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

GT Metodologia

Avaliação das contribuições recebidas no ciclo de atividades 2019/2020/2021

(Consultas Públicas MME nº 103/2021, 109/2021 e 111/2021)

30 de julho de 2021

Sumário

1. Sumário Executivo 5
2. Representação hidrológica 11
3. Elevação de armazenamento 15
4. Volume Mínimo Operativo no modelo DECOMP - RHE 18
5. Avaliação dos parâmetros do CVaR 19
6. Taxa de desconto e Produtibilidade 27
7. Governança do GT Metodologia 32
Anexo I: Volatilidade do CMO/PLD 33
Anexo II: Resultados do Backtest 2012-2015 36

LISTA DE SIGLAS

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
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
CP	Consulta Pública
CPAMP	Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico
CVaR	Valor Condicionado a um Dado Risco - Conditional Value at Risk
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(s)	Energia Natural Afluente(s)
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FCF	Função de Custo Futuro
FPH	Função de Produção Hidrelétrica
FPHA	Função de Produção Hidrelétrica Aproximada
GEVAZP	Modelo de Geração de Cenários de Energias e Vazões
GF	Garantia Física
GSF	Fator de ajuste do MRE - Generation Scaling Factor
GFOM	Geração Fora da Ordem de Mérito
GNL	Gás Natural Liquefeito
GT	Grupo de Trabalho
MCP	Mercado de Curto Prazo
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
PDE	Plano Decenal de Expansão
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
PMO	Programa Mensal da Operação
REE	Reservatório Equivalente de Energia
RHE	Restrição Hidráulica de Energia
RV	Revisão
SIN	Sistema Interligado Nacional
SG(s)	Subgrupo(s)
UNSI	Usinas Não Simuladas Individualmente
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
VMinOp	Volume Mínimo Operativo

1. Sumário Executivo

Ao longo do ciclo de atividades 2019/2020/2021 o GT Metodologia da CPAMP avaliou seis Subgrupos (SGs) temáticos:

1. Volatilidade;
2. Produtibilidade;
3. Representação Hidrológica: Geração de Cenários;
4. Representação do Volume Mínimo Operativo no modelo DECOMP;
5. Elevação de Armazenamento; e
6. Taxa de Desconto.

As propostas e estudos realizados pelos Subgrupos de Representação Hidrológica, Produtibilidade e Volatilidade foram objeto da Consulta Pública nº 103, de 08 de janeiro de 2021, finalizada em 22 de fevereiro de 2021. Nessa oportunidade, os agentes puderam conhecer antecipadamente os estudos desenvolvidos pelo GT Metodologia. Já na Consulta Pública nº 109, de 02 de junho a 02 de julho de 2021, contemplou-se todos os aprimoramentos acima, exceto a Volatilidade, visto a não recomendação exposta pelo GT Metodologia em documento específico. Após a identificação de uma inexatidão na formulação da metodologia PAR(p)-A na PDDE do modelo NEWAVE, conduziu-se a Consulta Pública nº 111/2021, ocorrida entre 05 a 15 de julho de 2021, a qual apresentou novas análises, mantendo o modelo PAR(p) para a geração de cenários de vazões/ENAs.

Este documento apresenta uma análise das contribuições recebidas nas Consultas Públicas (CPs) MME nº 103/2021, 109/2021 e nº 111/2021[1]. A tabela a seguir apresenta as instituições que apresentaram contribuições às CPs em questão.

[1] http://antigo.mme.gov.br/web/guest/servicos/consultas-publicas

Tabela 1 – Instituições que apresentaram contribuições às CPs do ciclo 2019/2020/2021.

Instituição	CP nº 103/2021	CP nº 109/2021	CP nº 111/2021
ABRAGET	×	✓	✓
ABIAPE	×	✓	✓
Abragel	×	✓	✓
Abrage	✓	✓	✓
Abraceel	✓	✓	✓
Abrace	✓	✓	✓
ABEEólia	×	✓	✓
ABRADEE	×	✓	×
APINE	✓	✓	✓
XP Comercializadora	×	✓	×
Casa do Ventos	×	✓	✓
EDP	✓	✓	✓
Aliança Geração	×	✓	✓
Copel	×	✓	×
Neo Energia	×	✓	✓
CTG	×	✓	×
Energisa	×	✓	×
Chesf	×	✓	✓
Engie	✓	✓	✓
Furnas	✓	✓	✓
CPFL	✓	✓	✓
Omega Energia	×	✓	✓
Enel	✓	✓	✓
Log Energia	×	✓	×
Grupo Delta, Beta e Zeta*	×	✓	✓
SAESA - Sto Antonio Energia	×	✓	×
Norte Energia	✓	×	×
Contribuição das Estruturantes: Jirau, Sto Antonio e Norte	×	✓	✓
AES	×	×	✓
LIASA	×	×	✓
CEMIG	×	×	✓
Grupo BC	×	×	✓
Eletrobrás	×	×	✓

* Principal Energia contribuiu na CP nº 109/2021

Estas Consultas Públicas, cumulativamente, recomendaram: (i) a representação do Volume Mínimo Operativo (VMinOp) no modelo DECOMP por meio da funcionalidade RHE (Restrição Hidráulica de Energia); (ii) a atualização dos níveis do VMinOp com base nas premissas aprovadas pelo Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE para cálculo dos níveis mínimos da Curva de Referência; (iii) o par de parâmetros CVaR (25,45); e (iv) a continuidade de validação do PAR(p)-A para o ciclo 2021/2022.

Ao avaliar as contribuições constatou-se que os agentes entendem, em sua maioria, como adequada a atualização dos níveis do VMinOp e a representação desses níveis no modelo DECOMP por meio da funcionalidade RHE. Estes resultados estão apresentados na Figura 1 e na Figura 2.

Com relação aos encaminhamentos da taxa de desconto, a maioria das contribuições não externaram a opinião sobre o tema durante a CP nº 109/2021, como pode ser observado na Figura 1. O tema produtibilidade também foi pouco abordado nesta CP, tendo recebido mais contribuições na ocasião anterior (CP nº 103/2021), conforme abordado no Capítulo 6.

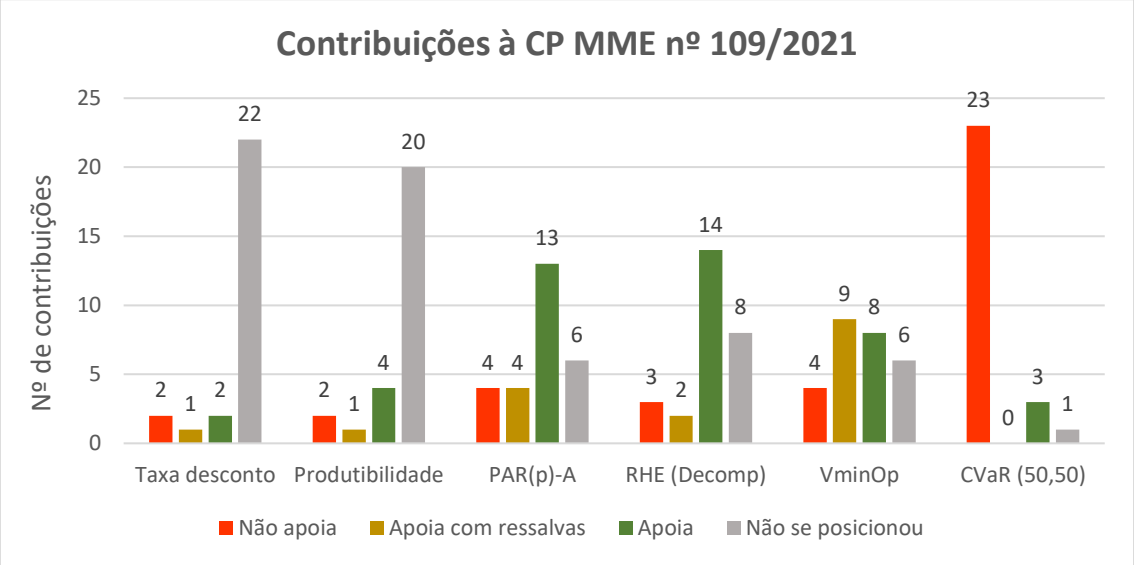


Figura 1 – Contribuições à CP MME nº 109/2021

Nas CP MME nº 103/2021 e 109/2021 as contribuições, em sua maioria, apoiavam o uso do modelo de geração de cenários PAR(p)-A nos modelos NEWAVE e GEVAZP. Este é um indicador que o tema que deve ser tratado como prioridade no próximo ciclo de atividades do GT Metodologia. Esse encaminhamento será apresentado com maiores detalhes na seção que trata das contribuições sobre a atividade em questão.

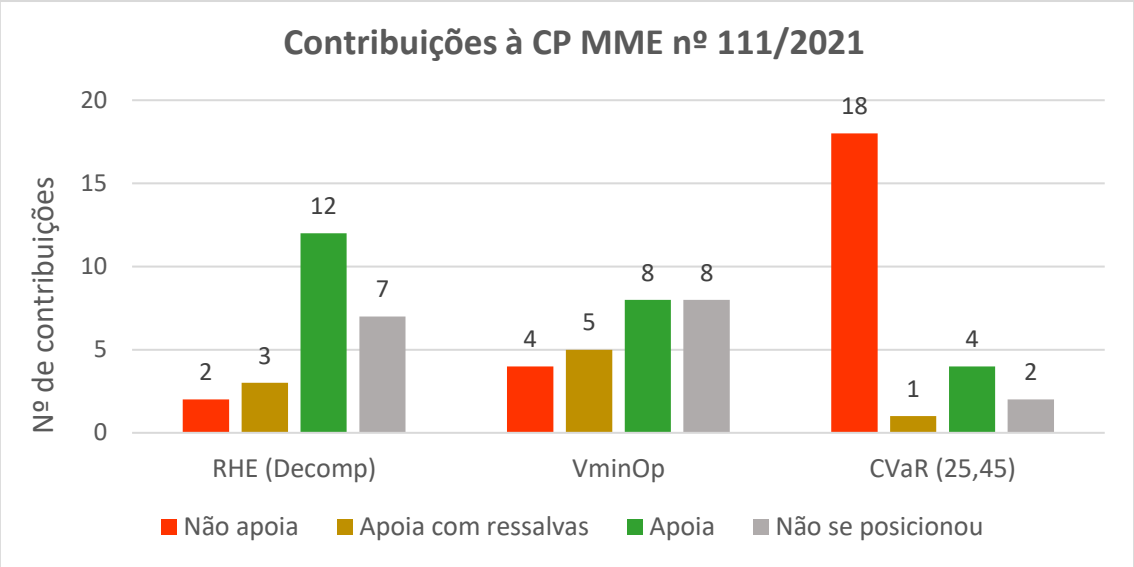


Figura 2 – Contribuições à CP MME nº 111/2021

Ao avaliar as contribuições recebidas na CP MME nº 109/2021, foi constatado que: 63,0% das contribuições foram para manutenção dos níveis de aversão ao risco CVaR (50,35); e 11,1% foram para adoção do par recomendado pela CPAMP CVaR (50,50). Ressalta-se que, na ocasião, a proposta considerava a implementação da metodologia PAR(p)-A na geração de cenários e PDDE.

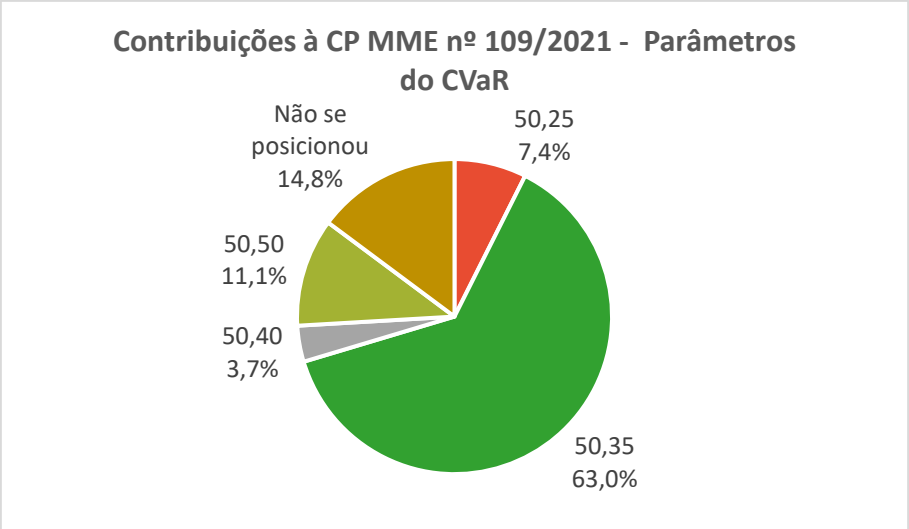


Figura 3 – Contribuições à CP MME nº 109/2021

Na CP MME nº 111/2021, constatou-se que 45,8% das contribuições foram para manutenção dos níveis de aversão ao risco CVaR (50,35); 12,5% foram para adoção do par CVaR (50,50); e 20,8% foram para adoção do par recomendado pela CPAMP CVaR (25,45). Os pares CVaR (50,35) e CVaR (50,50) resultam, de acordo com as simulações,

em níveis inferiores de armazenamento àqueles obteníveis com o CVaR (25,45) proposto pela CPAMP.

