



Rio de Janeiro, 18 de março de 2022

## **Contribuição da Enel Brasil à Consulta Pública nº 121/2022**

A Enel Brasil apresenta suas contribuições à Consulta Pública nº 121/2022 – CP121, instaurada por este Ministério de Minas e Energia – MME, sobre proposta do Grupo de Trabalho de Metodologia da Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico – CPAMP que trata dos aprimoramentos propostos pelo GT-Metodologia no Ciclo 2021-2022, abordando os seguintes temas: Modelo PAR(p)-A de Representação Hidrológica e a Avaliação da Parametrização da Aversão ao Risco (CVaR).

Inicialmente, aproveita-se a oportunidade para parabenizar o Ministério de Minas e Energia e o Grupo de Trabalho de Metodologia da CPAMP pelo trabalho que teve como objetivo buscar a coerência e a integração das metodologias e programas computacionais utilizados pelo Ministério de Minas e Energia - MME, Empresa de Pesquisa Energética - EPE, Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS e Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE.

### **1. Introdução**

Apenas preços consistentes com a realidade promovem a correta sinalização econômica. Assim, o aperfeiçoamento da representação das condições operativas, aproximando preço e operação, é aspecto fundamental para todos que atuam no setor elétrico.

Com os modelos representando bem a realidade operativa, mitigamos a necessidade do despacho fora da ordem de mérito, medida que retira a credibilidade dos modelos, altera a alocação de custos entre os agentes e afeta diretamente suas estratégias comerciais.

Assim, aumenta-se a previsibilidade por parte dos agentes, que passam a depender menos da realização de estimativas sobre medidas heterodoxas, que introduzem riscos não previstos a todos os participantes do mercado e dificultam seu gerenciamento de riscos.

A seguir apresentamos nossas considerações sobre o Relatório “Modelo PAR(p)-A de Representação hidrológica e avaliação da parametrização do CVAR - Ciclo 2021/2022” que traz as recomendações propostas pelo GT Metodologia da CPAMP.

### **2. Com relação à 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  $\alpha$  e  $\lambda$  na construção da FCF, como segue:

- Parâmetro  $\lambda$ : 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  $\lambda$ .

- Parâmetro  $\alpha$ : O conjunto de cenários hidrológicos mais críticos é identificado pelo parâmetro  $\alpha$ . Assim, o parâmetro  $\alpha$  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  $\alpha$  representa a cauda da curva, ou seja, os cenários mais críticos dos quais se espera proteger.

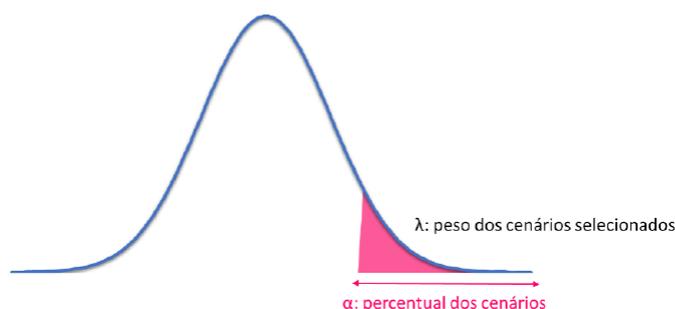


Figura 33 - Distribuição de probabilidade.

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

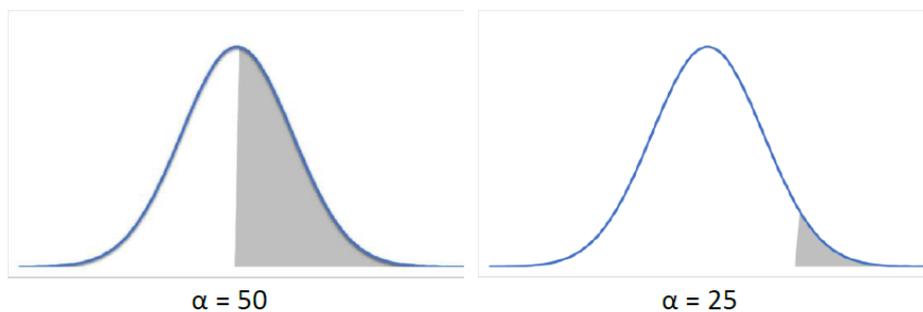


Figura 54 - Representação dos  $\alpha$  piores cenários.

