

Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico

GT Metodologia

Avaliação das contribuições recebidas
no ciclo de atividades 2021/2022
(Consulta Pública MME nº 121/2022)

18 de abril de 2022

Sumário

1. Sumário Executivo	5
2. Metodologia PAR(p)-A	9
3. Critério de parada	12
4. Recalibração do CVaR	16
5. Metodologia de calibração dos parâmetros do CVaR	21
6. Outros temas	25
7. Deliberação	33
Anexo I: Análise da estabilidade das variáveis operativas	38
Anexo II: Custo de deslocamento do CMO/PLD.....	45
Anexo III: Análise de Agosto de 2022.....	47

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDS	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAR	Curva de Aversão ao Risco
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CMO	Custo Marginal da Operação
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
COPER	Custo da Operação
CP	Consulta Pública
CPAMP	Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico
CRef	Curva Referencial de Armazenamento
CVaR	Valor Condicionado a um Dado Risco - <i>Conditional Value at Risk</i>
CVU	Custo Variável Unitário
DECOMP	Modelo de Planejamento da Operação de Sistemas Hidrotérmicos Interligados de Curto Prazo
DESSEM	Modelo de Programação Diária da Operação de Sistemas Hidrotérmicos
EARM	Energia Armazenada
ENA	Energia Natural Afluenta
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESS	Encargo de Serviços do Sistema
FCF	Função de Custo Futuro
GEVAZP	Modelo de Geração de Cenários de Energias e Vazões
GF	Garantia Física
GSF	Fator de ajuste do MRE - Generation Scaling Factor
GT	Grupo de Trabalho
GT	Geração termelétrica
GH	Geração hidrelétrica
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
MLT	Média de Longo Termo
MME	Ministério de Minas e Energia
MRE	Mecanismo de Realocação de Energia

NEWAVE	Modelo de Planejamento da Operação de Sistemas Hidrotérmicos Interligados de Longo e Médio Prazo
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PAR(p)	Modelo autorregressivo periódico de ordem p, onde p representa o número de termos autorregressivos do modelo
PAR(p)-A	Modelo autorregressivo periódico de ordem p com parcela adicional referente à vazão/ENA média dos últimos doze meses
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PCT	Pequenas Centrais Termelétricas
PDDE	Programação Dinâmica Dual Estocástica
PDE	Plano Decenal de Expansão
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
PMO	Programa Mensal da Operação
ROGF	Revisão Ordinária da Garantia Física
SE	Sudeste
SAR	Superfícies de Aversão ao Risco
SIN	Sistema Interligado Nacional
UHE	Usina Hidrelétrica
TLP	Taxa de Longo Prazo
VMinOp	Volume Mínimo Operativo

1. Sumário Executivo

Ao longo do Ciclo de Atividades 2021/2022 o Grupo de Trabalho de Metodologia (GT Metodologia) da Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico (CPAMP) avaliou a implementação da metodologia PAR(p)-A para a melhor representação da hidrologia recente na geração de cenários de vazões e de Energias Naturais Afluentes (ENAs) pelo modelo GEVAZP. Em adição à nova implementação foram realizadas a avaliação da alteração do critério de parada no modelo NEWAVE e análise da recalibração do CVaR (*Conditional Value at Risk*). Desse modo, como propostas metodológicas na Consulta Pública MME nº 121/2022, o GT Metodologia recomendou os seguintes aprimoramentos:

- Emprego da metodologia PAR(p)-A na geração de cenários hidrológicos;
- Alteração do critério de parada do modelo NEWAVE para 6 iterações consecutivas com ΔZ_{inf} abaixo de 0,1%, e:
 - Casos do ONS e CCEE: limitado ao mínimo de 30 e máximo de 50 iterações;
 - Casos EPE: mínimo e máximo de 50 iterações;
- Alteração do CVaR considerando os parâmetros $\alpha=25\%$ e $\lambda=40\%$.

As propostas e o desenvolvimento dos estudos foram apresentados em workshops com os agentes realizados ao longo do ciclo 2021/2022 e no Relatório Técnico do GT-Metodologia da CPAMP nº 01-2022 como objeto da Consulta Pública (CP) MME nº 121/2022, iniciada em 10 de fevereiro de 2022 e finalizada em 18 de março de 2022. Assim, os agentes participaram antecipadamente dos estudos desenvolvidos pelo GT Metodologia.

Neste contexto, este documento apresenta uma análise das contribuições recebidas na CP MME nº 121/2022¹. As instituições que apresentaram contribuições à CP em questão, são listadas a seguir:

- ABEEólica
- ABIAPE
- ABRACE

¹ Disponível em: http://antigo.mme.gov.br/pt/servicos/consultas-publicas?p_p_id=consultapublicammeportlet_WAR_consultapublicammeportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&consultapublicammeportlet_WAR_consultapublicammeportlet_view=detalharConsulta&resourcePrimKey=2060397&detalharConsulta=true&entryId=2060399

- ABRACEEL
- ABRAGE
- ABRAGEL
- ABRAGET
- Aliança Geração
- Ampere Consultoria
- APINE
- Casa dos Ventos
- Chesf
- Copel
- CPFL
- CTG
- Delta e Zeta
- Engie
- EDP
- Eletrobras
- Enel
- FIESP
- Furnas
- MegaWhat
- NeoEnergia
- Norte Energia S.A. (NESA)
- Raizen
- Santo Antônio Energia S.A. (SAESA)
- Lamps - PUC Rio
- Tempo Energia
- Vibra

As contribuições apresentadas na CP MME nº 121/2022, recomendaram em sua maioria: o emprego da metodologia PAR(p)-A; a alteração do critério de parada no modelo NEWAVE; e a recalibração dos parâmetros do CVaR. Estes resultados estão apresentados na Figura 1.

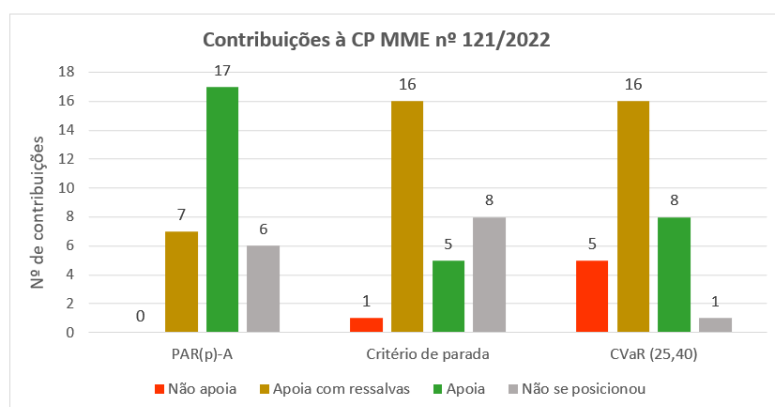


Figura 1 – Resumo das contribuições à CP MME nº 121/2022.

Ao avaliar as contribuições constatou-se que os agentes, em sua maioria, entendem como necessário o uso da metodologia PAR(p)-A. Entre estes, alguns ainda contribuíram com sugestões de estudos futuros para a possível melhoria da metodologia. Com relação a alteração no critério de parada, grande parte das contribuições apoiou a alteração, porém com ressalvas principalmente em relação a estabilidade das variáveis operativas. Por fim, no que diz respeito a calibração dos parâmetros do CVaR, das contribuições que manifestaram preferência por um par de parâmetros do CVaR: 8,3% se manifestaram a favor da manutenção dos níveis de aversão ao risco, o CVaR(50,35); 12,5% indicaram o CVaR(25,25), calibração similar ao nível de aversão ao risco atual; 37,5% sugeriram o CVaR(25,30); 8,3% apoiaram o CVaR(25,35); 29,2% são favoráveis a adoção do par recomendado pela CPAMP, o CVaR(25,40); e 4,2% são a favor de uma maior aversão ao risco, o CVaR(25,50). Desse modo, das contribuições que sugeriram algum par de parâmetros do CVaR, cerca de 79% são favoráveis a um aumento de aversão ao risco nos modelos computacionais. Esses resultados são apresentados na Figura 2.

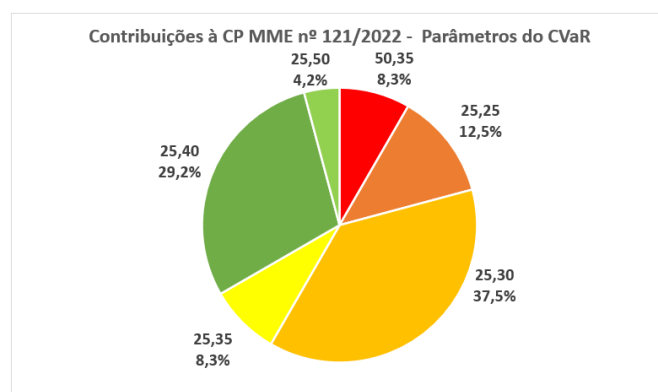


Figura 2 – Contribuições à CP MME nº 121/2022 relacionadas à calibração do CVaR.

Após a avaliação das contribuições recebidas, conforme publicado pelo MME em seu website e em ata da reunião da CPAMP realizada em 07/04/2022², as instituições que compõem a CPAMP decidiram propor o uso, a partir de janeiro de 2023, das seguintes metodologias e parâmetros:

- Emprego da metodologia PAR(p)-A na geração de cenários hidrológicos;
- Alteração do critério de parada do modelo NEWAVE para 6 iterações consecutivas com ΔZ_{inf} abaixo de 0,1%, e:
 - Casos do ONS e CCEE: mínimo de 30 e máximo de 50 iterações;
 - Casos EPE: mínimo e máximo de 50 iterações;
- Alteração do CVaR considerando os parâmetros $\alpha=25\%$ e $\lambda=35\%$.

Ressalta-se que os aprimoramentos aprovados podem ser utilizados de forma imediata para uso oficial pela EPE no planejamento da expansão e no cálculo de Garantia Física, conforme explicitado na Resolução CNPE Nº 22, de 5 de outubro de 2021³.

Ademais, a CPAMP manteve o compromisso de continuar estudando aprimoramentos de forma a possibilitar uma melhora na convergência dos resultados do modelo NEWAVE, como por exemplo, investindo em aprimoramentos para redução do tempo computacional e assim, permitindo a execução de um maior número de iterações.

Nas seções 2 a 6 são detalhadas as avaliações do GT Metodologia sobre os principais pontos de atenção indicados nas contribuições para cada um dos temas que fizeram parte da CP MME nº 121/2022 conduzida durante o Ciclo de Atividades 2021/2022 do GT Metodologia. Na seção 7 são apresentadas as justificativas que apoiaram a decisão final. Por fim, os anexos apresentam os estudos complementares conduzidos pelo GT Metodologia.

² Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/cpamp-propoe-implementacao-de-aprimoramentos-metodologicos-aos-modelos-computacionais-no-ciclo-2021-2022>

³ Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/resolucoes-2021/ResolucaoCNPE222021.pdf>

2. Metodologia PAR(p)-A

A metodologia de geração de cenários hidrológicos PAR(p)-A foi desenvolvida pelo CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) e analisada pelo GT Metodologia a partir de 2019, sendo continuada no Ciclo de Atividades 2021/2022. A proposta tem o objetivo principal de melhor representar nos modelos a resposta à condição hidrológica recente, quando comparada ao modelo atualmente empregado - PAR(p). O detalhamento técnico desta metodologia pode ser encontrado nos relatórios técnicos do CEPEL - DEA 1416 / 2020, CEPEL - DEA 2002 / 2020 e CEPEL - DEA 1941 / 2021.

Conforme apresentado na Figura 1, as contribuições à CP MME nº 121/2022 apoiam a proposta do emprego da metodologia PAR(p)-A para a geração de cenários hidrológicos. Apresentam-se, portanto, na Tabela 1 os comentários favoráveis ao emprego da metodologia PAR(p)-A e a Tabela 2 apresenta as contribuições sobre algumas preocupações e sugestões de estudos futuros para a possível melhoria da metodologia, bem como as considerações do GT Metodologia.

Tabela 1 – Comentários favoráveis ao emprego da metodologia PAR(p)-A.

