

Workshop GT Metodologia/CPAMP

Ciclo 2021/2022: PAR(p)-A + Calibração do CVaR

Coordenação:  ccee

11/04/2022

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

GT METODOLOGIA

Membros:

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

 **ANEEL**
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

 **ONS**

 **epe**

Assessoria Técnica:

 Eletrobras
Cepel

Agenda

1. **Contextualização e cronograma Ciclo 2021/2022**
2. **Resumo das atividades realizadas no Ciclo 2021/2022**
 - **PAR(p)-A**
 - **Critério de Parada**
 - **Calibração do CVaR**
3. **Resumo das contribuições da CP 121/2022**
 - **PAR(p)-A**
 - **Critério de Parada**
 - **Calibração do CVaR**
 - **Governança**
 - **ROGF**

Contextualização

Recomendação do CMSE à CPAMP (234ª Reunião - 02/set/2020)

- Avaliar os mecanismos visando a **elevação estrutural dos níveis de armazenamento** dos reservatórios, sobretudo aos **finais dos períodos secos**, bem como propor uma transição capaz de **minimizar os impactos no GSF e na tarifa do consumidor** de energia elétrica.

Deliberação da CPAMP, publicada em 23/jul/2021¹

- *“Entre as principais motivações para os aperfeiçoamentos propostos consta a necessidade identificada de se **melhorar a representação da realidade operativa** do Sistema Interligado Nacional (SIN) nos modelos, e **proporcionar o adequado sinal econômico do PLD e justa alocação dos custos para os diversos segmentos.** (...)”*
- *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.**”*

Artigo 2º da CNPE Nº 22, de 05/10/2021:

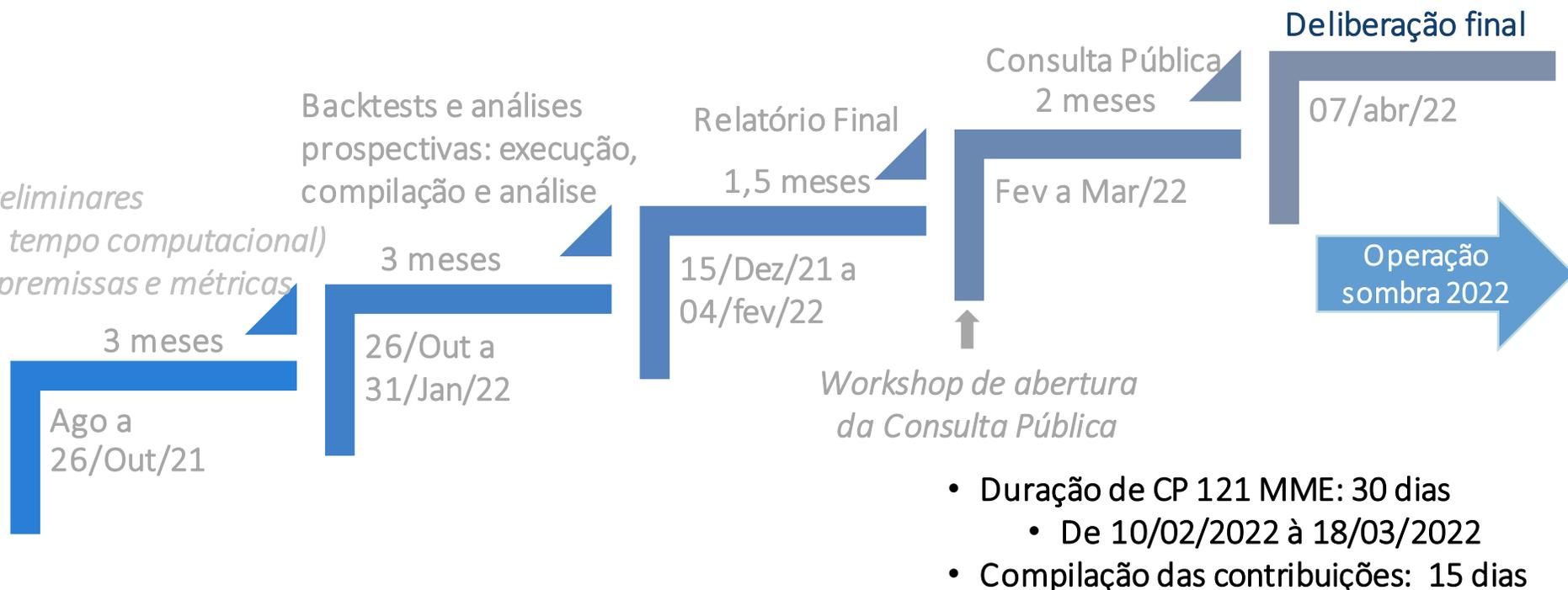
- *§ 2º Os aprimoramentos de que trata o caput deverão **buscar aderência ao nível de aversão ao risco adotado na política operativa, considerando inclusive as medidas adicionais eventualmente utilizadas com vistas à manutenção ou restauração da segurança no abastecimento e no atendimento eletroenergético.***

¹ <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>

Ciclo de trabalho 2021/2022: PAR(p)-A + Calibração do CVaR

Cronograma

- i. Análises metodológicas e testes preliminares
- ii. Critério de parada (convergência e tempo computacional)
- iii. Backtests e análises prospectivas: premissas e métricas
- iv. FTs NEWAVE/DECOMP



9 Reuniões mensais do GT Metodologia com os agentes:

| | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 19/ago: 17º Workshop - início do Ciclo 2021/2022 | 17/set: 18º Workshop - andamento da Etapa 1 | 06/out: 19º Workshop - andamento da Etapa 1 | 20/out: 20º Workshop - Conclusão da Etapa 1 | 10/nov: 21º Workshop - Andamento da Etapa 2 | 13/dez: 22º Workshop - Andamento da Etapa 2 | 19/jan: 23º Workshop - Andamento da Etapa 2 | 16/fev: 24º Workshop - Abertura da CP | 11/abr: 25º Workshop - Encerramento da CP |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

Aprimoramentos aprovados e benefícios associados

1. Aprimoramento no processo de geração de cenários hidrológicos: PAR(p)-A

- Considerar não apenas os últimos 6 meses, mas também considerar a média dos últimos 12 meses para melhor representar a tendência hidrológica.
- ✓ A metodologia propiciou melhores resultados dos cenários gerados, especialmente em condições de hidrologia desfavoráveis, importante variável para as decisões de despacho do modelo e para o cálculo do PLD.

2. Novo critério de parada do modelo NEWAVE

- Critério de parada mais rigoroso, permitindo ao modelo iterar mais, na busca por maior qualidade da solução dos modelos computacionais obtido.
- ✓ Os estudos, com base em critérios estatísticos, corroboram a necessidade da utilização do novo critério de parada.

3. Aumento da aversão ao risco (novos parâmetros do CVaR)

- Aumento da aversão ao risco, atribuindo maior importância (peso) para os cenários hidrológicos mais adversos. Alteração dos atuais parâmetros CVaR (50,35) para CVaR (25,35).
- ✓ As análises 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 2022 (CRef 2022).

Ciclo de trabalho 2021/2022: PAR(p)-A + Calibração do CVaR

Visando que os modelos computacionais reflitam preços da energia e níveis de operação aderentes à segurança do sistema, o GT-Metodologia recomenda as seguintes alterações para uso oficial a partir de janeiro de 2023¹:

Vigente

Metodologia de geração de cenários hidrológicos

- Metodologia PAR(p)

Critério de parada

- 3 iterações abaixo de 0,2% de ΔZ_{inf}
- Mínimo de 30 iterações
- Máximo de 45 iterações
- Mínimo e máximo de 45 iterações para casos de PDE

Nível de aversão ao risco

- CVaR(50,35)

Proposta para CP MME nº 121/2022

Metodologia de geração de cenários hidrológicos

- Metodologia PAR(p)-A

Critério de parada

- 6 iterações abaixo de 0,1% de ΔZ_{inf}
- Mínimo de 30 iterações
- Máximo de 50 iterações
- Mínimo e máximo de 50 iterações para casos de PDE e GF

Nível de aversão ao risco

- CVaR(25,40)

Deliberação final

Metodologia de geração de cenários hidrológicos

- Metodologia PAR(p)-A

Critério de parada

- 6 iterações abaixo de 0,1% de ΔZ_{inf}
- Mínimo de 30 iterações
- Máximo de 50 iterações
- Mínimo e máximo de 50 iterações para casos de PDE e GF

Nível de aversão ao risco

- CVaR(25,35)



Agenda

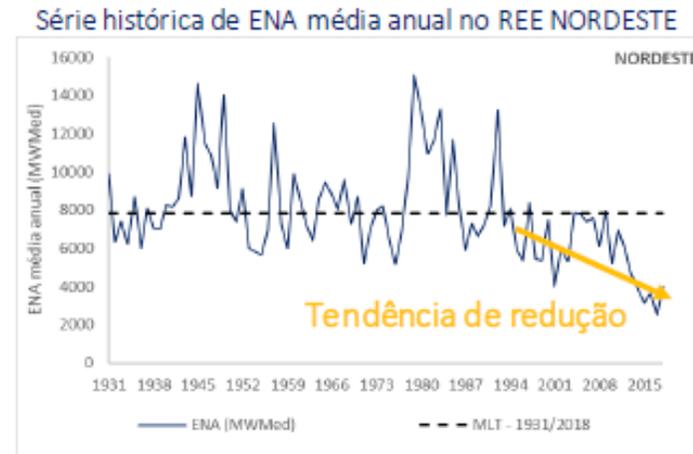
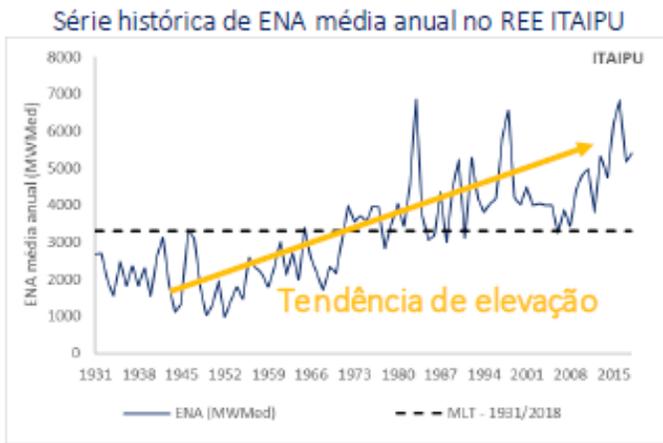
1. Contextualização e cronograma Ciclo 2021/2022
2. **Resumo das atividades realizadas no Ciclo 2021/2022**
 - **PAR(p)-A**
 - Critério de Parada
 - Calibração do CVaR
3. Resumo das contribuições da CP 121/2022
 - PAR(p)-A
 - Critério de Parada
 - Calibração do CVaR
 - Governança
 - **ROGF**

PAR(p)-A: Contextualização

Consideração de uma parcela anual na construção de cenários hidrológicos

Na construção dos cenários hidrológicos pelo modelo GEVAZP, utilizados no NEWAVE e DECOMP, foi avaliado **considerar uma parcela representando a média das últimas 12 afluições**, além da tendência hidrológica dos p meses mais recentes já consideradas pelo modelo PAR(p)