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  $\alpha$  do valor atual 50 para o valor recomendado 25, em detrimento de outros parâmetros  $\alpha$ , 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 aflúências 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  $\alpha$ .

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

### 3. Com relação à 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  $\Delta Z_{inf}$  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.

#### **4. Com relação à 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( $\alpha, \lambda$ ) 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.





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, entendemos que há necessidade de aprofundamentos nas avaliações da CPAMP para o que solicitamos uma segunda fase da Consulta Pública.

Assim, entendemos que o relatório da CPAMP não foi capaz de prover informações suficientes para a construção de um consenso em torno dos valores propostos, e as análises precisam ser mais aprofundadas de forma a se obter uma metodologia de parametrização do CVAR que seja robusta não dependente da conjuntura.

Entendemos que com base nos resultados apresentados no relatório, reproduzidos na tabela a seguir, o par (25,30) já proporciona ganho significativo de armazenamento em relação à metodologia vigente, com um custo térmico e impacto ao MRE inferiores, e com impacto tarifário mais benéfico ao consumidor.

Tabela 48 – Comparação dos resultados do *backtest*.

Backtest	Realizado	Avaliação com os modelos								
		Vigente	(50,35)	(25,20)	(25,30)	(25,35)	(25,40)	(25,45)	(25,50)	
$\Delta$ de armazenamento no SIN [p.p] em relação ao vigente	7,6	Ref	4,8	2,9	9,8	12,5	15,4	18,9	22,4	
Custo da geração térmica [R\$ bi]	136,2	94,4	95,7	94,6	99,0	102,8	110,3	116,3	125,5	
CMO médio do Sudeste no período [R\$/MWh]	278,4	498,9	425,2	458,9	396,1	418,4	462,5	495,9	566,7	
PLD médio do Sudeste no período [R\$/MWh]	230,4	299,0	310,1	306,9	323,0	334,0	342,5	345,9	349,3	
Impacto das usinas no MRE	GSF [%]	80,4%	81,2%	80,8%	80,9%	80,4%	80,0%	79,6%	79,2%	78,8%
	Impacto do pagamento no MCP [R\$ bi]	-183,8	-214,4	-236,4	-222,6	-241,7	-253,9	-268,8	-278,9	-293,6
ROGF	Redução de garantia física [%]		-0,5%	-2,5%	-2,3%	-3,1%	-3,5%	-3,7%	-3,8%	-3,9%
Impacto tarifário [%]		Ref	-1,53%	-1,63%	-1,25%	-0,99%	-0,59%	-0,23%	0,18%	

Contudo, a seguir apresentamos uma análise adicional na qual **recomendamos o par (25,25)**.

## 5. Proposta alternativa para calibração dos parâmetros do CVaR

Uma evolução necessária na CPAMP é um “repensar” sobre a prática de envidar todos os esforços apenas em parametrização do CVaR e passar a avaliar também, com mais intensidade, o uso de restrições físicas agregados na modelagem. No entanto, sendo propositivo na busca de melhorias mais imediatas, enquanto não se conseguem os avanços de incorporação de restrições físicas, a seguir é feita uma proposta alternativa dos parâmetros do CVaR.



A seguir são apresentados estudos alternativos<sup>1</sup> com o objetivo de reproduzir o mais próximo possível o despacho realizado pelo ONS (mérito e fora de mérito) nos últimos anos. Foram aplicadas as práticas de uma simulação retrospectiva (“backtest”) realizada desde 2018 até 2021. Nesta simulação o objetivo é emular os processos do PMO e cálculo do PLD, sem alterações das decisões operativas realizadas pelo Operador Nacional do Sistema – ONS. Esta simulação é importante principalmente para comparar o despacho térmico realizado pelo ONS com o projetado nos PMOs e com as simulações, considerando a proposta da CPAMP.

O racional é buscar combinações de parâmetros do CVaR que sejam mais aderentes ao despacho e operação realizados pelo ONS. Nos últimos anos, o ONS despachou a geração termelétrica (GT) bem superior ao sugerido pelos modelos. Tentar reproduzir o comportamento do ONS como métrica da escolha de parâmetros do CVaR, portanto, é bem oportuno.