Contribuição	Agente
O PAR(p)-A consegue representar melhor a hidrologia recente e ter uma operação mais aderente à realidade do sistema.	ABEEólica ABRACE ABRACEEL ABRAGEL CPFL Eletrobras Furnas Megawhat SAESA
A geração de cenários de vazões, resultado do modelo auto-regressivo periódico PAR(p), apresenta forte tendência à média de longo termo (MLT) para os meses à frente, incorporando caráter otimista na geração de cenários futuros. A metodologia proposta PAR(p)-A tenta corrigir a tendência à MLT, atribuindo maior peso à média das últimas 12 afluições.	ABEEólica, ABIAPE ABRAGE ABRAGET ABRAGEL Casa dos Ventos COPEL CTG

Tabela 2- Contribuições relativas aos estudos envolvendo a metodologia PAR(p)-A.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia	Agente
Sugere-se que a implementação da metodologia PAR(p)-A seja precedida de estudos adicionais para avaliar a convergência do resultado do modelo.	A metodologia PAR(p)-A favorece a definição de políticas de melhor qualidade frente à realidade sistêmica. A análise da estabilidade das políticas foi conduzida através de estudos específicos relativos ao novo critério de parada, conforme relatório técnico que embasou a Consulta Pública.	ABIAPE
É preciso continuar atento se o PAR(p)-A mantém a coerência metodológica, especialmente em um período de grande variabilidade de cenários hídricos, como o atual, dada a baixa correlação existente de um ano para outro. Assim, sua implementação em um momento atípico e extremo poderia contaminar a geração de séries do modelo.	As análises presentes nos relatórios Relatório Técnico do GT Metodologia da CPAMP – nº02-2020 (Consulta Pública MME nº 103/2021) e CEPEL-Projeto – DEA – 1274 / 2021 demonstram que a metodologia PAR(p)-A oferece séries hidrológicas sintéticas com uma melhor representação estatística do histórico, sobretudo com relação à correlação intra-anual. Para estudos futuros poderão ser estudadas novas formas de representação hidrológica, inclusive estarão entre os temas a serem discutidos a incorporação de variáveis climáticas nos modelos de otimização.	ABRACEEL FIESP SAESA
Sugere-se que a Comissão continue aprofundando o desenvolvimento do modelo PAR(p)-A, especialmente para verificar a qualidade da média móvel de 12 meses, frente a outras janelas de tempo.	A avaliação de janelas superiores a 12 meses poderá constar em estudos futuros, inclusive nas propostas de temas de incorporação dos efeitos de variáveis climáticas nos modelos de otimização.	ABIAPE ABRACEEL ABRAGET Delta e Zeta
Sugere-se a continuidade dos estudos que visam à eventual redução do histórico de vazões considerado pelo modelo.	No ciclo de trabalho do GT Metodologia 2018/2019, através da análise do Relatório Técnico do GT Metodologia da CPAMP – nº 05-2019 avaliou-se o efeito da utilização de diferentes janelas hidrológicas. Como conclusão das atividades o grupo recomendou a manutenção do histórico completo das séries históricas sobretudo devido à tendência de definição de políticas mais brandas que deplecionavam os	CTG Fiesp

	principais reservatórios de armazenamento quando comparados ao histórico completo.	
--	--	--

3. Critério de parada

Conforme apresentado na Figura 1, as contribuições à CP MME nº 121/2022, em sua maioria, apoiaram com ressalvas a proposta de alteração do critério de parada no modelo NEWAVE, a principal preocupação contida nas contribuições consiste na estabilidade da solução quando limitado o número máximo de iterações em 50. Apresentam-se, portanto, na Tabela 3 as principais contribuições sobre os estudos realizados nesse âmbito, bem como as considerações do GT Metodologia.

Tabela 3 – Contribuições sobre o critério de parada.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia	Agente
O critério de parada proposto, limitando o número máximo de iterações em 50, é divergente dos resultados provenientes de extensa análise com diversos estudos indicando que seria necessário um número maior de iterações para estabilizar a solução.	O novo critério permite ao modelo iterar mais, melhorando a qualidade e a estabilidade da política de operação. O número máximo de 50 iterações foi definido considerando o tempo de processamento que se adequa disponível na cadeia de processos das instituições.	ABEEólica ABRACEEL ABRAGE ABRAGEL Ampere APINE COPEL CPFL CTG Enel Neoenergia Raízen
O máximo de 50 iterações determina uma solução incompleta e sub-ótima e cria uma maior volatilidade.	A PDDE, algoritmo de resolução do modelo NEWAVE, tem a sua convergência ao ótimo global de forma iterativa e assintótica. Portanto, quanto mais iterações, maior será a proximidade à otimalidade, o que já caracteriza um avanço a migração de 45 iterações (critério máximo atual) para 50 iterações. Quanto à volatilidade, as análises semanais de <i>backtest</i> verificam que os aumentos de volatilidade nos CMO/PLDs proporcionados pelas metodologias propostas são coerentes ao esperado, passando de 91% para o caso vigente para valores entre [100%, 111%] devido a efeitos sazonais, o que não é um impeditivo por si só para o uso das metodologias.	ABEEólica ABRACEEL Casa dos Ventos

Sugestão de que seja demonstrada que as diferenças entre as iterações são aceitáveis e não causam impactos relevantes na FCF (reexecução dos <i>backtests</i> e prospectivos).	Análises adicionais foram apresentadas no Anexo I (relatório complementar) visando apresentar os impactos de uma maior quantidade de iterações.	ABRACEEL ABRAGE
Não se deve recomendar o número máximo de iterações tendo em vista o objetivo de limitar o tempo de processamento para fins de atendimento de prazo estabelecidos em procedimento de rede, sem levar em consideração a qualidade da solução.	As propostas metodológicas atendem os requisitos das Associações que demandaram uma melhoria na qualidade da solução, uma vez que estende o processamento sem comprometer os processos estabelecidos das instituições. O GT-Metodologia/CPAMP pretende discutir junto aos Agentes linhas de investigação para serem realizadas em ciclos futuros com o objetivo específico de redução do tempo computacional.	ABRACEEL ABRAGEL
Apesar dos casos oficiais do ONS e CCEE serem executados apenas uma vez por mês, os agentes do setor elétrico normalmente realizam estudos prospectivos encadeados para vários meses à frente utilizando o modelo NEWAVE. Nesses casos, trabalhar-se com número de iterações muito elevado de fato traria prejuízo no âmbito das análises de risco.	O GT-Metodologia/CPAMP entende que os Agentes possuem processos internos, por isso manteve o compromisso de propor soluções metodológicas que não onerassem demasiadamente os tempos computacionais.	ABRAGE COPEL CTG Engie
Ao analisar os estudos prospectivos encadeados, não se identifica convergência adequada dos modelos, o que pode estar sendo causado tanto pelo PAR(p)-A quanto pela aversão a risco mais agressiva.	Análises complementares adicionadas ao presente relatório corroboram que a proposta metodológica do GT-Metodologia/CPAMP para definição do critério de parada é rigorosa. Quando aplicada nos modelos vigentes, utilizados oficialmente, as simulações de <i>backtest</i> e análises prospectivas atingem o limite máximo de iterações. Isso é uma constatação de que o novo critério permite ao modelo iterar mais, melhorando a qualidade e a estabilidade das políticas.	ABIAPE, Raízen

A melhoria da estabilidade da solução precisa ser endereçada em trabalhos futuros para se obter uma maior confiabilidade dos resultados, mas entendemos não ser impeditivo para a postergação da implementação da metodologia do PAR(p)-A.	O GT-Metodologia/CPAMP pretende discutir junto aos Agentes em ciclos futuros linhas de investigação com o objetivo específico de redução do tempo computacional.	ABEEólica Ampere APINE Casa dos Ventos Enel Megawhat Neoenergia
Como os casos de garantia física não são executados com a mesma frequência e urgência que os casos de CMO/PLD por parte do setor, caberia a avaliação quanto à adequação da fixação do número de iterações em 50, pois esse limite pode não ser suficiente para a convergência dos casos com uma política de operação satisfatória.	O critério de parada recomendado obedece aos prazos limites necessários aos processos de garantia física. Na situação de infraestrutura computacional atual, não é possível um aumento no número de iterações sem uma revisão dos cronogramas estabelecidos.	ABRAGE APINE COPEL CPFL Enel Neoenergia
Como para a convergência da carga crítica nos casos de garantia física 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.	A EPE também analisou a convergência de outras as variáveis, como CMO, Armazenamento, Geração Hidráulica e Geração Térmica, conforme apresentação realizada no 19º Workshop do Ciclo 2021/2022. No entanto, a variável que se mostrou mais efetiva na avaliação do critério de parada foi o Custo Total de Operação (COPER). Isso ocorre porque esta variável é a que está mais associada à função objetivo e, por isso, ela foi priorizada e escolhida para a análise de convergência nos casos de PDE e de Garantia Física. Desta forma, ao perseguir a avaliação da convergência pelo COPER, automaticamente, as demais variáveis também tendem a ter sua convergência aprimorada e resultados mais estáveis.	APINE Enel Neoenergia
A respeito do critério de convergência, sugere-se uma análise da reamostragem com o PAR(p)-A. Além disso, uma análise do tamanho da árvore de cenários	A busca por uma melhora na performance dos modelos computacionais é contínua. Abordagens como alterações de parâmetros de reamostragem e análises do tamanho de	ABRAGE COPEL CPFL CTG

parece importante nesse contexto, não sendo a conclusão desses estudos uma condição necessária para a entrada do PAR(p)-A em 2023.	árvores de cenários são estratégias que poderão compor futuras investigações visando o aprimoramento do processo de convergência.	
O critério proposto é uma métrica de difícil atendimento. As soluções fornecidas para análise dessa CP não podem ser consideradas estáveis ou confiáveis, pois os custos de operação são mais variáveis e apresentam maiores oscilações quando se utiliza PAR(p)-A. Recomenda-se a reexecução pela Comissão do maior volume possível de estudos com o critério de convergência vigente ($N=3$, $\delta=0,2$), que é menos rígido que o proposto e talvez possa atingir e permitir um máximo de 80 iterações como limite.	Os resultados apresentados no relatório técnico demonstram que o critério de parada atual provê políticas suficientemente boas (próximas à 100ª iteração) em apenas 3,33% dos casos (1 em 30 execuções). Portanto, do ponto de vista da proposta metodológica para definição do critério de parada, os critérios atuais necessitam ser revisados. O número máximo de 50 iterações é o mais adequado aos processos das instituições, contudo o GT-Metodologia/CPAMP reconhece que existem oportunidades de estudos relativas à melhora da performance do modelo em termos de processamento que necessitam ser avaliadas em ciclos futuros.	CPFL
Sugestão de que seja realizada uma segunda fase da CP para que a CPAMP avalie de forma detalhada o efeito dos critérios de parada nos resultados dos modelos.	A PDDE, algoritmo de resolução do modelo NEWAVE, tem convergência ao ótimo global de forma iterativa e assintótica. Portanto, quanto mais iterações, maior será a proximidade à otimalidade. Possíveis linhas de investigação vão no sentido de melhora da performance computacional, de forma a acelerar o processo de convergência. O GT-Metodologia/CPAMP pretende discutir junto aos Agentes linhas de investigação para serem realizadas em ciclos futuros com o objetivo específico de redução do tempo computacional.	ABIAPE ABRACE ABRACEEL CPFL CTG Raízen Vibra

4. Recalibração do CVaR

Considerando-se que o CVaR é um parâmetro de natureza econômica que busca adequar a percepção de aversão ao risco nos modelos dando um maior peso λ aos α piores cenários de afluência, com base nas contribuições dos agentes, verifica-se que muitos corroboram a percepção da CPAMP de que o atual nível de aversão ao risco dos modelos tem se mostrado insuficiente, fato evidenciado pelos baixos níveis de armazenamento que o SIN tem operado nos últimos anos que demanda em alguns momentos o despacho fora da ordem de mérito pelo CMSE.

A Figura 1 e Figura 2 apresentam o posicionamento dos agentes com relação ao aumento da aversão ao risco através da calibração do CVaR. Por sua vez, a Tabela 4 apresenta as contribuições favoráveis ao CVaR(25,40) e a Tabela 5 apresenta as demais contribuições acerca da recomendação do par de parâmetros do CVaR, bem como as considerações do GT Metodologia.

Tabela 4 – Contribuições favoráveis ao CVaR(25,40).

Contribuição	Agente
Os valores de α e λ devem ter como principal objetivo tornar a decisão de operação, originária dos modelos, mais aderente e confiável.	Copel Engie NESA
O par de CVaR (25,40), escolhido como o melhor candidato, ao apresentar também um menor custo de geração térmica ao sistema, consegue abranger boa parte (94%) da geração térmica necessária dentro do modelo, tendendo assim, a diminuir consideravelmente os custos fora do mérito e consequentemente o ESS pago pelos consumidores. É importante que o modelo consiga ver não só quando o sistema está no período crítico com necessidade de geração termelétrica, mas também que quando estivermos em um bom momento energético, com boas afluências e reservatórios elevados, que este indique a geração hidrelétrica necessária para suprir a carga, sem ocorrer vertimentos e com preços equilibrados.	ABRACE
A alteração proposta na parametrização do CVaR, considerando $\alpha=25\%$ e $\lambda=40\%$, levam a uma maior geração termelétrica na ordem de mérito econômico, e a consequente redução da geração hidrelétrica, proporcionando um nível de aversão ao risco capaz de permitir a manutenção dos níveis dos reservatórios, proporcionando garantia de suprimento ao sistema.	Chesf
A combinação 25x40 proposta pela CPAMP já aproxima o sinal de despacho do modelo, sendo que combinações menos avessas ao risco do que essa proposta iria no sentido contrário ao que se busca nessa CP.	Eletrobras Furnas