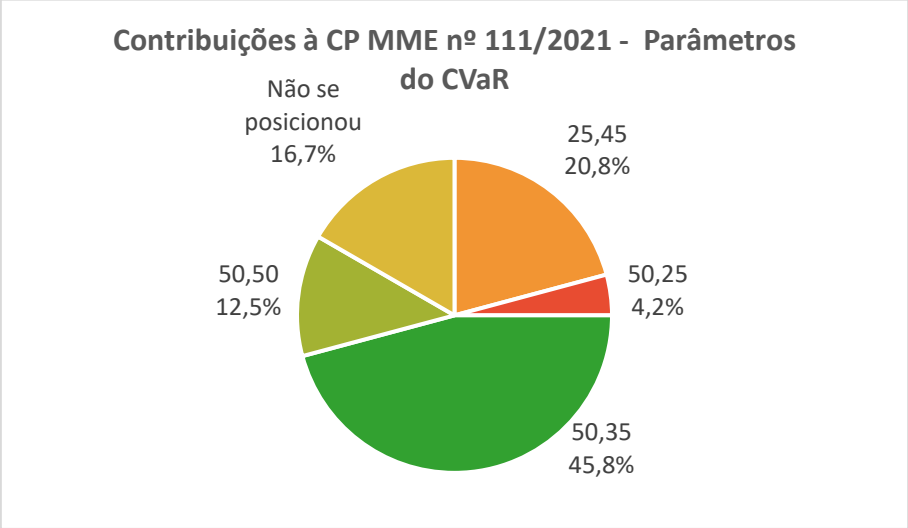


Figura 4 – Contribuições à CP MME nº 111/2021

Considerando-se que o CVaR é um parâmetro de natureza econômica que busca adequar a percepção de aversão ao risco nos modelos, 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 este evidenciado pelos baixos níveis de armazenamento que o SIN tem operado nos últimos anos. Outro aspecto destacado nas contribuições se refere ao fato do Custo Marginal de Operação (CMO) e o Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) calculados pelos modelos não estarem aderentes à necessidade de geração térmica, especialmente nos últimos meses, causando distorções na operação e no mercado. Dentre essas distorções, destacam-se o elevado volume de geração térmica fora da ordem de mérito, o aumento do deslocamento hidráulico correspondente, a sinalização inadequada de escassez e garantias físicas não condizentes com a realidade operativa.[2]

Após a avaliação das contribuições ora apresentadas, e conforme publicado pelo MME em seu website [2], as instituições que compõem a CPAMP decidiram propor o uso, a partir de janeiro de 2022, das seguintes metodologias e parâmetros:

(i) atualização dos Volumes Mínimos Operativos (VMinOp) nos modelos NEWAVE e DECOMP de forma *flat*:

   a. REE Sudeste, Paraná e Paranapanema: 20%;

[2] https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/cpamp-decide-sobre-implementacao-de-aprimoramentos-propostos-nos-modelos-computacionais-no-ciclo-de-atividades-2019-2020-2021

b. REE Sul e Iguaçu: 30%;
c. REE Nordeste: 23,5%;
d. REE Norte: 20,8% (18% no mês de dezembro de acordo com a curva de operação da usina de Tucuruí, sempre que o mês de dezembro fizer parte do horizonte do planejamento de curto prazo, isto é, nos casos do PMO NOV e PMO DEZ. Portanto, o valor de 18% não se aplica aos casos estruturais e não deve ser considerado no cálculo de Garantia Física).

(ii) representação do Volume Mínimo Operativo (VMinOp) no modelo DECOMP por meio da funcionalidade RHE mix, isto é, restrição RHE hard nos estágios do primeiro mês e soft no segundo mês;

(iii) parâmetros do CVaR (α=50, λ=35).

Ademais, a CPAMP manteve o compromisso de validação do PAR(p)-A na PDDE do modelo NEWAVE no primeiro trimestre de 2022, associada à calibração do CVaR, para atualização da representação da aversão ao risco mais aderente à realidade operativa do SIN. Essas mudanças, nos termos da Resolução CNPE nº 7/2016, terão eficácia na operação e na formação de preços a partir de 2023. Destaca-se que para o planejamento da expansão e cálculo de Garantia Física assim que a metodologia ou nova parametrização do CVaR for aprovada poderá ser aplicada.

Nas próximas seções são detalhadas as avaliações do GT Metodologia sobre os principais pontos de atenção indicados pelos agentes para cada um dos temas que fizeram parte das três CPs MME conduzidas durante o ciclo de atividades 2019/2020/2021 da CPAMP. Ressalta-se que, dada a não recomendação do tema estudado no SG Volatilidade do CMO/PLD (exclusão da ENA como variável de estado no modelo NEWAVE) e, consequentemente, sua não continuidade após a CP nº 103/2021, as contribuições específicas sobre o tema são abordadas no Anexo I.

2. Representação hidrológica

A metodologia de geração de cenários PAR(p)-A foi desenvolvida pelo CEPEL, respaldada por quatro relatórios técnicos [3] , e analisada pelo GT Metodologia no ciclo 2019/2020/2021. 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).

As análises da metodologia PAR(p)-A foram discutidas com os agentes em quatro Workshops promovidos pelo GT Metodologia, que ocorreram em 18/jun/2020, 17/dez/2020, 09/abr/2021 e 09/jun/2021. Paralelamente, nos meses de fevereiro a maio/2021 ocorreram cinco reuniões da Força-Tarefa do modelo NEWAVE, em que instituições e agentes apresentaram testes de consistência realizados ao se implementar a metodologia PAR(p)-A. Todo esse esforço deu origem a treze versões do modelo NEWAVE, propondo aprimoramentos e correções à sua implementação.

Ao longo do processo, a adoção da metodologia PAR(p)-A em substituição ao PAR(p) foi aprovada pela maioria dos agentes, visto que permite a maior ênfase às séries hidrológicas mais recentes, o que possibilitaria aos modelos capturarem, com maior acurácia, períodos mais prolongados de hidrologia não usual, como o atualmente vivenciado pelo setor.

Contudo, em 10 de junho de 2021, o ONS acionou o CEPEL para avaliar um questionamento feito pelo Prof. Bernardo Freitas Paulo da Costa do IME/UFRJ ao ONS[4], acerca de uma possível inconsistência na incorporação desse aperfeiçoamento na construção da Função de Custo Futuro (FCF) do modelo NEWAVE. Na ocasião foi comunicado o questionamento acerca da impossibilidade de agregar variáveis de estado em períodos diferentes. Após analisar a questão, o CEPEL constatou que, de fato, havia uma inconsistência na construção da FCF do modelo NEWAVE ao se adotar a metodologia PAR(p)-A, relatando o problema ao GT-Metodologia em reunião no dia 15 de junho de 2021. Nesta reunião, o CEPEL apresentou com profundidade a questão, trazendo resultados preliminares que havia produzido. Em 18 de junho de 2021, o CEPEL entregou uma nova versão do modelo, que calcula de forma exata a FCF para a metodologia proposta. Entretanto, entendeu-se que a nova versão do modelo NEWAVE demandaria um novo processo de avaliação dos resultados, além de uma revisão do atual critério de convergência do modelo. Essas atividades demandariam estudos adicionais, o que seria impraticável no tempo disponível para a tomada de decisão da plenária da CPAMP.

[3] Relatórios disponíveis em: http://srvlumis02.cepel.br/pt_br/sala-de-imprensa/noticias/documentacao-tecnica-das-metodologias-e-modelos-de-otimizacao-energetica-do-cepel.htm
[4] Estudo disponibilizado em: http://www.im.ufrj.br/bernardofpc/relatorios/questoes_parp-a.pdf

Posteriormente, foi divulgado no website do CEPEL o relatório técnico nº 1941/2021, intitulado "Revisão da construção dos cortes de Benders ao considerar o Modelo Autorregressivo Periódico Anual (PAR(p)-A) no Algoritmo de Programação Dinâmica Dual Estocástica"[3], que esclarece a questão.

Com isso, os representantes do GT Metodologia apresentaram o ocorrido nas reuniões plenárias da CPAMP, nos dias 24 e 30 de junho de 2021. Após análise, embora os membros da CPAMP tenham vislumbrado os benefícios advindos da adoção do PAR(p)-A em termos de resultados mais aderentes à realidade operativa, decidiram pela continuidade de validação dessa metodologia durante o ciclo 2021/2022, em linha com os princípios da segurança, da transparência e da previsibilidade. Desse modo, ficou mantida a utilização do PAR(p) até dezembro de 2022 para o planejamento da operação e formação de preço, sem prejuízo dos esforços da CPAMP para validar o uso do modelo PAR(p)-A na PDDE ainda no primeiro trimestre de 2022, associada à calibração do CVaR, para atualização da percepção de aversão ao risco mais aderente à realidade operativa do SIN. Destaca-se que para o planejamento da expansão e cálculo de Garantia Física assim que a metodologia ou nova parametrização do CVaR for aprovada poderá ser aplicada.

Conforme supracitado, as contribuições às CPs MME nº 103/2021 e 109/2021 apoiavam o uso do PAR(p)-A, em sua maioria. Na CP MME nº 111/2021 também houve reforços sobre a importância da continuidade destes estudos, além de novas sugestões de análises. Apresentam-se, portanto, na Tabela 2 os principais pontos de ressalvas abordados nas contribuições acerca dos estudos realizados no âmbito do SG Representação Hidrológica, bem como as respostas do GT Metodologia.

Tabela 2 – Contribuições ao tema Representação Hidrológica.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
Adotar o PAR(p)-A após um dos piores períodos hidrológicos pode levar os modelos para uma resposta muito intensa com pouca base estatística. Continuidade dos testes para se alcançar uma correta calibragem do sistema e adotar o modelo PAR(p)-A em 2023.	Ao usar a média móvel de 12 meses em cada estágio, o PAR(p)-A captura o passado úmido ou seco. Ainda que haja uma tendência de gerar alguns cenários mais severos que o PAR(p), o modelo também captura o passado recente otimista e consegue manter essa tendência por mais tempo que o PAR(p). A continuidade dos estudos no ciclo 2021/2022 permitirá aos agentes essa maior sensibilidade quanto à resposta do modelo em períodos de hidrologia favorável, desfavorável ou próxima à média histórica.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
Adotar o PAR(p)-A concomitantemente com a alteração dos parâmetros do CVAR sugere fragilidade metodológica. Analisar a metodologia PAR(p)-A no mínimo até dezembro de 2022.	Dada a inexatidão na formulação do PAR(p)-A na PDDE, sua implementação será avaliada durante o ciclo 2021/2022 para decisão acerca de sua implementação no planejamento da operação e formação de preço a partir de janeiro/2023. Destaca-se que para o planejamento da expansão e cálculo de Garantia Física assim que a metodologia ou nova parametrização do CVaR for aprovada poderá ser aplicada.
A maior assertividade do PAR(p)-A não é garantida de forma estrutural. Avaliar outros padrões de autocorrelação além da defasagem de 1 ano. Simular diferentes horizontes da parcela da hidrologia recente (6 meses, 2 anos e outros) de forma a buscar sensibilidades do seu comportamento e, assim, evitar que possíveis cenários sejam desconsiderados.	A avaliação de período diferente de 12 meses foi levantada pelo GT Metodologia ao longo do ciclo atual e poderá ser reavaliada no ciclo 2021/2022. Ressalta-se, no entanto, que esta sugestão demanda implementações pelo desenvolvedor e poderá ser vista como uma melhoria futura à metodologia PAR(p)-A já existente, que foi detalhadamente avaliada em termos de geração de cenários de vazões/ENAs.
Previamente à implementação, concluir os estudos de estacionariedade e aprofundar as análises de significância formal para modelagem da persistência hidrológica.	Constou desta CP um relatório do CEPEL com a avaliação formal do desempenho estatístico do PAR(p)-A, no qual constatou-se sua melhor aderência em comparação ao PAR(p), também evidenciada nos resultados apresentados pelo GT Metodologia. Em paralelo, é pertinente aprofundar os estudos com relação à estacionariedade do histórico de vazões, iniciados no ciclo 2018/2019 da CPAMP. Como resultado, este tema foi enquadrado no Projeto de Assistência Técnica (META) celebrado entre o governo brasileiro e o Banco Mundial, sob o título “Variabilidade climática e sua influência no comportamento das séries de vazões e variáveis meteorológicas”, que segue cronograma distinto dos ciclos de atividades da CPAMP.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
Sugere aperfeiçoamentos na representação hidrológica do NEWAVE com modelagem física das bacias (i.e. modelo SMAP).	Este é um tema prioritário que vem sendo discutido no âmbito da CPAMP, do CT PMO/PLD e do Projeto META com o Banco Mundial.
O maior peso na componente autorregressiva relativa ao 1º mês do horizonte (previsão de vazão) pode introduzir maior volatilidade ao CMO/PLD.	A análise realizada para o backtest 2012-2015 no Relatório Técnico 02-2021, que considera exclusivamente a implementação do PAR(p)-A, indicou que a introdução da parcela anual contribui para a redução da volatilidade (modelo vigente x PARpA_5035). Ressalta-se que a volatilidade é prioridade para a CPAMP e será avaliada a cada nova implementação sugerida.
Acelerar com a ANA/MME a revisão das séries hidrológicas, prevista apenas para 2024.	A atualização das séries históricas depende de informações detalhadas da ANA e o cronograma para obtenção das mesmas não é exclusivamente relacionado ao setor elétrico. Além disso, por impactar diretamente na operação, planejamento e cálculo do PLD, deve-se garantir que o processo de atualização das séries seja cumprido em prazo viável e que garanta a confiabilidade.
Considerando a importância, o entendimento e a aprovação do PAR(p)-A para aplicação no modelo de formação de preço do Setor Elétrico, sugerimos a avaliação da pertinência da postergação do prazo, excepcional, de um mês com relação ao estabelecido pela CNPE 07/2016 (31/07/2021), ou seja, para 31/08/2021, uma vez que o adiamento da aprovação da nova metodologia representaria mais um ano de atraso no uso dessa importante melhoria nos modelos energéticos.	De forma a não trazer insegurança regulatória à metodologia proposta, optou-se por recomendar a continuidade dos estudos da metodologia PAR(p)-A no próximo ciclo de atividades.

