

Workshop GT Metodologia/CPAMP

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

Coordenação:  ccee

06/10/2021

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
2. Análises metodológicas e testes preliminares
3. Critério de parada
4. *Backtests* e análises prospectivas: premissas e métricas
5. FTs NEWAVE/DECOMP
6. Dúvidas, contribuições e comentários

Agenda

1. **Contextualização e cronograma**
2. **Análises metodológicas e testes preliminares**
3. **Critério de parada**
4. ***Backtests* e análises prospectivas: premissas e métricas**
5. **FTs NEWAVE/DECOMP**
6. **Dúvidas, contribuições e comentários**

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

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.**”*

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

Contextualização



Próximos ciclos

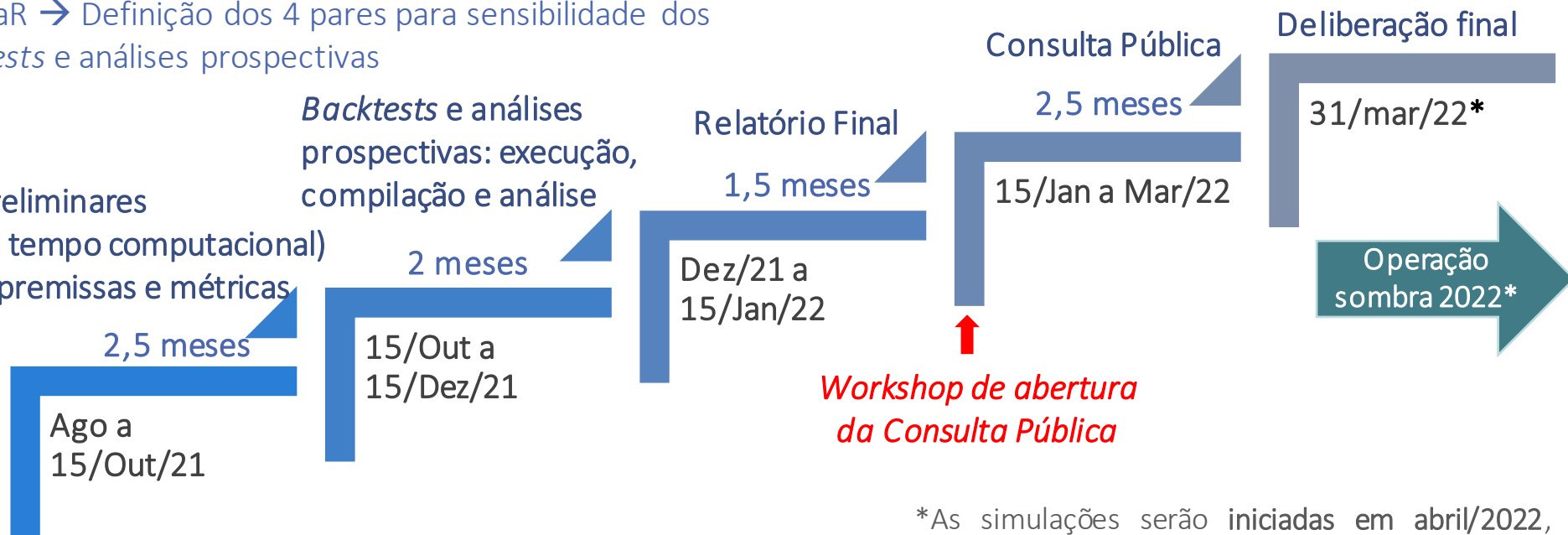
- Continuidade dos demais temas (produtibilidade e perdas variáveis, taxa de desconto, SUIHI hidrotérmico, fontes intermitentes, NEWAVE híbrido, *unit commitment* hidráulico)

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

Cronograma

- Workshop 20/outubro:
 - Conclusão das atividades da Etapa 1
 - Resultados das simulações para o conjunto de parâmetros do CVaR → Definição dos 4 pares para sensibilidade dos *backtests* e análises prospectivas

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



Workshop de abertura da Consulta Pública

*As simulações serão iniciadas em abril/2022, após deliberação da CPAMP acerca das implementações. Ao longo do ano de 2022, as instituições divulgarão aos agentes as simulações retroativas dos decks de janeiro a março.

Reuniões mensais do GT Metodologia com os agentes



19/ago: 17^º
Workshop - início do Ciclo 2021/2022

17/set: 18^º
Workshop - andamento da Etapa 1

06/out: 19^º
Workshop - andamento da Etapa 1

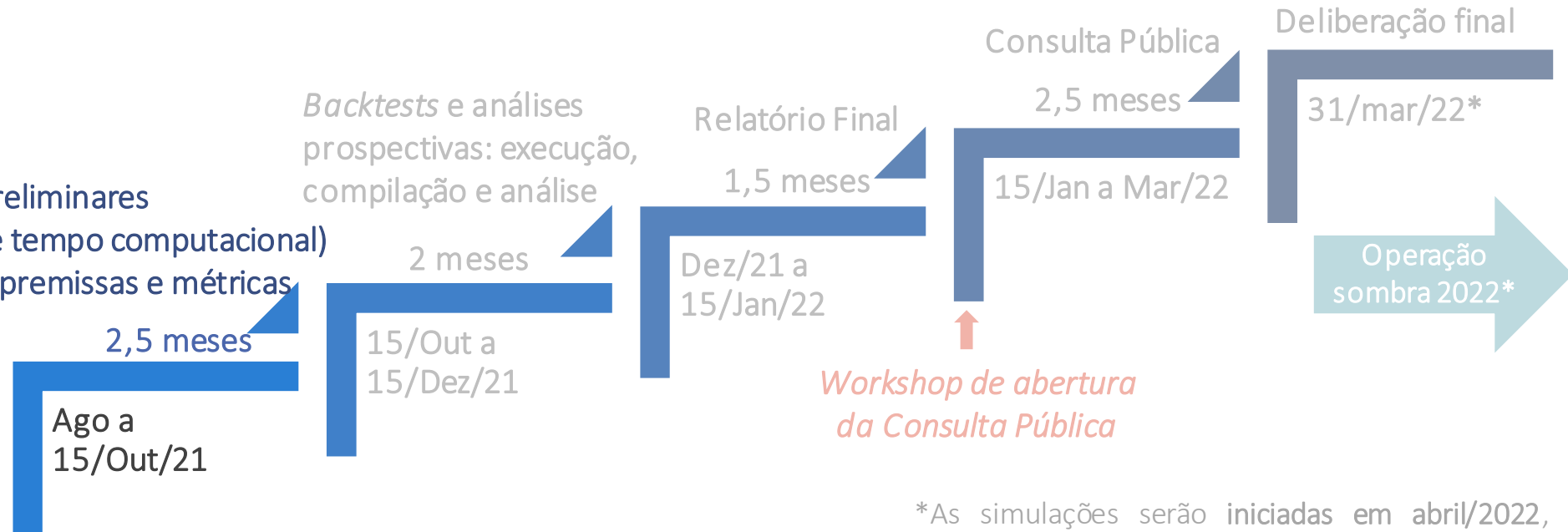
20/out: 20^º
Workshop - Conclusão da Etapa 1



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



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

*As simulações serão iniciadas em abril/2022, após deliberação da CPAMP acerca das implementações. Ao longo do ano de 2022, as instituições divulgarão aos agentes as simulações retroativas dos decks de janeiro a março.

Agenda

1. Contextualização e cronograma
2. **Análises metodológicas e testes preliminares**
3. Critério de parada
4. *Backtests* e análises prospectivas: premissas e métricas
5. FTs NEWAVE/DECOMP
6. Dúvidas, contribuições e comentários

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

Análises metodológicas e testes preliminares **Em andamento**

(Agosto a 15/Outubro)

- Análise da formulação exata do PAR(p)-A na PDDE (Relatório Técnico CEPEL nº 1941/2021);
 - Buscando também um **alinhamento com instituições de pesquisa** para auxiliar nas análises.
 - **Conduzida uma análise detalhada do Relatório Técnico** e enviou seus comentários ao CEPEL. **Em andamento**
- Testes do novo modelo NEWAVE: **o ajuste da metodologia PAR(p)-A foi na PDDE**, não devendo impactar na geração de cenários:
 - Testes para **conferência da proposta metodológica**; **Em andamento**
 - Testes de **sanidade dos arquivos de saída** da nova implementação; **Em andamento**
 - Para os testes de sanidade, a CPAMP irá receber versão do CEPEL com as saídas que propiciem fazer o recálculo dos coeficientes da FCF.
- Resultados para casos de **planejamento da expansão, cálculo da garantia física, operação e formação do PLD**: **Em andamento**
 - Comparação dos resultados obtidos com **PAR(p)** e **PAR(p)-A**, considerando o mesmo número de iterações e simulação final com **série histórica**;
 - Análise da **resposta do modelo** (energia armazenada, geração térmica/hidráulica, outros).