Tabela 5 – Contribuições sobre a recalibração do CVaR.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia	Agente
Somente a elevação da aversão ao risco sem uma solução estrutural para o GSF representa uma alocação de riscos do consumidor para o gerador hidrelétrico, onerando este indevidamente e excessivamente, em prol do segmento beneficiado.	As análises de <i>backtest</i> referentes ao período de dez/2015 a dez/2021 demonstram que o GSF tanto do realizado quanto para os pares de CVaR (25,40) e (25,35) ficam semelhantes e próximos a 80%. Adicionalmente, o par proposto mitiga a geração fora da ordem de mérito por segurança energética e propicia uma maior segurança energética estrutural ao sistema. Com relação à requisição dos Agentes relativa a uma solução estrutural para o GSF, a questão foi apresentada ao plenário da CPAMP tendo em vista ser discutida no fórum apropriado para o tema.	ABRAGE SAESA
A grande maioria dos resultados apresentados nos estudos com diferentes pares de CVaR não alcançaram a convergência e, portanto, seus resultados não são comparáveis, podendo estar distantes do resultado desejado.	A convergência da PDDE é assintoticamente crescente e se dá idealmente para um número infinito de iterações. Portanto, a metodologia proposta para a revisão do critério de parada GT-Metodologia/CPAMP define parâmetros mais rigorosos que o atual e procura garantir estatisticamente que as principais variáveis não difiram daquelas da iteração 100ª (melhor iteração possível). Dessa forma, o GT-Metodologia/CPAMP entende que o critério proposto está na direção que os agentes requisitam, e reconhece que existem oportunidades de estudos relativas à melhora da performance do modelo, em termos de processamento, que necessitam ser avaliadas em ciclos futuros.	Vibra
O GT Metodologia não apresenta o detalhamento da escolha do $\alpha = 25$, simplesmente é apresentada a família 25 como referência sem ao menos estudar e avaliar outras famílias correlatas. Este ponto é	Constatou-se através de estudos empíricos estatísticos (apresentados nos 20º Workshop 20/10/21 e 21º 10/11/21 e presentes no relatório da Consulta Pública) que é possível obter pares de CVaR(α, λ) equivalentes em diferentes	Aliança Geração APINE Enel

extremamente sensível e prejudica a avaliação dos agentes, já que os parâmetros são fundamentais para FCF. É fundamental que o GT-Metodologia apresente a justificativa para sugerir a alteração do parâmetro atual $\alpha = 50$ para o valor recomendado $\alpha = 25$. Além de justificar a escolha, é importante entender o motivo pelo qual outras famílias não foram escolhidas e nem ao menos avaliadas no relatório.	famílias de α, calibrando-se o parâmetro λ. A definição do $\alpha=25\%$ foi priorizada por melhor caracterizar a “cauda” da distribuição de probabilidade, restando apenas a parametrização do λ (peso dos piores cenários) na calibração da aversão ao risco.	
A proposta do CVaR(25,40) pode não apresentar a solução econômica ótima, tendo em vista que, nos estudos prospectivos, na ocorrência de ENAs de 60% da MLT, observou-se degradação dos níveis dos reservatórios com valores abaixo do VMinOp e, na ocorrência de ENAs de 80% da MLT, foi constatado o aparecimento de significativo vertimento turbinável. Ainda, o CVaR(25,40) pode causar aumento do custo de descolamento entre CMO e PLD, aumento dos vertimentos turbináveis (27,54%) e redução de 3,7% da garantia física. Os efeitos apontam para uma aversão a risco com grande impacto econômico-financeiro para os agentes de geração, bem como a possibilidade da manutenção dos encargos para os consumidores. Dados os impactos financeiro-econômicos, sugere-se que não se implemente aversão a risco maior que a fornecida pelo CVaR(25,30).	A proposta do GT-Metodologia/CPAMP teve o objetivo de identificar os parâmetros do CVaR que indicam geração térmica aderente à indicação de GT da CRef (2022) a cada mês, ao menor custo de operação. Esse objetivo reflete o compromisso de buscar aderência ao nível de aversão ao risco adotado na política operativa de acordo com o Artigo 2º da CNPE Nº 22, de 05/10/2021. Com relação aos resultados apurados, verificou-se no longo prazo (<i>backtest</i>), que os vertimentos turbináveis estimados possuem sobretudo uma relação com um ganho de produtividades associados aos ganhos de armazenamento das usinas hidrelétricas. Conforme estudo apresentado o Anexo II o custo de descolamento entre CMO e PLD nos estudos de longo prazo tendem a ser próximos ao caso vigente e podem ser mitigados através de tratamentos regulatórios.	ABIAPE
O CVaR proposto aumenta demasiadamente os sinais de variáveis importantes para o	A proposta do GT-Metodologia/CPAMP teve o objetivo de identificar os parâmetros do CVaR que indiquem	ABRAGET Enel APINE

mercado - PLD e GT. Recomenda-se a adoção de par menos avesso, que proporcione ganho significativo em relação à metodologia vigente, com menor elevação do PLD e redução do ESS.	Geração Térmica aderente à indicação de GT da CRef (2022) a cada mês, ao menor custo de operação. As análises demonstram que ao se adotar pares menos avessos, existe uma tendência de que os requisitos energéticos do CMSE não sejam plenamente atendidos na ordem de mérito, o que tem como consequência um potencial aumento do ESS.	Neoenergia
Uma percepção de aversão ao risco mais rigorosa nos modelos leva a uma volatilidade de preços maior.	As análises semanais de <i>backtest</i> verificam que os aumentos de volatilidade proporcionados pelo aumento da aversão são coerentes ao esperado, passando de 91% para valores entre [100%, 111%] devido a fatores sazonais, o que não é um impeditivo por si só para o uso das metodologias.	ABEEólica Raizen
Para evitar custos desnecessários ao sistema, deve-se buscar encontrar o par de CVaR com a geração térmica que mais se aproxima da geração térmica da CRef, considerando também a geração térmica excedente.	A metodologia proposta de calibração do CVaR busca atender os requisitos mínimos de geração termelétrica do CMSE, requeridos pelos níveis da CRef com discretização mensal. A geração térmica acumulada excedente nos meses de um período não necessariamente atende aos requisitos de geração antecipativos necessários nos meses específicos.	ABEEólica ABRACEEL Ampere APINE Casa dos Ventos Delta e Zeta EDP Enel Engie Tempo Energia
Propõe-se a adoção de par menos avesso, em que os resultados demonstraram plena capacidade de resposta quando se estabelecem condições adversas no SIN.	A metodologia proposta buscou atender os requisitos mínimos de geração termelétrica requeridos tanto em situações adversas, como intermediárias e de bonança energética do SIN. Essa análise teve o objetivo de verificar a adaptabilidade do modelo a diferentes condições hidrológicas.	Ampere Casa dos Ventos
Caso se adote novos parâmetros, acreditamos que para obter uma maior segurança regulatória e	Atendendo a recomendação do CMSE, os estudos específicos do GT-Metodologia/CPAMP para apresentar	ABRAGE SAESA

previsibilidade para o mercado seria importante que existisse um processo de transição mais suave para a revisão dos parâmetros de aversão ao risco, evitando, deste modo, que uma mudança brusca possa trazer efeitos indesejáveis aos agentes.	soluções que propiciem uma maior aderência aos requisitos energéticos do setor se iniciaram no ciclo 2020/2021. Em linha com o que preconiza o Artigo 2º da CNPE Nº 22 de 05/10/2021 a metodologia proposta de calibração do CVaR procura definir o par de CVaR que assegure níveis mínimos de despacho térmico aderentes aos requisitos de segurança do CMSE através da CRef.	
Dada a relevância desta alteração para o comportamento dos preços, far-se-á necessário uma análise/acompanhamento bastante rigoroso dos seus impactos, sob risco de perturbação no ambiente de negócios do setor elétrico.	Para auxiliar os Agentes na estimação dos impactos, o GT-Metodologia/CPAMP apresentou indicadores físicos e econômicos nos relatórios técnicos que fizeram parte da Consulta Pública MME nº 121/2022. Ainda, o grupo manteve o compromisso de fazer um período sombra para o ano de 2022 que será iniciado assim que a Consulta Pública for concluída.	Aliança Geração FIESP Neoenergia
Apesar de se acreditar que a alteração de tais parâmetros seja uma medida reativa à situação vivenciada nos últimos anos, vê-se a necessidade de o modelo apresentar custos mais elevados ao incluir maior despacho de térmicas, representando de maneira mais realista a situação do SIN, para que um cenário como o de 2021 não se repita.	As propostas metodológicas apresentadas pelo GT-Metodologia/CPAMP vão ao encontro da percepção da Consultoria.	Megawhat

5. Metodologia de calibração dos parâmetros do CVaR

Foram recebidas também contribuições com relação a metodologia aplicada para a recalibração do CVaR. Assim, a Tabela 6 apresenta as contribuições positivas acerca dos estudos realizados nesse âmbito e a Tabela 7 apresenta as demais contribuições, bem como as respostas do GT Metodologia.

Tabela 6 – Contribuições positivas em relação a metodologia de calibração do CVaR.

Contribuição	Agente
Considera um avanço a exposição de uma metodologia que embase a decisão da Comissão para os pares do CVaR, diminuindo a discricionariedade e subjetividade no processo de escolha.	ABRACE ABRACEEL CTG Engie
Por meio da comparação entre a geração térmica indicada na Curva de Referência do ONS/CMSE de 2022 com os resultados das simulações dos <i>backtests</i> e prospectivos de cada par de CVaR, essa métrica se aproxima de forma mais aderente à atual aversão a risco do governo, já que a CRef, é utilizada pelo CMSE para indicar aquele despacho adicional à saída do modelo necessário para suprir a demanda.	ABRACE Ampere

Tabela 7 – Contribuições relacionadas a metodologia de calibração do CVaR.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia	Agente
A CPAMP deve ter o compromisso e a responsabilidade de não oscilar a calibragem dos parâmetros e mecanismos dos modelos de planejamento da expansão, planejamento e programação da operação, definição e cálculo da garantia física dos empreendimentos de geração e formação de preço no setor de energia elétrica no sentido de ora relaxar e ora restringir a aversão do risco ali representada em função de aspectos conjunturais. Isto prejudica significativamente o incentivo à expansão do setor elétrico, uma vez que a decisão de investimento é baseada em	A metodologia de recalibração do CVaR proposta pelo GT-Metodologia visa ser reproduzível e somente será reavaliada caso não se demonstre eficiente para os fins preconizados pelo Artigo 2º da CNPE Nº 22 de 05/10/2021. As consequências de propostas metodológicas de ciclos futuros são de difícil antecipação, de deverá recorrentemente (a cada ciclo) avaliar o nível de aderência da aversão ao risco dos modelos.	ABEEólica ABRACEEL Casa dos Ventos CTG EDP Enel Raizen

metodologias e parâmetros vigentes e carece de previsibilidade para o longo prazo. A sugestão é de que exista um prazo estipulado para que determinado par se mantenha e que se preveja uma métrica que sinalize a eventual necessidade de recalibração, para que sua alteração seja pensada de forma estrutural.		
A CRef não tem metodologia consolidada e apresenta premissas com grande subjetividade, que incluem fatores de curto prazo (conjunturais), trazendo imprevisibilidade aos agentes. Recomenda-se a definição regulatória dos critérios empegados na construção da CRef, com vista à estabilidade interanual da análise das condições de atendimento.	O pleito será levado à Plenária da CPAMP tendo em vista ser discutida no fórum apropriado (CMSE).	ABEEólica ABRACEEL ABRAGE ABRAGEL Aliança Geração Ampere Casa do Ventos CPFL CTG Delta e Zeta EDP Engie SAESA Tempo Energia
A CRef foi elaborada objetivando subsidiar o CMSE na decisão de despacho fora da ordem de mérito, de forma conjuntural, sendo seu uso incompatível para definição de parâmetros de α e λ , que tem caráter estrutural. A consideração do CRef como critério de calibração do CVaR, deveria ser precedida de uma calibração das curvas de referência que considerem estatísticas de custo do déficit, compatíveis com os critérios de suprimento para adequabilidade do sistema.	Através da CRef o CMSE externa a política operativa que pretende adotar. Em linha com o que preconiza o Artigo 2º da CNPE Nº 22 de 05/10/2021 a metodologia proposta de calibração do CVaR procura definir o par de CVaR que assegure níveis mínimos de despacho térmico aderentes aos requisitos de segurança do CMSE através da CRef. Ainda, a utilização de cenários/curvas alternativas, construídos pelo próprio GT-Metodologia/CPAMP, não necessariamente refletiriam os requisitos energéticos necessários	ABEEólica ABRACEEL ABRAGE ABRAGEL Aliança Geração CTG CPFL Delta e Zeta Engie SAESA

	para a segurança do SIN, de atribuição do CMSE.	
As premissas para calibração deveriam considerar curva de referência baseada num percentil do histórico e não no pior caso. Caso contrário, por definição esse “seguro” será demasiadamente caro, já que se pagará antecipadamente pelo pior sinistro possível.	Em linha com o que preconiza o Artigo 2º da CNPE Nº 22 de 05/10/2021 a metodologia proposta de calibração do CVaR procura definir o par de CVaR que construa uma política operativa flexível e adaptativa ao contexto energético, porém assegurando níveis mínimos de despacho térmico aderentes ao requisito mínimo de segurança do CMSE através da CRef. Com relação à adaptatividade do modelo para diferentes cenários hidrológicos, esse assunto foi tratado em Workshops e no relatório da Consulta Pública, mostrando que as metodologias propostas respondem de forma eficiente em diferentes situações hidrológicas.	ABEEólica ABRACEEL Aliança Geração APINE Delta e Zeta Enel Engie Neoenergia Raizen Tempo Energia
Apesar de o <i>backtest</i> ser de cinco anos, a análise do atendimento à geração térmica foi realizada apenas para o ano de 2021. A justificativa para isso foram as alterações significativas que o sistema sofreu nos últimos anos. Apesar de ser verdade, o mais adequado seria a construção de outras curvas, coerentes com as características do sistema em cada momento, para avaliação durante todo o horizonte do estudo. Além disso, não fica claro qual a razão para não ter sido utilizada a curva de 2021.	A proposta de utilização como referência a CRef de 2022 do SIN, tanto para o estudo de análises prospectivas quanto ao <i>backtest</i> (adaptando a disponibilidade termelétrica da época) foi discutida junto aos Agentes no 22º Workshop (13/12/2021) e no 23º Workshop (19/01/2022). Essas definições tiveram o objetivo de dar transparência e evitar discricionariedades utilizando premissas mais próximas possíveis às que subsidiaram a definição da CRef 2022, tendo como referência portanto a percepção de risco do CMSE.	Aliança Geração APINE Enel Neoenergia
O emprego do CVaR tem como objetivo reduzir o despacho fora da ordem de mérito, corrigindo custos e preços no modelo de curto prazo.	A versão atual da CRef incorpora três níveis de despacho termelétrico. A geração termelétrica condicionada à faixa de operação de	ABRAGET APINE Enel Neoenergia