Motivação: As alterações no comportamento hidrológico nos anos mais recentes. Por exemplo, os dois REEs abaixo:



$$\phi^m(B) \left(\frac{Z_t - \mu_m}{\sigma_m} \right) + \psi^m \left(\frac{A_{t-1} - \mu_{m-1}^A}{\sigma_{m-1}^A} \right) + a_t$$

$$A_{t-1} = \sum_{\tau=1}^{12} \frac{Z_{t-\tau}}{12}$$

$$\phi^m(B) = (1 - \phi_1^m B - \dots - \phi_p^m B^p);$$

B é o operador defasagem no estágio t . $B Z_t = Z_{t-1}$;

Z_t é a variável aleatória do processo estocástico no estágio t ;

μ_m é a média do processo estocástico do período m correspondente ao estágio t ;

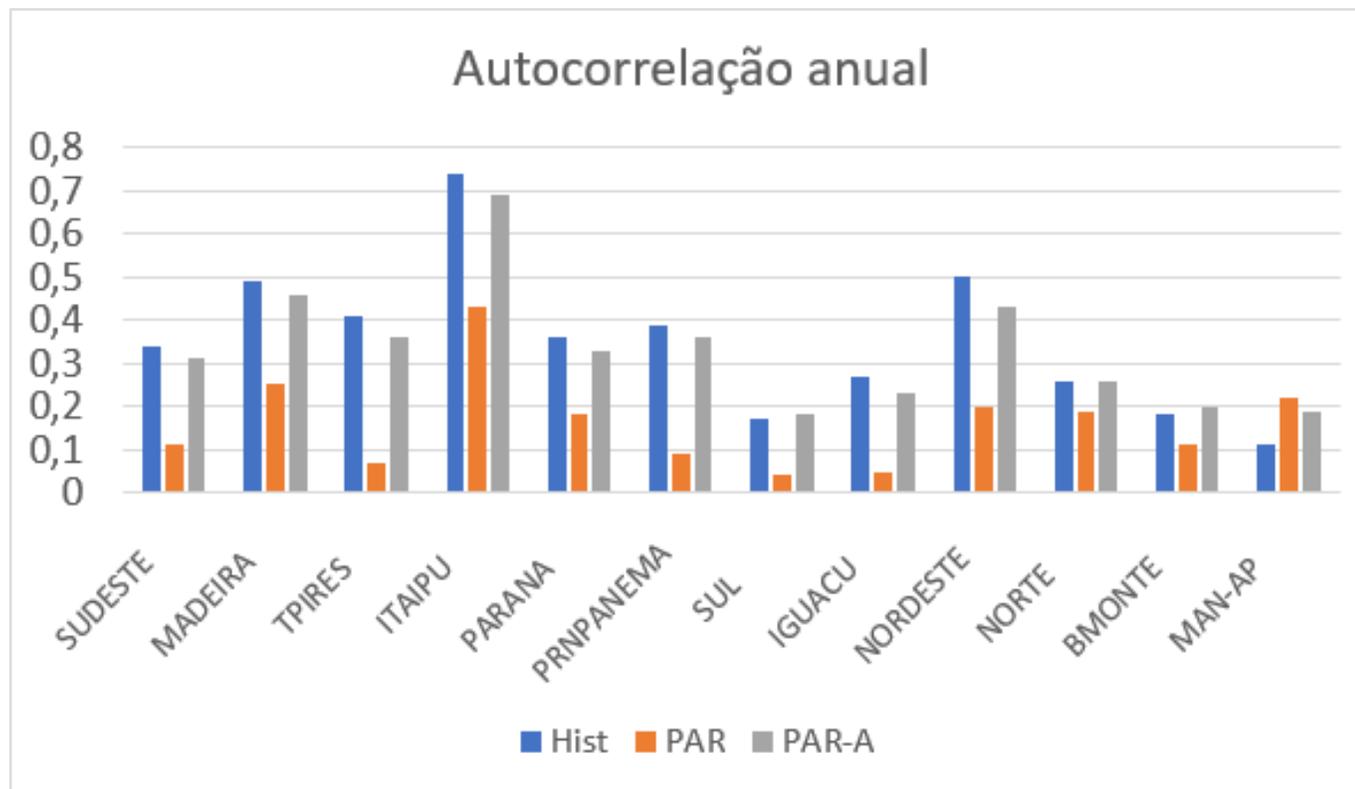
σ_m é o desvio-padrão do processo estocástico do período m correspondente ao estágio t ;

A série a_t não correlacionada temporalmente é independente de Z_t , possui média zero e variância $\sigma_a^{2(m)}$.

PAR(p)-A: Geração de cenários de vazões e ENA

A autocorrelação anual com o PAR(p)-A se aproxima mais do histórico do que o modelo vigente PAR(p)

PMO Maio/2019



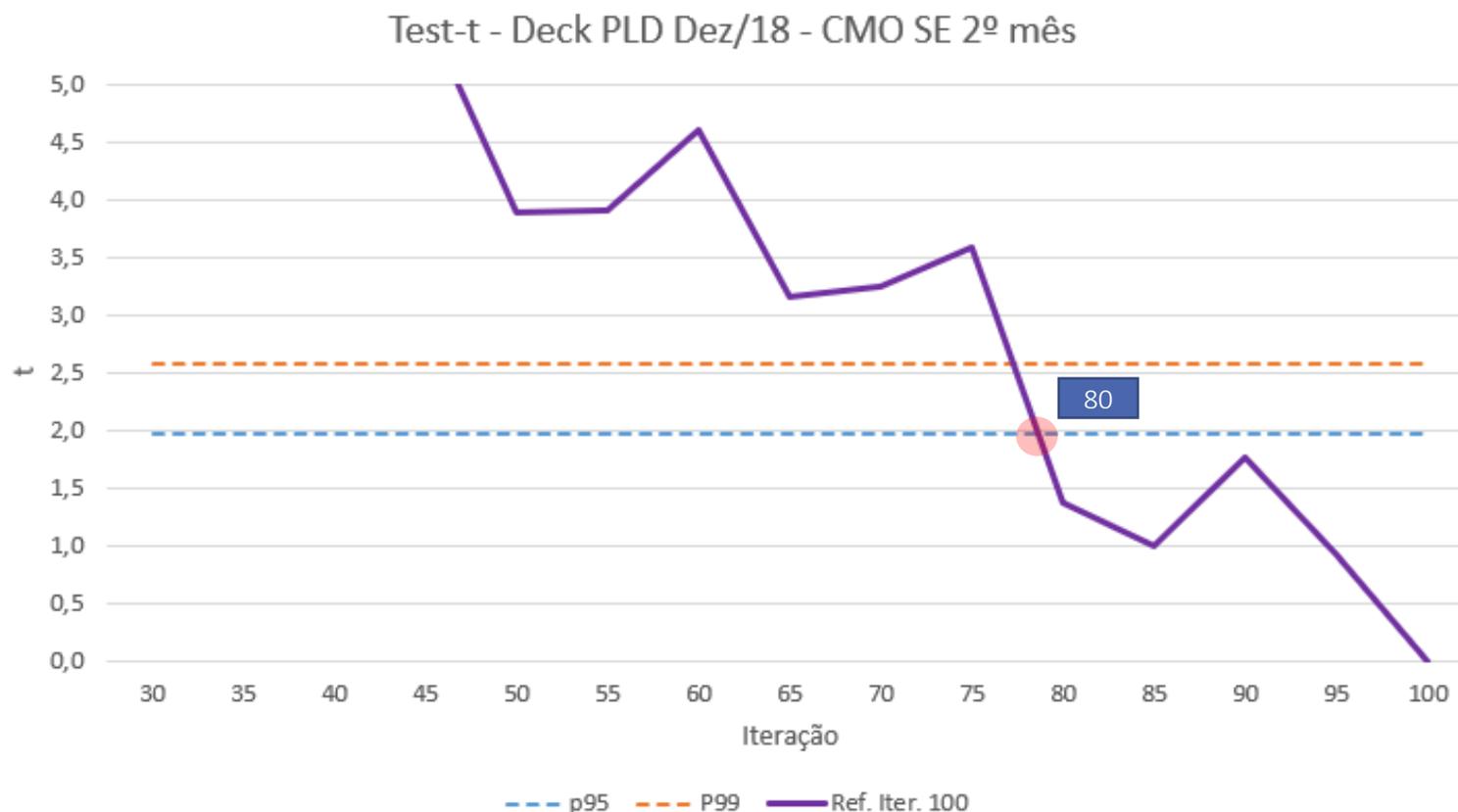
A metodologia PAR(p)-A permite a geração de cenários de afluências que melhor representam a hidrologia recente

Agenda

1. Contextualização e cronograma Ciclo 2021/2022
2. **Resumo das atividades realizadas no Ciclo 2021/2022**
 - PAR(p)-A
 - **Critério de Parada**
 - Calibração do CVaR
3. Resumo das contribuições da CP 121/2022
 - PAR(p)-A
 - Critério de Parada
 - Calibração do CVaR
 - Governança
 - **ROGF**

Critério de parada: Metodologia

1. Consulta ao resultado do **Teste-t**, com a referência em **100 iterações (máximo de iterações)** para cada variável analisada (CMO_SE, CMO_NE, GT_SIN, GH_SIN, EARM_SIN). Para cada **aplicação dos modelos foi feita a análise das variáveis de maior relevância**;
2. Definir em qual iteração **não há mais diferenças estatísticas** entre as médias das distribuições em relação à iteração 100 (Casos de PMO, PLD, e Garantia Física);
 - Analisar a primeira iteração a partir da qual **não há mais rejeição**, considerando o intervalo de confiança de 95%.