Os pares de  $\alpha$  e  $\lambda$  analisados avançaram com maior ênfase na família  $\alpha = 25\%$  com o objetivo de reduzir o conjunto de séries críticas na construção da política, com diferentes pesos  $\lambda$ . O teste de hipótese que se busca é que o despacho termelétrico das simulações, mesmo que se encontrem em níveis acima do utilizado pelo ONS, não sejam relativamente muito maiores, o que caracterizaria um exagero na aversão ao risco.

Os resultados com o modelo, até então vigente, apresenta, como esperado, um desvio significativo do realizado. Todas as demais simulações, mesmo o par atual (50,35), foram capazes de tornar o despacho térmico mais aderente ao utilizado pelo ONS, apoiados pela implementação conjunta do PAR(p)-A. Isto demonstra o avanço com a modelagem do PAR(p)-A em momentos de hidrologia baixa de forma persistente.

É possível observar desvios consideráveis na GT, especialmente no ano 2021, apesar de uma maior aversão ao risco nos modelos. Uma medida dos desvios na GT pode ser avaliada com os resultados da tabela abaixo, onde são apresentados os indicadores estatísticos com a comparação do despacho realizado e simulados com parâmetros de CVaR. Os valores apresentados correspondem a estatística (%) do desvio do despacho real ONS e os simulados (% despacho modelo  $\geq$  ONS).

Ano	Vigente	CVaR 50,35	CVaR 25,40	CVaR 25,25
2018	38%	69%	92%	81%
2019	6%	87%	92%	88%
2020	42%	96%	98%	98%
2021	9%	30%	36%	32%
Total	24%	70%	79%	75%

A tabela acima demonstra um ganho razoável na aderência dos modelos ajustados com o despacho realizado, ao contrário do observado com o vigente. Isto é devido também à implementação de outros mecanismos, tais como o PAR(p)-A e o Volume Mínimo Operativo, como pode ser verificado com a performance bem aderente com a manutenção do par atual (50,35). Sendo assim, as investigações de novos parâmetros do CVaR são mais importantes como medida de intensidade da aversão ao risco.

Ressalta-se que, a estatística dos desvios no ano 2021, oriundas da tabela, foram melhores que o modelo vigente, mas abaixo do esperado (valores em torno de 30 a 40%). Isto demonstra que,

<sup>1</sup> Estudo elaborado pela Abraget.



a aversão ao risco percebida pelo CMSE/ONS, em momentos de crise como 2021, mesmo com o aumento da aversão ao risco inserida nos modelos, não resultou em incremento suficiente na GT projetada.

Como já observado qualitativamente, a conclusão com estes valores quantitativos é que existirá sempre a necessidade de despachos fora da ordem de mérito sempre que a percepção de risco do ONS e CMSE não estiverem aderentes com a percepção de risco resultante dos modelos computacionais. Ou seja, os ajustes são positivos, mas não resolvem toda a gama de situações necessárias para a segurança do SIN.

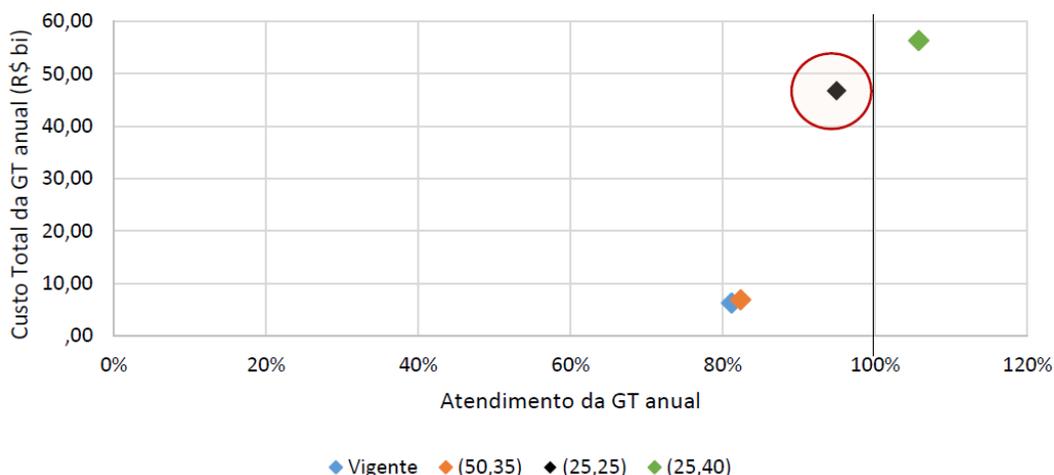
Outro ponto importante é que existe uma grande similaridade do resultado de despacho térmico dos pares de CVaR testados no ano de 2021, o que demonstra a mesma performance destes na situação de crise. No entanto, nos demais anos (2018 a 2020), que apresentaram hidrologia não tão favoráveis sem se caracterizar como tão críticas como 2021, a performance dos desvios do par  $\alpha=25\%$  e  $\lambda=25\%$  (média de 89%), são menos intensas que aquele proposto pela CPAMP (25,40), com uma média de 94%. Neste quesito o par  $\alpha=25\%$  e  $\lambda=25\%$  é o que se mostra mais adequado.