O objetivo do CVaR não foi, portanto, necessidade de atingir níveis físicos de reservatório, como está estabelecido na CRef. Dessa forma, para atingir níveis de reservatório, é preciso parametrizar mecanismos que tenham esse fim, como o caso do VminOp ou a própria SAR.	armazenamento requer a utilização de estratégias de programação mista-inteira que não é compatível com as atuais estratégias de solução do NEWAVE e DECOMP, baseadas em PDDE e PDD, respectivamente. As análises conduzidas pelo GT Metodologia/CPAMP nos ciclos 2020/2021/2022 demonstram que o aumento da aversão ao risco através da recalibração do CVaR é eficiente na busca de oferecer políticas seguras, provendo uma geração termelétrica antecipativa, e aderentes aos requisitos energéticos do CMSE. Contudo, análises específicas de VminOp podem ser conduzidas em trabalhos futuros, caso se verifique a necessidade de complementação para assegurar uma aderência aos requisitos energéticos do sistema.	Raizen Vibra
--	--	-------------------------

6. Outros temas

A contribuições recebidas na CP MME nº 121/2022 relacionadas a outros temas do Ciclo de Atividades 2021/2022 são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Contribuições relacionadas a outros temas.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia	Agente
O GT Metodologia avaliou o impacto sobre a Garantia Física (GF) do SIN ao se considerar o uso do PAR(p)-A sem levar em conta a revisão ordinária de GF de usinas importantes para o MRE, como a usina de Belo Monte. É importante que seja explicado o motivo da exclusão dessas usinas.	Na avaliação do impacto do uso do PAR(p)-A para várias parametrizações CVaR numa Revisão Ordinária de GF (ROGF), adotou-se para definição das usinas não revisáveis o critério de abrangência estabelecido na ROGF que passou a vigorar em 2018, segundo o qual a GF de uma usina é revisada a cada 5 anos de validade e eficácia. Considerando uma ROGF que passaria a vigorar em 2023, foram consideradas revisáveis todas as usinas com pelo menos 5 anos de validade e eficácia de sua GF em 31 de dezembro de 2022. Adicionalmente, usinas com processo de privatização viável de ser concluído em 2022 também foram consideradas como não revisáveis. Este tema está detalhado na CP MME nº 123/2022 ⁴ .	Aliança Geração
A análise do vertimento turbinável deveria considerar questões operativas não antecipadas nos modelos, tais como: inflexibilidades verificadas no despacho de termelétricas, reduções conjunturais nos limites de transmissão, inflexibilidades da geração hidrelétrica e volatilidades da geração eólica e solar. Em outras palavras, dada a	As premissas a serem consideradas nos estudos de <i>backtest</i> e prospectivos foram discutidas nos 20º Workshop (20/10/2021) e 21º Workshop (10/11/2021) visando a reprodutibilidade, isonomia e não discricionariedade das premissas. Sempre quando possível, os resultados comparativos foram comparados entre os resultados dos modelos, de forma a evitar os desvios referentes a fatores conjunturais da realidade operativa.	NESA

⁴ disponível em: http://antigo.mme.gov.br/web/guest/servicos/consultas-publicas?p_p_id=consultapublicammeporlet_WAR_consultapublicammeporlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&consultapublicammeporlet_WAR_consultapublicammeporlet_view=detalharConsulta&resourcePrimKey=2203401&detalharConsulta=true&entryId=2203403

realidade operativa, a flexibilidade do sistema parece superestimada nos estudos da CPAMP que subsidiaram a análise preliminar a respeito dos vertimentos turbináveis.		
Necessário que seja regulamentada – em favor das hidrelétricas – a compensação de perdas por vertimento turbinável. No nosso entendimento, a maior aversão a risco nos parâmetros do CVaR deve ser acompanhada da citada regulamentação do vertimento turbinável. Cabe destacar que a regulamentação do tratamento de vertimentos turbináveis de UHEs encontra-se na Agenda Regulatória da ANEEL 2022/23, no item 41 “Regulamentar o ‘Constrained off’ de centrais geradoras hidrelétricas”, com previsão de Consulta Pública para o 2º semestre de 2022.	O pleito do agente foi apresentado ao plenário da CPAMP tendo em vista ser discutida no fórum apropriado.	NESA
É importante que a ANA realize logo os estudos indicando os valores que devem ser considerados na cadeia dos modelos computacionais de despacho e preço, no ONS e CCEE.	O Pleito da Associação será endereçado ao fórum competente para serem discutidas no âmbito do CT PMO-PLD.	ABRAGET
Estudos para entendimento de casos específicos em relação ao aprofundamento dos PLDs em agosto/2022.	O GT-Metodologia conduziu alguns estudos específicos a fim de verificar a consistência dos resultados. Eles estão no Anexo III ao presente relatório.	Megawhat Raizen ABIAPE
Considerações acerca das premissas adaptadas nos estudos prospectivos e <i>backtests</i> que subsidiaram a metodologia de calibração do CVaR:	As premissas a serem consideradas nos estudos de <i>backtest</i> e prospectivos foram discutidas junto aos Agentes nos 20º Workshop (20/10/2021) e 21º Workshop (10/11/2021) visando a reprodutibilidade, isonomia e não discricionariedade das	ABEEólica APINE CPFL Enel

(i) manter o parque gerador fixo, 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; (ii) 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; (iii) 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 avaliado de forma mais criteriosa; (iv) 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 <i>backtest</i> e nos casos prospectivos; (v) outro ponto importante a ser considerado em uma análise mais aprofundada é com relação ao cronograma de manutenções de	premissas. Sempre quando possível, os resultados comparativos foram comparados entre os resultados dos modelos, de forma a evitar os desvios referentes a fatores conjunturais da realidade operativa.	
---	---	--

UHE's e Térmicas, utilizado no período de calibragem. (vi) conjuntura inicial dos armazenamentos e cenários de hidrologia adotados.		
A SAR e o controle do corte de carga com restrições locais de risco são critérios mais práticos e coerentes com as variáveis da operação para serem utilizados no planejamento da operação.	A metodologia SAR foi avaliada em ciclos anteriores da CPAMP e foi constatado como desvantagem seu maior tempo computacional em relação à metodologia CVaR. No entanto, esse tema pode ser avaliado para ser mais bem explorado em ciclos subsequentes.	Lamps – PUC Rio
Como aprimoramento futuro, estimar PAR ($p = 12$) utilizando técnicas de regularização (LASSO, AdaLASSO, Elastic Net, <i>Ridge Regression</i>).	É importante ressaltar que a metodologia Par(p)-A não é equivalente à aplicação do Par(12), para detalhes a respeito da metodologia sugerimos consultar o relatório CEPEL— DEA – 1416 / 2020, disponível na página do CEPEL. Técnicas de regularização para estimação de parâmetro podem ser avaliadas no futuro, sendo importante levar em consideração o contexto em que cada uma delas tende a produzir melhores resultados, em função da quantidade de parâmetros. Ressalta-se que existem também outros critérios de seleção da ordem do modelo, como AIC e IBIC, que já vêm sendo investigados pelo CEPEL, tendo apresentado resultados semelhantes aos obtidos pela metodologia vigente.	Lamps – PUC Rio

A CP MME nº 121/2022 também recebeu contribuições relacionadas à governança do GT Metodologia, expostas na sequência. Os pontos abordados nessas contribuições serão direcionados ao âmbito do GT Governança e avaliados oportunamente.

Tabela 9 – Contribuições relacionadas à governança.

Contribuição	Agente
Necessário um maior período de contribuição à Consulta Pública.	Megawhat
Sugere-se que no próximo ciclo de trabalho a CPAMP adote um processo de Consulta Pública para definir sua agenda de temas a	ABRACEEL

serem estudados, em continuidade aos avanços obtidos em termos de transparência.	
Estabelecer um cronograma de avanços previstos na CPAMP para que os agentes possam se preparar para eventuais mudanças.	ABRAGET
Buscar maior apoio da comunidade acadêmica/especialistas na área.	Lamps – PUC Rio NESA
Necessidade de métricas de monitoramento do viés das entradas e saídas dos modelos de planejamento, através de relatórios ou dashboards públicos (utilização de modelos de Machine Learning).	Lamps – PUC Rio Delta e Zeta
Atualização dos parâmetros de aversão a risco deve ser realizado no mesmo mês em que uma data futura seja programada para essa atualização, para evitar introduzir inconsistência entre planejamento e operação.	Lamps – PUC Rio

A Consulta Pública também recebeu contribuições relacionadas a sugestões de próximos estudos. Essas contribuições são apresentadas na Tabela 10. O GT-Metodologia irá analisar essas contribuições e pretende realizar essa discussão com os agentes em no momento oportuno, junto à definição do cronograma para os próximos ciclos.

Tabela 10 – Sugestões de estudos futuros.

Contribuição	Agente
Avaliar, com mais intensidade, o uso de restrições físicas agregados na modelagem.	ABRAGET Enel Eletrobras Furnas
Contribuímos para que sejam inseridos nos modelos a abordagem realizada pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE no PDE 2031 para a representação das reais restrições hidráulicas e como elas são incorporadas nos modelos, que podem agregar maior realismo e previsibilidade sobre o gasto energético que ocorre nas Usinas Hidrelétricas – UHEs. Sinalizando então, o quanto as usinas realmente conseguirão gerar e suas reais disponibilidades para o sistema.	ABRACE NESA
Representação individualizada nas usinas no NEWAVE	ABRACE ABRAGE Eletrobras Furnas NESA

Horizonte de simulação do modelo DECOMP	Eletrobras Furnas
Atualização da taxa de desconto considerada pelos modelos. Como contribuição, seria importante alterar para um valor de taxa já amplamente utilizada como balizador para financiamento de projetos, do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, a Taxa de Longo Prazo – TLP. Atualmente essa taxa é definida por IPCA + 2,09% a.a.	ABRACE
Há a necessidade da inclusão de uma carga líquida que considere a evolução mais aderente à realidade das renováveis e da geração distribuída, visando representar no modelo a melhor informação do sistema, já que essa será a real curva de carga que se deve suprir.	ABRACE Eletrobras Furnas
Destaca-se a necessidade de compatibilização da representação das fontes intermitentes dos modelos Newave e Decom com o Dessem.	NESA
Entendemos que a previsão da geração de usinas não simuladas individualmente (eólica, solar, PCH e PCT) e a previsão de carga nos modelos deveriam ter um tratamento estocástico e não determinística como feito atualmente.	NESA
Sugerimos que estudos voltados à incorporação de curva guia de nível dos reservatórios aos modelos matemáticos sejam ampliados, de maneira a permitir que estas restrições já sejam incorporadas na solução matemática, não sendo necessários ajustes exógenos que, como se pode observar, podem ter efeitos indesejáveis como o aumento expressivo do custo de operação do sistema.	CTG
Atualmente, os modelos entendem como ótimo o rebaixamento praticamente completo do reservatório da UHE Tucuruí. No entanto, com objetivo de assegurar o atendimento a demanda de potência, ao menos nos últimos dois anos, o ONS tende a não permitir que o referido reservatório seja rebaixado ao ponto de desligar a segunda casa de máquinas, o que seria excursionar abaixo de 29%. No entanto, existe uma alta probabilidade de vertimento turbinado destes mesmos 29% no período chuvoso. Assim, sugerimos que essa limitação de rebaixamento seja registrada no acrônimo VMINOP do deck de entrada do NEWAVE a partir de 2023, ou elevar o VMINOP dos demais subsistemas para 40% de forma que os riscos de atendimento a demanda de potência sejam praticamente eliminados. Nesta configuração, a operação do sistema seria mais racional, uma vez que se estaria utilizando o reservatório da UHE Tucuruí na sua totalidade, dado que o mesmo apresenta uma probabilidade de vertimento muito superior aos demais subsistemas que tem sido rebaixados para perigosos 20% ao final do período seco.	COPEL

Consideramos essencial que se retomem os estudos acerca do VMinOp, buscando-se substituir os atuais níveis meta flat para o ano todo, por níveis variáveis ao longo dos meses, em conformidade com a visão de segurança operativa em cada época do ano, de acordo com a sazonalidade da hidrologia.	CTG Eletrobras Furnas
Ainda nessa linha, julgamos necessário que se estude passar o mês de penalização do VMinOp de novembro para abril, com a visão de que o nível meta não deveria ser violado no início do período seco, e não no final, de maneira a garantir a segurança de suprimento do sistema em momentos de estiagem.	CTG
Sugere-se estudos em que os modelos computacionais considerem um maior peso ao armazenamento dos reservatórios, como forma de se ter um sinal econômico do PLD mais coerente e, conseqüentemente, a justa alocação dos encargos do Sistema.	Megawhat
Avaliação da inconsistência do modelo Decomp ao indicar redução expressiva do armazenamento do submercado Norte entre semanas operativas, sendo um sinal não condizente com a operação realizada pelo ONS.	Megawhat
Vale mencionar a alternativa do despacho por oferta pelos agentes, desenho de mercado vigente em outros países. Nesta alternativa os agentes buscam a melhor representação do sistema e outras premissas, não restritos aos modelos oficiais, como subsídio para apresentar suas ofertas. Sugere-se, portanto, que se estude a possibilidade de despacho por oferta avaliando possíveis efeitos colaterais tais como o poder de mercado.	NESA
Sugestão de avaliação e reflexão se o modelo centralizado é incapaz de gerenciar todos os dados e técnicas de previsão de recursos renováveis, sendo mais próximo do real resolver o problema através de heurísticas individuais em ambiente onde os agentes competem por eficiência na previsão.	Lamps – PUC Rio
Sugestão de evoluir na busca de modelagens que capturem aspectos relevantes da operação (ex: consideração de restrições de rede, incertezas e restrições de curto prazo, reservatórios individualizados).	Lamps – PUC Rio
Monitorar e incentivar a colaboração na área de previsões climáticas/ estudar variáveis exógenas associadas a previsões climáticas de longo prazo.	Lamps – PUC Rio
Sugere que a avaliação do impacto de mudanças na FCF no PLD e em variáveis operativas sejam realizadas pela utilização de um simulador de referência que seja amplamente testado e agnóstico à FCF sendo avaliada. Sugere como ponto de partida procedimentos computacionais adotados	Lamps – PUC Rio

para realizar previsões mais acuradas para o PLD no segmento de comercialização.	
--	--

Ainda, foram recebidas contribuições relacionadas à Revisão Ordinária da Garantia Física. O GT-Metodologia traz esses pontos na Tabela 11 visando a transparência das informações, porém esse tema deverá ser tratado em âmbito específico, não sendo parte das atribuições do GT-Metodologia.