Critério de parada: Aplicação e Definição

30 Casos de PAR(p)-A analisados

- CCEE
- PLD Janeiro/2016
 - PLD Dezembro/2018
 - PLD Novembro/2020

ONS

- PMO Out/17
- PMO Jan/21
- PMO Jul/14
- PMO Janeiro/2021 condicionado
 - 18 Sensibilidades – 3 variações de ENA e 3 variações de EARM para os meses de maio e dezembro

EPE

- Garantia Física Eletrobrás
- PDE 2030 (caso base)
- PDE 2030 com CVaR (25,50) NConv
- PDE 2029 (referência)
- LEN A-3 e A-4/2021 Conv
- LEN A-3 e A-4/2021 NConv

| N/Delta | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 |
|---------|-----|------|-----|------|-----|
| 3 | 19 | 6 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 22 | 9 | 2 | 1 | 1 |
| 5 | 22 | 12 | 4 | 1 | 1 |
| 6 | 23 | 15 | 10 | 4 | 1 |
| 7 | 24 | 16 | 10 | 7 | 1 |
| 8 | 25 | 19 | 12 | 10 | 2 |

| N/Delta | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 |
|---------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 3 | 63,33% | 20,00% | 3,33% | 3,33% | 0,00% |
| 4 | 73,33% | 30,00% | 6,67% | 3,33% | 3,33% |
| 5 | 73,33% | 40,00% | 13,33% | 3,33% | 3,33% |
| 6 | 76,67% | 50,00% | 33,33% | 13,33% | 3,33% |
| 7 | 80,00% | 53,33% | 33,33% | 23,33% | 3,33% |
| 8 | 83,33% | 63,33% | 40,00% | 33,33% | 6,67% |

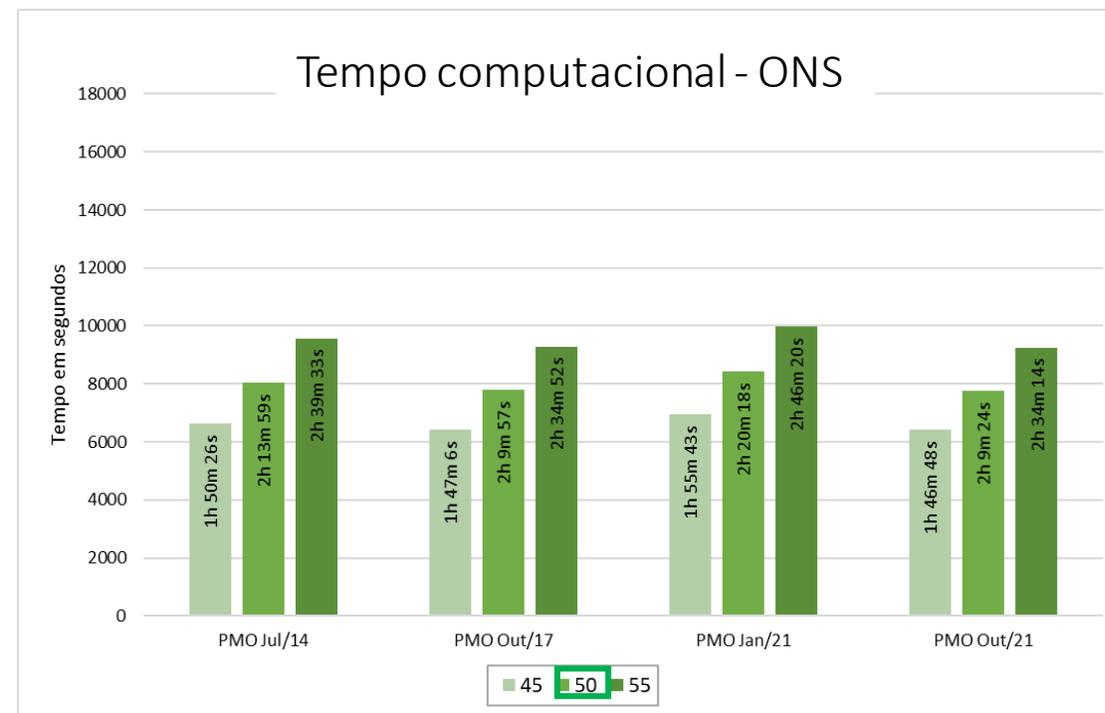
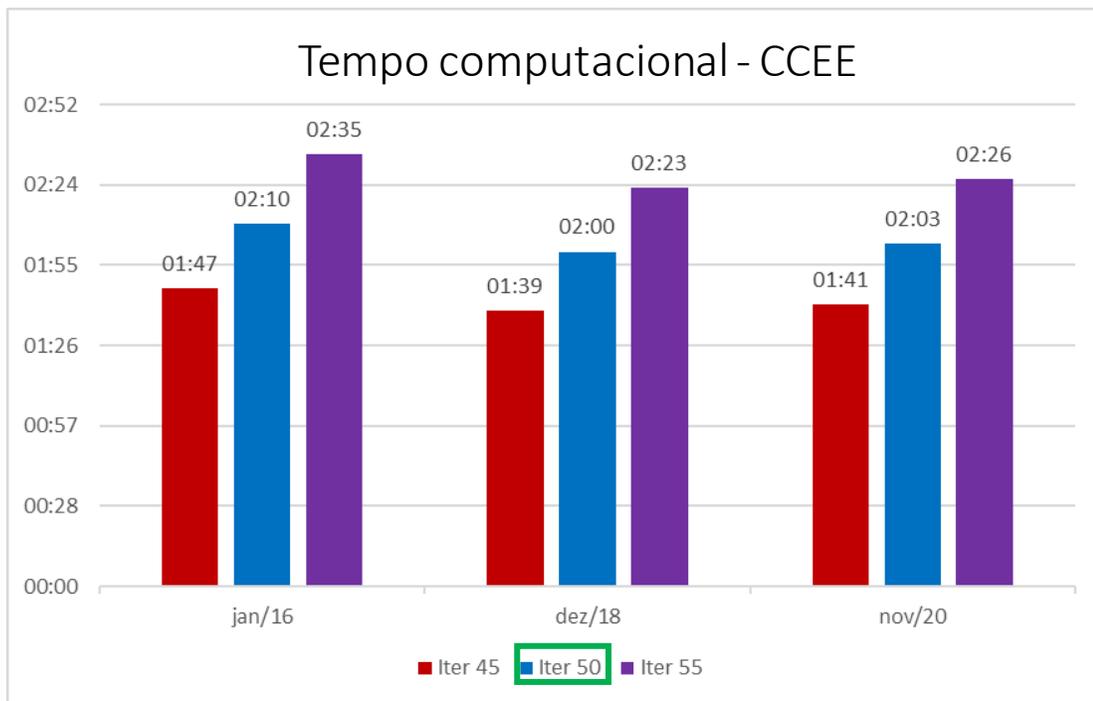
Proposta: Utilizar um critério de parada de Zinf mais rigoroso que o atual:
 De -> N=3 iterações com Delta de Zinf menor que 0,2%
 Para -> N=6 iterações com Delta de Zinf menor que 0,1%

Critério de parada: Limite de iterações

Os limites de iterações se baseiam nos procedimentos operacionais das instituições, que possuem prazos máximos para divulgação de insumos para o planejamento da operação e divulgação de PLDs.

Tempo computacional máximo para decks de PMO/PLD: **Próximo a 2h (limite)**

- Número máximo de iterações = 50



- Número mínimo de iterações = 30 (manutenção do número atual)

No 23º Workshop de 19/01/2022 o critério de parada empregados pela EPE para Garantia Física e PDE foi definido de mínimo = máximo em 50 iterações.

Estabilidade do Critério de Parada e Volatilidade

- O critério de parada atual é em função da variação de Z_{inf} :

$$\Delta Z_{inf}(t) = \frac{Z_{inf}(t) - Z_{inf}(t-1)}{Z_{inf}(t-1)}$$

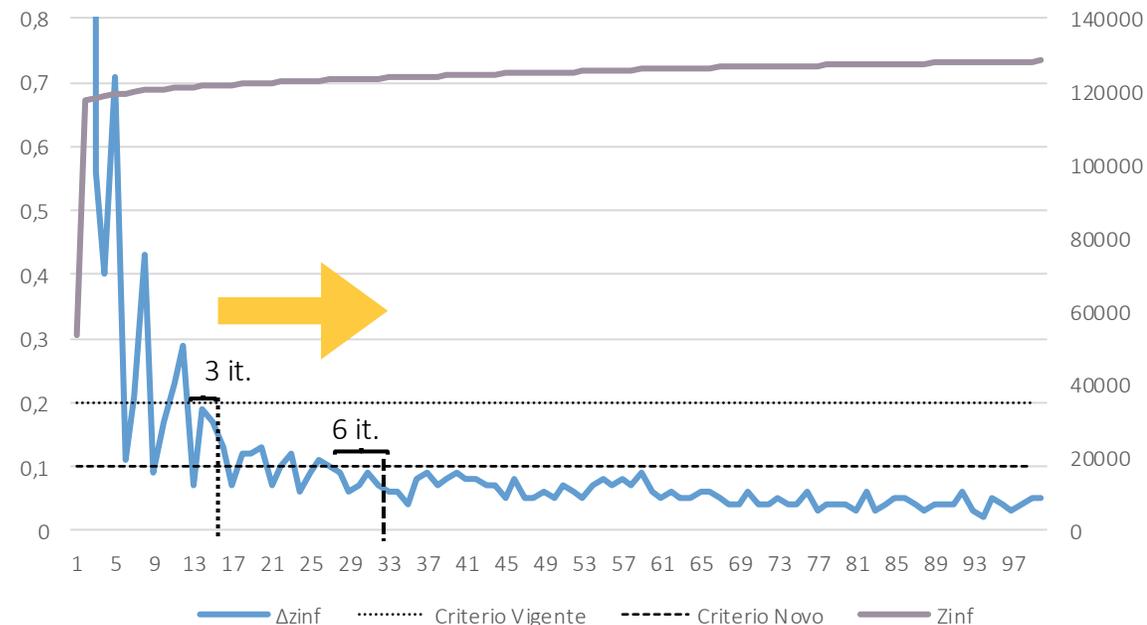
- A PDDE é iterativa e assintótica, ou seja, o Z_{inf} é sempre crescente;
- Quanto mais iterações mais próximo da otimalidade;
- A variação do ΔZ_{inf} não tem relação direta com a volatilidade das variáveis operativas e sim relação com a taxa de crescimento do custo total entre iterações sucessivas.
- Serão consideradas n iterações consecutivas com variação menor que $p\%$.