Uma estatística interessante para averiguar a performance de cada par do CVaR é apresentada na tabela a seguir com a estatística de persistência do CMO acima do PLD máximo.

Ano	Vigente	CVaR 50,35	CVaR 25,40	CVaR 25,25
2018	19%	46%	65%	48%
2019	0%	29%	83%	38%
2020	6%	33%	44%	33%
2021	25%	34%	45%	34%
Total	13%	35%	59%	38%

A tabela acima mostra que, na média do horizonte analisado, o par de CVaR  $\alpha=25\%$ ,  $\lambda=40\%$  apresenta um valor de CMO acima do PLD máximo em 59% das semanas operativas analisadas, enquanto o par de CVaR  $\alpha=25\%$ ,  $\lambda=25\%$  resulta em CMO acima do PLD máximo em 38% das semanas operativas. Isso mostra uma sinalização de preço mais intensa e desnecessária associada com a combinação proposta  $\alpha=25\%$ ,  $\lambda=40\%$ , pois a elevação considerável do PLD no teto não se traduz num impacto relevante no atendimento do despacho realizado.

Um critério de seleção do par de parâmetros do CVaR, similar e adaptado daquele proposto pela CPAMP, é indicado na figura abaixo.



A figura apresenta o resumo dos resultados obtidos pela metodologia ora proposta de calibração do CVaR, considerando o retroativo (2018-21) e os prospectivos com 2022. A metodologia realiza um balanço do menor valor de atendimento da meta obtida para os resultados do retroativo e das sensibilidades prospectivas (eixo x) com a média do custo médio anual do retroativo com o custo médio anual das sensibilidades prospectivas (eixo y). Nota-se que, a combinação de parâmetros que apresentou a maior aderência ao atendimento da GT anual da CRef é o par  $\alpha=25\%$  e  $\lambda=25\%$ .

A calibração sugerida pela CPAMP (25,40) aponta um custo adicional de R\$ 10 bilhões de GT.

Resultante da análise dos parâmetros do CVaR avaliados nesse estudo, privilegiando a parcimônia na aversão ao risco, seguem comentários:

- A proposta da CP121 aumenta demasiadamente os sinais de variáveis importantes para o mercado - PLD e GT. Propõe-se mudança adotando uma combinação mais profícua para todos com o par  $\alpha=25\%$  e  $\lambda=25\%$ .
- As simulações comprovaram quantitativamente que, a meta de capturar todo o despacho térmico com ajustes no modelo não parece ser totalmente realista. Situações limítrofes para a segurança do sistema deveriam ser tratadas, quando ocorrem, até mesmo com despachos fora da ordem do mérito. Deve haver uma margem, que deveria ser utilizada em situações específicas de segurança energética, por decisão do CMSE/ONS.

## 6. Com relação ao impacto da revisão dos parâmetros do CVAR para o descasamento dos preços entre os subsistemas

A formulação do CVAR nos modelos implica em atribuir um peso maior aos cenários de maior custo total de operação ( $Z_{t,\omega}^*$ ), conforme detalha a figura a seguir, na qual os cenários  $\Omega_\alpha$  de maiores valores de  $Z_{t,\omega}^*$  recebem uma valoração  $\lambda/\alpha$  adicional em relação ao conjunto total de cenários  $K$  que recebe valoração  $(1-\lambda)$ .