Dada a maioria das contribuições como favoráveis à metodologia PAR(p)-A e sua consequente priorização também para o ciclo 2021/2022, reforça-se que os pontos acima dispostos serão explorados oportunamente com os agentes em reunião específica sobre o tema.

3. Elevação de armazenamento

Conforme apresentado na Figura 1 e na Figura 2, as contribuições à CP MME nº 109/2021 e 111/2021, em sua maioria, apoiavam a proposta de uso de novos níveis para o volume mínimo operativo nos modelos NEWAVE e DECOMP. Apresentam-se, portanto, na Tabela 3 as principais contribuições sobre os estudos realizados no âmbito do SG-Elevação do Armazenamento, bem como as respostas do GT Metodologia.

Tabela 3 – Contribuições sobre os novos níveis do VMinOp

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
Cautela com a proposta de elevação dos valores de VMinOp, que pode ser não efetiva, haja vista a existência de compulsoriedades de despacho hidrelétrico.	Os estudos apresentados evidenciam que os valores mais elevados de VMinOp no modelo NEWAVE e DECOMP contribuem para a elevação do armazenamento, respeitando as restrições hidráulicas (defluência e geração mínima).
Em muitos anos verificamos operações de UHEs abaixo dos níveis propostos, sem perder governabilidade hidráulica das usinas. Entende-se que tal ajuste pode acarretar possíveis vertimentos no período úmido, e a elevação excessiva dos preços de energia em períodos mais secos.	Tais níveis foram definidos com base em avaliações operativas conduzidas pelo ONS e apresentadas na NT-ONS DPL 0021/2021 da CRef do CMSE. Análises relativas ao vertimento foram feitas a partir de simulações NEWAVE e na avaliação em execuções de backtest. Nas análises, não foram observados níveis de vertimentos que comprometessem as propostas metodológicas.
Metas de volumes mínimos são de baixa exequibilidade, gerando sobrecustos ao sistema. A utilização de metas irrealistas resultará somente em elevação generalizada de preços, sem que o sistema alcance a segurança almejada.	Os estudos apresentados evidenciam que os valores mais elevados de VMinOp no modelo NEWAVE e DECOMP contribuíram para a elevação do armazenamento. O objetivo é exatamente acionar a geração térmica necessária na ordem de mérito para que o mínimo operativo seja assegurado.
Mudança de VMinOp na situação atual irá levar a violação no momento da entrada da funcionalidade em janeiro/2022.	Os níveis de VMinOp propostos foram baseados nas premissas aprovadas pelo CMSE para cálculo dos níveis mínimos da CRef de forma a garantir a manutenção da operação do sistema. O objetivo é exatamente acionar a geração térmica necessária na ordem de mérito.
A implementação das restrições de VMinOp já violada leva a volatilidade e preço alto, sem	A violação do RHE indica uma necessidade de determinada bacia (REE). Dessa forma,

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
ganhos imediatos. Sugere-se considerar a implementação gradual ou somente ao final do período úmido. O aumento expressivo no CMO/PLD pode trazer risco de insolvência no mercado e impactos financeiros importantes na sazonalização de GF e de contratos.	CMOs/PLDs altos, oriundos de possíveis violações, aumentarão o despacho termelétrico, auxiliando na preservação dos armazenamentos e mitigando as possíveis violações futuras.
Aumento do Volume mínimo Operativo de forma concomitante à sua inclusão no DECOMP ocorre em momento que a restrição tende a nascer violada.	Os níveis de VMinOp propostos foram baseados nas premissas aprovadas pelo CMSE para cálculo dos níveis mínimos da CRef de forma a garantir a manutenção da operação do sistema. O objetivo é exatamente acionar a geração térmica necessária na ordem de mérito em um momento de grande necessidade do sistema.
É sugerido elevar o VMinOp dos REEs Sul e Iguaçu para 40%, pois este nível agregaria maior segurança ao sistema.	Os níveis de VMinOp propostos foram baseados nas premissas aprovadas pelo CMSE para cálculo dos níveis mínimos da CREF de forma a garantir a manutenção da operação do sistema.
VMinOp do Sul deve ser revisto dado que este submercado apresenta volatilidade muito grande quanto a afluências.	
Apresentar regra de flexibilização caso 2022 inicie com níveis de armazenamento inferiores às metas propostas.	Os tratamentos de inviabilidades seguem as indicações fornecidas pelo modelo DECOMP conforme feito atualmente para outras restrições que necessitam de flexibilização. A definição das prioridades de flexibilizações está no âmbito do Comitê Técnico PMO/PLD e poderá ser endereçada em grupo específico para este fim.
Definição de métricas e critérios previsíveis e reprodutíveis, bem como a frequência de revisão.	Os níveis mínimos do VMinOp possuem um caráter físico, estrutural e expressam armazenamentos mínimos que asseguram a controlabilidade da operação das usinas. Tais níveis foram definidos com base em avaliações operativas conduzidas pelo ONS e apresentadas na NT-ONS DPL 0021/2021 da CRef do CMSE.
Implementação gradual deve ser considerada, haja vista os impactos ao equilíbrio econômico e financeiro dos agentes	Os níveis de VMinOp propostos foram baseados nas premissas aprovadas pelo CMSE para cálculo dos níveis mínimos da CRef de

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
atuantes no mercado, à segurança das transações comerciais e à elevação do custo final em toda cadeia de suprimento de energia elétrica.	forma a garantir a manutenção da operação do sistema. O objetivo é exatamente acionar a geração térmica necessária na ordem de mérito para que o mínimo operativo seja assegurado.
Deve ser adotado como meta para adoção em 2023 a modelagem da sazonalização do VMinOp para refletir melhor a realidade e metas de operação. Poderiam ser adotados os valores de acordo com a Cref do CMSE.	A sugestão de avaliação do VMinOp sazonalizado está endereçado em trabalhos futuros.
Utilização do VMinOp apenas nas etapas estocásticas dos modelos de otimização.	Uma das vantagens da RHE é internalizar o VMinOp no DECOMP em seu estágio determinístico, assegurando que os volumes mínimos sejam respeitados se fisicamente factíveis. Conforme observado nos ciclos anteriores, a utilização somente nos estágios estocásticos, através do modelo NEWAVE, oferece uma sinalização para antecipação do despacho termelétrico, porém não é eficiente para assegurar a não violação imediata.
Revisar mês de aplicação de penalização do VMinOp (início do período seco: maio).	A opção de aplicar a penalização da máxima violação do VMinOp no mês de novembro foi em razão de ser o mês de final do período seco para a maior parte das bacias e por apresentar os menores níveis de armazenamento do ano. A avaliação de meses alternativos de aplicação da penalização no modelo NEWAVE poderá ser endereçado em trabalhos futuros, bem como a eventual uso de curvas sazonais de VMinOp.
Internalizar nos modelos NEWAVE e DECOMP a reavaliação do valor de VMinOp do Norte, quando a curva de deplecionamento da UHE Tucuruí estiver abaixo do nível mínimo considerado.	Esta é uma contribuição para a automação dessa atividade operacional.

4. Volume Mínimo Operativo no modelo DECOMP - RHE

Conforme apresentado na Figura 1 e na Figura 2, as contribuições à CP MME nº 109/2021 e 111/2021, em sua maioria, apoiavam a proposta de considerar a restrição de volume mínimo operativo modelo DECOMP por meio da funcionalidade de Restrições Hidráulicas de Energia (RHE), opção RHE mix: hard nos estágios do primeiro mês e soft no segundo mês, ambas com penalidade igual a utilizada no NEWAVE, ou seja, menor que o custo de *déficit*.

Apresentam-se, portanto, na Tabela 4 as principais contribuições acerca dos estudos realizados no âmbito do SG- VMinOp, bem como as respostas do GT Metodologia.

Tabela 4 – Contribuições sobre o uso do VMinOp no modelo DECOMP

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
Questiona-se sobre a variação forte no CMO/PLD com o RHE mix, que não resultou em ganhos significativos de armazenamento e segurança do sistema. Sugere simulações complementares para uma melhor tomada de decisão.	A justificativa para utilização do RHE mix foi feita no relatório e em Workshops, cujo objetivo é preservar o armazenamento pelo menos nos níveis mínimos. Ganhos estruturais de armazenamentos são advindos do aumento da aversão ao risco com a composição dos aprimoramentos metodológicos propostos.
Divulgar regra para eventuais flexibilizações da RHE no DECOMP até 31/julho/2021.	Os tratamentos de inviabilidades seguem as indicações fornecidas pelo modelo DECOMP conforme feito atualmente para outras restrições que necessitam de flexibilização. A definição das prioridades de flexibilizações está no âmbito do Comitê Técnico PMO/PLD e poderá ser endereçada em grupo específico para este fim.

5. Avaliação dos parâmetros do CVaR

Analisando as contribuições recebidas na CP MME nº 109/2021 e 111/2021, foi constatado que 63,0% e 45,8% das contribuições, respectivamente, indicaram a manutenção dos níveis de aversão ao risco CVaR (50,35), como apresentado na Figura 3 e na Figura 4.

Ainda, com relação a CP MME nº 111/2021, 12,5% sugeriram adotar o par do CVaR (50,50); e 20,8% se manifestaram a favor da adoção do par recomendado pela CPAMP, CVaR (25,45). Os pares (50,35) e (50,50) resultam, de acordo com as simulações, em níveis inferiores de armazenamento àqueles possíveis de obter com o CVaR (25,45) proposto pela CPAMP.

Ressalta-se que, como os estudos de *backtest* que subsidiaram a CP nº 111/2021 foram desenvolvidos para o horizonte de 2020-2021, o Anexo II complementa as análises ao apresentar o *backtest* do período de 2012-2015, com caráter informativo.

Considerando-se que o CVaR é um parâmetro de natureza econômica que busca adequar a percepção de aversão ao risco nos modelos, 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.

Das contribuições recebidas sobre o CVaR no âmbito das duas CP, foi observada uma maior preocupação dos agentes com os impactos sobre o PLD. Muitos agentes indicaram, ainda, que com a possível adoção do PAR(p)-A no próximo ciclo da CPAMP haverá a necessidade de proposição de novos pares de parâmetros para o CVaR em 2022, o que traria maior imprevisibilidade para o mercado de energia.

Ressalta-se, nesse ponto, que as instituições que compõem a CPAMP, pautando a atuação nos princípios de transparência, da participação, da previsibilidade e da segurança jurídica e regulatória, ponderaram os argumentos apresentados pelos agentes e decidiram pela manutenção no planejamento da operação e formação de preço, ao longo de 2022, do par vigente: CVaR (α=50, λ=35).

Ainda assim, a CPAMP manteve o compromisso de validação do PAR(p)-A no primeiro trimestre de 2022, associada à calibração do CVaR, para atualização da representação da aversão ao risco mais aderente à realidade operativa do SIN. Essas mudanças, nos termos da Resolução CNPE nº 7/2016, só terão eficácia na operação e na formação de preços a partir de 2023. Destaca-se que para o planejamento da expansão e cálculo de Garantia Física assim que a metodologia ou nova parametrização do CVaR for aprovada poderá ser aplicada.

A decisão sobre tais aperfeiçoamentos no início de 2022 é, todavia, premente, não só porque permanece o objetivo estabelecido pelo CMSE de recuperação estrutural dos níveis dos reservatórios, mas, também, porque esses parâmetros afetam a elaboração anual do Plano Decenal de Energia (PDE) e, assim, o planejamento indicativo da expansão, e ainda os cálculos de Garantia Física que consideram sempre a versão mais atualizada dos modelos.

Apresentam-se, portanto, nas tabelas a seguir as principais contribuições acerca dos estudos apresentados no relatório de Avaliação dos parâmetros do CVaR, bem como as respostas do GT Metodologia.