De

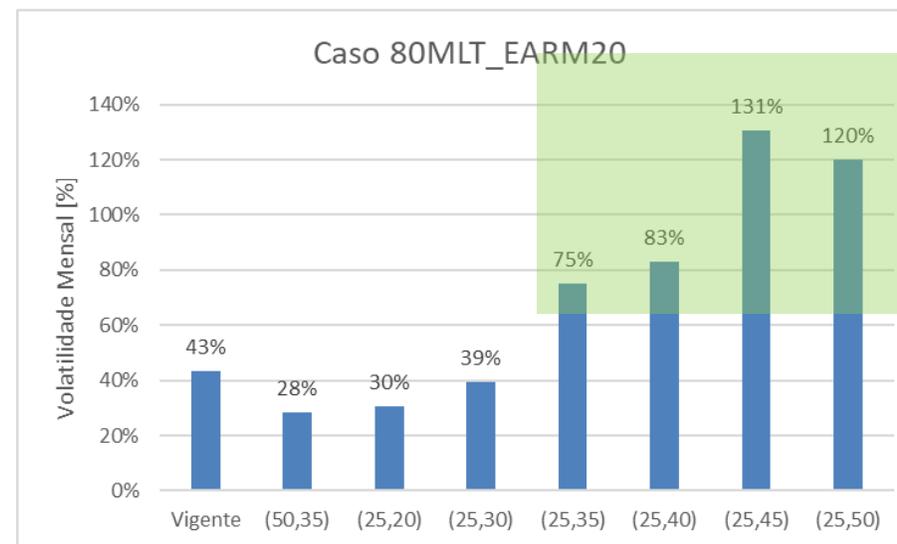
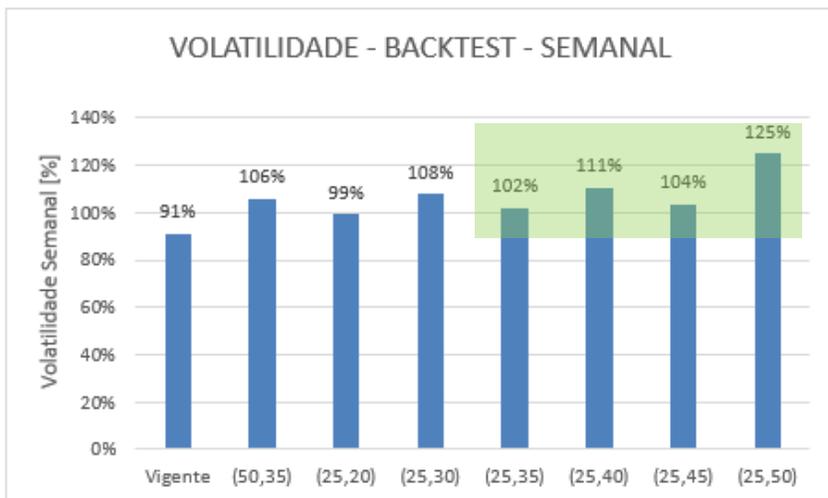
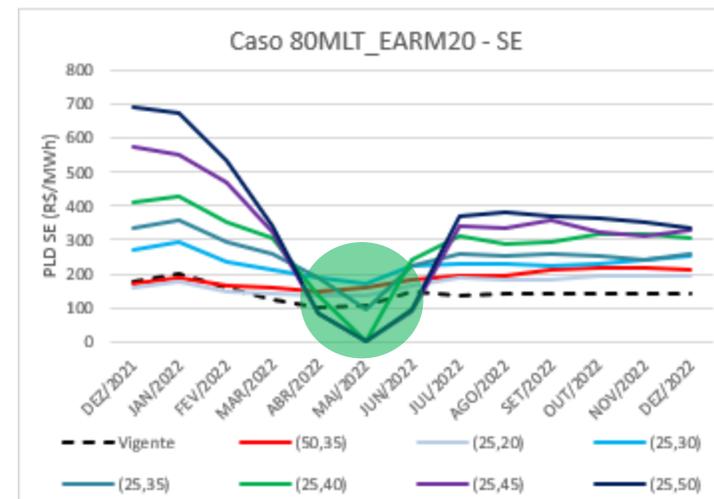
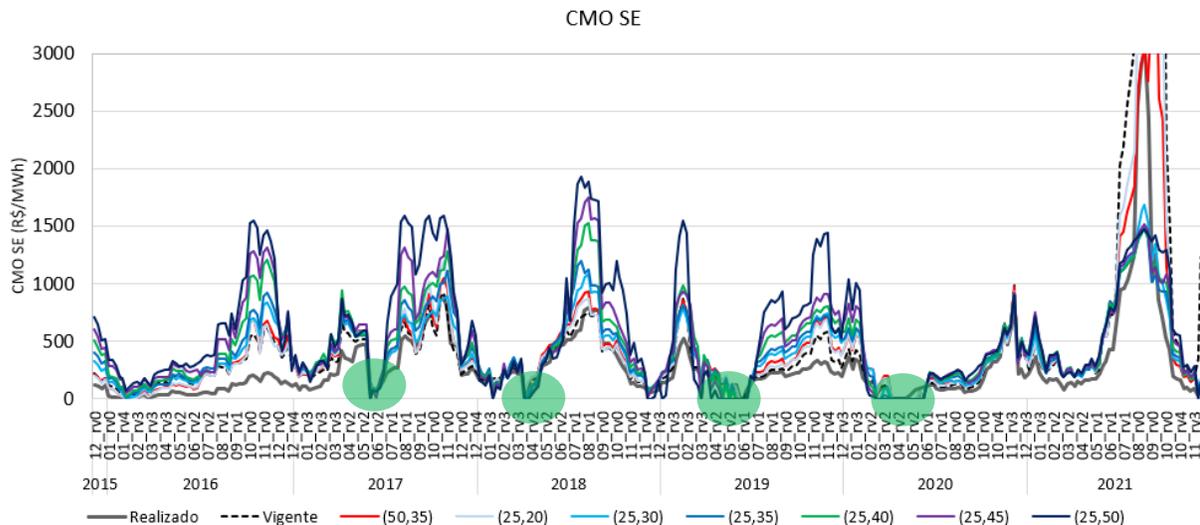
3 iterações abaixo de 0,2% de ΔZ_{inf}

Para

6 iterações abaixo de 0,1% de ΔZ_{inf}



Estabilidade do Critério de Parada e Volatilidade



Nas análises de longo prazo (Backtests) não se verificam incrementos preocupantes na volatilidade de CMOs/PLDs. Os incrementos se devem sobretudo a fatores sazonais que se confirmam nos estudos prospectivos.

Casos dos prospectivos/backtests que foram limitados pelo número máximo de iterações

Prospectivos (13 meses x 4 cenários) (proposto)

| PAR(P) | 2520 | 2530 | 2535 | 2540 | 2545 | 2550 | 5035 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| 52 | 52 | 52 | 50 | 40 | 38 | 32 | 51 |
| 100% | 100% | 100% | 96% | 77% | 73% | 62% | 98% |

46% (vigente)

Backtests (73 meses) (proposto)

| PAR(p) | 2520 | 2530 | 2535 | 2540 | 2545 | 2550 | 5035 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| 73 | 70 | 69 | 67 | 64 | 66 | 56 | 69 |
| 100% | 96% | 95% | 92% | 88% | 90% | 77% | 95% |

60% (vigente)

Prospectivos + Backtests (proposto)

| PAR(P) | 2520 | 2530 | 2535 | 2540 | 2545 | 2550 | 5035 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| 125 | 122 | 121 | 117 | 104 | 104 | 88 | 120 |
| 100% | 98% | 97% | 94% | 83% | 83% | 70% | 96% |

54% (vigente)

Mais casos atingem o limite máximo de iterações uma vez que o novo critério de estabilidade de Zinf é mais rigoroso.

Critério de parada vigente (empregando PAR(p))

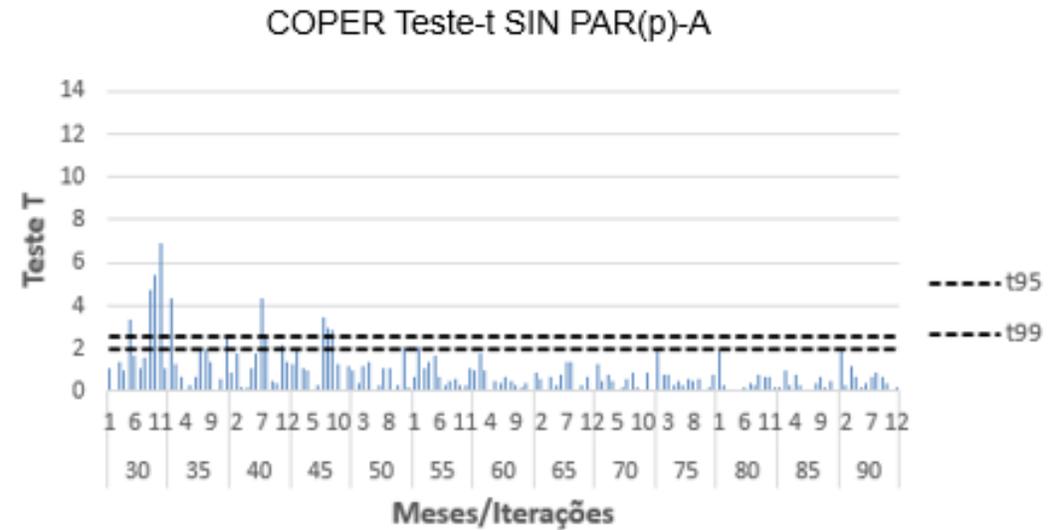
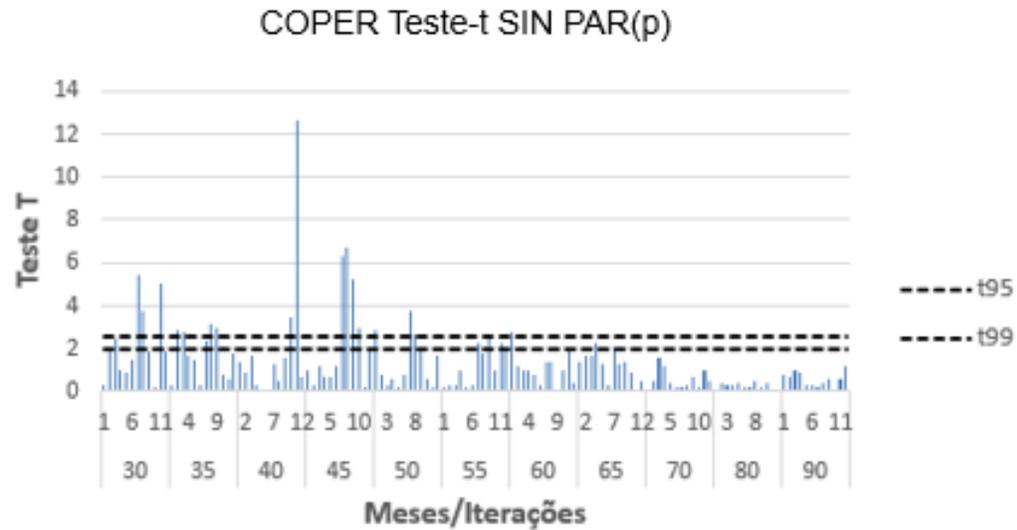
- 3 iterações abaixo de **0,2%** de $\Delta Zinf$
- Mínimo de **30** iterações
- Máximo de **45** iterações



Critério de parada proposto (empregando PAR(p)-A)