Tabela 11 – Contribuições referentes à ROGf.

Contribuição	Agente
A respeito dos critérios adotados para a próxima Revisão Ordinária da Garantia Física, sugerimos a abertura de Consulta Pública Específica para este fim.	ABRAGE APINE EDP Enel Neoenergia
Solicita que sejam avaliadas alternativas quanto às implicações da alteração do CVaR no processo de Revisão Ordinária da Garantia Física.	Aliança Geração
É importante que toda a modelagem e parametrização que venha a ser aprovada neste ciclo também seja utilizado para uma eventual revisão ordinária de garantias físicas a ser realizada neste ano ou no próximo, de maneira a aproximar o cálculo das garantias físicas à realidade hidrológica e operativa do sistema, bem como à visão de aversão a risco do Operador e do Planejador.	CTG Engie Fiesp NESA
É imperativo atualizar o Período Crítico utilizado no processo de Revisão Ordinária, uma vez que o ONS já indica a existência de um novo Período Crítico, conforme apontado no PEN 2021.	Engie
Por questão de isonomia, a revisão da Garantia Física para todos os agentes participantes do MRE seja feita a partir das mesmas premissas utilizadas na revisão feita para as UHEs do Grupo Eletrobras, definidas pela Portaria MME nº 544/21.	Enel Neoenergia SAESA
Considerando a relevância que as garantias físicas representam para os agentes, entendemos que o critério de parada proposto não atende às necessidades e deve ser aprofundado antes da utilização da metodologia PAR(p)-A e novos parâmetros do CVaR para aplicações oficiais.	Neoenergia

7. Deliberação

A CPAMP direcionou os seus aprimoramentos motivada pelo Artigo 2º da CNPE Nº 22 de 05/10/2021 que expressa que “os aprimoramentos de que trata o caput deverão buscar aderência ao nível de aversão ao risco adotado na política operativa, considerando inclusive as medidas adicionais eventualmente utilizadas com vistas à manutenção ou restauração da segurança no abastecimento e no atendimento eletroenergético”. Conforme consta em Ata da Plenária CPAMP de 07/04/2022⁵, após os estudos realizados durante o Ciclo de Atividades 2021/2022 e a análise das contribuições recebidas na CP MME nº 121/2022, as instituições participantes da CPAMP propõem:

- Emprego da metodologia PAR(p)-A na geração de cenários hidrológicos;
- Alteração do critério de parada do modelo NEWAVE para 6 iterações consecutivas com ΔZ_{inf} abaixo de 0,1%, e:
 - Casos do ONS e CCEE: mínimo de 30 e máximo de 50 iterações;
 - Casos EPE: mínimo e máximo de 50 iterações;
- Alteração do CVaR considerando os parâmetros $\alpha=25\%$ e $\lambda=35\%$.

Ressalta-se novamente que os aprimoramentos aprovados podem ser utilizados de forma imediata para uso oficial pela EPE no planejamento da expansão e no cálculo de Garantia Física, conforme explicitado na Resolução CNPE Nº 22, de 5 de outubro de 2021.

O GT Metodologia entende que o emprego da metodologia PAR(p)-A é um aprimoramento no processo de geração de cenários hidrológicos que considera a média dos últimos 12 meses para melhor definir a tendência hidrológica conjuntural. Com relação aos possíveis aprimoramentos apontados nas contribuições referentes a metodologias de projeções de vazões, conforme comentado nas seções pertinentes o GT Metodologia poderá trazer as análises sugeridas para as discussões de priorização em ciclos futuros.

Com relação ao novo critério de parada, os estudos, com base em critérios estatísticos, corroboraram com a necessidade de uso de um novo critério de parada mais rigoroso, na busca por maior qualidade da solução dos modelos computacionais. Com relação a limitação do número máximo de iterações, os estudos apresentados no Anexo I

⁵ Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cpamp/2022/20220407-reuniao-plenaria-extraordinaria-cpamp.pdf/view>

mostram que ao permitir o modelo iterar mais as políticas se aproximam mais da otimalidade, e mesmo assim, o GT Metodologia se compromete a continuar estudando aprimoramentos que possibilitem a aceleração na convergência dos resultados do modelo NEWAVE.

Por fim, a decisão da adoção dos parâmetros do CVaR com $\alpha=25\%$ e $\lambda=35\%$, consiste no aumento da aversão ao risco, atribuindo maior importância (peso) para os cenários hidrológicos mais adversos. As análises realizadas durante o Ciclo de Atividades 2021/2022 mostraram que os modelos computacionais com maior aversão ao risco indicam níveis de geração termelétrica aderentes aos requisitos de geração termelétrica eventualmente definidos pelo CMSE, com base na Curva Referencial de Armazenamento 2022 (CRef 2022).

A proposta de metodologia de calibração do CVaR empregada no Ciclo de Atividades 2021/2022, analisou o índice de aderência do nível de despacho termelétrico indicado pelos modelos em relação ao nível de despacho termelétrico que seria indicado pelo CMSE com base na CRef 2022. Como foram analisadas 5 sensibilidades para cada par de CVaR simulado (*backtest* e 4 sensibilidades prospectivas), obteve-se inicialmente 5 índices para cada um dos pares, cujos resultados são apresentados na Tabela 12 e Tabela 13. Para a pré-seleção dos pares indicados, o grupo técnico optou por considerar um índice único, sendo considerado apenas o índice que apresentou menor aderência, entre todos os casos, ao critério de atendimento do despacho térmico da CRef 2022. O rigor adotado foi na intenção de que o par de parâmetros do CVaR selecionado propiciasse uma operação preventiva e reativa em diferentes situações.

Considerando as contribuições recebidas na CP MME nº 121/2022, que em sua maioria, viam como necessário um aumento da aversão ao risco mais moderado e reanalizando os estudos realizados pelo GT Metodologia, constatou-se que o par de parâmetro do CVaR(25,35) havia sido reprovado na pré-seleção de pares devido sobretudo ao caso prospectivo que considerou o armazenamento inicial igual ao verificado em dezembro de 2020 e uma perspectiva de ENA equivalente a 80% da MLT (80MLT_EARM20). Ressalta-se que o nível de partida de energia armazenada equivalente a dezembro de 2020 representa um cenário de armazenamento bastante crítico, que demanda um despacho termelétrico elevado para recuperação do nível de armazenamento logo nos primeiros estágios.

Tabela 12 – Resultados obtidos pela métrica de aderência à geração térmica que seria indicada pelo CMSE aplicada ao *backtest*.

CVaR	Atendimento da GT semanal SIN(%)	Custo de GT total (R\$ bi)
Vigente	81,7%	R\$ 94,35
(50,35)	92,5%	R\$ 95,67
(25,20)	88,6%	R\$ 94,64
(25,30)	96,2%	R\$ 98,95
(25,35)	96,5%	R\$ 102,79
(25,40)	98,3%	R\$ 110,26
(25,45)	99,9%	R\$ 116,31
(25,50)	99,9%	R\$ 125,55

Tabela 13 – Resultados obtidos pela métrica de aderência à geração térmica que seria indicada pelo CMSE aplicada as análises prospectivas.

CVaR	60MLT_EARM20		80MLT_EARM20		60MLT_EARM11		120MLT_EARM11	
	Atendimento da GT mensal (%)	Custo total da GT no horizonte (R\$ bi)	Atendimento da GT mensal (%)	Custo total da GT no horizonte (R\$ bi)	Atendimento da GT mensal (%)	Custo total da GT no horizonte (R\$ bi)	Atendimento da GT mensal (%)	Custo total da GT no horizonte (R\$ bi)
Vigente	86,6%	R\$ 48,26	81,1%	R\$ 6,25	97,9%	R\$ 14,80	100,0%	R\$ 5,62
(50,35)	88,6%	R\$ 50,46	82,3%	R\$ 6,91	100,0%	R\$ 18,90	100,0%	R\$ 5,62
(25,20)	87,6%	R\$ 50,37	81,3%	R\$ 6,70	100,0%	R\$ 18,45	100,0%	R\$ 5,62
(25,30)	91,7%	R\$ 53,05	86,6%	R\$ 9,25	100,0%	R\$ 23,23	100,0%	R\$ 5,62
(25,35)	94,3%	R\$ 53,85	90,1%	R\$ 10,77	100,0%	R\$ 27,19	100,0%	R\$ 5,62
(25,40)	95,8%	R\$ 56,35	94,0%	R\$ 12,39	100,0%	R\$ 31,17	100,0%	R\$ 5,62
(25,45)	95,2%	R\$ 59,26	98,0%	R\$ 14,81	100,0%	R\$ 34,20	100,0%	R\$ 5,62
(25,50)	95,8%	R\$ 60,09	99,3%	R\$ 17,18	100,0%	R\$ 39,89	100,0%	R\$ 5,62

Analisando com mais detalhes a sensibilidade prospectiva 80MLT_EARM20, que considera uma energia armazenada baixa com uma perspectiva de afluências futuras próxima ao que se tem verificado nos últimos anos, a Figura 3 apresenta a diferença entre a geração térmica indicada pelas simulações e o que seria indicado pela CRef 2022. Ressalta-se que na pré-seleção, foi considerada uma tolerância em torno de 5% de não atendimento à geração termelétrica que seria indicada pelo CMSE. Assim, nota-se que o déficit de geração termelétrica ocorreria nos meses de dezembro de 2021 a março de 2022, muito influenciado pelo efeito da geração compulsória ao final do período úmido, o que deslocou a geração termelétrica de forma contundente em todos os cenários de CVaR. Em adição, os aprimoramentos indicados pela CPAMP, visam a elevação estrutural do armazenamento, sendo esperado no futuro níveis de reservatórios mais altos que os observados nos últimos anos. Neste contexto, o plenário da CPAMP entendeu que o CVaR(25,35) poderia ser considerado como um par potencial a ser indicado para a recalibração.

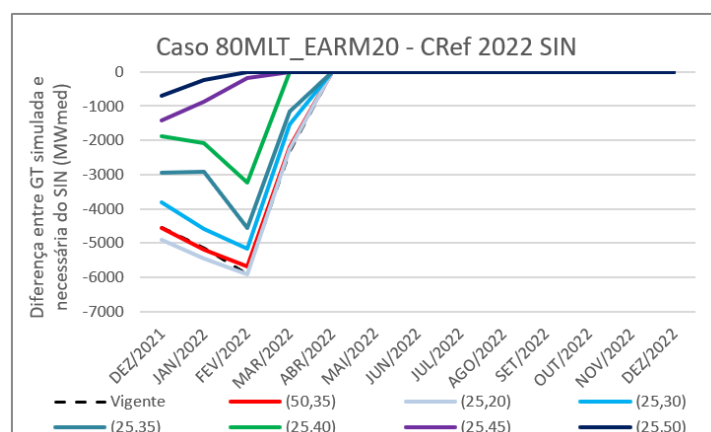


Figura 3 – Diferença entre GT simulada e a necessária do SIN para o caso prospectivo 80MLT_EARM20.

Do ponto de vista de impactos, o CVaR(25,35) apresentou bons resultados, com nível de armazenamento ao final do *backtest* com 12,5 p.p. acima do modelo vigente, como pode ser observado nas tabelas-resumo da Figura 4 e Figura 5.

Backtest		Realizado	Avaliação com os modelos		
			Vigente	(25,35)	(25,40)
Δ de armazenamento no SIN [p.p] em relação ao vigente		7,6	Ref	12,5	15,4
Custo da geração térmica [R\$ bi]		136,2	94,4	102,8	110,3
CMO médio do Sudeste no período [R\$/MWh]		278,4	498,9	418,4	462,5
PLD médio do Sudeste no período [R\$/MWh]		230,4	299,0	334,0	342,5
Impacto das usinas no MRE	GSF [%]	80,4%	81,2%	80,0%	79,6%
	Impacto do pagamento no MCP [R\$ bi]	-183,8	-214,4	-253,9	-268,8
ROGF	Redução de garantia física [%]		-0,5%	-3,5%	-3,7%
Impacto tarifário [%]			Ref	-0,99%	-0,59%

Figura 4 – Resumo das análises do *backtest* para o CVaR(25,35) e CVaR(25,40) comparado ao modelo vigente.

Prospectivo	Avaliação com os modelos		
80MLT_EARM20	Vigente	(25,35)	(25,40)
Δ de armazenamento no SIN [p.p] em relação ao vigente	Ref	9,8	11,9
Custo da geração térmica [R\$ bi]	6,2	10,8	12,4
CMO médio do Sudeste no período [R\$/MWh]	144,0	252,4	284,9
PLD médio do Sudeste no período [R\$/MWh]	144,0	252,4	289,1
Impacto tarifário [%]	Ref	2,85%	3,33%

Figura 5 – Resumo das análises do caso 80MLT_EARM20 do prospectivo para o CVaR(25,35) e CVaR(25,40) comparado ao modelo vigente.

Desse modo, motivada pelas contribuições à Consulta Pública, o plenário da CPAMP constatou que, através das execuções de *backtest*, o par CVaR (25,35) apresenta boa

capacidade de antecipação de geração termelétrica, produzindo resultados convincentes relativos à segurança do sistema estrutural. Apesar do poder de reação menor em situações específicas conjunturais, avaliados pelas execuções prospectivas, o plenário da CPAMP entendeu conveniente reavaliar a sua proposta inicial, indicando o CVaR(25,35) de forma a reduzir os custos sistêmicos na Ordem do Mérito, sem comprometer a segurança do sistema.