Tabela 5 – Contribuições contrárias à mudança dos parâmetros do CVaR

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
Não houve a necessária discussão estruturada e integrada sobre a aversão ao risco nos modelos, o que compromete a antecedência, previsibilidade e transparência. A CPAMP teve pouco tempo para realizar estudos e simulações para esta fase da CP.	Tendo em vista a manutenção da coerência nas recomendações da CP MME nº109, na CP MME nº111 a CPAMP respaldou sua indicação na Consulta Pública relativa aos impactos físicos e econômicos por execuções backtest e análises específicas de decks de NEWAVE de PMO, PDE e Garantia Física.
Preocupação do mercado com o impacto e a arbitrariedade das decisões. A proposta de maior aversão ao risco gera insegurança jurídica no setor, desestimula investimentos, risco de insolvência do setor e diminui a credibilidade da CPAMP.	Conforme consta nos relatórios técnicos anexos à CP109 e CP111, as propostas foram respaldadas em análises específicas de cada um dos aprimoramentos metodológicos. Além disso, foram discutidas com Agentes e Instituições através de Consultas Públicas específicas, Workshops, reuniões com associações e Forças-Tarefas. Para os próximos ciclos, a CPAMP pretende envolver ainda mais os diversos segmentos do Setor nos estudos que subsidiam o processo decisório.
Parâmetros do CVaR não devem ser alterados por motivações conjunturais como a atual crise hidrológica. Separar as discussões entre medidas operativas e os aprimoramentos metodológicos nos modelos.	Os parâmetros de aversão ao risco atuais se mostraram insuficientes, uma vez que os preços e o despacho termelétrico na ordem de mérito não responderam às necessidades sistêmicas do Setor de forma recorrente nos últimos anos. As discussões relativas a medidas operativas são direcionadas ao âmbito do Comitê Técnico PMO/PLD.

Backtests deveriam incluir períodos com regime hidrológico favorável e operação regular do sistema. Período de 2020-2021 tem influência do comportamento conjuntural da demanda.	As análises de backtest buscaram apresentar cenários com diversidade hidrológica, sobretudo no período de 2012 a 2015. Além disso foram feitas simulações individuais utilizando os modelos NEWAVE, DECOMP e DESSEM de forma a cobrir diversos cenários e configurações sistêmicas e hidrológicas. Nessas execuções, não foram observados aumentos substanciais de vertimentos que comprometessem as propostas metodológicas.
Metodologia que elimine ruídos oriundos da superposição dos mecanismos de aversão ao risco.	Os mecanismos de aversão ao risco VMinOp (físico) e CVaR (econômico) são distintos e complementares. Conforme evoluem os modelos, reduzindo as simplificações e limitações de modelagem, os parâmetros associados a esses mecanismos devem ser reavaliados de forma a torná-los menos representativos. Em relação à taxa de desconto, o tema foi pautado nesse ciclo e ainda carece de maior aprofundamento.
A medida pode incorrer em elevação de preços, revisão de garantia física e prejuízo aos geradores hidrelétricos participantes do MRE. Deve-se avaliar as exposições financeiras.	Os parâmetros de aversão ao risco atuais se mostraram insuficientes, uma vez que os preços e o despacho termelétrico na ordem de mérito não responderam às necessidades sistêmicas do Setor. Isso resultou em altos níveis de despacho fora da ordem de mérito por segurança energética nos últimos meses, gerando encargos não gerenciáveis aos agentes. Dessa forma, as propostas metodológicas visam tornar as respostas dos modelos computacionais aderentes às necessidades setoriais.
A meta de capturar todo o despacho térmico com ajustes no modelo não parece ser totalmente realista.	Despachos fora da ordem de mérito por segurança energética precisam ser mitigados, pois geram encargos não gerenciáveis aos agentes. Além disso, distorcem a sinalização econômica dos recursos energéticos. Assim, as propostas metodológicas visam tornar a resposta dos modelos computacionais aderentes às necessidades setoriais.

Considerando o PLD máximo regulatório, há probabilidade alta do CMO estar acima dele, sendo classificado como Encargo de Serviço de Sistema - ESS.	O custo associado ao descolamento entre CMO e PLD originado pela aplicação do PLD máximo tem origem regulatória. Assim, o despacho indicado pelos modelos de térmicas com CVU acima do PLD máximo apesar de implicarem no custo do descolamento entre CMO e PLD, não geram encargos associados ao deslocamento hidráulico.
A CP111 sugere o par (25,45) para compensar o não uso da modelagem do PAR(p)-A. Em resumo, está se utilizando os parâmetros do CVaR para uma "conta de chegada" e alcançar os mesmos padrões da CP109.	A CP109 trouxe resultados que nortearam as recomendações da CPAMP sob a ótica da segurança energética tendo em vista a minimização dos impactos no GSF e na tarifa do consumidor de energia elétrica. Com a nova recomendação de não uso do PAR(p)-A, buscou-se uma avaliação de risco que mantivesse a coerência com os resultados obtidos na recomendação da CP109.
A implementação do PAR(p)-A pode ensejar novos ajustes nos parâmetros do CVaR, o que é indesejável, visto que premissas de longo prazo não devem ser constantemente alteradas.	Conforme os modelos evoluem, reduzindo as simplificações e limitações de modelagem, os parâmetros associados a esses mecanismos devem ser reavaliados de forma a torná-los menos representativos. A reavaliação dos parâmetros de aversão ao risco segue a previsibilidade do Art. 2º da CNPE 07 de 2016.
Solicita-se a avaliação dos valores de vazão vertida em todos os cenários como consequência de todos os despachos térmicos.	Análises relativas ao vertimento foram feitas a partir de simulações NEWAVE. Além disso, no Workshop realizado em 07/07/2021 foi apresentado também a avaliação em execuções de backtest. Nas análises, não foram observados níveis de vertimentos que comprometessem as propostas metodológicas do presente ciclo.
O modelo NEWAVE, por agrupar usinas em REE, é indiferente às restrições hidráulicas, que é a principal causa do menor despacho térmico no cenário atual.	A representação simplificada das UHEs em REEs no NEWAVE contribui para uma visão otimista do futuro. Assim, a aplicação de mecanismos de aversão ao risco auxilia na resposta do modelo NEWAVE em termos de uma geração termelétrica antecipativa. Ressalta-se que a individualização das UHEs, buscando essa melhor representação, é um

	tema importante para a CPAMP e a representação individualizada nos primeiros anos (NEWAVE Híbrido) está em estudo pelo GT Metodologia, tendo sido disponibilizada pelo CEPEL uma versão inicial do modelo NEWAVE com essa representação.
A atualização do CVaR já se mostrou ineficiente e isto nos mostra que é necessário alterar o modelo de despacho e precificação.	Conforme evoluem os modelos, reduzindo as simplificações e limitações de modelagem, os parâmetros associados a esses mecanismos devem ser reavaliados de forma a torná-los menos representativos.
Na CP109 a escolha do CVaR (50,50) foi realizada sem a profundidade e abordagem ampla adequada, sendo negligenciado o aumento generalizado dos preços de energia. Assumiu-se como premissa o pior cenário hidrológico do histórico sem considerar os efeitos perversos no longo prazo como: - O aumento do vertimento - Aumento dos custos envolvidos com a Repactuação ACR - Aumento nos custos com as usinas em regime de cotas - Aumento nos custos com novos contratos no ACR e ACL	As análises de backtest buscaram apresentar cenários com diversidade hidrológica, sobretudo no período de 2012 a 2015. Além disso foram feitas simulações individuais utilizando os modelos NEWAVE, DECOMP e DESSEM de forma a cobrir diversos cenários e configurações sistêmicas e hidrológicas. Nessas execuções, não foram observados aumentos substanciais de vertimentos que comprometessem as propostas metodológicas. Análises sobre os impactos relativos à repactuação do ACR e nas usinas em regime de cotas foram feitas do ponto de vista das exposições ao MCP e também estão implícitas nas análises dos impactos tarifários aos consumidores do ACR. Já os preços de contratos, que podem estar sujeitos ao comportamento do PLD, também são influenciados por outros fatores que dificultam seu mapeamento no escopo deste trabalho.

Tabela 6 – Contribuições favoráveis a manutenção dos atuais parâmetros do CVaR

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
Manter os atuais parâmetros do CVaR (50,35) eleva os níveis de armazenamento, reduz GFOM e há menor impacto no	Apesar de apresentar geração termelétrica com potencial de reduzir a necessidade de geração fora da ordem de mérito, os casos

CMO/PLD, custo da geração térmica e conta bandeira.	executados com CVaR (50,35) mostram que o despacho termelétrico antecipativo não ofereceu níveis suficientes à segurança energética do sistema, pois proporcionou um replecionamento um pouco abaixo dos níveis verificados no backtest da atual conjuntura (2020/2021).
O indicador de eficiência da operação (variação do custo térmico pela variação do armazenamento) indica que o CVaR (50,35) apresenta maior eficiência que o parâmetro propostos pela CPAMP.	O Indicador de Eficiência contribui com a análise, porém precisa ser utilizado em conjunto com outros indicadores. Apesar de oferecer um custo-benefício interessante, os níveis de replecionamento de armazenamentos tem potencial de serem mais altos através de pares mais avessos ao risco, oferecendo uma maior segurança ao sistema.
A adoção do CVaR (25,45) simultaneamente com outros aprimoramentos que já introduzem maior aversão ao risco nos modelos contrariam a diretriz do CMSE de implementação de soluções para o aumento estrutural dos armazenamentos com transição "suavizada" (SIC) para não majorar substancialmente as tarifas reguladas e impactos do GSF aos agentes.	Tendo em vista a recomendação do CMSE, buscou-se a recuperação estrutural dos armazenamentos através de despacho termelétrico na ordem de mérito. O pleito dos Agentes de promover uma transição suavizada foi internalizada e está sendo avaliada pela CPAMP.
Há insegurança pela falta de clareza do processo dos benefícios da proposta apresentada fragilizam a decisão de apoio ao CVaR (25,45). O relatório apresentado não demonstrou de forma contundente que os parâmetros recomendados são de fato a melhor opção.	Os impactos físicos e econômicos seguiram as premissas de avaliações de compromisso adotadas na CP MME 109. Dessa forma, buscou-se uma solução que trouxesse uma preservação estrutural dos armazenamentos, visando a redução dos impactos econômicos aos Agentes afetados. Para os próximos ciclos, a CPAMP pretende envolver ainda mais os diversos segmentos do Setor nos estudos que subsidiam o processo decisório.

Tabela 7 – Contribuições que concordam com recomendação da CPAMP no âmbito da CP ou sugerem outros parâmetros do CVaR

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
A proposta do CVaR (25,45) é necessária, contudo, há a possibilidade de um impacto estrutural no preço de energia de longo prazo, ou seja, levando a custos elevados na contratação futura da energia elétrica para todos os consumidores	O par CVaR (25,45) oferece um potencial eficiente de replecionamento, trazendo segurança operativa ao sistema. O pleito dos Agentes de promover uma transição em etapas, tendo em vista o aumento da aversão ao risco dos modelos, foi internalizada e está sendo avaliada pela CPAMP.
Ao avaliar os resultados apresentados na CP nº 111/2021, sugere-se o CVaR (50,50) pois este propicia melhor aderência à realidade operativa sem elevar de forma excessiva as despesas, tanto para consumidores cativos quanto para os agentes do MRE. • Condiciona o uso do parâmetro apenas nas etapas de planejamento da operação e formação de preços. Para os estudos de longo prazo, tais como leilões de energia, planos decenais e cálculo de GFs de UHEs e UTEs deve-se usar os parâmetros atuais do CVaR. • Uma segunda contribuição, condiciona o uso do CVaR (50,50) desde que ocorra uma reavaliação futura do parâmetro.	O par CVaR (50,50) oferece um custo-benefício interessante, com potencial de replecionamento que traz uma maior segurança operativa ao sistema. O pleito dos Agentes de promover uma transição em etapas, tendo em vista o aumento da aversão ao risco dos modelos, foi internalizada e está sendo avaliada pela CPAMP. Ressalta-se que, conforme disposto na CNPE 01/2007, deve-se garantir a coerência e a integração das metodologias e programas computacionais utilizados pelo MME, EPE, ONS e CCEE.
Propõe-se adotar o par (50,25) que será mais parcimonioso com o padrão de PLD, além de manter metas interessantes e eficientes de níveis de reservatório.	As análises de backtest mostram que as execuções utilizando o par (50,25) não apresentaram despacho térmico antecipativo para oferecer níveis de replecionamento de armazenamentos suficientes à segurança energética do sistema. Dessa forma, essa proposta não mitigaria a necessidade de despachos fora da ordem de mérito por segurança energética, gerando encargos setoriais não gerenciáveis e distorcendo a sinalização econômica dos recursos energéticos.
Retorno aos parâmetros (50,40) até que seja realizada uma discussão conceitual	O significado conceitual dos parâmetros do CVaR já está sedimentado no setor, pois vem

aprofundada sobre o significado desses parâmetros alfa e lambda do CVaR, e sugere que seja incluído no próximo ciclo anual dos trabalhos do GT Metodologias, com início no segundo semestre de 2021.	sendo utilizados desde 2013. Entretanto, será proposta uma forma de resgate e nivelamento do seu entendimento dentre os Agentes do setor.