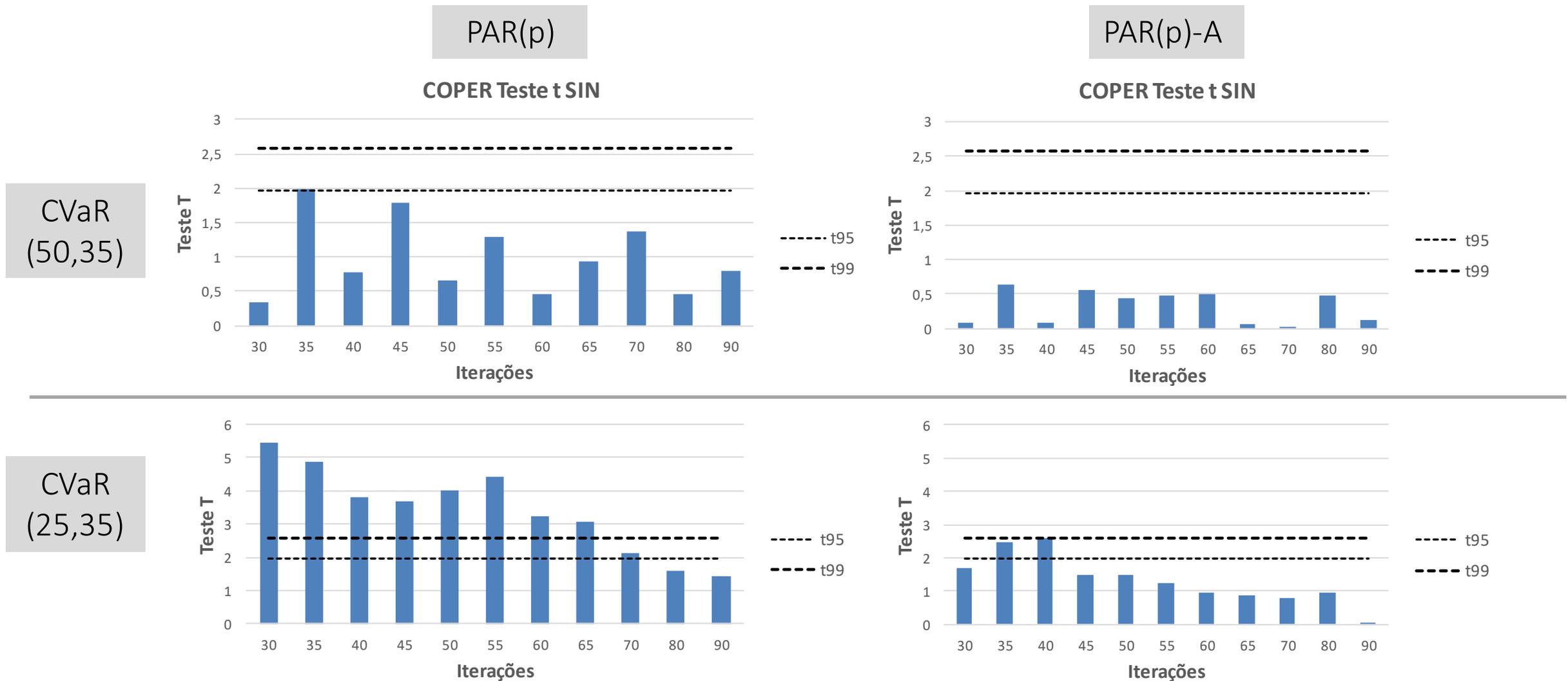
- 6 iterações abaixo de **0,1%** de $\Delta Zinf$
- Mínimo de **30** iterações
- Máximo de **50** iterações

Teste-t para o caso base do PDE2030 com CVaR (50,35)



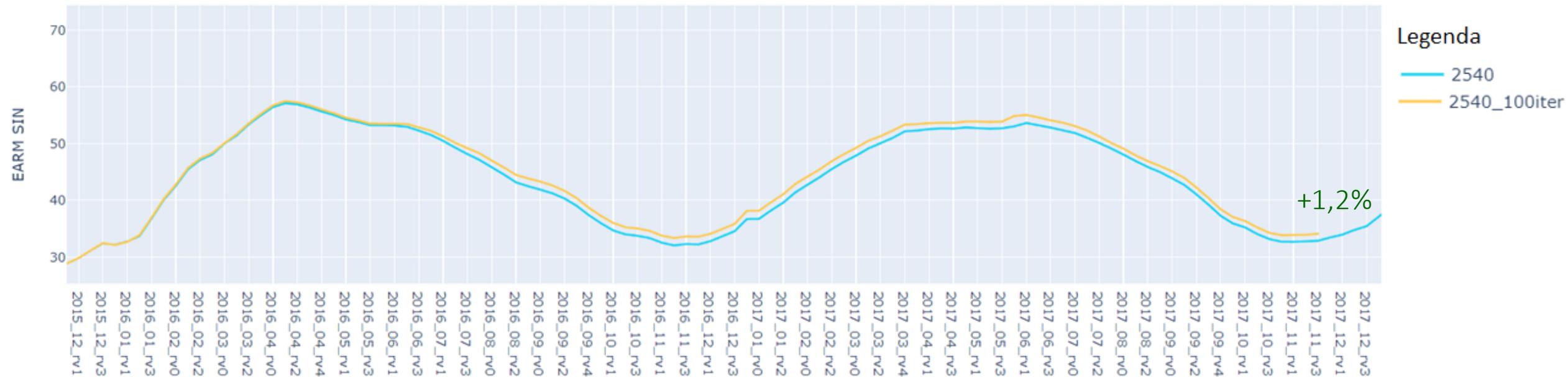
- No teste-t realizado para a variável COPER, é possível obter com o PAR(p) uma solução estatisticamente equivalente à 100ª iteração a partir da iteração 70. Com o PAR(p)-A, não há rejeição do teste-t a partir da iteração 80;
- No entanto, pela análise da **evolução do resultado do teste estatístico** ao longo das iterações, observa-se **valores mais estáveis com o PAR(p)-A em relação ao PAR(p)**, para o deck base do PDE2030.

Teste-t para o caso de GF da Eletrobrás CVaR (50,35) e CVaR (25,35) – mesma carga crítica



- O teste-t do COPER realizado para o caso GF Eletrobrás, também apresentou resultados **mais estáveis ao longo das iterações com o PAR(p)-A em relação ao PAR(p)**, tanto com o CVaR (50,35) quanto o CVaR (25,35).

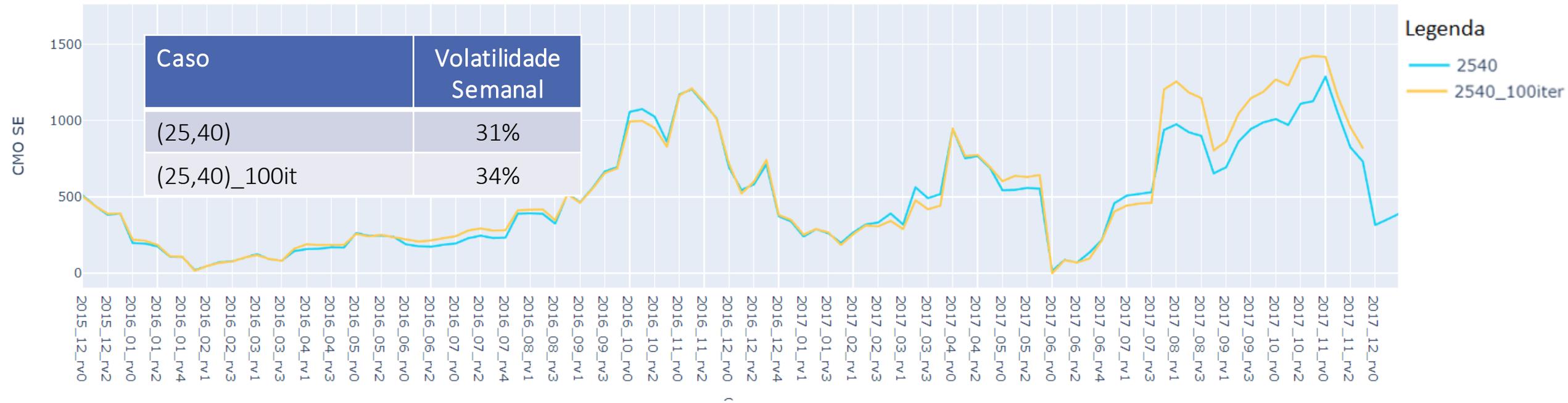
Reprocessamento do Backtest com n° máximo de 100 iterações - EARM SIN



Reprocessamento do Backtest com nº máximo de 100 iterações - GT SIN



Reprocessamento do Backtest com nº máximo de 100 iterações - CMO SE



Critério de Parada - Constatações

1

É necessário alterar o critério de parada atual. O critério proposto é mais rigoroso e permite ao modelo iterar mais, produzindo políticas mais próximas à otimalidade

2

O critério de parada proposto propõe políticas melhores e que tendem a ser mais estáveis que o critério atual

3

O GT-Metodologia reconhece a necessidade de abertura de linhas de investigação com o objetivo específico de redução do tempo computacional (iterar mais e/ou melhor)

Agenda

1. Contextualização e cronograma Ciclo 2021/2022
2. **Resumo das atividades realizadas no Ciclo 2021/2022**
 - PAR(p)-A
 - Critério de Parada
 - **Calibração do CVaR**
3. Resumo das contribuições da CP 121/2022
 - PAR(p)-A
 - Critério de Parada
 - Calibração do CVaR
 - Governança
 - **ROGF**

Calibração do CVaR: Metodologia

Backtest e análises prospectivas - Definição do Objetivo (Meta) para calibração do CVaR

Objetivo (Meta): Identificar os parâmetros do CVaR que indiquem GT aderente à indicação de GT da CRef (2022) a cada mês, ao menor custo de operação.

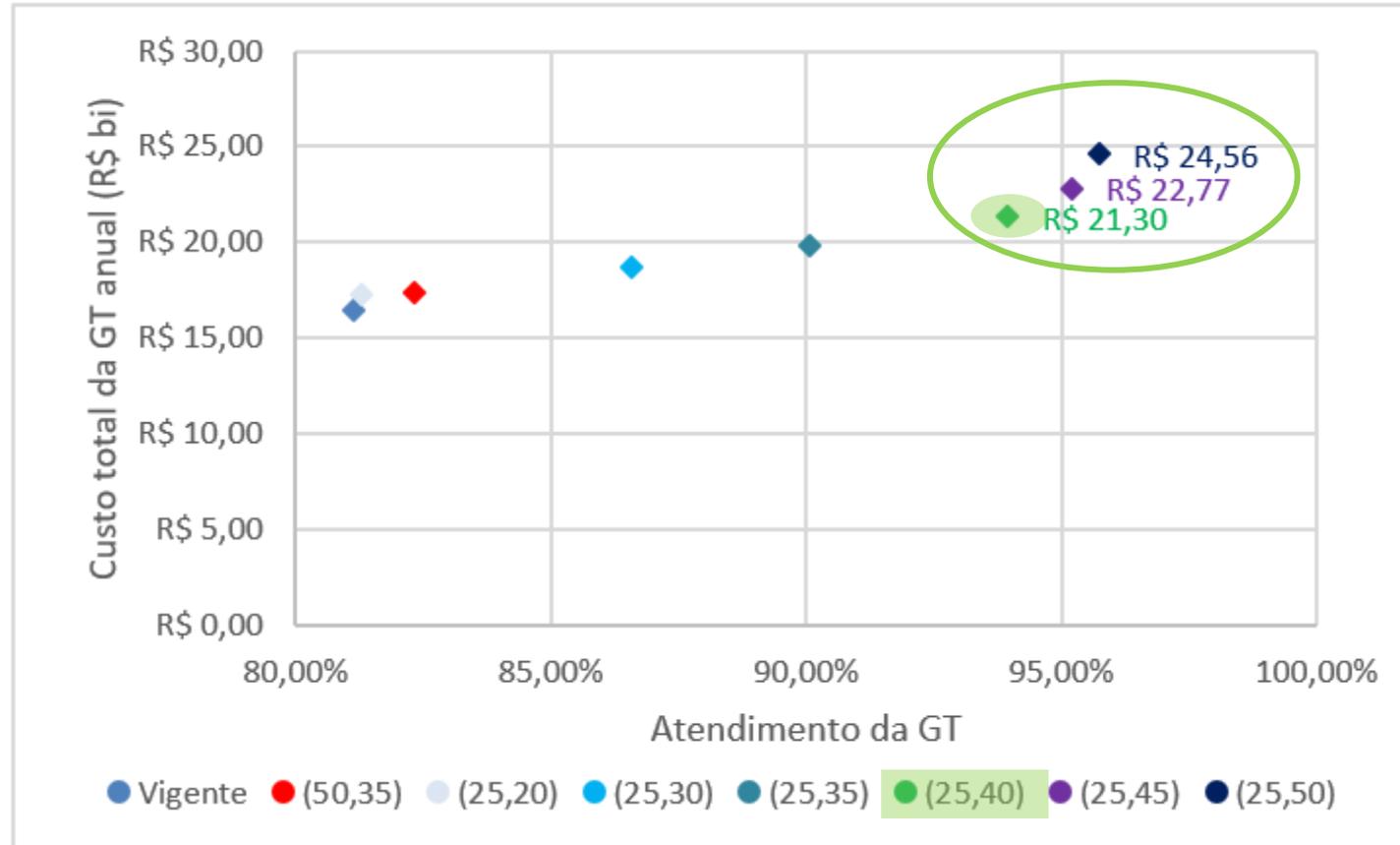
- Metodologia para análise:
 1. Observar o nível de **armazenamento** para um determinado mês. Esse **determinará o montante de termelétrica (indicado pela CRef)** que o modelo precisa responder.
 2. Verificar em cada estágio, o **máximo de geração termelétrica possível** levando em consideração o excedente de geração hidráulica compulsória, considerando o valor necessário do montante termelétrico como o menor valor entre o indicado pela CRef e o máximo possível.
 3. Verificar o **nível de atendimento energético da geração termelétrica** (em termos % do total requisitado) por estágio.