Anexo I: Análise da estabilidade das variáveis operativas

Atendendo a solicitações, o GT Metodologia traz a seguir os resultados da análise de estabilidade das variáveis operativas devido ao limite máximo de 50 iterações. As contribuições recebidas na CP MME nº 121/2022 alegaram que os resultados apresentados com o emprego do PAR(p)-A não se apresentavam estáveis, uma vez que grande parte dos casos executados nos *backtests* e estudos prospectivos paravam a simulação no limite máximo de 50 iterações. Porém, o critério de parada vigente (3 iterações consecutivas com $\Delta Zinf$ abaixo de 0,2%) que vem sendo empregado em conjunto com a metodologia PAR(p) também não garante a estabilidade dos resultados, o que indica a necessidade de revisão do critério de parada. Desse modo, o GT Metodologia selecionou os casos empregando PAR(p) que não haviam parado no limite máximo de 45 iterações de acordo com o critério de parada vigente e reexecutou estes considerando o critério de parada proposto de 6 iterações consecutivas com $\Delta Zinf$ abaixo de 0,1%. Os resultados são apresentados de forma resumida na Figura 6 e mostraram que 100% dos casos empregando PAR(p) também parariam no limite máximo de iterações, identificando que para o caso vigente seria necessário um maior rigor, tendo em vista a nova metodologia de definição do critério de parada.

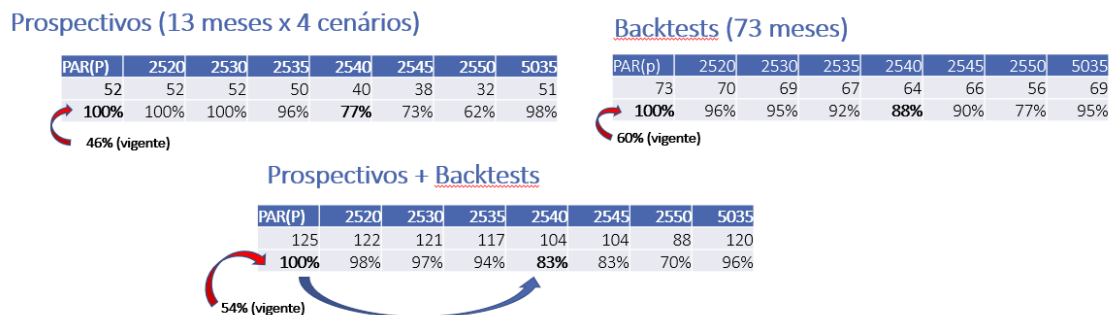


Figura 6 – Quantidade de casos analisados que foram limitados pelo número máximo de iterações.

Em complemento, o GT Metodologia pontua que a metodologia da PDDE é iterativa e assintótica, ou seja, o $Zinf$ é sempre crescente, como exemplificado na Figura 7. Desse modo, quanto mais iterações forem executadas, mais próximos os resultados estarão da otimalidade. Ainda, a variação do $\Delta Zinf$ não tem relação direta com a volatilidade das variáveis operativas e sim relação com a taxa de crescimento do custo total entre iterações sucessivas.

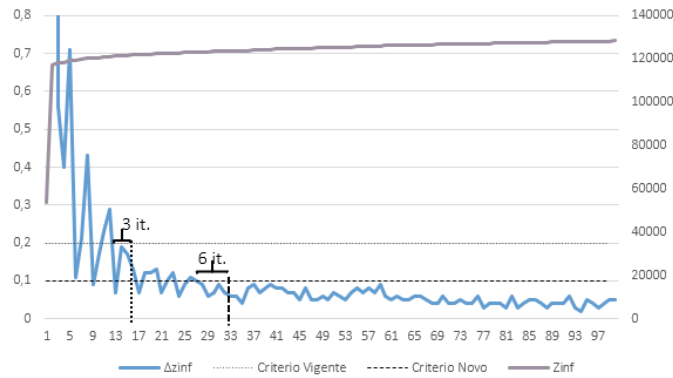


Figura 7 – Análise de Zinf e $\Delta Zinf$.

De forma a demonstrar que o emprego do PAR(p)-A não torna a solução menos estável em relação ao emprego do PAR(p), a Figura 8 e a Figura 9 apresentam os resultados do teste-t quando comparado o Custo de Operação (COPER) por iteração à 100ª iteração quando empregado PAR(p) ou PAR(p)-A com o CVaR(50,35), para os casos de PDE 2030 (caso base) e Garantia Física da Eletrobrás, respectivamente. Os resultados demonstram que, para o caso de PDE 2030, não há rejeição do teste-t com o PAR(p)-A, considerando o intervalo de confiança de 95%, a partir da iteração 80, sendo que com o PAR(p), a partir da iteração 70 é possível obter uma solução estatisticamente equivalente à 100ª iteração. No entanto, os resultados do teste estatístico do PDE 2030 com a metodologia PAR(p)-A retornou valores mais estáveis ao longo das iterações em relação ao PAR(p). Acrescenta-se que a análise do teste-t da variável COPER, realizada para o caso de Garantia Física da Eletrobrás com o CVaR (50,35) e mesma carga crítica, também apresentou resultados mais estáveis com o PAR(p)-A em relação ao PAR(p). Em complemento, a Figura 10 apresenta os resultados do teste-t da variável COPER, realizada para o caso de Garantia Física da Eletrobrás com PAR(p)-A e um nível maior de aversão ao risco - o CVaR (25,35), que também apresentou resultados mais estáveis ao longo das iterações.

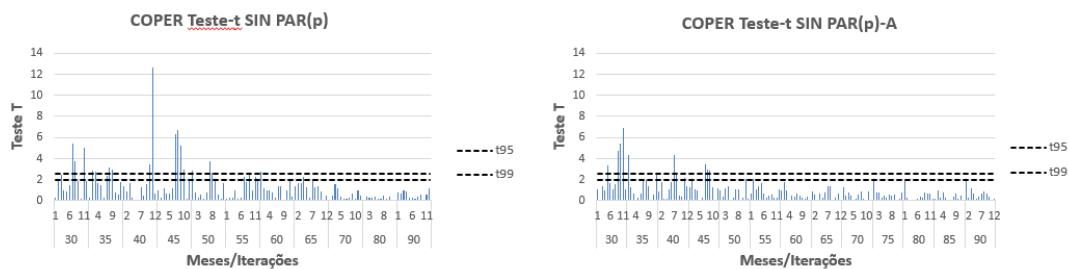


Figura 8 – Comparação do teste-t aplicado ao COPER para o caso base do PDE 2030 empregando CVaR(50,35).

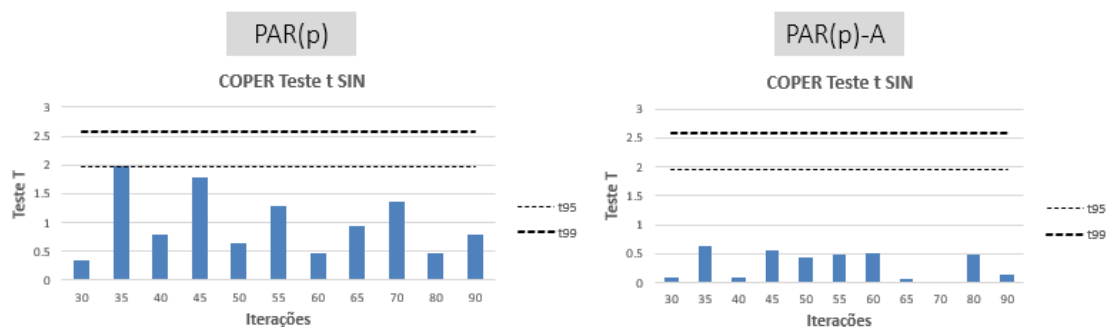


Figura 9 - Comparação do teste-t aplicado ao COPER para o caso de Garantia Física da Eletrobrás empregando CVaR(50,35).

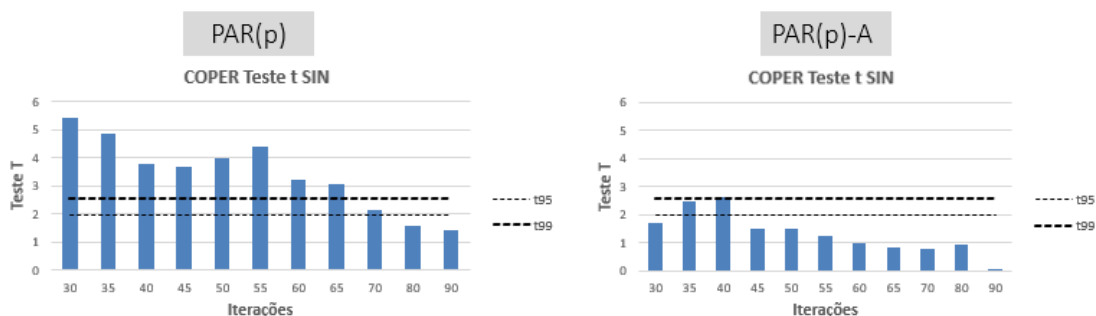
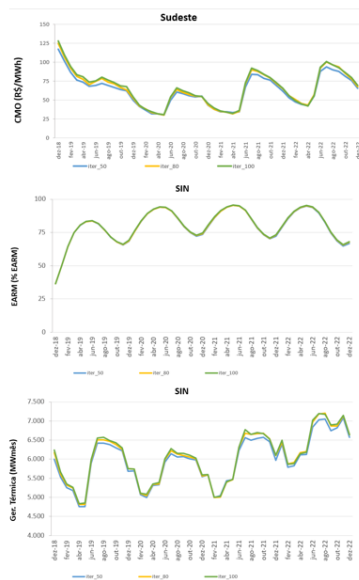


Figura 10 – Teste-t aplicado ao COPER para o caso de Garantia Física da Eletrobrás empregando CVaR(25,35).

Em adição, são apresentados na Figura 11 os resultados de CMO, EARM e GT para o caso de PLD de novembro de 2020 empregando CVaR(50,35) para a iteração 50 (iteração máxima segundo o critério de parada proposto), iteração 80 (iteração equivalente à 100ª iteração segundo o teste-t) e a iteração 100 (máxima iteração executada pelo NEWAVE). A Figura 12 apresenta os resultados entre a 50ª e a 100ª iteração para o caso de PMO de novembro de 2021 e a Figura 13 apresenta os resultados de CMO para diferentes iterações para o caso de garantia física da Eletrobrás. Os resultados não apresentaram diferenças significativas entre as diferentes iterações.



Resultados da operação

Diferença em relação a iteração 50

Resultados da operação

Diferença em relação a iteração 50 (p.p)

Resultados da operação

Diferença em relação a iteração 50

CMO SE	Período	2018	2019	2020	2021	2022
iter_50		61,94	116,72	71,35	45,56	57,76
iter_80		64,77	124,27	75,46	46,87	59,91
iter_100		65,88	127,71	77,83	47,86	60,80

CMO SE	Período	2018	2019	2020	2021	2022
iter_80		5%	6%	6%	3%	4%
iter_100		6%	9%	9%	5%	5%

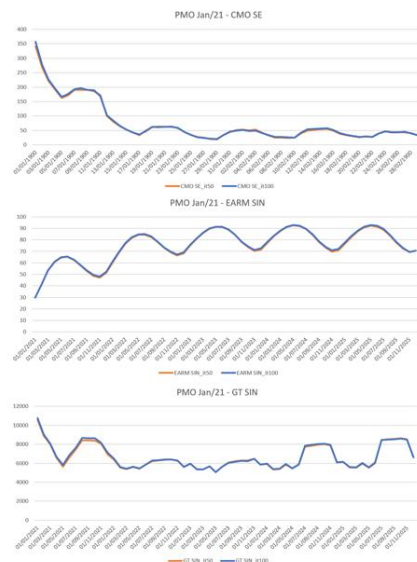
EARM SIN (%EARMmax)	Período	2018	2019	2020	2021	2022
iter_50		79,64	36,24	72,27	83,73	84,22
iter_80		79,92	36,30	72,39	83,94	84,48
iter_100		80,18	36,32	72,57	84,26	84,84

EARM SIN	Período	2018	2019	2020	2021	2022
iter_80		0,29	0,06	0,13	0,21	0,26
iter_100		0,55	0,08	0,30	0,52	0,78

GT SIN	Período	2018	2019	2020	2021	2022
iter_50		5.972,18	5.999,53	5.732,16	5.675,12	5.946,99
iter_80		6.040,26	6.173,14	5.801,52	5.720,06	6.005,58
iter_100		6.061,75	6.238,20	5.836,07	5.747,66	6.019,12

GT SIN	Período	2018	2019	2020	2021	2022
iter_80		1%	3%	1%	1%	1%
iter_100		1%	4%	2%	1%	1%

Figura 11 – Comparação dos resultados para diferentes iterações para o caso de PLD de dezembro de 2018, empregando CVaR(50,35).



PMO JAN 21

CMO SE	Período	2021	2022	2023	2024	2025
it50		73,86	198,82	56,66	37,93	39,11
it100		75,14	203,31	56,77	37,13	41,56
Diferença		2%	2%	0%	-2%	6%

CMO NE	Período	2021	2022	2023	2024	2025
it50		62,41	150,10	52,27	36,70	37,53
it100		64,24	156,48	53,07	36,08	40,00
Diferença		3%	4%	2%	-2%	7%

EARM SIN	Período	2021	2022	2023	2024	2025
it50		74,67	52,93	74,45	81,67	82,41
it100		75,20	53,33	75,09	82,08	83,00
Diferença		1%	1%	1%	1%	1%

GT SIN	Período	2021	2022	2023	2024	2025
it50		6676,46	7826,29	5949,98	5853,91	6612,64
it100		6701,96	8003,75	5984,19	5841,93	6663,60
Diferença		0%	2%	1%	0%	1%

Figura 12 – Comparação dos resultados entre a 50ª e a 100ª iteração para o caso de PMO de janeiro de 2021, empregando CVaR(50,35).