Agenda

1. Contextualização e cronograma
2. Análises metodológicas e testes preliminares
3. Critério de parada
4. *Backtests* e análises prospectivas: premissas e métricas
5. FTs NEWAVE/DECOMP
6. Dúvidas, contribuições e comentários

Análise de Convergência – Casos com CVaR

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

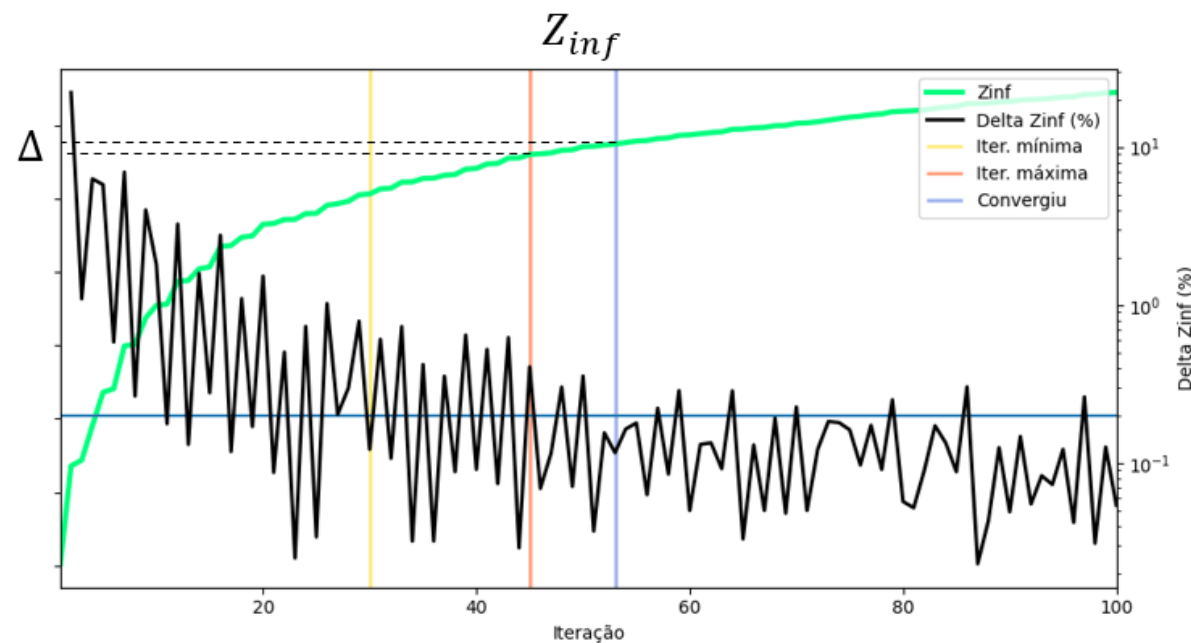
$$\Delta Z_{inf}(t) = \frac{Z_{inf}(t) - Z_{inf}(t-1)}{Z_{inf}(t-1)}$$

- São consideradas n iterações consecutivas com variação menor que $p\%$. Atualmente:

- $n = 3$
- $p = 0.2$

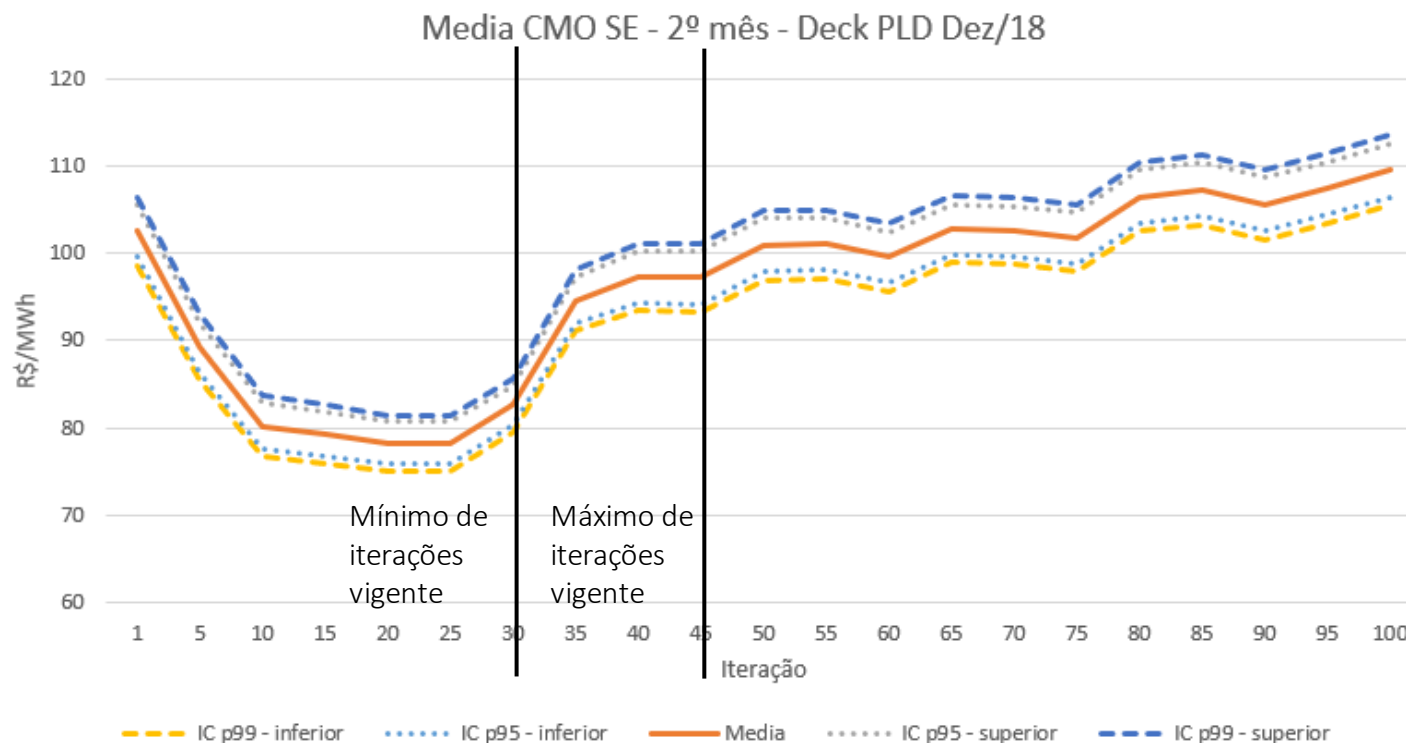
- Possibilidade de outros valores para n e $p\%$.

- Avaliar estabilidade de variáveis operativas



Análise de Convergência - PPQ

- Paralelo ao critério de estabilidade de Z_{inf} , é considerada a estabilidade das variáveis analisadas, obtida com a funcionalidade de Pseudo Partida Quente (PPQ)
- Aplicando a PPQ para uma iteração por vez e executando o NWLISTOP com os arquivos forward.dat e forwarh.dat obtidos a cada simulação final, obtém-se:



Teste Estatístico (t-Student pareado)

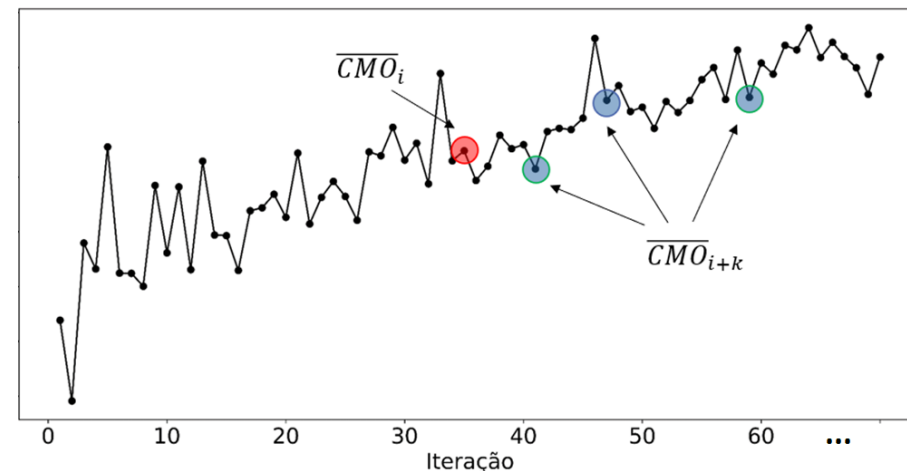
- Para avaliar a equivalência entre as políticas em uma iteração i e outra $i + k$ para uma certa variável da operação, utiliza-se o teste t-Student pareado;
- O mesmo teste foi utilizado no relatório do GT-Metodologia para avaliação da reamostragem:

Relatório Técnico do GT Metodologia da CPAMP - nº 002-2018_rv0 de 31 de agosto de 2018

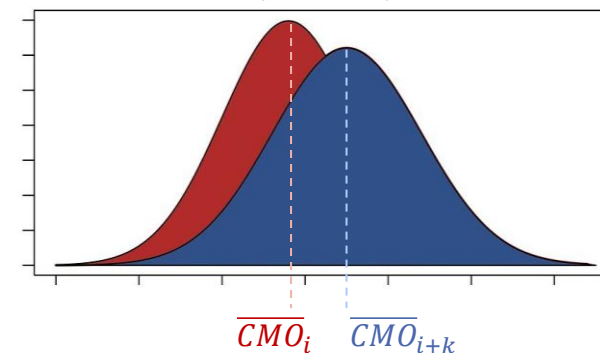
- Hipótese a ser testada (H_0): $\overline{CMO}_i = \overline{CMO}_{i+k}$

- Estatística de teste: (t-Student)
$$t = \frac{\overline{CMO}_i - \overline{CMO}_{i+k}}{S_{CMO_i CMO_{i+k}} \sqrt{\frac{2}{n}}}$$

onde:
$$S_{CMO_i CMO_{i+k}} = \sqrt{\frac{S_{CMO_i}^2 + S_{CMO_{i+k}}^2}{2}}$$

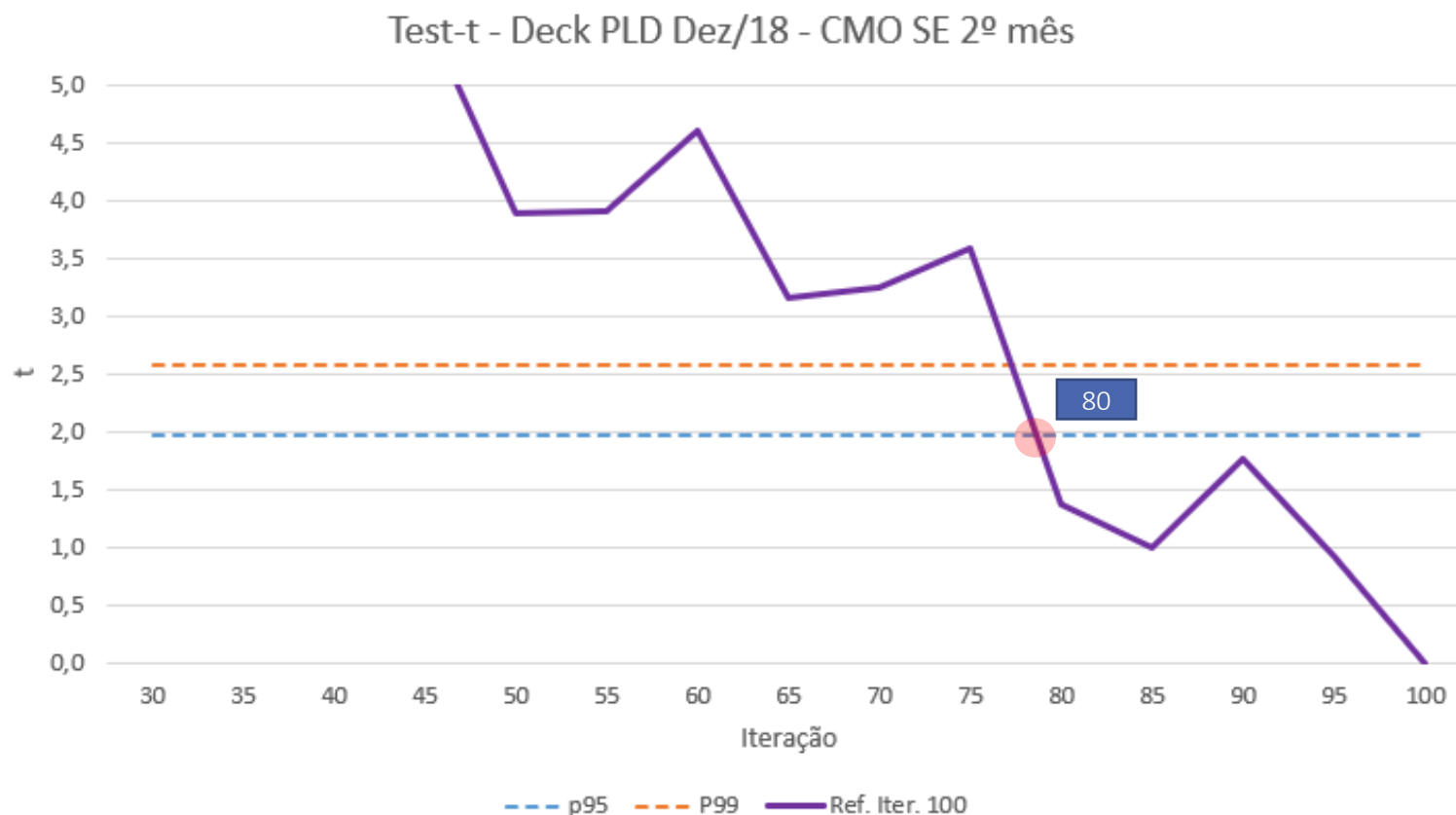


Distribuição simulação final



Proposta metodológica: Consulta da iteração individual

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). Cada tipo de estudo fez a análise no período 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%.



Proposta metodológica: Consulta da iteração individual

3. Verificação entre todas as saídas qual o número máximo de interações necessárias para cada caso.

Caso	CMOSE	CMONE	GT	GH	EARM
Dez/2018	80	80	80	80	-

4. Definição de pontos no “mapa de calor de iterações” considerando até 5 iterações acima do definido pelo critério acima.

Deck de PLD de Dez/2018

N/delta	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
2	68	68	53	44	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	8	8
3	100	83	75	45	39	39	39	39	39	39	39	39	20	20	20	20	20	20
4	100	84	76	50	40	40	40	40	40	40	40	40	21	21	21	21	21	21
5	100	85	77	51	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	35	32
6	100	86	84	52	52	48	48	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	33
7	100	87	85	53	53	49	49	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	34
8	100	88	86	54	54	50	50	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	35

Para a simulação de deck de PLD de Dez/2018 as combinações seriam de:

- 3, 4 ou 5 iterações com % de $\Delta Zinf$ abaixo de 0.15%
- 6 ou 7 iterações com % de $\Delta Zinf$ abaixo de 0.2%

5. Esse processo será repetido os casos de PMO, PLD e GF

- O critério de parada será definido pela maioria das simulações que apresentarem critérios iguais

Critério de parada - Premissas e Casos

Premissas para execução dos casos



- Casos com aversão ao risco – com CVaR e VminOp
- Níveis do VminOp aprovados para 2022
 - Sudeste, Paraná e Paranapanema = 20%
 - Sul e Iguaçu = 30%
 - Nordeste = 23,5%
 - Norte = 20,8% (18% em dezembro o 1º ano)
- Simulação final com série sintética



Casos analisados

- | | |
|------|---|
| CCEE | <ul style="list-style-type: none">• PLD Janeiro/2016• PLD Dezembro/2018• PLD Novembro/2020 |
| ONS | <ul style="list-style-type: none">• PMO Out/17• PMO Jan/21• PMO Jul/14• PMO Janeiro/2021 condicionado<ul style="list-style-type: none">• 18 Sensibilidades – 3 variações de ENA e 3 variações de EARM para os meses de maio e dezembro |
| EPE | <ul style="list-style-type: none">• Garantia Física Eletrobrás |

Casos CCEE - Resultados

Casos analisados

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

Avaliação do número máximo de iterações necessárias para cada caso com base no teste t

Variável	Jan/2016	Dez/2018	Nov/2020
CMO SE	70	80	65
CMO NE	65	80	80
GT	95	80	80
GH	70	80	80
EARM	-	-	-

Pares para a convergência considerando até 5 iterações acima do máximo de iterações

N/delta	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	1	0	0	0	0	0	0
5	0	1	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	1	0	0	0	0	0
7	0	0	1	1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Casos ONS

- Casos oficiais

- PMO Jul/14
- PMO Out/17
- PMO Jan/21

Total de 3 casos

- Casos condicionados (base PMO Jan/21):

- Início do estudo em MAI / DEZ
- ENA: 50% MLT, Base e 100% MLT
- EARM: Base, 40% EARMMax e 60% EARMMax