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

4. Para **cada caso executado, a avaliação será feita para horizonte de interesse da CRef**.
5. Será definida uma **tolerância, aceitando poucas violações** ao longo do horizonte.
6. Todos que estiverem **acima dessa tolerância serão rankeados ao menor custo de geração termelétrica**.
 - **O primeiro colocado é o principal candidato a ser selecionado.**
7. Os pares selecionados no Passo 5 serão **levados para a avaliação dos impactos físicos, financeiros e tarifários**.

Calibração do CVaR: Resumo – Definição dos pares de CVaR a serem selecionados

- Eixo x: menor valor do indicador para cada par de CVaR entre os resultados do backtest e prospectivos
- Eixo y: média(custo médio anual do backtest, média(custo das sensibilidades prospectivas))



| CVaR | Menor atendimento da GT (%) | Custo médio anual da GT (R\$ bi) |
|---------|-----------------------------|----------------------------------|
| Vigente | 81,14% | R\$ 16,45 |
| (50,35) | 82,35% | R\$ 17,37 |
| (25,20) | 81,31% | R\$ 17,20 |
| (25,30) | 86,62% | R\$ 18,71 |
| (25,35) | 90,08% | R\$ 19,75 |
| (25,40) | 93,98% | R\$ 21,30 |
| (25,45) | 95,22% | R\$ 22,77 |
| (25,50) | 95,76% | R\$ 24,56 |

Dentre os pares que oferecem maior aderência à CRef (tolerância ~5%), o par (25,40) oferece o menor custo termelétrico associado => **par selecionado nesta etapa**

Resumo – Backtest e Análise Prospectiva

- R\$ 1,3 Bi/ano de custo

-0,5 p.p./ano de armazenamento

| Backtest (dez/2015 a dez/2021) | | 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% |

Indicação final

- R\$ 1,6 Bi de custo

-2,1 p.p. de armazenamento

| Prospectivo 80MLT_EARM20 | | Vigente | Avaliação com os modelos | |
|---|--|---------|--------------------------|---------|
| | | | (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% |

Indicação final

Motivada pelas contribuições à Consulta Pública, a 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 a segurança do sistema estrutural. Apesar do poder de reação menor em situações específicas conjunturais, avaliados pelas execuções prospectivas, a CPAMP entende por 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.

Calibração do CVaR: Resumo dos resultados do backtest e prospectivos

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 |

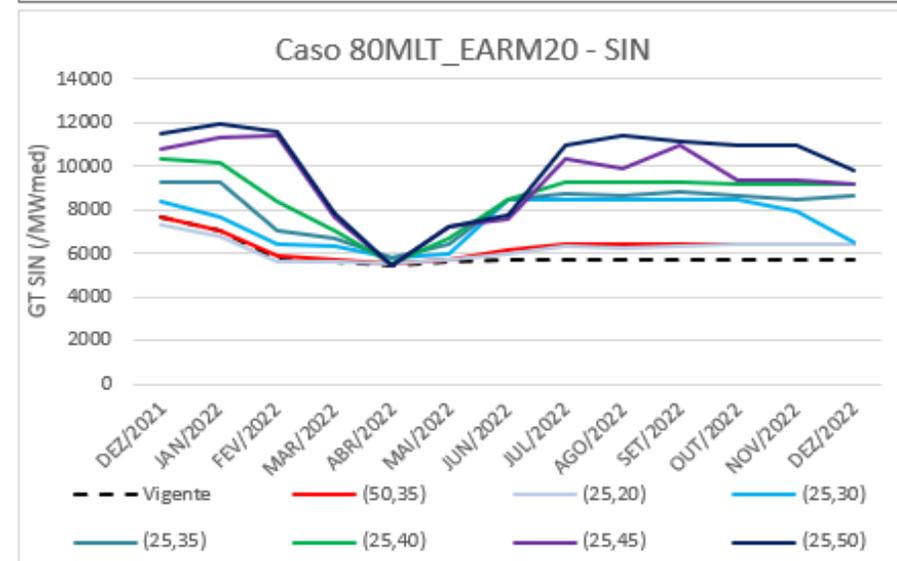
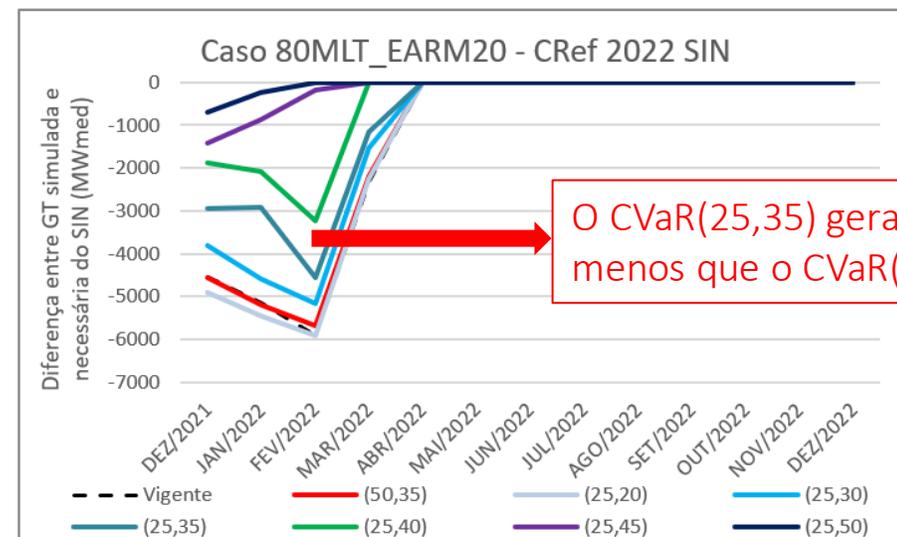
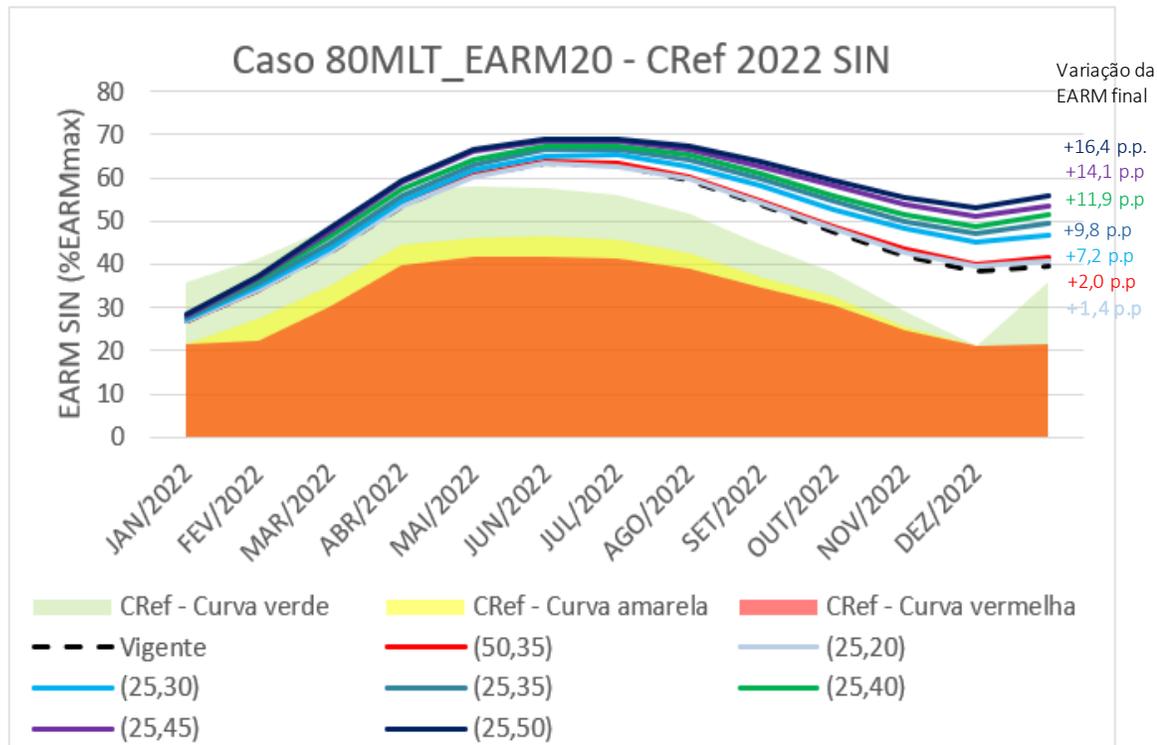
Prospectivos

| 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 |

Este cenário prospectivo foi o único caso que o CVaR(25;35) apresentou aderência abaixo da tolerância abaixo ~5%

Ciclo de trabalho 2021/2022: PAR(p)-A + Calibração do CVaR

Prospectivos – Análise da meta em comparação com a CRef 2022 SIN – Ajuste fev à jun



| CVaR | Atendimento da GT mensal (%) | Custo total da GT no horizonte (R\$ bi) |
|---------|------------------------------|---|
| Vigente | 81,1% | 6,25 |
| (50,35) | 82,3% | 6,91 |
| (25,20) | 81,3% | 6,70 |
| (25,30) | 86,6% | 9,25 |
| (25,35) | 90,1% | 10,77 |
| (25,40) | 94,0% | 12,39 |
| (25,45) | 98,0% | 14,81 |
| (25,50) | 99,3% | 17,18 |

Agenda

1. Contextualização e cronograma Ciclo 2021/2022
2. Resumo das atividades realizadas no Ciclo 2021/2022
- 3. Resumo das contribuições da CP 121/2022**
 - PAR(p)-A
 - Critério de Parada
 - Calibração do CVaR
 - Governança
 - ROGF

