado, no qual as térmicas possuem elevado nível de inflexibilidade e previstos para entrada já no 1º semestre de 2022. A geração de 7 meses destas usinas tem capacidade de agregar cerca de 5% no armazenamento em 2022.



Restrições Operativas das UHE's adotadas no período de 2021 e 2022 foram em grande parte conjunturais e em caráter de excepcionalidade e sua utilização para fins de calibragem de parâmetros sob uma ótica de mais longo prazo deve ser avaliada de forma mais criteriosa.

Os CVU's de térmicas do período 2021 a 2022 sofreram atualizações bruscas em função de variação cambial e índices dos combustíveis, neste sentido, tanto os custos operativos termelétricos como os despachos térmicos não podem ser diretamente comparados no backtest e nos casos prospectivos.

O quarto ponto importante a ser considerado em uma análise mais aprofundada é com relação ao cronograma de manutenções de UHE's e Térmicas, utilizado no período de calibragem. É de conhecimento que as usinas despachadas centralizadamente já apresentavam no período analisado postergações sucessivas de pedidos de manutenções, e em condições críticas futuras, estas manutenções não ocorrerão da mesma forma que ocorreram no período de 2021 a 2022. Assim, apesar de ter sido feito um ajuste da CRef 2022 para a configuração de 2021, o mais adequado é a adoção de uma CRef específica construída para a configuração do ano de 2021.

O quinto ponto é com relação a limitação da fórmula de atendimento do despacho térmico simulado, na qual entendemos que não deva ser limitado a soma das diferenças negativas entre o despacho simulado e o despacho necessário, como o cálculo é sequenciado entendemos que os saldos positivos compõem recuperação do reservatório e devem ser consideradas nos resultados, com isso propomos o ajuste na equação para a que segue:

$$1 + \frac{\sum_{i=1}^n (GT_{simulada_i} - GT_{necessaria_i})}{\sum_{i=1}^n GT_{necessaria_i}}$$

Uma última consideração com relação à utilização da CRef para calibração do CVaR se refere à hidrologia. O despacho térmico associado a cada uma das curvas está condicionado ao (i) nível de armazenamento e (ii) a hidrologia considerada para construção da CRef. Na metodologia proposta pela CPAMP, a geração térmica necessária será obtida de acordo com o armazenamento resultante da simulação do *backtest* ou prospectivos. Logo, com relação ao item (i) entendemos ser coerente. Porém, tanto a simulação do *backtest* quanto dos prospectivos está associada a outra hidrologia. Desta forma, questionamos se a metodologia proposta é coerente em relação ao item (ii). Dito de outra forma, é correto “penalizar” uma das parametrizações de CVaR pelo fato de a geração térmica por mérito resultante do modelo ser inferior à geração associada à CRef, que por sua vez está associada a uma condição hidrológica diversa?

Entendemos que a metodologia proposta buscou uma forma menos subjetiva para a recomendação da nova parametrização do CVaR. Porém, tendo em vista o exposto anteriormente, questionamos se realmente os pares (25,30) e (25,35) também não são boas opções, uma vez que proporcionam ganhos significativos de armazenamento em relação à metodologia vigente, com um custo térmico e impacto ao MRE inferiores, e com impacto tarifário mais benéfico ao consumidor.

Aplicação das metodologias propostas no processo de Cálculo de Garantias Físicas

A última Revisão Ordinária de Garantia Física ocorreu em 2017, com os novos valores entrando em vigor em 2018. Considerando que o Decreto nº 2.655/1998 determina revisões ordinárias a cada cinco anos, uma nova revisão deverá ocorrer em 2022, com vigência a partir de 2023.

Adicionalmente, a Resolução CNPE nº 22, de 5 de outubro de 2021, estabeleceu que para cálculo de garantias físicas não se aplica a data limite de 31 de julho. Assim, de acordo com esta resolução, as metodologias eventualmente aprovadas pela CPAMP já poderiam ser aplicadas ao processo de Revisão Ordinária de forma imediata.

Dada a relevância e criticidade do tema para os agentes de geração hidrelétrica, bem como a necessidade de aperfeiçoamentos quanto aos comentários acima apontados, entendemos que, exclusivamente para o processo de Revisão Ordinária de Garantias Físicas a ser realizado em 2023, o posicionamento, contribuições e sugestões da Associação com relação a metodologia, dados de entrada, critérios e premissas serão oportunamente discutidos no estrito momento da Consulta Pública referente ao tema.