## Otimização com CVaR

### APLICAÇÃO DIRETA DO CVAR NA PDDE

- resolver os subproblemas para todos os  $\omega$  cenários backward
- identificar os  $\alpha\%$  maiores valores de  $z_{t,\omega}$
- Construir cortes levando em consideração tanto o valor esperado como o CVaR

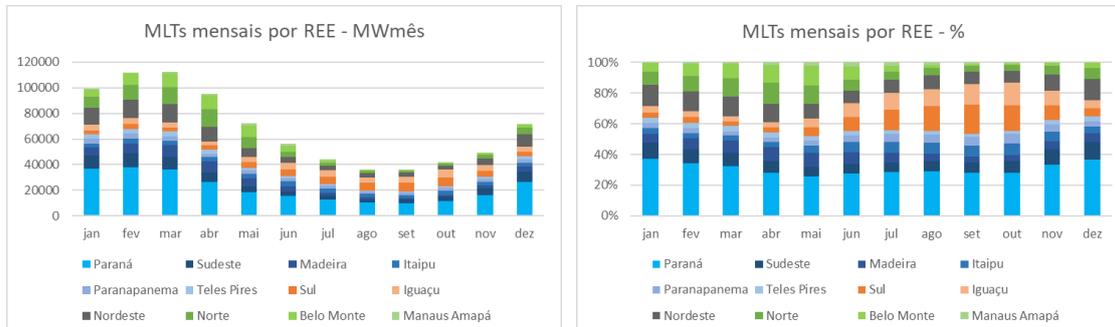
$$\varphi_t(x_{t-1}) \geq (1-\lambda) \sum_{\omega=1}^k p_{\omega} [Z_{t,\omega} + \pi_{t-1} (x_{t-1} - \hat{x}_{t-1})] + \left(\frac{\lambda}{\alpha}\right) \sum_{\omega \in \Omega_{\alpha}} p_{\omega} [Z_{t,\omega} + \pi_{t-1} (x_{t-1} - \hat{x}_{t-1})] = \bar{z} + \left\langle \bar{\pi}, x_{t-1} - \hat{x}_{t-1} \right\rangle$$

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL
24 de Julho de 2013

Figura: Apresentação do Cepel – julho de 2013

Ocorre que o sistema é representado por reservatórios equivalentes de energia (REE), cada qual representando bacia(s) hidrográficas(s) com regimes hidrológicos semelhantes. Essa representação do sistema em REEs é refletida na função de custo futuro (FCF).

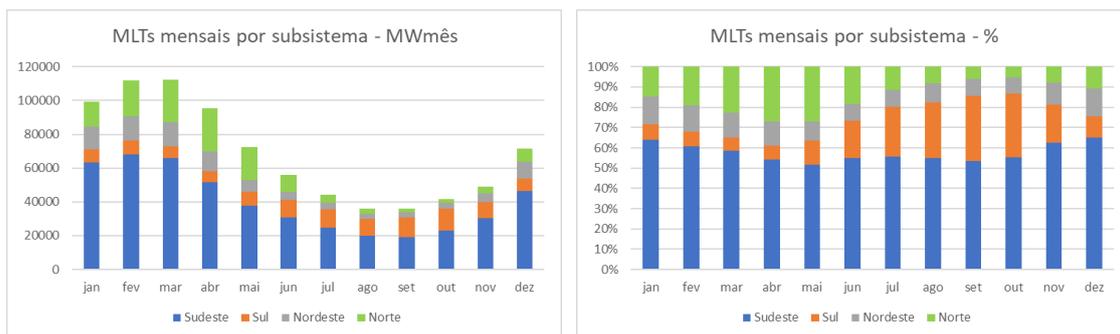
Considerando a média mensal de longo termo (MLT), temos a seguinte distribuição de aflúncias entre os reservatórios equivalentes.



Figuras: MLTs mensais por Reservatório Equivalente de Energia (REE)

Nesse gráfico, observa-se que há prevalência da aflúncia do REE do Paraná, pertencente ao subsistema Sudeste/Centro-Oeste, em relação às aflúncias dos demais REEs.

Agrupando os REEs nos seus respectivos subsistemas, conforme as figuras abaixo, novamente observa-se uma prevalência, no caso, para o subsistema Sudeste/Centro-Oeste, o de maior carga do SIN.