GF Eletrobras	CMO	CVaR 10% CMO												CVaR 1% ENS				
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	SIN	SE	S	NE	N
ParpA_5035_CV_ite30	166.3	659	682	710	663	665	699	739	764	771	797	810	708	0.2%	0.3%	0.5%	0.0%	0.1%
ParpA_5035_CV_ite35	164.7	655	677	716	677	669	697	737	755	769	790	798	695	0.2%	0.2%	0.4%	0.0%	0.1%
ParpA_5035_CV_ite40	166.2	657	692	722	672	668	696	736	756	756	797	808	692	0.2%	0.2%	0.5%	0.0%	0.0%
ParpA_5035_CV_ite45	166.1	665	694	720	670	672	717	738	755	771	796	797	695	0.2%	0.2%	0.5%	0.0%	0.1%
ParpA_5035_CV_ite50	167.5	677	701	732	680	672	725	739	769	772	790	800	708	0.2%	0.2%	0.3%	0.0%	0.1%
ParpA_5035_CV_ite55	169.3	671	712	736	688	689	734	742	771	766	772	792	717	0.1%	0.1%	0.4%	0.0%	0.0%
ParpA_5035_CV_ite60	171.1	688	718	752	692	700	746	770	787	788	805	810	728	0.2%	0.1%	0.4%	0.0%	0.0%
ParpA_5035_CV_ite65	169.3	681	710	742	692	689	744	755	775	774	785	807	705	0.2%	0.1%	0.4%	0.0%	0.0%
ParpA_5035_CV_ite70	170.5	680	718	746	703	690	742	758	764	775	775	784	707	0.1%	0.1%	0.4%	0.0%	0.0%
ParpA_5035_CV_ite80	173.9	701	741	772	725	710	768	780	793	796	804	801	727	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
ParpA_5035_CV_ite90	173.4	703	733	773	723	716	762	772	792	780	790	785	724	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
ParpA_5035_CV_ite100	174.4	703	752	778	717	723	777	793	795	792	801	803	733	0.1%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%

Figura 13 – Comparação dos resultados para diferentes iterações para o caso de Garantia Física da Eletrobrás, empregando CVaR(50,35).

Ainda, para verificar as diferenças nos resultados da operação, foi reexecutado o *backtest* de dezembro de 2015 à julho de 2018 para o CVaR(25,40), deixando a iteração máxima livre (até a 100ª iteração). Os resultados mostraram apenas diferenças pontuais e são apresentados na Figura 14 à Figura 17. Observa-se na Figura 14 que com a possibilidade de iterar até a 50ª iteração, um ganho de aproximadamente 1,3% no armazenamento SIN ao final do período analisado. A diferença entre os níveis de armazenamento inicia em junho de 2016 e permanece praticamente constante de agosto de 2016 adiante, período em que foi observada a necessidade de mais iterações para conclusão do cálculo da política operativa (Figura 17). A geração termelétrica para o caso sem a limitação do número máximo de iterações em 50 é superior em alguns momentos e inferior em outros, vindo cerca de 62 MWmed superior no período analisado, como apresentado na Figura 15.

Os valores de CMO obtidos no estudo com e sem a limitação no número máximo de iterações são bem semelhantes ao longo do ano de 2016 e o período úmido de 2017, sendo possível observar na Figura 16 alguns períodos com diferenças de aproximadamente de 25% (~50 R\$/MWh). Observa-se também que em períodos de geração térmica próxima ao máximo disponível, como o final do período seco de 2017, o CMO apresenta mudanças mais significativas em termos absolutos, porém em percentuais para a faixa de valores se mantém em torno de 30%. Com relação à volatilidade, observa-se que ao permitir o modelo iterar mais, a volatilidade do CMO aumenta incrementalmente. Essa constatação corrobora o argumento de que a necessidade de estabelecer o número máximo de iterações em 50 não tem efeitos diretos sobre a volatilidade das políticas.

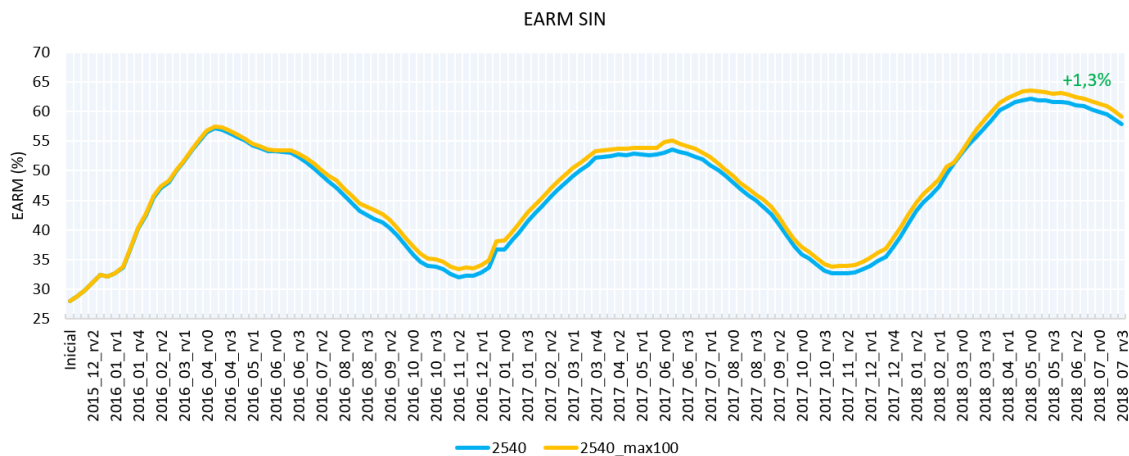


Figura 14 – Comparação da energia armazenada do SIN para o CVaR(25,40).

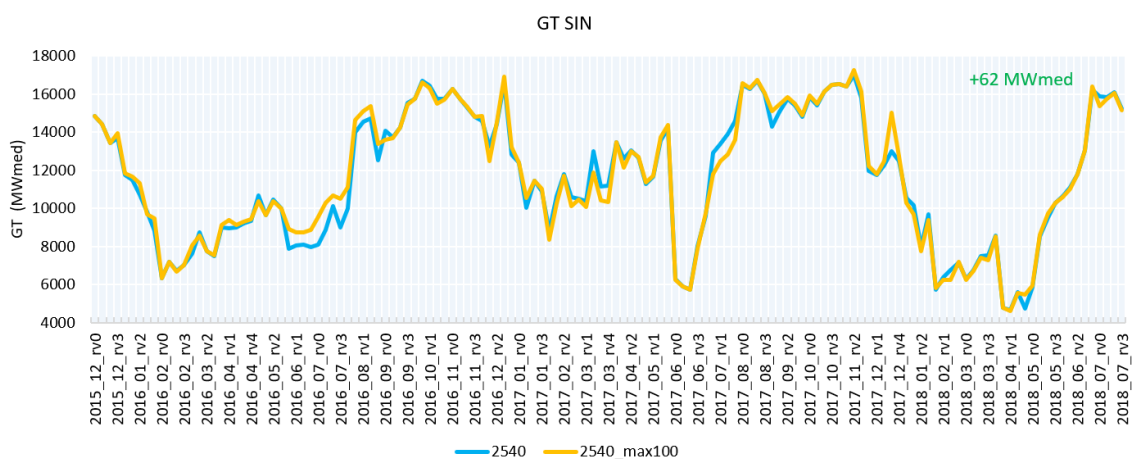


Figura 15 – Comparação da geração térmica do SIN para o CVaR(25,40).

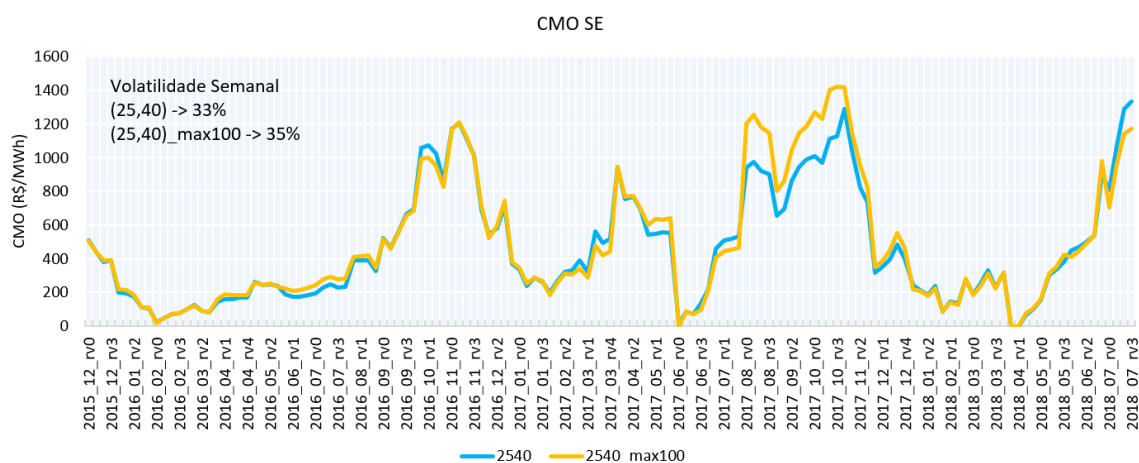


Figura 16 – Comparação entre o CMO SE para o CVaR(25,40).

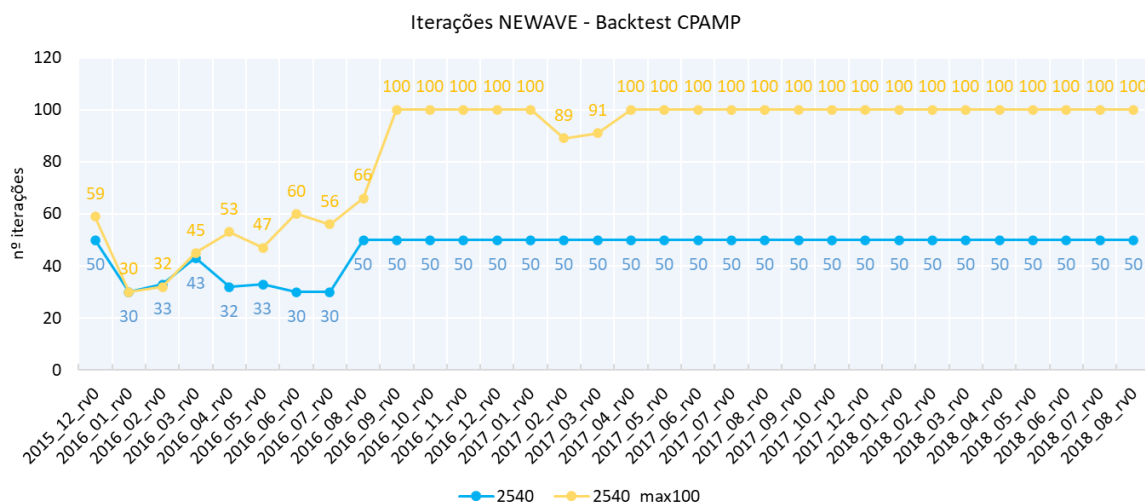


Figura 17 – Comparação entre o número de iterações executadas.

Nas análises de longo prazo (*backtests*) não se verificam incrementos relevantes na volatilidade de CMOs/PLDs como apresentado na Figura 18. Os incrementos se devem sobretudo a fatores sazonais que se confirmam nos estudos prospectivos.

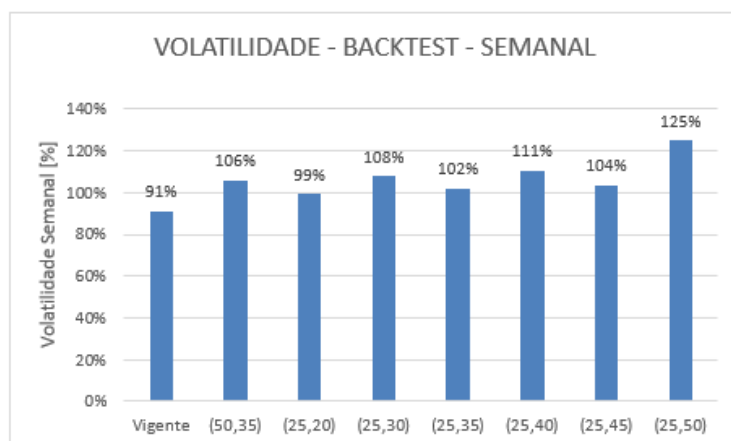


Figura 18 – Volatilidade resultante do período do *backtest*.

Desse modo, o GT Metodologia pontua as vantagens operativas do emprego da metodologia PAR(p)-A e a consideração de uma maior aversão ao risco, mesmo com a limitação do número máximo de 50 iterações de forma a respeitar os limites de tempo necessários aos processos atuais das Instituições e Agentes. Ainda assim, o grupo se compromete a buscar alternativas de aprimoramentos para acelerar o processo de convergência para o modelo NEWAVE em estudos futuros.

Anexo II: Custo de deslocamento do CMO /PLD

Atendendo a solicitações, o GT Metodologia traz a seguir os resultados da análise de custo de deslocamento do CMO/PLD para as simulações de *backtest* (Figura 19 e Figura 20) e prospectivos (Figura 21). Os resultados mostram que não são todos os casos que uma maior aversão ao risco apresenta maiores descolamentos entre o CMO e o PLD. O custo de descolamento entre CMO e PLD nos estudos de longo prazo tendem a ser próximos ou inferiores ao caso vigente e podem ser mitigados através de tratamentos regulatórios pertinentes.