Total de 18 casos (3 EARM x 3 ENA x 2 Inícios de Estudo);

Início do período de estudo em MAI/21 e DEZ/21;

Configuração: PMO Jan/21			
EARM	Base ($\approx 20\%$)	40% EARMMax	60% EARMMax
ENA	50% MLT	Base ($\approx 70\%$)	100% MLT

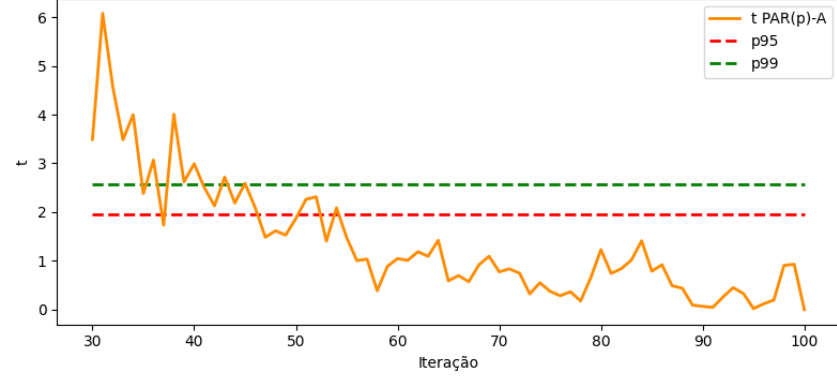
mais crítico

menos crítico

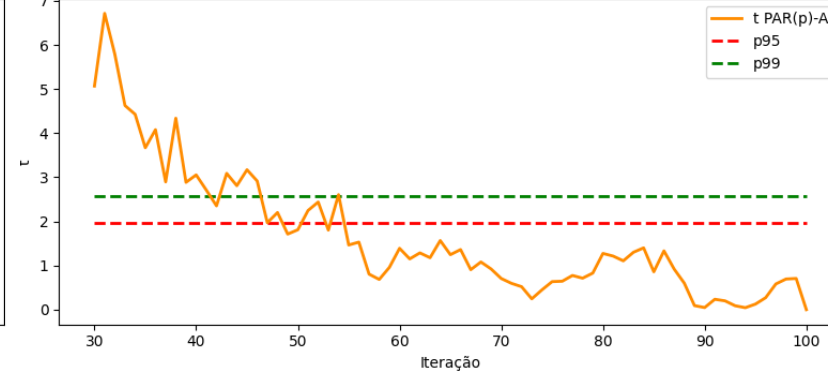
* Premissas previamente mencionadas

PMOs Oficiais - Estabilidade das Variáveis

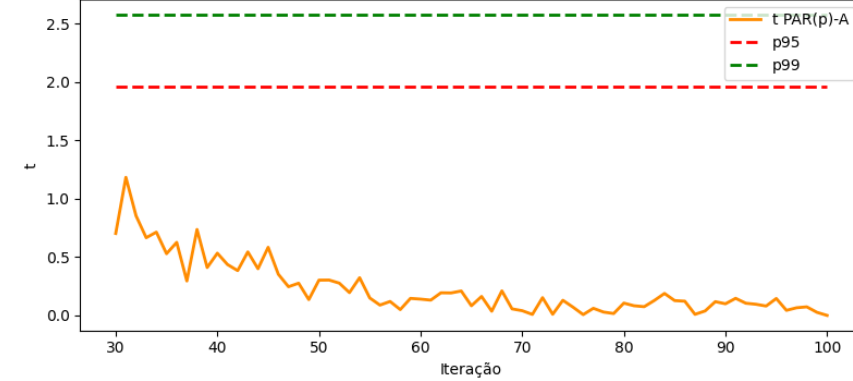
Teste t - pmo_jan_21 - gt_sin - CVAR - Mês 2



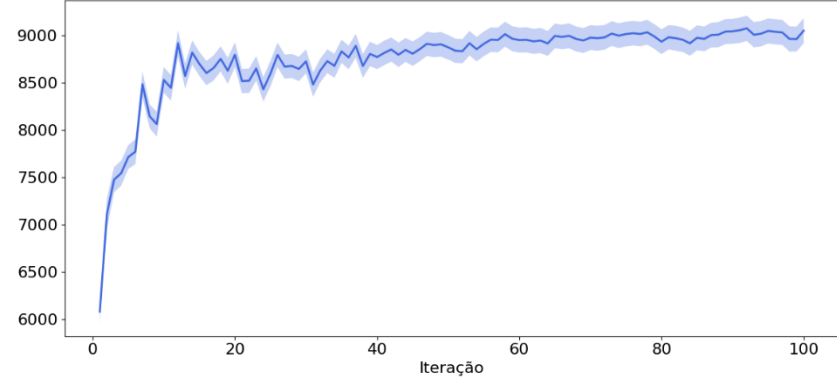
Teste t - pmo_jan_21 - cmo_se - CVAR - Mês 2



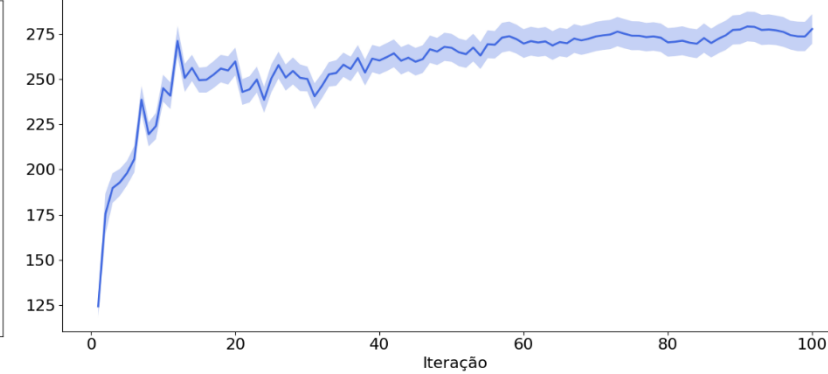
Teste t - pmo_jan_21 - earm_sin - CVAR - Mês 2



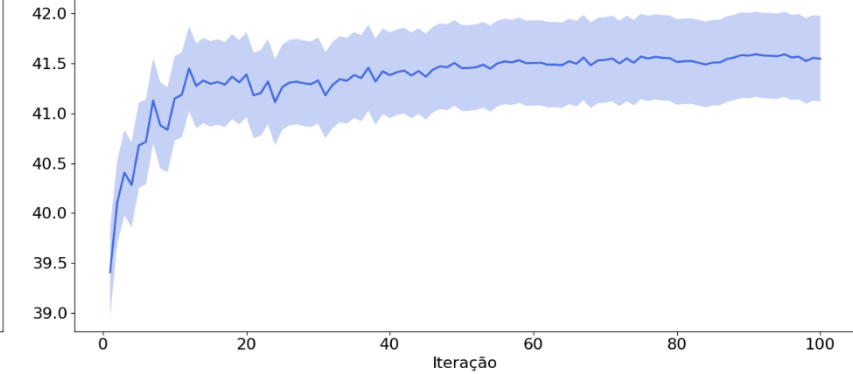
Evolução PPQ - op3 - PAR(p)-A 3 CVAR - gt_sin