6. Taxa de desconto e Produtibilidade

A metodologia de produtibilidade e perdas variáveis foi exposta às contribuições, inicialmente, na CP nº103/2021, realizada entre 13/janeiro e 22/fevereiro/2021. Na CP nº 109/2021, após a continuidade dos estudos, o GT Metodologia concluiu que ainda há necessidade de maior aprofundamento para sua adoção oficial nos processos de programação e formação de preço, apesar do bom desempenho observado.

As análises realizadas acerca da atividade Taxa de Desconto, por sua vez, foram objeto, exclusivamente, da CP nº 109/2021. Na ocasião, recomendou-se manter o uso da taxa de 12% a.a. no planejamento da operação e formação de preço e o endereçamento da continuidade das discussões sobre o assunto. Para a expansão, taxa de desconto tem uma função de preferência sobre quais deverão ser as fontes indicativas, e como a preferência da expansão está ligada a política energética, entende-se que esta deve ser definido pelo MME e a EPE, como acontece no momento.

Conforme exposto anteriormente, o próximo ciclo da CPAMP concentrará esforços na validação da metodologia PAR(p)-A, associada à calibração do CVaR. Em paralelo, os temas Taxa de desconto e Produtibilidade poderiam ser continuados se a plenária assim decidir. Nas Tabela 8 e

Tabela 9 resumem-se as principais contribuições da CP nº 109/2021 sobre ambos os temas.

Tabela 8 – Contribuições sobre o SG Taxa de Desconto.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
Revisão da taxa de desconto de capital com início em 2022.	A CPAMP observou a necessidade de maior aprofundamento no tema e, por isso, não houve recomendação para uso oficial. Esse tema pode ser objeto de estudo da CPAMP futuramente e as contribuições recebidas serão importantes para sua continuidade.
Não é pertinente ajustar a taxa de desconto ou outro parâmetro para se obter os resultados desejados dos modelos. Seu valor adequado é desconhecido e deve ser oriundo de estudos baseados em teoria econômica, a exemplo do Custo de Déficit.	
Padronizar taxa de desconto PMO/PLD/PDE (usar 8%)	

Tabela 9 – Contribuições sobre o SG Produtibilidade.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
A utilização de produtibilidade específica variável no DECOMP pode induzir o modelo a despachar as usinas em faixas de operação de maior rendimento por todo o período de discretização (por patamar de carga). Isso é um erro visto que a carga real possui um perfil variável ao longo do dia e diferente para dias úteis e feriados. O relatório afirma que contorna essa questão com a utilização de valores médios semanais para definição da grade de valores para a produtibilidade específica. Entretanto, essa questão demanda análises mais profundas. Necessidade de estudo de otimização não linear.	A discretização considerada no modelo de planejamento de curto prazo para o primeiro mês de estudo é semanal, considera a modelagem da carga através de patamares de carga e fornece como resultado o despacho médio de cada usina ao longo da semana. Além da compatibilização dos parâmetros com a premissa de operação semanal do modelo DECOMP, o uso de dados médios nesta discretização visa endereçar um segundo problema. Ao se considerar que as funções de produtibilidade e perdas por máquinas podem ser aproximadas por funções côncavas e convexas, respectivamente, o uso de dados horários configuraria super ou subestimação dos equivalentes médios semanais. Isto significa que a construção de grades para o DECOMP a partir dos dados horários daria ao modelo a capacidade de despachar usinas com muito maior eficiência do que é realmente factível em escala semanal. Atualmente, a metodologia empregada para a resolução do problema de curto prazo é baseada em programação linear, desta forma, para representar a função de produção que é não-linear, utiliza-se uma representação linear por partes, que é capaz de prover uma boa aproximação convexa de funções não lineares, que é um requisito para aplicação de programação dinâmica dual no modelo DECOMP.
Atualização periódica dos parâmetros, processo este que deve considerar a participação dos agentes e abertura de Consulta Pública junto à norma a ser publicada com a autorização de uso dos valores.	A reavaliação dos valores da grade de produtibilidade específica e perda hidráulica pode ser realizada a cada ciclo do GT-DP (a cada 5 anos). As perdas hidráulicas calculadas variam conforme a vazão turbinada calculada pelo

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
Reavaliação de tais parâmetros a cada 5 anos para a produtibilidade, já para o caso das perdas hidráulicas, como representam variação conforme a vida útil dos circuitos hidráulicos das usinas, poderiam ser reavaliadas cada 10 anos para as perdas hidráulicas ou quando identificado fato relevante para sua revisão.	GT-DP, sendo reavaliadas a cada ciclo de trabalho do GT-DP.
Ampla divulgação do próximo relatório e contemplação da análise dos resultados da metodologia para o conjunto de usinas hidrelétricas do sistema com foco no aumento da representatividade dos novos parâmetros em relação aos atualmente utilizados.	No Relatório Técnico do GT Metodologia da CPAMP nº 03-2021 foram apresentadas diversas análises comparando os parâmetros constante e grade com os valores observados para as usinas do SIN contempladas no 1º ciclo do GT-DP.
Avaliação se a operação pelo DESSEM trouxe mudanças também para a produtibilidade e perdas hidráulicas, de forma a verificar se uma melhor representação dessas grandezas poderá também ser incorporada no modelo de curtíssimo prazo.	Embora a entrada do DESSEM possa mudar a operação de cada usina, e assim os perfis de perda e produtibilidade que alimentam a construção das grades, o histórico disponível do GT-DP se estende apenas até 2019, o que não permite a avaliação deste efeito. A construção das grades e a sua implementação para cálculo da função de produção aproximada (FPHA) podem ser aplicadas para o modelo DESSEM, que considera discretização horária ou semi-horária. Esta atividade poderá ser endereçada em trabalhos futuros.
Modelagem da produtibilidade específica variável é adequada para utilização em modelos com a discretização horária ou semi-horária (DESSEM).	
Revisitar a forma de modelar produtibilidade hidroelétrica no NEWAVE	As aplicações oficiais do modelo NEWAVE consideram a representação das usinas hidroelétricas em REEs, e modelam a função de produção de forma simplificada através de uma função de 2º grau. Porém, com a representação individualizada das UHEs, permitida pelo NEWAVE Híbrido (atividade que está em estudo pelo GT Metodologia), será possível representar a
Análises adicionais para avaliar os valores da produtibilidade hidrelétrica do NEWAVE (premissa de compatibilização entre as informações nos modelos).	

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
	função de produção da mesma forma como está sendo considerado pelo DECOMP. Todavia, será necessário avaliar os efeitos de uma representação variável a partir de valores mensais. Esta atividade poderá ser endereçada em trabalhos futuros.
Atualização da produtibilidade e perdas variáveis apenas para o planejamento da operação, pelo ONS. Estudos relacionados ao cálculo de Garantia Física (EGAR e PDE), conforme anunciado no GTDP, pertencem a outro escopo de utilização das informações, de modo que os dados apurados não são adequados para essa e demais utilizações.	As grades de produtibilidade específica e perdas variáveis são propostas a serem utilizadas no modelo DECOMP para a programação e planejamento da operação por parte do ONS e cálculo do PLD pela CCEE. Quaisquer outros estudos relacionados à EPE, como por exemplo, cálculo de Garantia Física (EGAR e PDE), pertencem a outro escopo com metodologias e horizonte histórico distintos, e objetivos próprios.
Em caso de aprimoramentos de parâmetros sistêmicos com efeitos no médio e longo prazo, essa aplicação não deve ser restrita apenas à operação e formação de preço e formação de preço, devendo ser aplicada também nos estudos de planejamento.	

7. Governança do GT Metodologia

As três Consultas Públicas trouxeram também contribuições relacionadas à governança do GT Metodologia, expostas na sequência.

Princípios da segurança e transparência:

- Consulta Pública em duas fases;
- Consulta Pública com tempo de contribuição superior a 30 dias;
- Transmissão das reuniões via internet;
- Criação de um canal de comunicação ativo entre a CPAMP e os agentes;
- Publicação do cronograma de reuniões e pautas previamente às reuniões e compartilhamento célere das atas e material apresentado;
- Participação dos agentes nas reuniões da comissão para acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos. Sugestão de reuniões mensais;
- Antecipação das discussões públicas e decisões, em razão da magnitude e profundidade das alterações no mercado de energia;
- Modelos de código fonte aberto;
- Interrupção imediata da CP e aviso ao mercado caso sejam identificados erros;
- Antecedência superior a 5 meses para restabelecer as posições e níveis de riscos dos agentes; e
- Abertura de Consulta Pública para que os agentes possam contribuir com propostas de critérios e objetivos para subsidiar a tomada de decisão dos parâmetros do CVaR, abrangendo periodicidade, definição dos testes, *backtests* e parâmetros de eficiência.

Princípio da previsibilidade:

- Manter a previsibilidade da CNPE 07/2016;
- Compatibilidade entre CP MME 109/2021 e TS ANEEL 009/2021 (UNSI do ACL), especialmente com relação ao início das implementações das alterações;
- Abrangência da operação sombra; e
- Pelo menos um ano de antecedência para alterações estruturais no processo ou metodologia de formação de preço.

Os pontos abordados nas contribuições serão direcionados ao âmbito do GT Governança e avaliados oportunamente.

Anexo I: Volatilidade do CMO/PLD

Na Tabela 10 apresentam-se os principais pontos abordados nas contribuições das associações e agentes acerca dos estudos realizados no âmbito do SG Volatilidade do CMO/PLD durante a CP MME nº 103/2021. Estas se referem à conclusão final exposta no Relatório Técnico do GT Metodologia da CPAMP nº 01-2020 e aqui transcrita:

"O GT Metodologia recomenda a não exclusão da ENA como variável de estado no modelo NEWAVE para uso oficial. Deve-se dar continuidade aos estudos que buscam uma melhor representação da condição hidrológica na cadeia de modelos e identificar os fatores que causem uma eventual volatilidade não natural do CMO/PLD."

Tabela 10 – Contribuições sobre o SG Volatilidade do CMO/PLD.

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
Ao eliminar a ENA como variável de estado da FCF pode-se estar retirando uma variável importante para a tomada de decisão e que faz parte da volatilidade natural do CMO. Além disso, sua exclusão poderia levar a uma simplificação que significaria um retrocesso para o modelo em termos de representação.	Uma vez que a Volatilidade do CMO/PLD é um tema de constante preocupação no setor, e a variação da ENA como variável de estado é uma componente importante para essa volatilidade, o objeto do estudo foi exatamente relativo à verificação dos efeitos da retirada da ENA como variável de estado. Os resultados demonstram a importância dessa componente nos modelos computacionais, de forma que as contribuições estão alinhadas com a recomendação da CPAMP.
A desconsideração da ENA como variável de estado pode deixar a modelagem matemática ainda mais distante da realidade operativa do sistema o que acarretaria maiores despachos térmicos fora da ordem de mérito com o consequente aumento do ESS.	
Ao desconsiderar a vazão passada como variável de estado no passo backward é de se esperar que a política fique mais flexível para excursionar estados de maior deplecionamento dos reservatórios, redução do valor da água e consequentemente aumento da volatilidade do CMO/PLD, o que já justificaria a preterição da proposta.	Nesse cenário, faz-se necessário ajustes no mecanismo de aversão ao risco para obtermos níveis de armazenamento seguros. Estudos nessa direção já foram realizados na academia e os resultados foram satisfatórios. Além disso, ressalta-se que o modelo NEWAVE tem no VMinOp um mecanismo de segurança energética, que leva a níveis operativos mais seguros sob a ótica da operação.
Sempre que forem apresentados gráficos e índices de volatilidade de PLD, devem ser comparados em conjunto com as métricas	Para tentar mitigar os efeitos dos dados de entrada na volatilidade e concentrar nas