Ciclo de trabalho 2021/2022: PAR(p)-A + Calibração do CVaR

Contribuições à CP 121/2022

30 contribuições

Período de contribuições: 10/abr/22 à 18/mar/22

Recomendações:

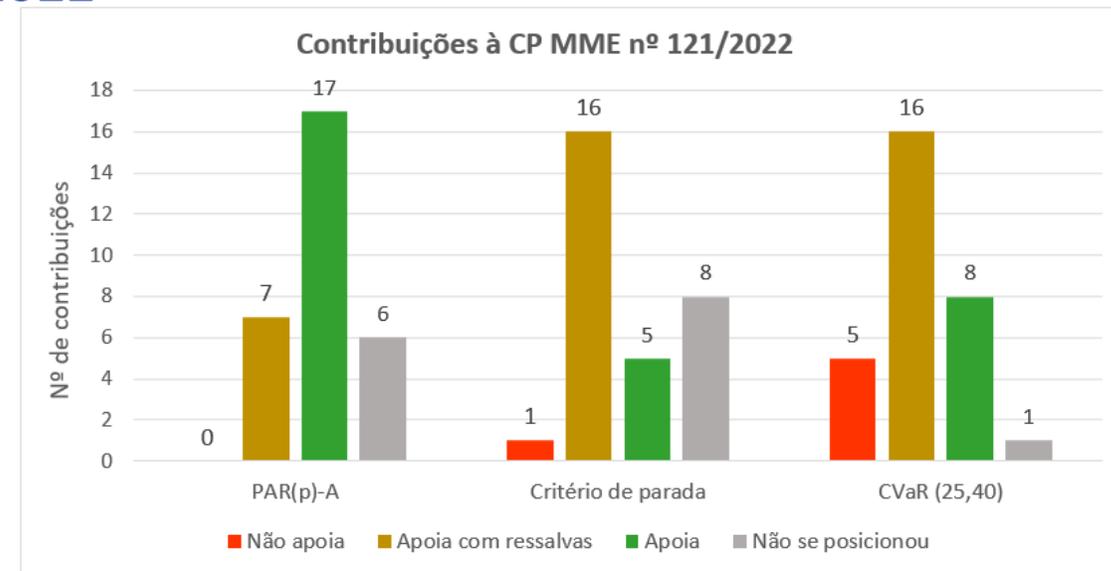
- ✓ PAR(p)-A
- ✓ Alteração do critério de parada
- ✓ Reparametrização do CVaR -> CVaR(25,40)

- ✓ ABEEólica
- ✓ ABIAPE
- ✓ ABRACE
- ✓ ABRACEEL
- ✓ ABRAGE
- ✓ ABRAGEL
- ✓ ABRAGET
- ✓ Aliança Geração
- ✓ Ampere Consultoria
- ✓ APINE
- ✓ Casa dos Ventos
- ✓ Chesf
- ✓ Copel
- ✓ CPFL
- ✓ CTG
- ✓ Delta e Zeta (mesma contribuição)
- ✓ EBE (Engie)
- ✓ EDP
- ✓ Eletrobras
- ✓ Enel
- ✓ Fiesp
- ✓ Furnas
- ✓ MegaWhat
- ✓ NeoEnergia
- ✓ Norte Energia S.A.
- ✓ Raizen
- ✓ Santo Antônio Energia S.A.
- ✓ Lamps – Puc Rio
- ✓ Tempo Energia
- ✓ Vibra

Ciclo de trabalho 2021/2022: PAR(p)-A + Calibração do CVaR

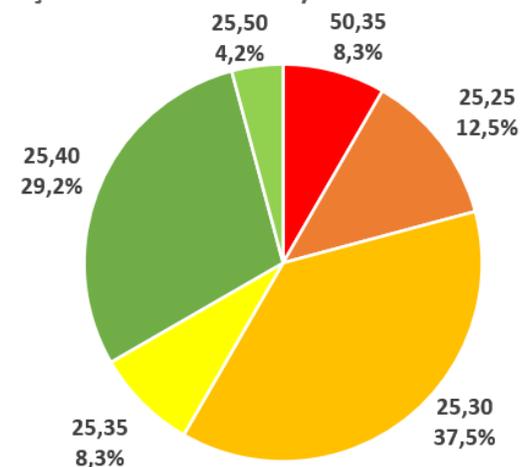
Resumo das contribuições recebidas na CP MME 121/2022

| Contribuição CP nº 121/2022 | PAR(p)-A | Critério de parada | CVaR (25,40) | Parâmetro CVaR recomendado |
|-----------------------------|----------|--------------------|--------------|----------------------------|
| ABEEólica | ● | ● | ● | 25,30 |
| ABIAPE | ● | ● | ● | 25,30 |
| ABRACE | ● | - | ● | 25,40 |
| ABRACEEL | ● | ● | ● | 25,30 |
| ABRAGE | ● | ● | ● | - |
| ABRAGEL | ● | ● | ● | - |
| ABRAGET | ● | - | ● | 25,25 |
| Aliança Geração | ● | - | ● | 50,35 |
| Ampere Consultoria | ● | ● | ● | 25,35 |
| APINE | ● | ● | ● | 25,30 ou 25,35 |
| Casa dos Ventos | ● | ● | ● | 25,30 |
| Chesf | ● | ● | ● | 25,40 |
| Copel | ● | ● | ● | 25,50 |
| CPFL | ● | ● | ● | - |
| CTG | ● | ● | ● | 25,30 |
| Delta e Zeta | ● | - | ● | 25,25 |
| Engie | ● | ● | ● | 25,30 ou 25,35 ou 25,40 |
| EDP | ● | ● | ● | 25,30 |
| Eletrobras | ● | ● | ● | 25,40 |
| Enel | ● | ● | ● | 25,25 |
| Fiesp | ● | ● | ● | 25,40 |
| Furnas | ● | ● | ● | 25,40 |
| MegaWhat | ● | ● | ● | - |
| NeoEnergia | - | ● | ● | 25,30 |
| Norte Energia S.A. | - | - | ● | 25,40 |
| Raizen | - | ● | ● | - |
| Santo Antônio Energia S.A. | ● | - | ● | 50,35 |
| Lamps - Puc Rio | - | - | - | - |
| Tempo Energia | - | - | ● | 25,30 |
| Vibra | - | ● | ● | 25,30 ou 50,35 |



Dentre as contribuições que indicaram pares do CVaR, 79% contribuíram para aumento da aversão ao risco.

Contribuições à CP MME nº 121/2022 - Parâmetros do CVaR



| Parametros do CvaR | Nº de contribuições |
|--------------------|---------------------|
| 50,35 | 2 |
| 25,25 | 3 |
| 25,30 | 9 |
| 25,35 | 2 |
| 25,40 | 7 |
| 25,50 | 1 |
| Não indicou um par | 5 |

Agenda

1. Contextualização e cronograma Ciclo 2021/2022
2. Resumo das atividades realizadas no Ciclo 2021/2022
3. **Resumo das contribuições da CP 121/2022**
 - **PAR(p)-A**
 - Critério de Parada
 - Calibração do CVaR
 - Governança
 - ROGF

Contribuições à CP MME nº 121/2022

1/2

PAR(p)-A



A implementação da metodologia PAR(p)-A precisa ser 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 foram conduzidas através de estudos específicos relativos ao novo critério de parada proposto.**



Um ponto de atenção é o **comportamento do PAR(p)-A em momentos de grande variabilidade de cenários hídricos, como visto no cenário atual.**

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.**



Verificar a qualidade da **média móvel de 12 meses, frente a outras janelas.**

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.



Reavaliação das **séries históricas** utilizadas.

Nos **ciclos de 2018/2019**, através da análise do Relatório Técnico do GT Metodologia da CPAMP – nº05-2019 estudou-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 principais reservatórios quando comparados ao histórico completo.

Contribuições à CP MME nº 121/2022

2/2

PAR(p)-A



Consegue representar melhor a hidrologia recente e ter uma operação mais aderente à realidade do sistema.



A metodologia proposta PAR(p)-A tenta corrigir a tendência à MLT.

Agenda

1. Contextualização e cronograma Ciclo 2021/2022
2. Resumo das atividades realizadas no Ciclo 2021/2022
3. **Resumo das contribuições da CP 121/2022**
 - PAR(p)-A
 - **Critério de Parada**
 - Calibração do CVaR
 - Governança
 - ROGF

Contribuições à CP MME nº 121/2022



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 de estudos com o critério de convergência vigente ($N=3$, $\delta=0,2$), e permitir um máximo de 80 iterações como limite.

Os resultados apresentados no relatório técnico demonstram que o critério atual prove 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 iterações igual a 50 foi o praticável baseado na atual cadeia de processos das instituições, contudo o GT-Metodologia/CPAMP reconhece que existem oportunidades de estudos futuros relativas à melhora da eficiência computacional do modelo.

Critério de Parada 1/4



O número máximo de iterações proposto, 50, não é suficiente para o modelo atingir a estabilidade. Necessário melhorar a estabilização do modelo.



O novo critério permite ao modelo iterar mais, melhorando a qualidade e a estabilidade da política. O número máximo de 50 iterações foi definido considerando o tempo de processamento que se adequa na atual cadeia de processos das instituições.



O máximo de 50 iterações determina uma solução incompleta e sub-ótima e cria uma maior volatilidade.

A PDDE 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 backtest verificam que os aumentos de volatilidade nos CMO/PLDs proporcionados pelas metodologias propostas são coerentes ao esperado, passando de 91% para valores entre [100%, 111%] devido a efeitos sazonais, o que não é um impeditivo por si só para o uso das metodologias.



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 vão em favor dos requisitos das Associações de melhora 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.



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.

Quando aplicada nos modelos vigentes, com PAR(p), todas as simulações de Backtest e Análises Prospectivas atingem o limite máximo de iterações, o que revela uma preocupação de convergência para os modelos atuais. Ou seja, o PAR(p)-A e o aumento de aversão ao risco não deverão causar mais dificuldade de convergência.



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.

O critério de parada recomendado obedece aos prazos limites necessários aos processos de garantia física. Na situação de infraestrutura computacional corrente, não é possível um aumento no número de iterações sem uma revisão dos cronogramas estabelecidos.

2/4

Critério de Parada

Contribuições à CP MME nº 121/2022



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, é essencial avaliar também a estabilidade dos blocos hidráulico e térmico e/ou a geração hidráulica e térmica que dão origem a esses blocos.

Foram analisadas outras as variáveis, como CMO, Armazenamento, Geração Hidráulica e Geração Térmica, conforme apresentação realizada no 19º Workshop (06/10/2021). 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.



Sugestão de que seja demonstrada que as diferenças entre as iterações são aceitáveis e não causam impactos relevantes na FCF (reexecução dos backtests e prospectivos).

Análises adicionais serão apresentadas no Anexo I (relatório complementar) visando ilustrar os resultados provenientes de maior quantidade de iterações.



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.

3/4

Critério de Parada

Contribuições à CP MME nº 121/2022



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 parece importante nesse contexto.

A busca por uma melhora na performance dos modelos computacionais é contínua. **Abordagens como alterações de parâmetros de reamostragem e análises do tamanho de árvores de cenários são estratégias que poderão compor futuras investigações** visando a aceleração do processo de convergência.