Evolução PPQ - op3 - PAR(p)-A 3 CVAR - cmo_se

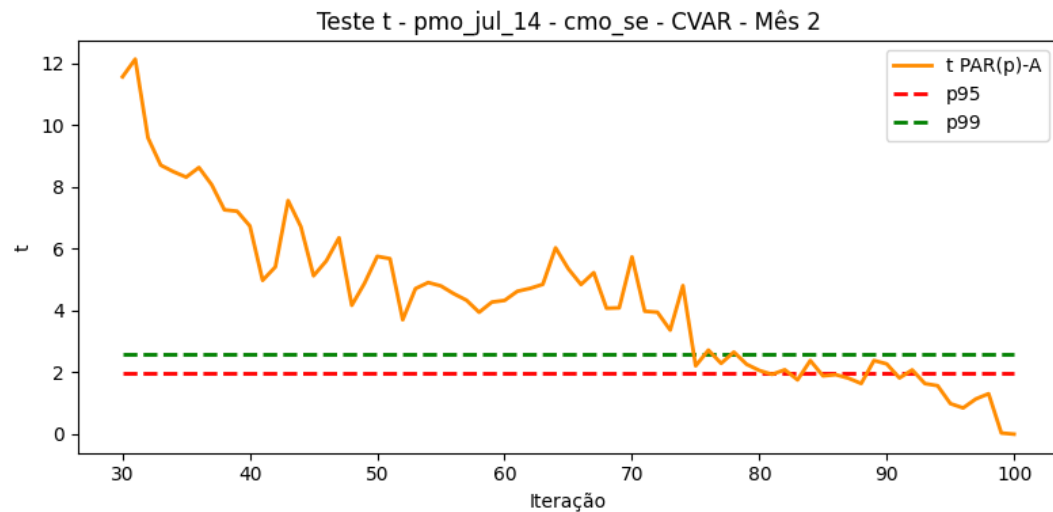
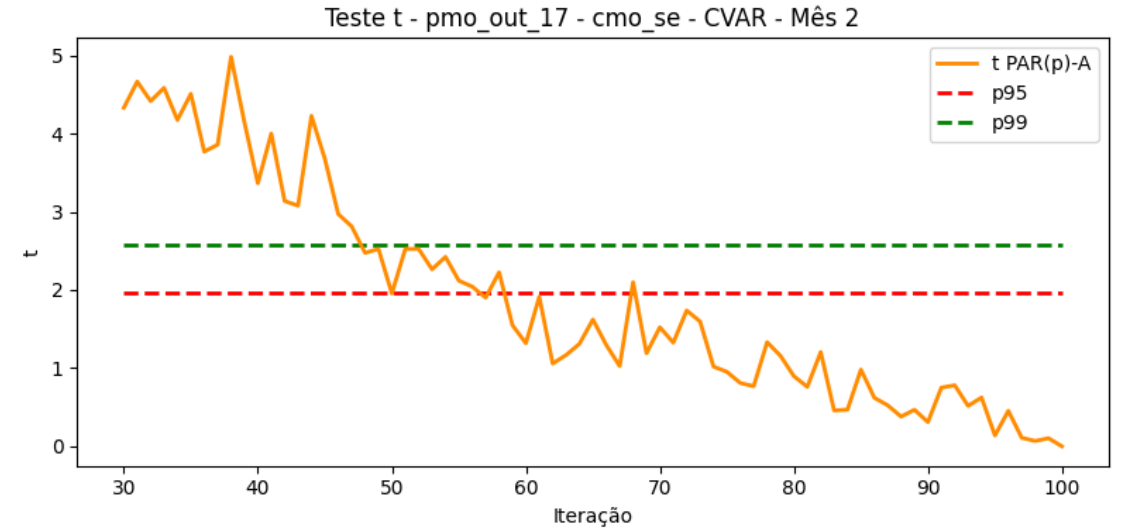
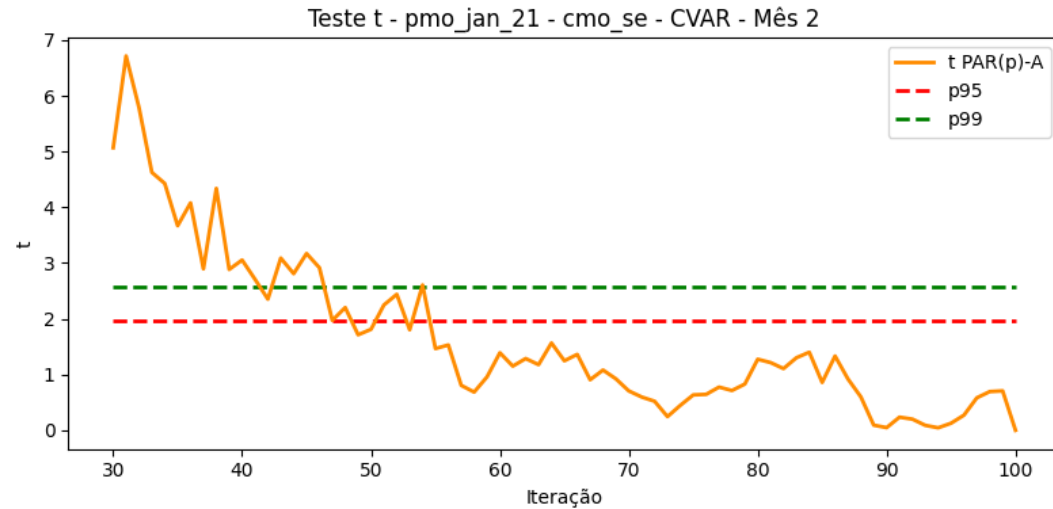


Evolução PPQ - op3 - PAR(p)-A 3 CVAR - earm_sin



PMOs Oficiais - Casos com It. de Referência = 100

- CMOSE Mês 2



As iterações escolhidas seriam:

- JAN/21:55
- OUT/17:69
- JUL/14:93

PMOs Oficiais - Casos com It. de Referência = 100

- Considera-se a máxima entre cada uma das variáveis, para cada caso:

Caso	CMO SE	CMO NE	GHTOT SIN	EARM SIN	GT SIN
JAN/21	55	53	54	30	54
OUT/17	69	69	73	30	73
JUL/14	93	84	60	30	60
Média	70	69	63	30	63

- São consideradas as iterações de convergência de cada caso:

Caso	Iter. Máx.	Iter. Méd.
JAN/21	55	50
OUT/17	73	63
JUL/14	93	66

PMOs Oficiais - Seleção dos pares (N, δ) – Caso Jan/21 (exemplo)

- São considerados os pares N, δ para os valores presentes no mapa de sensibilidades que convirjam na iteração máxima indicada no teste t ou até 5 iterações acima;
- Para JAN/21 (iteração 55 segundo o teste t):

PMO Jan/21 CPAMP																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	100	85	70	57	53	43	43	43	41	41	41	41	28	21	21	21	21	21
3	100	89	75	61	54	44	44	44	42	42	42	42	40	22	22	22	22	22
4	100	90	81	62	59	53	45	45	43	43	43	43	41	41	41	41	23	23
5	100	91	82	63	60	54	46	46	44	44	44	44	42	42	42	42	24	24
6	100	92	89	64	61	61	47	47	45	45	45	45	43	43	43	43	25	25
7	100	93	90	83	62	62	48	48	46	46	46	46	44	44	44	44	44	44
8	100	94	91	84	63	63	57	49	47	47	47	47	45	45	45	45	45	45