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
aplicadas à vazão (ou ENA) e à carga, pois é possível que estas variações de preços estejam intrinsicamente relacionadas ao mesmo nível de volatilidade das variáveis explicativas. A comparação com preços de outros mercados é interessante, mas não justifica de fato se a volatilidade é alta ou baixa no sentido da explicação de causa e efeito.	comparações entre as propostas metodológicas intrínsecas aos modelos computacionais, procurou-se fazer os comparativos entre os próprios modelos com as mesmas variáveis de entrada. Questões relativas à volatilidade referentes aos dados de entrada estão sendo tratadas no âmbito do CT PMO/PLD.
Quando a discussão é aprimoramento da metodologia dos modelos computacionais deve-se separar os eventos de PLD onde a variação está sendo influenciada por externalidades à modelagem.	
Uma vez que a proposta não se encontre viável, compensações com base em ajustes de parâmetros de aversão a risco com foco na calibragem para garantir trajetórias de armazenamento, ou de despacho térmico ao final do horizonte, não devem ser apresentados como uma solução para induzir a redução da volatilidade, deve ser objeto de avaliação própria ao tema de segurança operativa.	Nos estudos relacionados ao tema, um dos efeitos observados da retirada da ENA como variável de estado foi a necessidade de recalibração das métricas de aversão ao risco, entre elas o CVaR. Essa recalibração foi necessária tendo em vista a não preservação dos níveis de armazenamento ao final do horizonte, comprometendo a segurança energética do sistema.
O preço deve refletir o estado real do modelo, sendo a volatilidade apenas consequência. É fundamental que sejam identificadas e segregadas as volatilidades intrínsecas à modelagem e aquelas artificialmente provocadas por representação inadequada das variáveis.	Questões relativas à volatilidade intrínsecos aos modelos computacionais serão tratados na CPAMP. Volatilidades relacionadas aos dados de entrada estão sendo direcionados ao CT PMO/PLD.
Elaborar estudos e backtests de PMO e PLD em que o cálculo da FCF-NW é feito não condicionado ao passado recente, assim como a reavaliação dos parâmetros do cálculo da FCF-NW, sendo essa revisão condicionada ao aumento de eficiência computacional dos modelos. Reforça-se que a tendência hidrológica do passado recente será considerada pelo DECOMP na consulta à FCF-	Partindo-se do pressuposto que o Agente ao colocar “cálculo da FCF-NW é feito não condicionado ao passado recente” se refere ao cálculo de FCF com modelo PAR(p) sem tendência hidrológica inicial (*flag* NEWAVE), entende-se que o cálculo de políticas sem tendência hidrológica pode resultar em FCF mais otimistas comprometendo a visão de cenários mais severos para o futuro. No

Contribuição	Resposta do GT Metodologia
NW e o resultado da FCF do DECOMP será condicionado ao passado recente.	entanto, cabe uma investigação mais aprofundada sobre o assunto que será internalizada.
Avaliar os pontos abordados como trabalhos futuros: atualização semanal na função de custo futuro do modelo NEWAVE e inclusão de cenários semanais no modelo DECOMP (abertura de árvore semanal probabilística de cenários).	A atualização semanal da FCF do modelo NEWAVE foi direcionada ao CT PMO/PLD. Já, a inclusão de cenários semanais no modelo DECOMP será incluída como sugestão de aprimoramento nos próximos ciclos do GT Metodologia.
Utilização do modelo chuva vazão (SMAP) para todo o horizonte do primeiro mês operativo. Atualmente, o efeito auto regressivo do modelo PREVIVAZ não representa de forma adequada as previsões de afluências, por não considerar previsões meteorológicas como variável de entrada.	Este estudo foi conduzido no âmbito do CT PMO/PLD, no GT SMAP. Os resultados indicaram para o uso do SMAP nas duas semanas operativas à frente. A melhor representação da chuva prevista nas demais semanas do 1º mês poderá auxiliar nessa implementação, a ser analisada continuamente.
Utilização do PAR(p)-A pode ajudar na mitigação das volatilidades.	De fato, a análise realizada para o *backtest* 2012-2015 no Relatório Técnico 02-2021 indicou que a introdução da parcela anual contribui para a redução da volatilidade (modelo vigente x PARpA_5035). Essa questão continuará em análise no ciclo 2021/2022.

Anexo II: Resultados do Backtest 2012-2015

Devido ao curto prazo para conclusão do relatório técnico que subsidiou a CP MME nº 111/2021, não foi possível apresentar, na ocasião, os resultados do backtest realizado para o período de 2012 e 2015. Portanto, em complemento, estes resultados são detalhados na sequência.

Para realizar o estudo encadeado com os modelos NEWAVE e DECOMP foram utilizados os decks oficiais da época, porém realizando alterações necessárias para trazê-los à configuração atual. Dentre as principais alterações destacam-se as seguintes:

- Patamar único de déficit;
- 12 REEs. Nesse caso foi necessária a motorização de uma usina hidrelétrica no REE Teles Pires e outra no REE Manaus, sendo imposta uma restrição elétrica de geração nula sobre essas usinas com elevação da restrição nas datas previstas de expansão;
- Geração hidrelétrica mínima no modelo NEWAVE para as usinas de Itaipu e Tucuruí, quando pertinente;
- Arquivo de entrada no modelo DECOMP *vazoes.rvx* (histórico e previsões de vazões) considerando os *decks* oficiais, utilizando o modelo GEVAZP 8.1.4;
- Reamostragem de cenários;
- Correlação espacial mensal;
- Centroide; e
- Representação da RHE no modelo DECOMP.
- Modelo PAR(p) do NEWAVE.

Para o encadeamento dos decks nos modelos NEWAVE e DECOMP, são considerados como níveis de partida os valores observados nos decks oficiais da RV0 de janeiro de 2012. Uma breve descrição do processo de execução é apresentada a seguir:

- Após a execução do modelo NEWAVE é fornecida a função de custo futuro ao modelo DECOMP, e após a execução do modelo DECOMP são fornecidos os níveis de armazenamento obtidos da simulação ao final da primeira semana para o *deck* do modelo DECOMP da próxima semana;
- Além dos níveis armazenamento, são fornecidas as informações de despacho antecipado das usinas a Gás Natural Liquefeito - GNL (tratamento não realizado para os *decks* de 2012) e de tempo de viagem (registro VI do DECOMP) obtidos da simulação;
- Esse processo é realizado até o final do mês, sendo que no próximo mês, devido à necessidade de atualização da função de custo futuro, são fornecidos para os modelos NEWAVE e o DECOMP os níveis de armazenamento e o despacho antecipado das usinas a GNL obtidos da simulação da última revisão do modelo DECOMP do mês, além do tempo de viagem apenas para o modelo DECOMP;

- Repete-se o processo até o final do horizonte de interesse.

As variáveis analisadas no estudo retrospectivo encadeando os modelos NEWAVE/DECOMP para o período de 2012 a 2015 foram: armazenamento, CMO/PLD, geração hidráulica e a soma da geração térmica acumulada. Ressalta-se que os resultados contidos nesta seção foram processados com a versão 30.11 do DECOMP e 24.4.7 do NEWAVE e os casos sensibilizados incluem as propostas realizadas nos SGs Elevação de armazenamento e VMinOp no DECOMP.

Como resultado inicial, a Figura 5 apresenta a trajetória de armazenamento do SIN para todas as sensibilidades dos parâmetros CVaR. Nota-se que nos primeiros 3-4 meses, todos os casos tomam decisões semelhantes de replecionamento dos reservatórios. Após este período inicial, os casos com maior aversão ao risco indicam um comportamento conservador do ponto de vista de armazenamento, isso reflete em uma maior elevação de armazenamento ao final do horizonte de simulação, isto é, CVaR (25,50) e CVaR (50,50) terminaram dezembro/2015 com armazenamentos 20,3% e 10,0% superior ao do caso Vigente.

Por outro lado, o caso CVaR (50,35) apresentou descolamento do Vigente (considera a parametrização oficial em 2021) ao final de 2012 e ao final de 2015 obteve um armazenamento 2,2% superior. Nota-se que o único caso que não foi capaz de elevar o armazenamento foi o que considerou o par (50,25) que terminou com uma redução de 2,9% em relação ao Vigente. Portanto, ressalta-se que a maioria das metodologias propostas foram capazes de assegurar e elevar os níveis de segurança energética neste período.

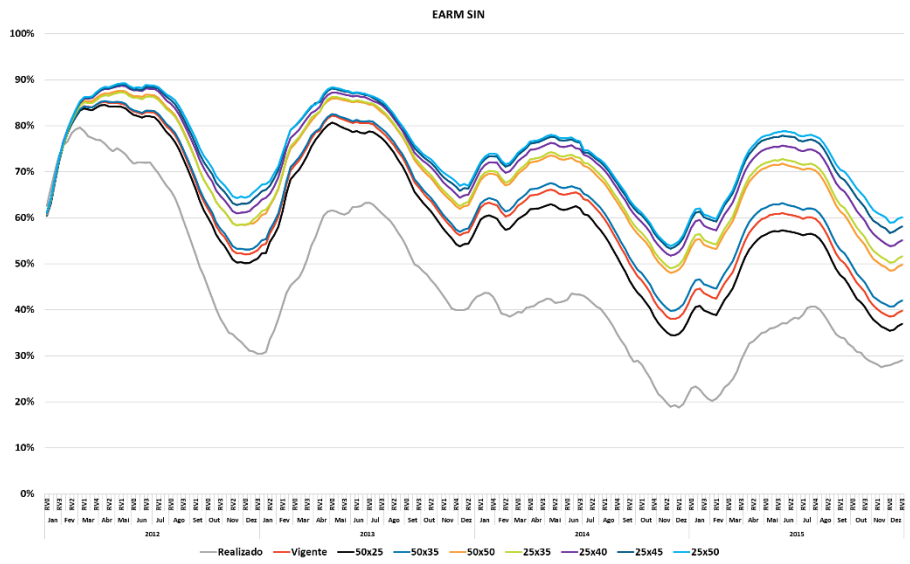


Figura 5 – *Backtest* 2012 a 2015: Energia Armazenada do SIN

Em concordância com a tendência de elevação de armazenamento exposta anteriormente, a Figura 6 apresenta a energia armazenada no submercado Sudeste para

os casos do backtest de 2012 a 2015. A linha pontilhada indica o nível mínimo de armazenamento de 20% para o submercado na restrição do VMinOp modelada no NEWAVE e nível do RHE modelado no DECOMP. Nota-se que nenhum dos casos violou os níveis do VMinOp/RHE. Adicionalmente, os resultados que apresentaram elevação do armazenamento do SIN foram fortemente influenciados pelo submercado Sudeste, o qual representa cerca de 70% da EARM máxima do SIN.

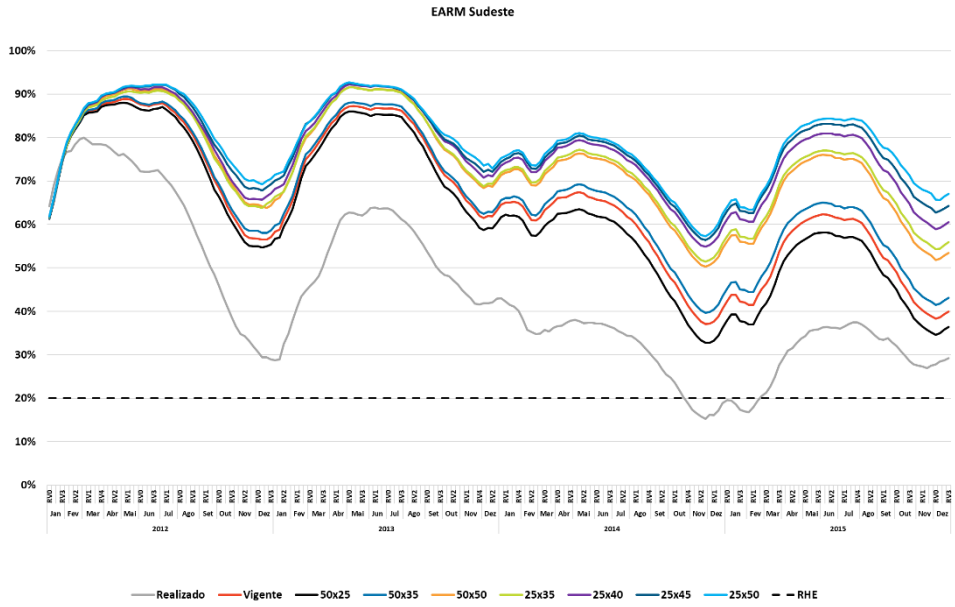


Figura 6 – *Backtest* 2012 a 2015: Energia Armazenada do submercado Sudeste

Todos submercados tiveram a sua parcela de contribuição na elevação do armazenamento do SIN, contudo, o submercado Sul apresentou ao final, do período avaliado, níveis de armazenamento semelhantes entre todos os casos simulados, como pode ser observado na Figura 7. No entanto, durante o período de abril/2012 a dezembro/2012 e de abril/2013 a junho/2014 observa-se que as decisões dos casos com maior nível de aversão ao risco, CVaR (25,50) e CVaR (50,50), foram superiores aos dos demais casos, em especial ao do caso Vigente. Nota-se também, como já observado anteriormente, que nenhum caso violou o nível de armazenamento mínimo de 30%.