Considerando esse desequilíbrio entre as afluições dos diferentes REEs e dos diferentes subsistemas, há tendência de que entre os cenários  $\Omega_\alpha$ , de maiores valores de  $Z_{t,\omega}^*$ , estejam aqueles em que as afluições<sup>2</sup> sejam as mais desfavoráveis para o REE do Paraná, assim como estejam também os cenários correspondentes às afluições mais desfavoráveis para o conjunto de REEs que compõem o subsistema Sudeste/Centro-Oeste.

Não é claro o impacto para a construção dos cortes de Benders (FCF) da mencionada tendência para o conjunto de cenários  $\Omega_\alpha$ .

Contudo pode-se inferir que os cenários  $\Omega_\alpha$  ponderados pelo parâmetro  $\lambda$  tendem a valorar mais os cenários mais críticos para o subsistema Sudeste/Centro-Oeste, combinados ou não com situações críticas dos demais subsistemas.

Essa valoração pode ser potencializada com a adoção de parâmetros mais avessos ao risco, como os recomendados pela CPAMP (25,40) em comparação aos parâmetros que estamos sugerindo (25,25). **Dessa forma, ratificamos nossa sugestão de adoção de parâmetros menos avessos a risco  $\alpha=25$  e  $\lambda=25$ .**

Consequência dessa valoração diferenciada é o descasamento dos preços entre os diferentes subsistemas, o que só seria amenizado com aumento da capacidade de transmissão entre os subsistemas.

## 7. Com relação à aplicação das metodologias propostas no processo de Cálculo de Garantias Físicas

É de conhecimento dos agentes que a antecipação da deliberação da CPAMP para março de 2022 visa implementar as alterações imediatamente nos processos da EPE, para o cálculo da garantia física. Apesar de tal antecipação promover maior previsibilidade ao mercado sobre os impactos no preço do mercado de curto prazo e suas implicações para a operação do SIN, esforço notável dessa Comissão, não é possível justificar a premência para aprovação das alterações em detrimento de um aprofundamento da análise dos impactos envolvidos, como destacamos anteriormente. Caso contrário, a Consulta Pública se transformaria em mera formalidade, ao invés de subsidiar e alertar o tomador de decisão sobre questões ainda não

<sup>2</sup> As afluições adotadas no processo de cálculo da função de custo futuro são resultantes de um leque de aberturas obtidas por amostragem seletiva com base na agregação de uma amostra de ruídos sorteados de forma pseudoaleatória associada a uma tendência hidrológica pré-definida nos cenários do passo *forward*. Assim, as afluições mais desfavoráveis correspondem àquelas que são geradas pelos ruídos mais negativos.



resolvidas. Por isso pedimos que seja realizada uma segunda fase da Consulta Pública para o aprofundamento das análises solicitadas pelos agentes.

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 critérios de convergência e à metodologia de parametrização do CVAR, acima apontados, entendemos que, para o processo de Revisão Ordinária de Garantias Físicas a ser realizado em 2023, deve se manter a mesma metodologia de geração de cenários e critérios de aversão a risco vigentes, isto é, PAR(p), CVaR com os parâmetros  $\alpha=50\%$  e  $\lambda=35\%$  e volumes mínimos operativos conforme Portaria MME nº 21, de 18 de agosto de 2021, de forma a manter a isonomia do conjunto completo de usinas do MRE com o cálculo da garantia física realizado em 2021 para as usinas do Grupo Eletrobras, que representam 1/4 da garantia física vigente do MRE.

Na impossibilidade de que seja acatado o pleito, solicitamos a abertura de uma Consulta Pública específica para discutir as metodologias, dados e critérios a serem empregados no processo de Revisão Ordinária de Garantias Físicas.

#### **8. Com relação à periodicidade de revisão dos parâmetros do CVAR**

É importante em termos de segurança regulatória que exista estabilidade em relação aos parâmetros do CVAR que forem escolhidos. Uma sugestão é que exista um prazo estipulado para que determinado par se mantenha ou ainda a previsão de métrica que sinalize a eventual necessidade de recalibração, para que sua alteração seja pensada de forma estrutural.

#### **9. Com relação à atuação do CMSE**

Não existe modelo computacional capaz de incluir todas as particularidades da operação eletroenergética do SIN, principalmente em situações mais extremas. Dessa forma, faz-se necessário o acompanhamento pelo CMSE das condições de atendimento, contudo seus critérios devem ser divulgados com transparência, para conferir previsibilidade na operação do SIN e para a atuação dos agentes no setor.