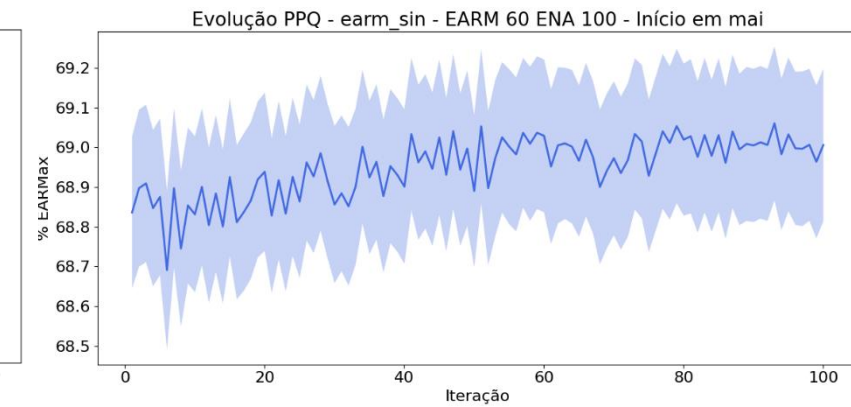
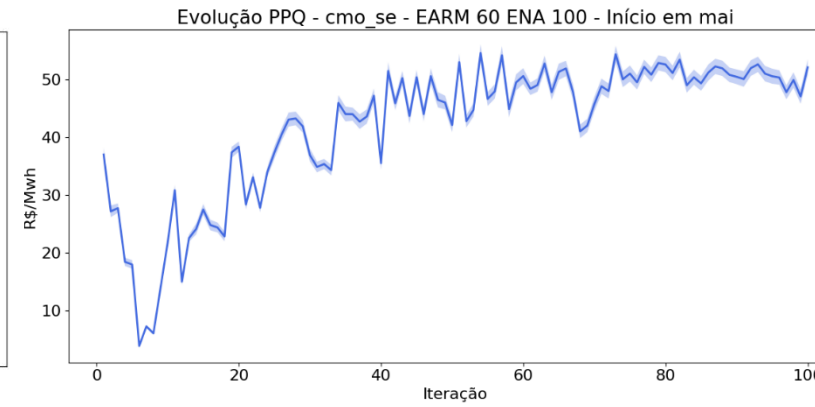
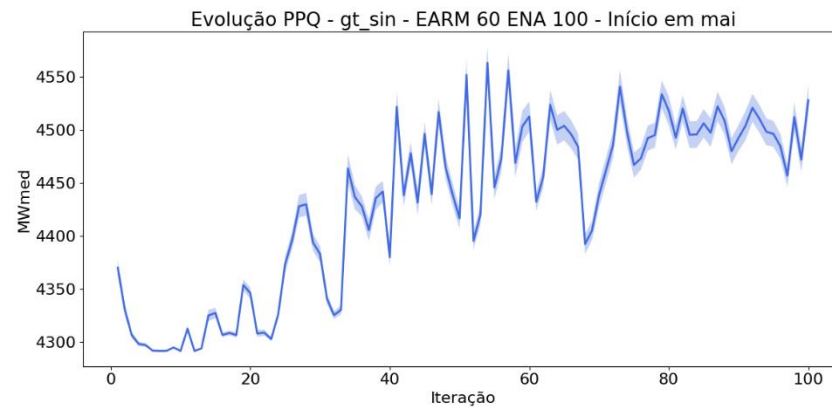
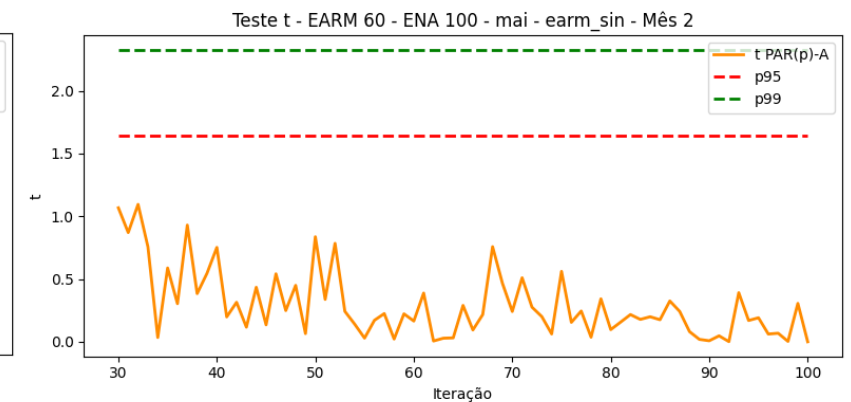
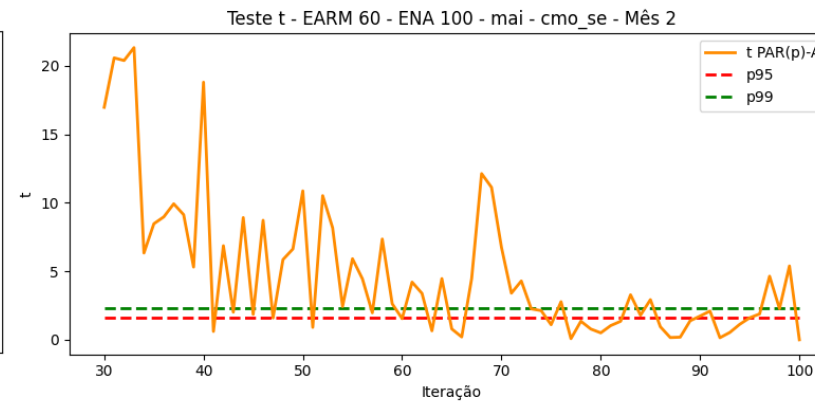
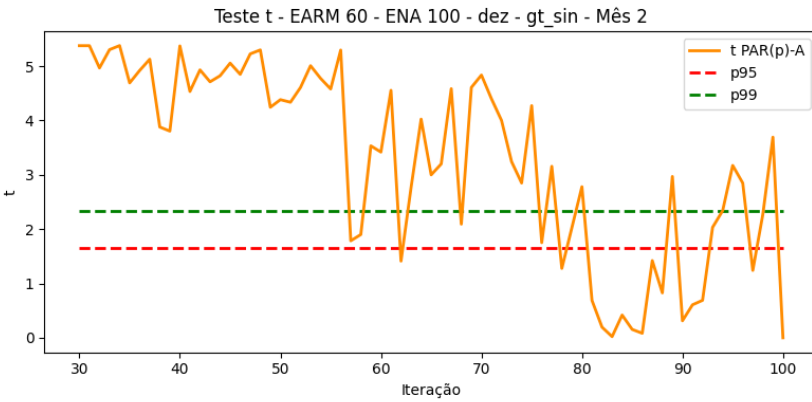
PMOs Oficiais - Casos com It. de Referência = 100

- Considerando os pares escolhidos para cada caso:

Pares Considerados para Convergência - PMOs																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Os casos apresentam comportamentos muito distintos. Todos são críticos, mas a configuração do sistema é diferente para cada um deles;
- A mesma análise é feita com os casos condicionados, pois todos possuem configuração recente e variam em criticidade;

Casos Condicionados - Estabilidade das Variáveis – Caso EARM 60 ENA 100 MAI



Casos Condicionados – Maio/2021

Iteração de Convergência do NW - EARMREF - ENA50 - MAI															Iteração de Convergência do NW - EARM40 - ENA50 - MAI															Iteração de Convergência do NW - EARM60 - ENA50 - MAI																										
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	46	38	26	24	19	19	19	19	19	19	19	19	13	13	13	13	13	13	2	52	33	33	23	23	23	23	23	23	18	18	18	18	18	18	18	18	18	2	44	34	28	28	28	28	28	28	28	28	21	16	16	16	16	16	16	16
3	56	50	42	25	25	24	20	20	20	20	20	14	14	14	14	14	14	14	3	73	34	34	34	24	24	24	24	24	19	19	19	19	19	19	19	19	19	3	77	65	48	48	48	38	29	29	29	29	29	25	25	25	25	25	25	25
4	57	51	43	26	26	25	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	15	15	4	74	64	48	48	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	20	20	20	20	4	100	78	66	62	49	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
5	58	52	49	44	44	26	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	16	16	5	75	72	49	49	41	41	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	5	100	79	67	63	50	50	50	50	50	40	40	40	40	40	40	40	40	40
6	59	53	50	45	45	37	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	6	76	73	50	50	42	42	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	6	100	80	68	64	51	51	51	51	51	41	41	41	41	41	41	41	41	41
7	67	54	51	46	46	38	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	7	100	74	51	51	43	43	43	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	7	100	81	81	65	65	59	59	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
8	68	55	52	47	47	47	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	8	100	75	52	52	44	44	44	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	8	100	95	82	66	66	60	60	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43

Iteração de Convergência do NW - EARMREF - ENAREF - MAI															Iteração de Convergência do NW - EARM40 - ENAREF - MAI															Iteração de Convergência do NW - EARM60 - ENAREF - MAI																											
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	
2	58	39	39	34	34	34	34	27	27	24	24	19	19	19	19	19	19	19	2	86	73	38	38	38	38	35	35	35	29	29	29	29	29	29	27	23	18	2	58	58	58	41	41	36	36	36	36	36	36	36	36	31	31	29	23	23	
3	71	40	40	40	40	40	40	28	28	28	28	28	28	28	28	23	23	23	3	97	80	63	48	48	48	44	42	42	39	39	39	36	36	33	28	24	24	3	100	90	64	64	64	53	50	42	42	42	42	42	42	35	35	30	24	24	
4	91	69	41	41	41	41	41	41	35	35	35	35	35	35	29	24	24	24	4	97	91	81	75	53	49	49	43	43	40	40	40	37	37	34	29	29	29	4	100	91	65	65	65	54	51	43	43	43	43	43	36	36	31	31	25	25	
5	92	70	61	50	50	42	42	42	42	36	36	36	36	36	30	30	30	30	5	97	92	82	76	54	50	50	44	44	41	41	41	38	38	35	35	35	35	5	100	92	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
6	93	71	62	51	51	43	43	43	43	43	43	43	43	43	31	31	31	31	6	97	93	83	83	66	51	51	45	45	42	42	39	39	36	36	36	36	36	6	100	100	92	92	73	73	53	45	45	45	45	45	45	38	38	38	38	38	
7	94	94	72	52	52	44	44	44	44	44	44	44	44	44	32	32	32	32	7	97	94	94	84	67	52	52	46	46	43	43	40	40	37	37	37	37	37	7	100	100	93	93	84	81	54	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
8	95	95	73	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	45	45	45	45	8	97	95	95	85	79	53	53	47	47	44	44	44	44	41	41	38	38	38	8	100	100	100	94	85	82	75	64	64	55	55	47	47	47	47	47	47	47	47