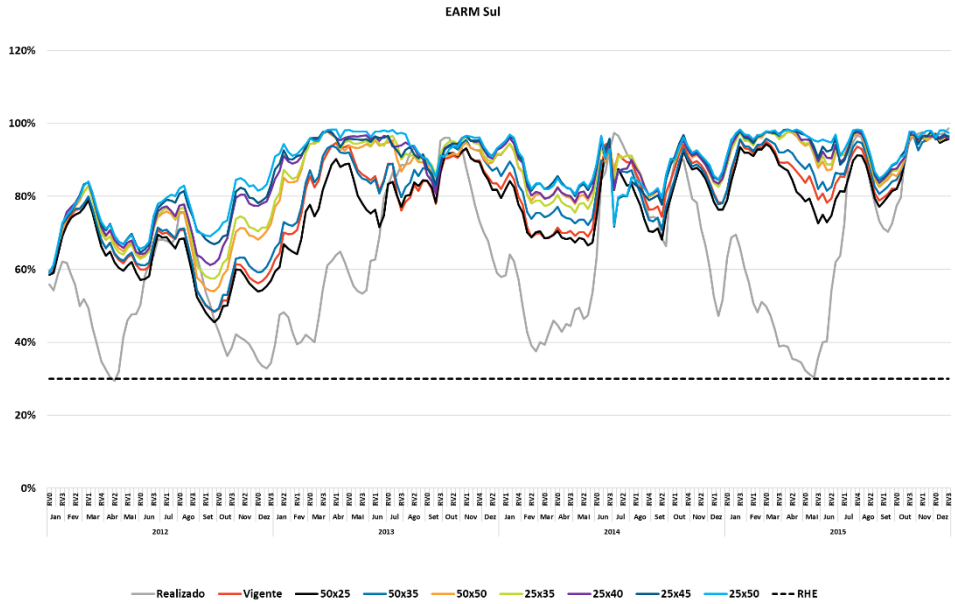


Figura 7 – *Backtest* 2012 a 2015: Energia Armazenada do submercado Sul

A Figura 8 mostra a trajetória do armazenamento do submercado Nordeste para o período de 2012 a 2015. A linha pontilhada indica o nível de RHE de 23,5% para o submercado Nordeste. Ao contrário do Sudeste, o submercado Nordeste apresenta um deplecionamento dos reservatórios com o passar dos anos sendo que, ao final do período avaliado, todos os casos apresentaram níveis de armazenamento muito próximos. Isso ocorreu principalmente devido à severa estiagem na região. Observa-se que de outubro/2014 a novembro/2014 os casos Vigente, CVaR (50,25) e (50,35) violam o nível mínimo de 23,5%. O mesmo comportamento é observado para o período de outubro/2015 a dezembro/2015.

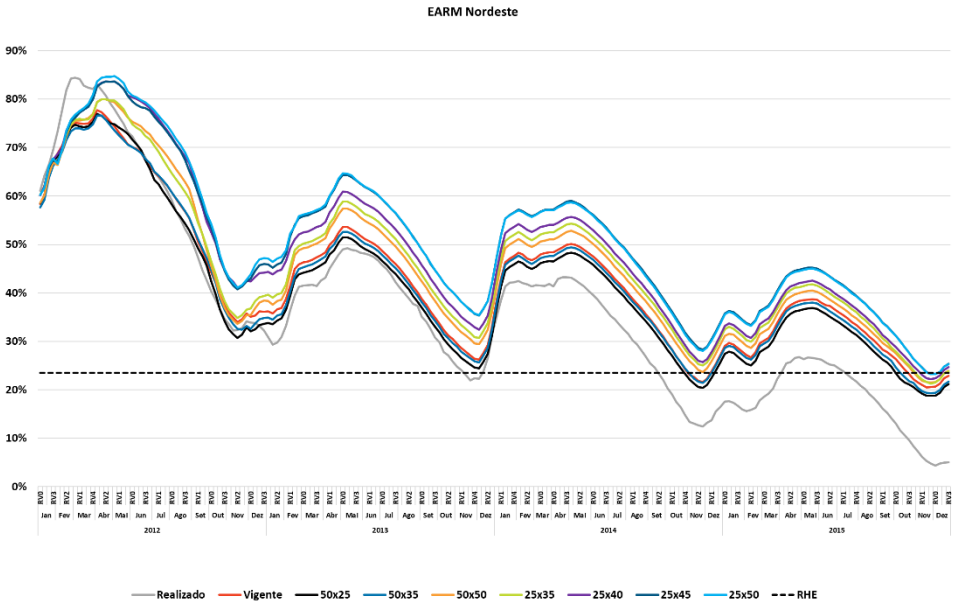


Figura 8 – *Backtest* 2012 a 2015: Energia Armazenada do submercado Nordeste

O submercado Norte foi o que apresentou maior igualdade na excursão do armazenamento entre todos os casos avaliados até aqui, como pode ser observado na Figura 9. O descolamento dos níveis de armazenamento se deu principalmente nos períodos mais secos de outubro/2013 a dezembro/2013 e outubro/2014 a dezembro/2015. Contudo, destaca-se o caso CVaR (25, 50) que, ao final de 2015, indicou um armazenamento 17% superior ao do caso Vigente.

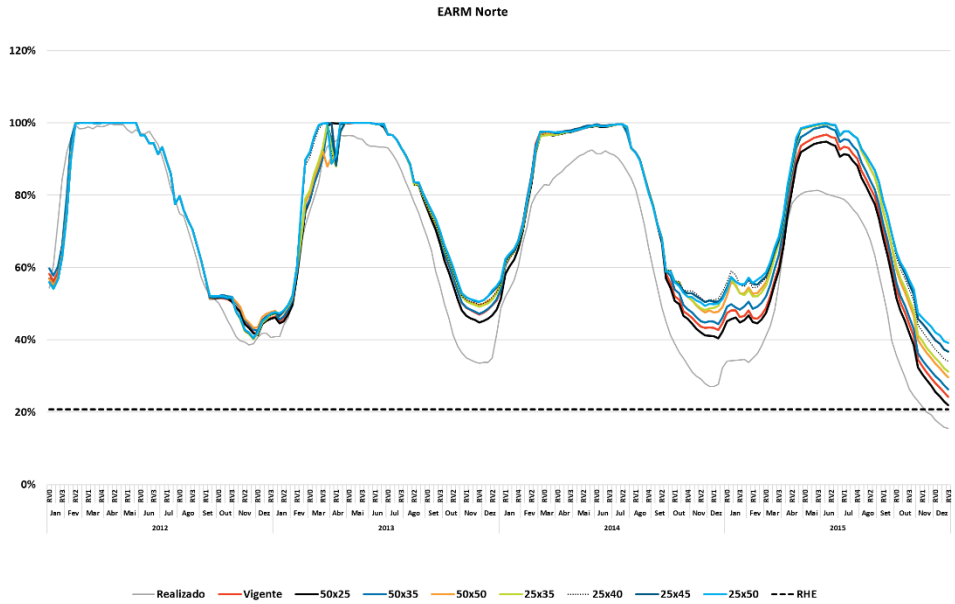


Figura 9 – *Backtest* 2012 a 2015: Energia Armazenada do submercado Norte

A Tabela 11 apresenta os valores de CMO/PLD (PLD sem piso e teto) médio por ano e do período completo para os casos de backtest do período de 2012 a 2015. A última coluna indica a porcentagem de aumento do PLD em relação ao caso Vigente quando considerado todo o período. Observa-se que, na média total, todos os casos simulados apresentaram PLD superior ao do caso Vigente, destacando-se o caso CVaR (25,50) com 125% de incremento do PLD médio e o CVaR (50,25) com um decremento de 6% do PLD. Observa-se no ano de 2015 uma redução no PLD em todos os casos. Essa redução do PLD médio no último ano se justifica pelo despacho térmico antecipado ao longo de 2012 a 2014, que proporcionou uma recuperação no armazenamento ao longo do tempo e consequente redução do despacho térmico no último ano do período avaliado.

Tabela 11 – CMO/PLD médio durante os anos sem piso e teto em R$/MWh.

	2012	2013	2014	2015	2012-2015	%
Realizado	164,95	264,01	688,19	292,51	352,41	-
Vigente	312,46	265,22	646,15	306,36	358,96	-
50x25	264,11	236,88	787,91	327,55	339,13	-6%
50x35	345,67	275,43	598,62	330,36	387,52	8%
50x50	506,80	333,32	804,12	341,33	496,39	38%
25x35	516,89	333,56	779,87	356,99	496,83	38%
25x40	617,73	358,10	954,54	381,33	577,92	61%
25x45	744,89	390,30	1150,30	449,56	683,76	90%
25x50	939,64	410,30	1344,37	529,90	806,05	125%

A Tabela 12 exibe a mesma análise feita anteriormente, mas aplicando os valores de piso e teto do PLD vigentes no período. Como era esperado, observa-se uma diminuição considerável nas diferenças do PLD médio entre o vigente e os demais casos simulados, em especial os casos com maior aversão a risco.

Tabela 12 – CMO/PLD médio durante os anos com piso e teto em R$/MWh.

	2012	2013	2014	2015	2012-2015	%
Realizado	164,95	264,01	688,19	292,32	352,37	-
Vigente	312,70	266,04	542,86	238,02	341,94	-
50x25	264,11	237,43	534,08	242,90	318,10	-7%
50x35	345,90	276,25	591,40	242,88	364,11	6%
50x50	491,72	325,83	681,61	236,70	433,97	27%
25x35	502,07	325,60	685,09	250,43	440,79	29%
25x40	555,99	344,97	744,72	258,65	476,08	39%
25x45	606,22	373,04	762,75	279,05	505,27	48%
25x50	644,20	387,36	760,82	298,05	522,61	53%

A Figura 10, mostra o CMO/PLD para o submercado Sudeste. Observa-se que todos os casos apresentaram valores de PLD superior ao do caso vigente. Ressalta-se que a simulação dos casos CVaR (25,50) e CVaR (50,50) apresentou em diversas semanas valores de PLD superiores a 1.000 (R$/MWh), como por exemplo, abril/2012 a maio/2012, novembro/2012 a dezembro/2012, janeiro/2014 a maio/2014 e julho/2014 a novembro/2014.

De maneira geral, o caso CVaR (50,25) acompanha o modelo Vigente na trajetória de PLD com exceção de poucos períodos em que se observa um descolamento, como de fevereiro/2014 a abril/2014. Por outro lado, o caso CVaR (50,35) apresenta certo grau de descolamento do caso Vigente, indicando valores de PLD superiores ao da curva de referência, com exceção para o período de junho/2015 a dezembro/2015 quando já apresentava níveis superiores de armazenamento.

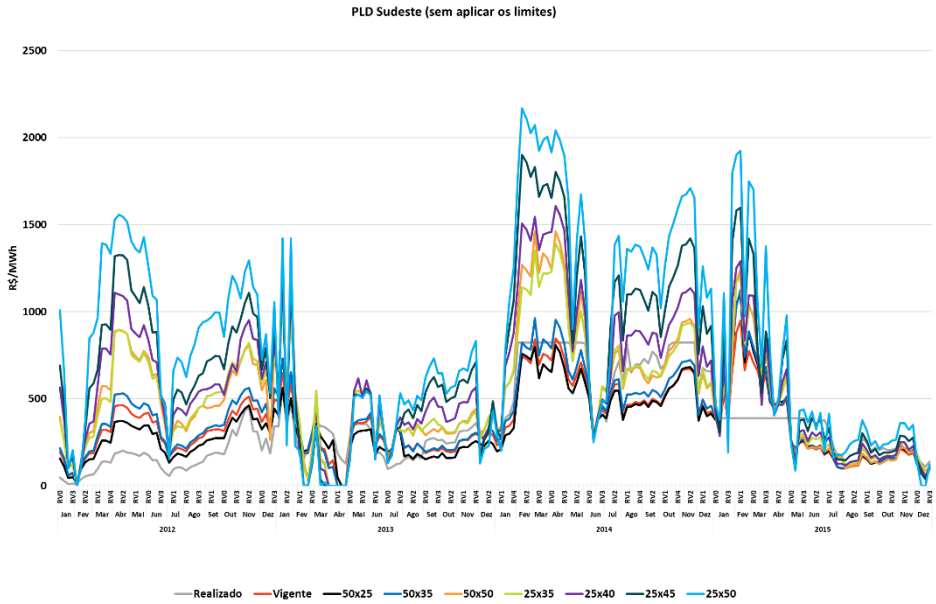


Figura 10 – *Backtest* 2012 a 2015: PLD Sudeste

Os submercados Sul e Sudeste estão acoplados em termos de CMO/PLD em praticamente todos os anos de simulação deste backtest, como pode ser observado na Figura 11. Portanto, os mesmos picos de preço já observados anteriormente ocorrem aqui.