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 base 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. Possíveis **linhas de investigação futura 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.



Apesar de os 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 os seus processos internos, por isso manteve o **compromisso de propor soluções metodológicas que não onerassem demasiadamente os tempos computacionais**.

4/4

Critério de Parada

Agenda

1. Contextualização e cronograma Ciclo 2021/2022
2. Resumo das atividades realizadas no Ciclo 2021/2022
3. **Resumo das contribuições da CP 121/2022**
 - PAR(p)-A
 - Critério de Parada
 - **Calibração do CVaR**
 - Governança
 - ROGF

Contribuições à CP MME nº 121/2022

1/5

CVaR(25,40)

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.



VIBRA

A grande maioria dos resultados apresentados nos estudos com diferentes pares de CVaR **não alcançaram a convergência** e, portanto, seus resultados não são comparáveis. Avaliar a convergência na escolha do par do CVaR.



É fundamental que o GT-Metodologia apresente a justificativa para sugerir a alteração do parâmetro atual $\alpha = 50$ para o valor recomendado $\alpha = 25$.

As análises de Backtest 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) propostos ficam semelhantes e próximos a 80%. Adicionalmente, o par proposto mitiga a geração fora da ordem de mérito por garantia energética e oferecer uma maior segurança energética estrutural ao sistema. Com relação à requisição do Agente relativa a uma solução estrutural para o GSF, essa foi apresentada ao plenário da CPAMP tendo em vista ser discutida no fórum apropriado.

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 vá na direção que os agentes requisitam, e reconhece que existem oportunidades de estudos relativas à melhora da performance do modelo que necessitam ser avaliadas em ciclos futuros.

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 pode-se obter pares de CVaR(α, λ) equivalentes em diferentes famílias de α , calibrando-se o parâmetro λ . A definição do $\alpha=25\%$ (dos piores cenários) 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.

Contribuições à CP MME nº 121/2022



O CVaR proposto aumenta demasiadamente os sinais de variáveis importantes para o 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 melhor impacto tarifário.

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.



Uma percepção de aversão ao risco mais rigorosa nos modelos leva a uma volatilidade de preços maior.

As análises semanais de backtest verificam que os aumentos de volatilidade proporcionados pelas metodologias propostas 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.



A proposta do CVaR(25,40) pode não apresentar a solução econômica ótima, tendo em vista que, nos estudos prospectivos, 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 e redução de 3,7% da garantia física.

Verificou-se no longo prazo (Backtest), que os vertimentos turbináveis estimados possuem sobretudo uma relação com um ganho de produtividades associados aos ganhos de armazenamento das usinas hidrelétricas. Conforme estudos anexos, 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.

2/5
CVaR(25,40)



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, apresentado pelos níveis da CRef com discretização mensal. A **geração térmica acumulada** em um período **não necessariamente atende aos requisitos de geração antecipativos** necessários nos meses específicos.



Propõe-se adoção de **par menos avesso que demonstra capacidade de resposta quando se estabelecem condições adversas no SIN.**

A metodologia proposta buscou a verificação se os **requisitos mínimos de geração termelétrica foram atendidos 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 padrões hidrológicos.

Contribuições à CP MME nº 121/2022



4/5
CVaR(25,40)

Processo de **transição mais suave** para a revisão dos parâmetros de aversão ao risco

Seguindo uma **recomendação do CMSE**, os estudos específicos do GT- Metodologia/CPAMP para apresentar 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.



Necessário um **acompanhamento/análise 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 uma **indicadores físicos e econômicos nos relatórios técnicos anexos à Consulta Pública**. Ainda, mantém o compromisso de fazer um **período sombra para o ano de 2022** que será iniciado assim que a consulta pública for concluída.



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.

As propostas metodológicas apresentadas pelo GT- Metodologia/CPAMP vão ao encontro da percepção da Consultoria.

Contribuições à CP MME nº 121/2022



Os valores de α e λ devem ter como principal objetivo tornar a decisão de operação, originária dos modelos, mais aderente e confiável.

5/5

CVaR (25,40)



O CVaR (25,40) 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.



O CVaR(25,40) leva 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.



O CVaR(25,40) já aproxima o sinal de despacho do modelo, sendo que combinações menos avessas ao risco do que essa proposta iriam no sentido contrário ao que se busca nessa CP (apresenta um estudo indicando que seria necessário ainda mais aversão).



1/4 Metodologia de calibração do CVaR

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 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.

Os estudos dos Workshops e presentes na Consulta Pública avaliaram a adaptatividade do modelo para diferentes cenários hidrológicos, mostrando que as metodologias propostas respondem de forma **eficiente em diferentes situações hidrológicas**.



Contribuições à CP MME nº 121/2022



Apesar de o backtest ser de seis 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 Backtest (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 atual percepção de risco do CMSE.



O objetivo do CVaR não foi, por tanto, 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.

A versão atual da CRef incorpora três níveis de despacho termelétrico. A geração termelétrica condicionada à faixa de operação de 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. 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.

Metodologia de calibração do CVaR

2/4

Metodologia de calibração do CVaR

3/4



Recomenda-se a **definição regulatória dos critérios empregados na construção da CRef**, com vista à estabilidade interanual da análise das condições de atendimento.

O pleito foi levado à Plenária da CPAMP para ser direcionado ao fórum apropriado (CMSE).



Sugestão é que exista um **prazo estipulado para que determinado par se mantenha**. Sugere-se que se preveja uma métrica que sinalize a eventual necessidade de recalibração, para que sua alteração seja pensada de forma estrutural.

A metodologia de recalibração do CVaR proposta pelo GT-Metodologia visa ser reprodutível 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, em termos de aversão ao risco, de propostas metodológicas de ciclos futuros são de difícil antecipação, de modo que o GT-Metodologia **deverá recorrentemente (a cada ciclo) avaliar o nível de aderência da aversão ao risco dos modelos**.



ABRACEEL
Associação Brasileira dos
Comercializadores de Energia



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.



AMPERE
CONSULTORIA

Essa métrica se aproxima de forma mais aderente à atual aversão a risco do setor, já que a CRef é utilizada pelo CMSE para indicar aquele despacho adicional à saída do modelo necessário para suprir a demanda.

Agenda

1. Contextualização e cronograma Ciclo 2021/2022
2. Resumo das atividades realizadas no Ciclo 2021/2022
3. **Resumo das contribuições da CP 121/2022**
 - PAR(p)-A
 - Critério de Parada
 - Calibração do CVaR
 - **Governança**
 - ROGF

Contribuições à CP MME nº 121/2022



Necessário maior período para contribuição à Consulta Pública.



Sugere-se que no próximo ciclo de trabalho a CPAMP adote um processo de **consulta pública para definir sua agenda de temas** a 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.



Buscar maior apoio da **comunidade acadêmica/especialistas na área**.



Necessidade de **métricas de monitoramento do viés das entradas e saídas dos modelos de planejamento**.

1/1

Governança

Agenda

1. Contextualização e cronograma Ciclo 2021/2022
2. Resumo das atividades realizadas no Ciclo 2021/2022
3. **Resumo das contribuições da CP 121/2022**
 - PAR(p)-A
 - Critério de Parada
 - Calibração do CVaR
 - Governança
 - **ROGF**

Contribuições à CP MME nº 121/2022



A respeito dos critérios adotados para a próxima Revisão Ordinária da Garantia Física, sugere-se a abertura de Consulta Pública Específica para este fim.



Importante que todas as alterações sejam imediatamente consideradas nos cálculos de GF na próxima ROGF.



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.



Por questão de isonomia, a revisão da Garantia Física para todos os agentes participantes do MRE deve ser feita a partir das mesmas premissas utilizadas na revisão feita para as UHEs do Grupo Eletrobras, definidas pela Portaria MME nº 544/21



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.



Avaliar alternativas quanto às implicações da alteração do CVaR no processo de ROGF.

1/1

ROGF

Obrigado

Coordenação do GT Metodologia:  ccee
gtmet.cpamp@ccee.org.br

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

GT METODOLOGIA

Membros:

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

 **ANEEL**
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

 **ONS**

 **epe**

Assessoria Técnica:

 Eletrobras
Cepel

Contribuições à CP MME nº 121/2022

1/2

Outros temas



A análise de **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.

As premissas a serem consideradas nos estudos de Backtest 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.



Regulamentação dos vertimentos turbináveis é um aprimoramento relevante para o MRE.

O pleito do agente foi apresentado ao plenário da CPAMP tendo em vista ser discutida no fórum apropriado.



O GT Metodologia avaliou o **impacto sobre 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**.

Adotou-se para definição das usinas não revisáveis o critério de abrangência estabelecido na ROGF 2018, segundo o qual **a GF de uma usina é revisada a cada 5 anos de validade e eficácia**. Considerando uma ROGF 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.



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.



Estudos para **entendimento de casos específicos** em relação ao **afundamento 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.



Considerações acerca das **premissas** adaptadas nos estudos **prospectivos e backstests** que subsidiaram a metodologia de calibração do CVaR: manter o **parque gerador fixo**, não consideração do **montante térmico contratado via Processo Competitivo Simplificado**, **Restrições Operativas** das UHE's adotadas no período de 2021 e 2022 foram em grande parte conjunturais, os **CVU's de térmicas** do período 2021 a 2022 **sofreram atualizações**; **não consideração do cronograma de manutenções** de UHE's e Térmicas; **conjuntura inicial dos armazenamentos e cenários de hidrologia** adotados.

As premissas a serem consideradas nos estudos de Backtest 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 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.

Contribuições à CP MME nº 121/2022



Avaliar, com mais intensidade, o uso de restrições físicas agregados na modelagem.



Inserir nos modelos a **abordagem de** restrições hidráulicas realizada pela EPE no PDE 2031.



Atualização da taxa de desconto considerada pelos modelos. Sugestão: Taxa de Longo Prazo.



Inclusão de uma **carga líquida** que considere a evolução mais aderente à realidade das **renováveis** e da **geração distribuída** (fontes intermitentes).



Destaca-se a necessidade de **compatibilização** da representação das fontes intermitentes dos modelos Newave e Decomp com o Dessem.

1/4

Estudos futuros



A previsão da geração de UNSI e a previsão de carga nos modelos deveriam ter um tratamento estocástico e não determinística.



Representação **individualizada** nas usinas no NEWAVE (NEWAVE híbrido).



Extensão do **horizonte** de simulação do DECOMP.



Estudar a possibilidade de despacho **por oferta** avaliando possíveis efeitos colaterais tais como o poder de mercado.



Estudos voltados à incorporação de curva guia de nível dos reservatórios aos modelos matemáticos sejam ampliados.



Sugere-se que a **limitação de rebaixamento de Tucuruí seja registrada no VMINOP**, ou elevar o VMINOP dos demais subsistemas para 40% de forma que os riscos de atendimento a demanda de potência sejam praticamente eliminados



Retomada dos estudos acerca do VMinOp, buscando-se substituir os atuais níveis meta flat para o ano todo, por **níveis variáveis** ao longo dos meses.



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,.



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.



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.



Alternativa do despacho por oferta pelos agentes, desenho de mercado vigente em outros países.