Iteração de Convergência do NW - EARMREF - ENA100 - MAI															Iteração de Convergência do NW - EARM40 - ENA100 - MAI															Iteração de Convergência do NW - EARM60 - ENA100 - MAI																												
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95		
2	85	54	32	32	32	32	32	32	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	2	45	45	27	27	27	27	27	27	27	24	24	24	24	24	24	24	24	24	2	100	63	60	38	38	36	31	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		
3	86	74	74	45	45	45	39	37	37	37	36	36	36	36	24	24	24	24	3	100	89	76	71	66	66	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	3	100	82	71	48	48	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37		
4	87	75	75	69	64	59	40	38	38	38	37	37	37	37	25	25	25	25	4	100	90	84	72	67	67	50	50	50	50	50	50	50	50	47	41	41	41	4	100	87	72	72	65	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38		
5	88	76	76	70	65	65	47	39	39	39	38	38	38	38	26	26	26	26	5	100	91	85	78	78	73	51	51	51	51	51	51	51	51	48	42	42	42	5	100	88	73	73	66	66	47	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39		
6	89	77	77	71	66	66	48	40	40	40	39	39	39	39	27	27	27	27	6	100	100	100	79	79	74	63	52	52	52	52	52	52	52	49	43	43	43	6	100	89	74	74	67	67	48	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
7	90	78	78	72	67	67	49	41	41	41	40	40	40	40	28	28	28	28	7	100	100	100	100	87	75	64	53	53	53	53	53	53	53	50	44	44	44	7	100	90	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
8	100	79	79	73	68	68	50	42	42	42	41	41	41	41	29	29	29	29	8	100	100	100	100	88	76	65	54	54	54	54	54	54	54	54	51	45	45	45	8	100	100	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76

Casos Conicionados – Dez/2021

Iteração de Convergência do NW - EARMREF - ENA50 - DEZ																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	76	52	47	46	46	35	30	30	26	25	23	23	23	23	19	19	19	19
3	77	53	53	47	47	47	31	31	27	26	24	24	24	24	20	20	20	20
4	90	54	54	52	52	52	37	32	32	27	25	25	25	25	25	25	25	25
5	91	60	55	53	53	53	43	43	33	28	26	26	26	26	26	26	26	26
6	92	61	56	54	54	54	44	44	34	29	27	27	27	27	27	27	27	27
7	93	62	57	55	55	55	45	45	35	30	28	28	28	28	28	28	28	28
8	94	63	58	56	56	56	46	46	36	31	29	29	29	29	29	29	29	29

Iteração de Convergência do NW - EARM40 - ENA50 - DEZ																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	19	19	19	19	19	19	12	12
3	96	58	54	43	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	29	29	26	26
4	97	59	59	44	44	44	44	44	44	44	40	36	36	36	36	36	27	27
5	98	87	73	54	54	45	45	45	45	45	41	37	37	37	37	37	28	28
6	99	94	74	61	55	55	55	46	46	46	42	38	38	38	38	38	29	29
7	100	95	75	62	56	56	56	47	47	47	43	39	39	39	39	39	30	30
8	100	96	76	76	57	57	57	48	48	48	44	40	40	40	40	40	31	31

Iteração de Convergência do NW - EARM60 - ENA50 - DEZ																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	100	54	26	26	26	26	22	22	22	22	22	22	22	22	22	13	13	13
3	100	94	76	55	55	55	42	42	42	37	33	31	31	31	31	27	27	27
4	100	95	77	77	77	70	51	43	43	38	38	32	32	32	32	32	32	32
5	100	96	78	78	78	71	57	57	57	57	52	33	33	33	33	33	33	33
6	100	100	79	79	79	72	72	70	70	58	53	45	40	40	40	40	40	40
7	100	100	92	87	80	73	73	71	71	59	54	46	41	41	41	41	41	41
8	100	100	93	88	81	74	74	72	72	60	55	55	42	42	42	42	42	42

Iteração de Convergência do NW - EARMREF - ENAREF - DEZ																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	87	68	59	46	43	29	27	27	27	27	23	21	21	21	21	21	21	21
3	88	78	68	50	47	47	28	28	28	28	24	22	22	22	22	22	22	22
4	89	79	75	61	48	48	29	29	29	29	23	23	23	23	23	23	23	23
5	90	80	76	62	49	49	49	49	49	46	46	24	24	24	24	24	24	24
6	91	87	77	75	50	50	50	50	50	47	47	31	25	25	25	25	25	25
7	92	88	78	76	51	51	51	51	51	48	48	26	26	26	26	26	26	26
8	93	89	79	77	52	52	52	52	49	49	49	27	27	27	27	27	27	27

Iteração de Convergência do NW - EARM40 - ENAREF - DEZ																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	91	68	62	50	42	42	42	42	40	33	33	32	32	32	30	21	21	21
3	92	74	63	54	43	43	43	43	41	34	34	33	33	33	31	31	31	31
4	100	75	75	59	55	48	48	48	42	40	35	34	34	34	32	32	32	32
5	100	76	76	76	56	49	49	49	43	41	41	35	35	35	33	33	33	33
6	100	88	77	77	57	50	50	50	50	42	42	42	42	42	34	34	34	34
7	100	96	78	78	58	51	51	51	51	43	43	43	43	43	35	35	35	35
8	100	97	79	79	59	52	52	52	52	44	44	44	44	44	36	36	36	36

Iteração de Convergência do NW - EARM60 - ENAREF - DEZ																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	35	35	35	35	19	19	19
3	92	88	75	52	52	52	52	46	43	42	42	42	42	42	39	39	20	20
4	99	89	76	53	53	53	47	44	43	43	43	43	43	43	40	40	21	21
5	100	90	77	75	54	54	54	48	45	44	44	44	44	44	41	41	22	22
6	100	91	88	76	72	69	55	55	46	45	45	45	45	45	42	42	22	22
7	100	92	89	77	73	70	56	56	47	46	46	46	46	46	43	43	23	23
8	100	93	90	74	71	71	57	48	47	47	47	47	47	47	44	44	24	24

Iteração de Convergência do NW - EARMREF - ENA100 - DEZ																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	93	74	51	48	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	100	75	52	52	46	42	42	42	30	30	30	30	30	30	28	28	28	28
4	100	85	70	53	47	43	43	43	31	31	31	31	31	31	29	29	29	29
5	100	86	77	77	48	44	44	44	44	37	37	37	37	37	30	30	30	30
6	100	87	78	78	55	45	45	45	45	38	38	38	38	38	31	31	31	31
7	100	88	79	79	56	46	46	46	46	39	39	39	39	39	39	39	39	39
8	100	89	80	80	73	47	47	47	47	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Iteração de Convergência do NW - EARM40 - ENA100 - DEZ																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	70	50	47	46	46	39	39	39	26	26	26	26	26	26	20	20	18	18
3	100	74	74	47	47	47	40	40	40	40	27	27	27	27	27	21	21	19
4	100	75	75	48	48	48	41	41	41	41	28	28	28	28	28	28	20	20
5	100	76	76	49	49	49	42	42	42	42	28	28	28	28	28	28	21	21
6	100	77	77	50	50	50	43	43	43	43	40	40	40	40	35	35	35	35
7	100	78	78	78	51	51	51	44	44	44	44	44	41	41	36	36	36	36
8	100	100	93	79	52	52	52	45	45	45	45	45	42	42	37	37	37	37

Iteração de Convergência do NW - EARM60 - ENA100 - DEZ																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	71	71	48	40	39	39	39	39	26	16	16	16	16	16	16	16	16	16
3	100	92	49	47	40	40	40	40	40	40	38	38	38	27	27	27	24	24
4	100	99	50	48	48	45	45	45	45	45	39	39	39	28	28	28	25	25
5	100	100	74	49	49	46	46	46	46	46	40	40	40	40	40	40	26	26
6	100	100	75	50	50	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	27	27
7	100	100	76	76	71	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	28	28
8	100	100	77	77	72	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	43	43