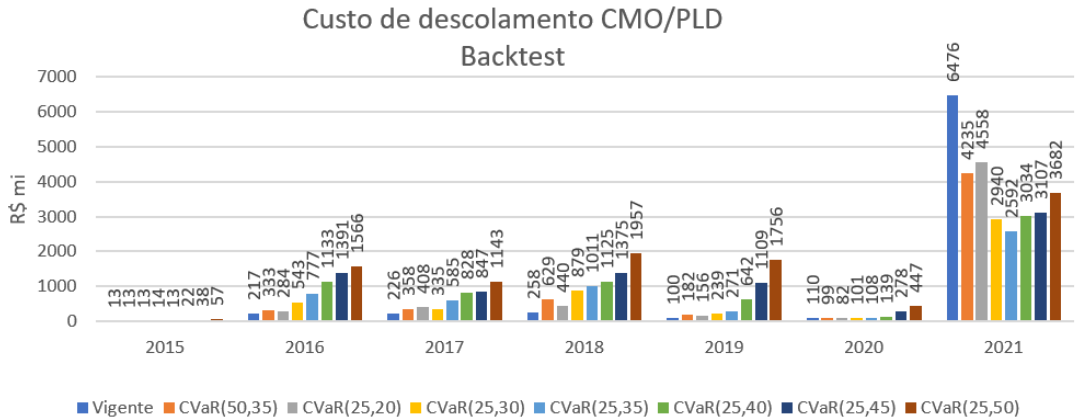


Figura 19 – Custo de deslocamento CMO/PLD para cada ano do *backtest*.

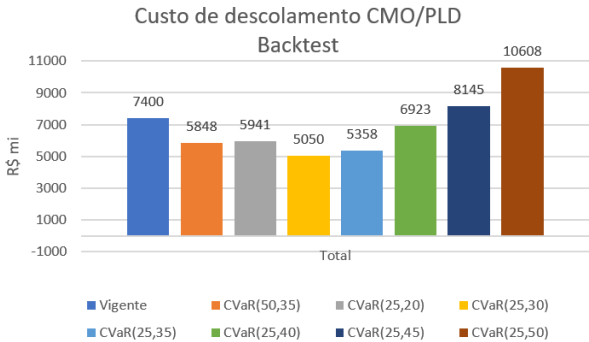


Figura 20 – Custo de deslocamento do CMO/PLD para todo o período do *backtest*.

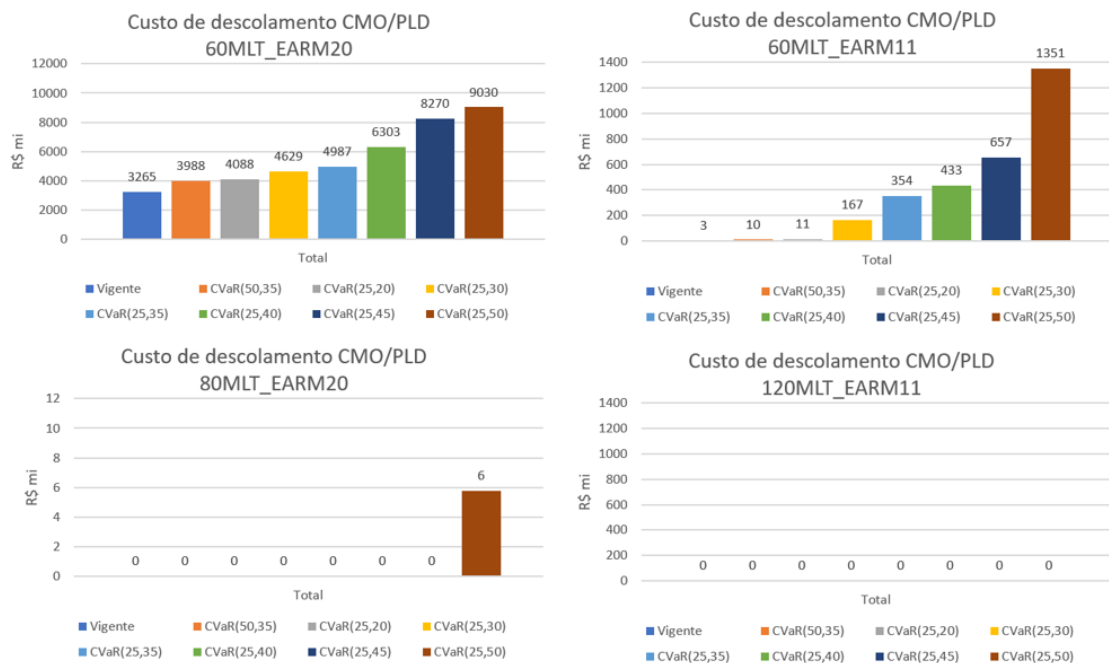


Figura 21 – Custo de descolamento do CMO/PLD para todo o período de cada uma das sensibilidades prospectivas.

Anexo III: Análise de Agosto de 2022

No que tange os assuntos relativos à CP MME nº 121/2022, a coordenação da CPAMP foi questionada por Agentes e Associações por um suposto comportamento atípico observado em simulações prospectivas internas. Na ocasião, foi mostrado um estudo prospectivo em que os resultados do mês de agosto de 2022 indicavam que o valor do PLD obtido pelas metodologias propostas pela CPAMP, isto é PAR(p)-A e CVaR(25,40), estaria com valor inferior ao caso com PAR(p)-A e CVaR(25,30), considerando os mesmos dados de entrada.

O gráfico da Figura 22 mostra os valores de PLD obtidos nas simulações disponibilizadas para a CPAMP. Os valores de PLD dos casos foram obtidos com rodadas encadeadas de NEWAVE-DECOMP, sendo que no DECOMP foram rodados os decks da revisão zero de cada mês sem obter a convergência do caso. O caso CVaR(25,40) ABIAPE são utilizados os parâmetros propostos na CP MME nº 121/2022 pela CPAMP, isto é, PAR(p)-A e CVaR(25,40). Já o CVaR(25,30) ABIAPE é uma sensibilidade do caso anterior usando as configurações PAR(p)-A e CVaR(25,30). Para obter o valor do PLD do mês de agosto, ambos os casos partiram das mesmas condições iniciais (armazenamento e despacho térmico das usinas à GNL). Para este mês, a única diferença entre os decks são os parâmetros do CVaR. Assim, verifica-se que o valor do PLD no caso CVaR(25,30) ABIAPE é de 193 R\$/MWh e para o caso CVaR(25,40) ABIAPE é de 183R\$/MWh. Nota-se que, todos os valores de PLD dos demais meses são obtidos com armazenamento e despacho térmico GNL diferentes.

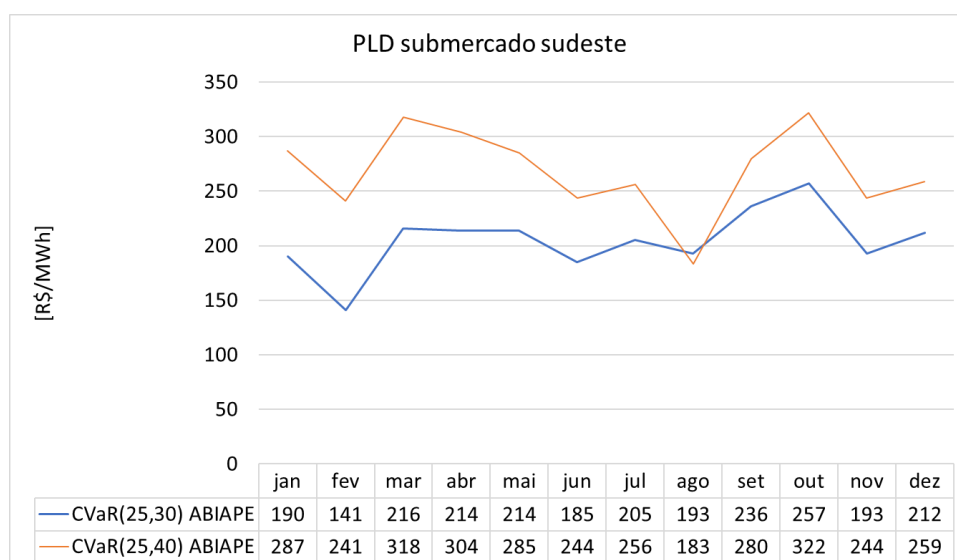


Figura 22 – Casos apresentados pela ABIAPE.

Diante deste fato, foi solicitado a ABIAPÉ que enviasse para a coordenação da CPAMP os decks dos casos que geraram estes resultados com o objetivo de auxiliar os agentes a entender o comportamento do caso.

Ao analisar os decks do NEWAVE, notou-se que foi considerado o critério de parada vigente para gerar os resultados mostrados na Figura 22. Isto é, 3 iterações consecutivas com ΔZ_{inf} abaixo de 0,2% assim como mostra a Figura 23.

EQUALIZACAO PEN.INT.	1	(FLAG DESABILITADO)
REPRESENT.SUBMOT.	2	(=0 NAO CONSIDERA , =1 SUBSISTEMA)
ORDENACAO AUTOMATICA	0	(=0 NAO CONSIDERA; =1 CONSIDERA)
CONS. CARGA ADICIONAL	1	(=0 NAO CONSIDERA; =1 CONSIDERA)
DELTA ZSUP	10	(VALOR EM PERCENTUAL)
DELTA ZINF	0.2	(VALOR EM PERCENTUAL)
DELTAS CONSECUT.	3	
DESP. ANTEC. GNL	1	(=0 NAO CONSIDERA , =1 CONSIDERA)
MODIF.AUTOM.ADTERM	1	(=0 NAO CONSIDERA , =1 CONSIDERA)
CONSIDERA GHMIN	1	(=0 NAO CONSIDERA , =1 CONSIDERA)

Figura 23 – Foto do dger.dat processado pelo agente. Destacado no retângulo vermelho as configurações do critério de parada vigentes.

Considera-se que para realizar o estudo de forma correta, o critério de parada deve ser ajustado para os parâmetros propostos neste ciclo, isto é, 6 iterações consecutivas com ΔZ_{inf} menor que 0,1% assim como mostra a Figura 24.

REPRESENT.SUBMOT.	2	(=0 NAO CONSIDERA , =1 SUBSISTEMA)
ORDENACAO AUTOMATICA	0	(=0 NAO CONSIDERA; =1 CONSIDERA)
CONS. CARGA ADICIONAL	1	(=0 NAO CONSIDERA; =1 CONSIDERA)
DELTA ZSUP	10	(VALOR EM PERCENTUAL)
DELTA ZINF	0.1	(VALOR EM PERCENTUAL)
DELTAS CONSECUT.	6	
DESP. ANTEC. GNL	1	(=0 NAO CONSIDERA , =1 CONSIDERA)

Figura 24 – Foto do dger.dat processado pela CCEE. Destacado no retângulo azul as configurações do critério de parada proposto.

Depois de ajustado o critério de parada, o mês de agosto de ambos os casos foram reprocessados. A Figura 25 mostra a comparação entre os resultados atualizados e os antigos. O marcador quadrado amarelo é o valor de PLD no Sudeste para o caso com PAR(p)-A e CVaR(25,40) com critério de parada proposto, e o círculo em azul escuro é o valor do PLD no caso PAR(p)-A e CVaR(25,30) com o critério de parada proposto. As trajetórias foram retiradas dos gráficos da Figura 22 e são colocados apenas para melhor observar o impacto dos casos reprocessados.

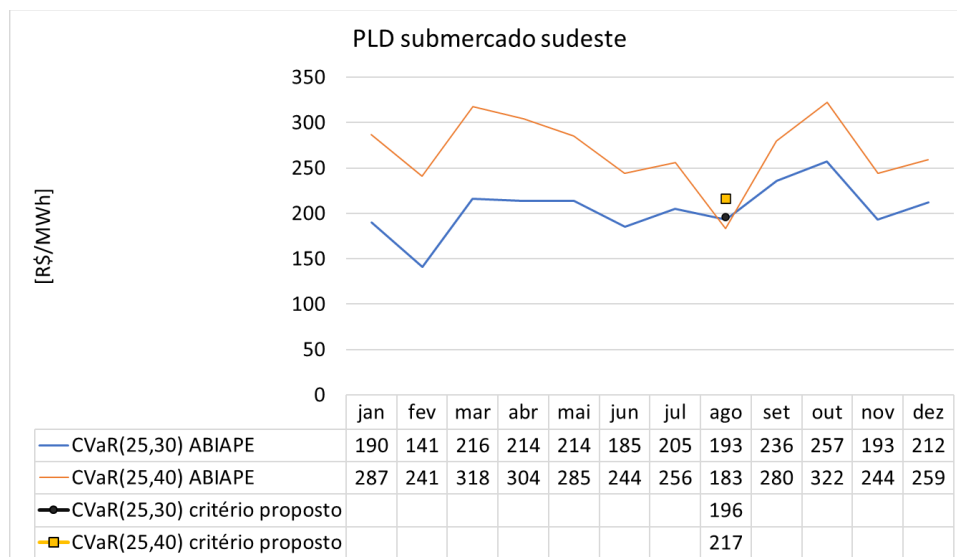


Figura 25 – Comparação dos resultados obtidos para o mês de agosto.

Observa-se que utilizar os cortes do NEWAVE com o critério de parada proposto, o caso PAR(p)-A e CVaR(25,40) atingiu o valor do PLD de 217 R\$/MWh, enquanto que o caso PAR(p)-A e CVaR(25,30) foi 196 R\$/MWh. Portanto, ao aumentar a aversão a risco é observado um valor de PLD maior.