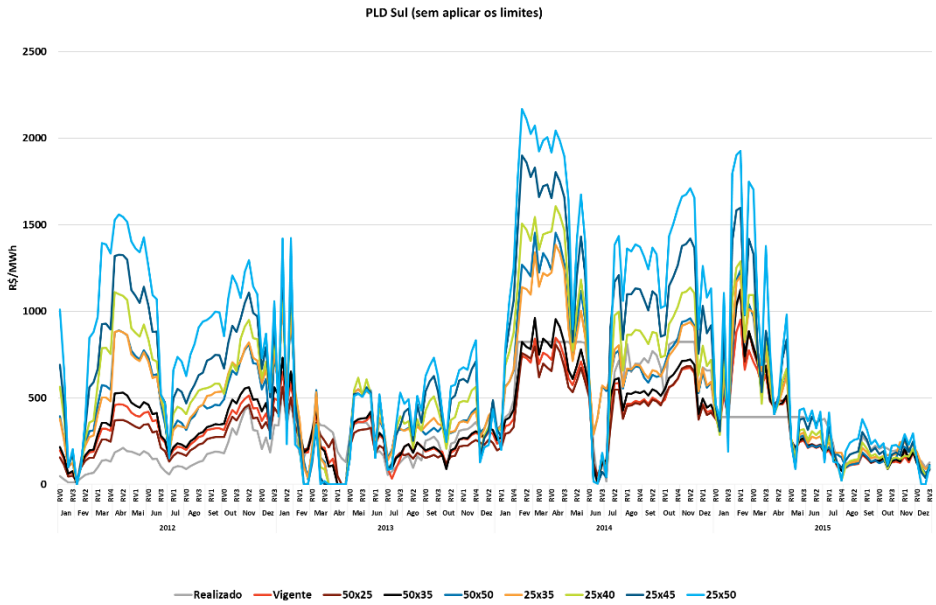


Figura 11 – *Backtest* 2012 a 2015: PLD Sul

Na sequência dos resultados, a Figura 12 e a Figura 13 mostra o CMO/PLD para os submercados Nordeste e Norte. Na maior parte do horizonte de estudo, os submercados estão acoplados. Novamente, os casos mais avessos ao risco, como por exemplo CVaR (25,50) e CVaR (50,50) apresentam picos de preço (acima de 1000 R$/MWh) em vários momentos durante o horizonte de simulação. Destacando os períodos de abril/2012 a

maio/2012, novembro/2012 a dezembro/2012, janeiro/2014 a maio/2014, julho/2014 a novembro/2014.

Por outro lado, o caso (5035) indicou níveis e picos de preço menores que os casos CVaR (25,50) e CVaR (50,50) porém superiores ao do caso Vigente. E por fim, o CVaR (50,25) segue uma trajetória de PLD muito semelhante ao do caso Vigente na maioria dos períodos.

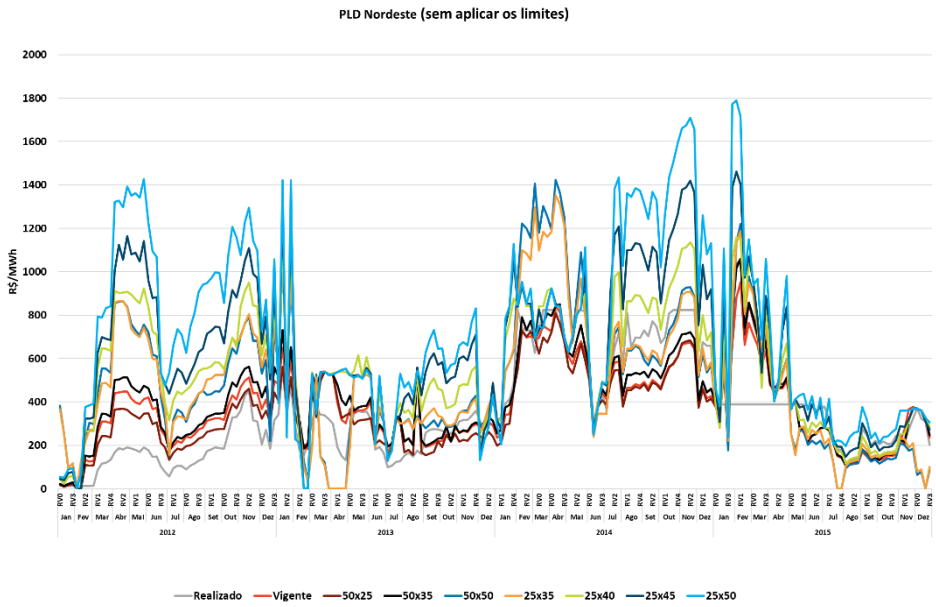


Figura 12 – *Backtest* 2012 a 2015: PLD Nordeste

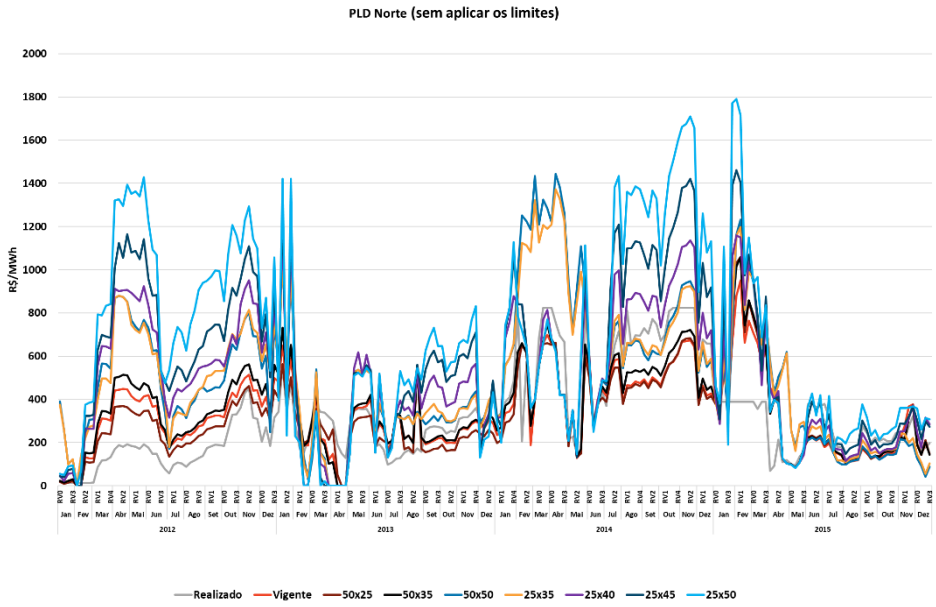


Figura 13 – *Backtest* 2012 a 2015: PLD Norte

A recuperação de armazenamento observada nos casos com maior aversão ao risco é possível devido a uma menor geração hidráulica tal qual apresentada na Figura 14 em

que se tem a trajetória da geração hidráulica do SIN para o período de 2012 a 2015, para cada sensibilidade.

Observa-se que os casos CVaR (25,50), CVaR (50,50) e (50,35) obtiveram geração hidráulica acumulada de 4,5%, 2,1% e 0,5% menor em relação ao caso vigente. Diferentemente, o caso CVaR (50,25) apresenta 0,5% de maior geração hidráulica em comparação com o Vigente. Em complemento, o caso 25x35, 25x40 e 25x 45 tem2,3%, 3,1% e 3,9% respectivamente.

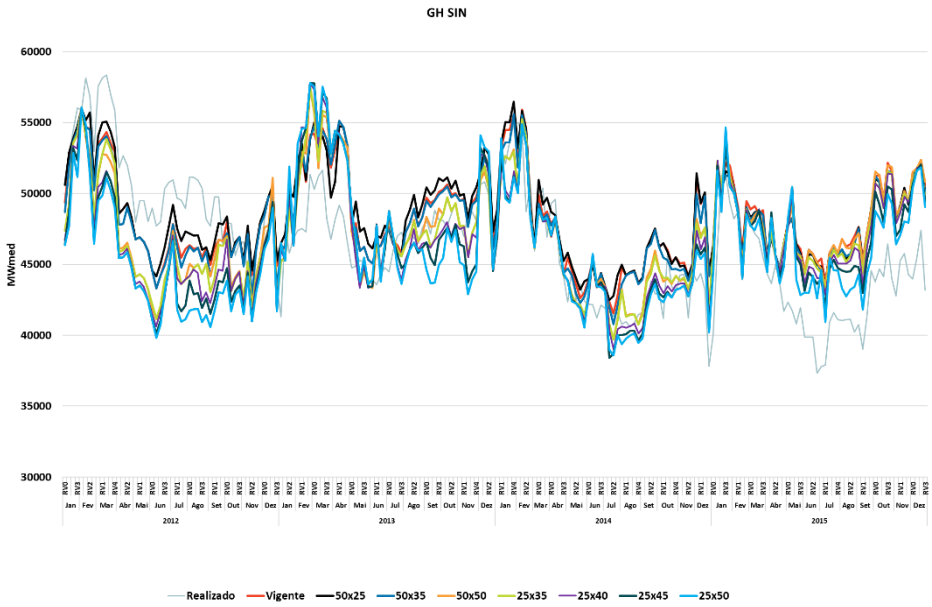


Figura 14 – Trajetória da Geração Hidráulica do SIN de 2012-2015.

Por fim, são apresentados os resultados de geração térmica. A Figura 15 mostra a trajetória da geração térmica do SIN. Em concordância aos resultados de CMO/PLD apresentados anteriormente, por vezes as modelagens divergem quanto a decisão de despacho.

Para os casos CVaR (25,50) e CVaR (50,50) os períodos em que o CMO/PLD ultrapassa o valor de 1000 R$/MWh, isto é, abril/2012 a maio/2012, novembro/2012 a dezembro/2012, janeiro/2014 a maio/2014, julho/2014 a novembro/2014, o despacho térmico está próximo a disponibilidade total. Por outro lado, os casos com menor aversão ao risco que não possuem valores tão elevados de CMO/PLD tem um despacho térmico menor e espaço na pilha térmica.

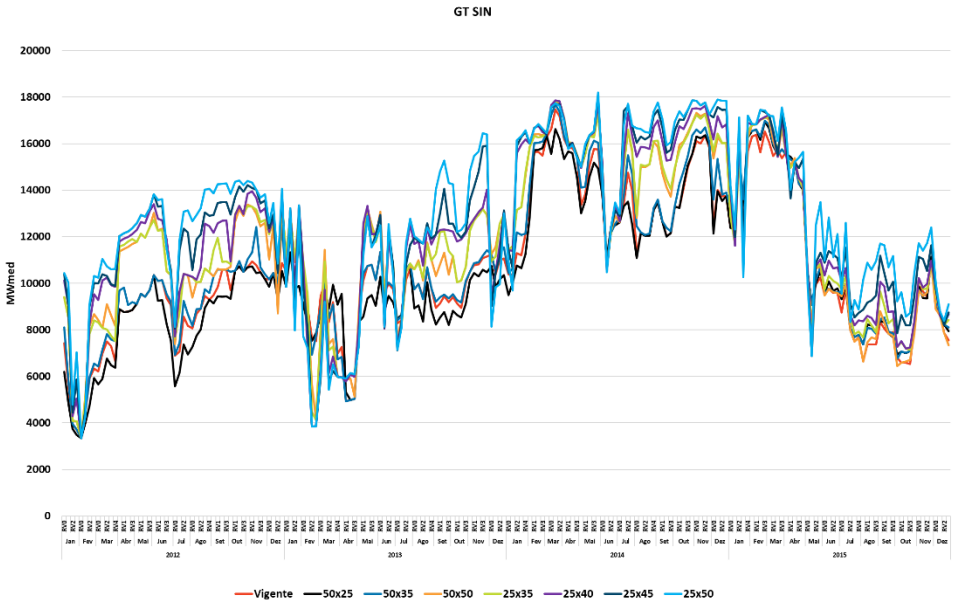


Figura 15 – *Backtest* 2012-2015: Geração térmica do SIN

No geral, a Figura 16 ilustra de forma clara o papel da geração térmica nas abordagens estudadas no backtest 2012-2015, nela observa-se a soma da geração térmica acumulada até o final do horizonte. Nota-se que ao longo do horizonte, a geração térmica acumulada dos casos CVaR (50,50) e CVaR (25,35) a CVaR (25,50) descolam dos demais já no primeiro ano de simulação e assim seguem até o final do período.

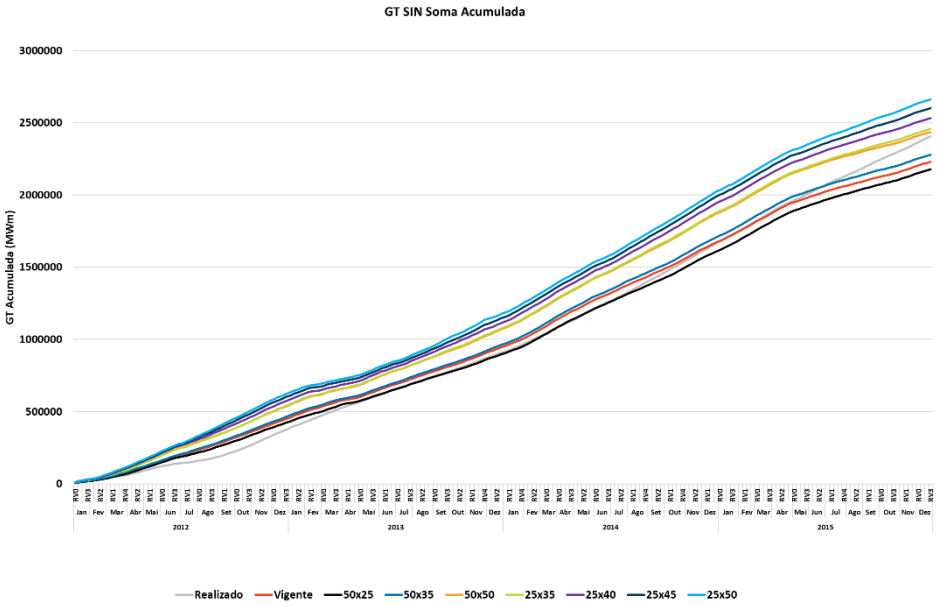


Figura 16 – *Backtest* 2012-2015: Soma da geração térmica acumulada do SIN