Casos Condicionados – Compilação de resultados

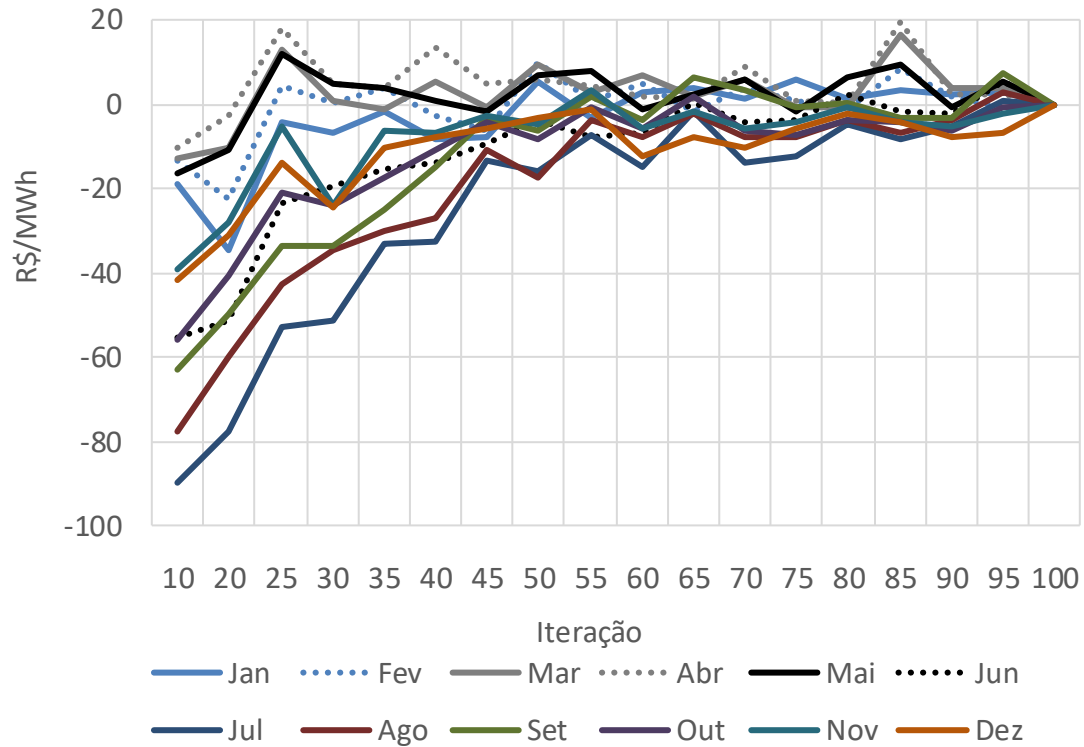
- Considerando o máximo dentre as iterações:

Pares Considerados para Convergência - Casos Condicionados																		
N/Delta	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	10	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	11	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	8	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

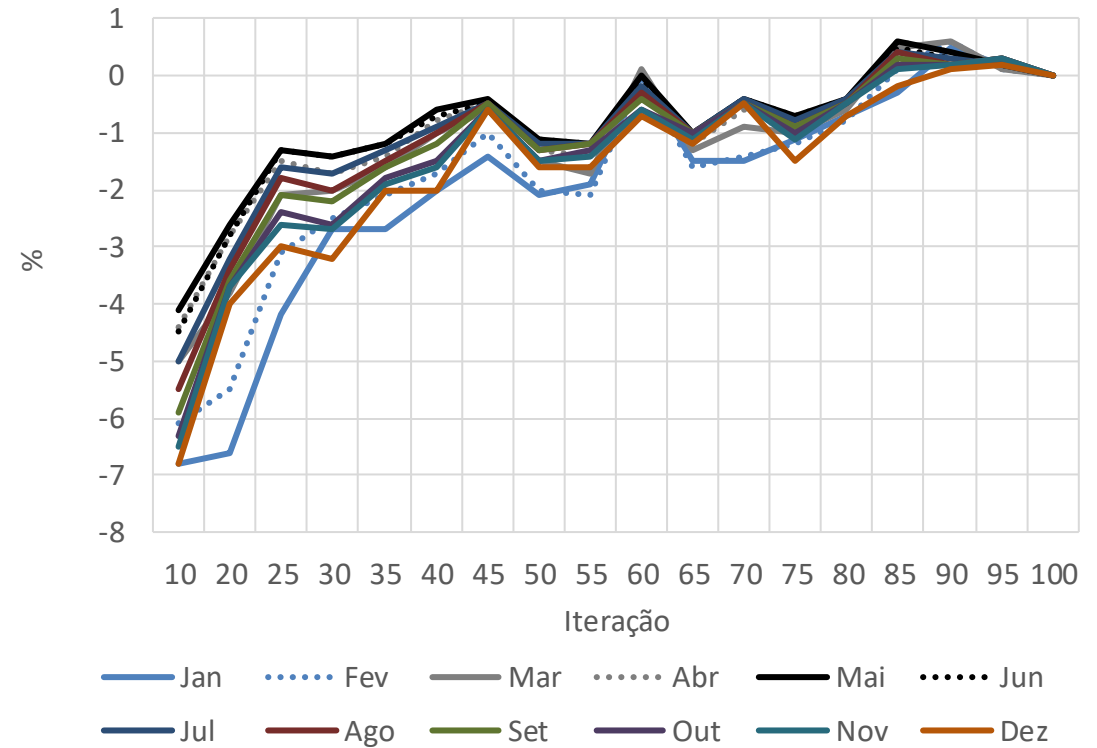
- Com base nos pares escolhidos, é sugerida a parametrização $(N, \delta) = (x, y)$;

Caso GF Eletrobrás | Avaliação da estabilidade do CMO e armazenamento

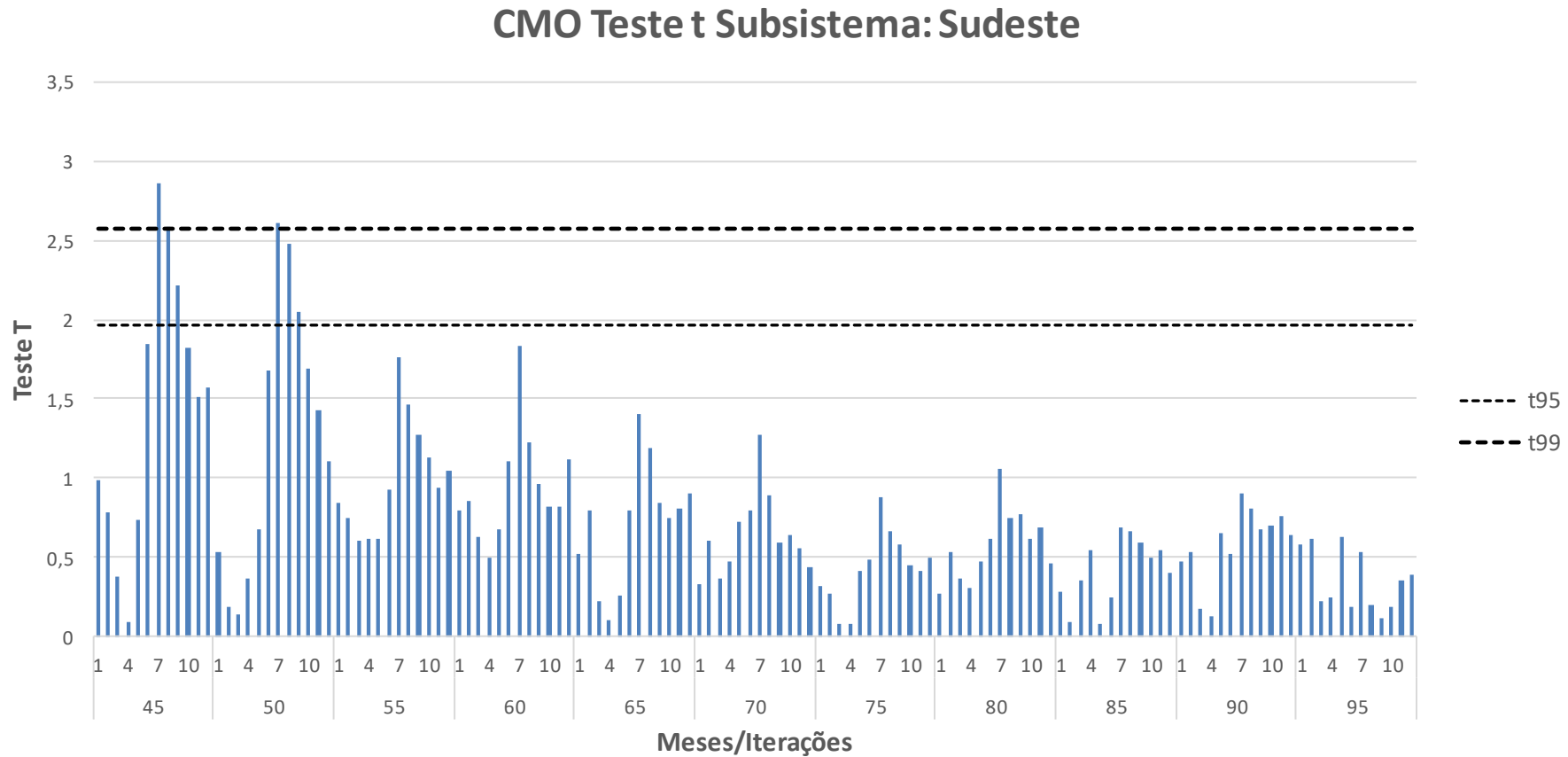
Diferença CMO Sudeste Ano 2026 - Caso GF Eletrobrás
Em relação à iter 100: Média 2.000 séries



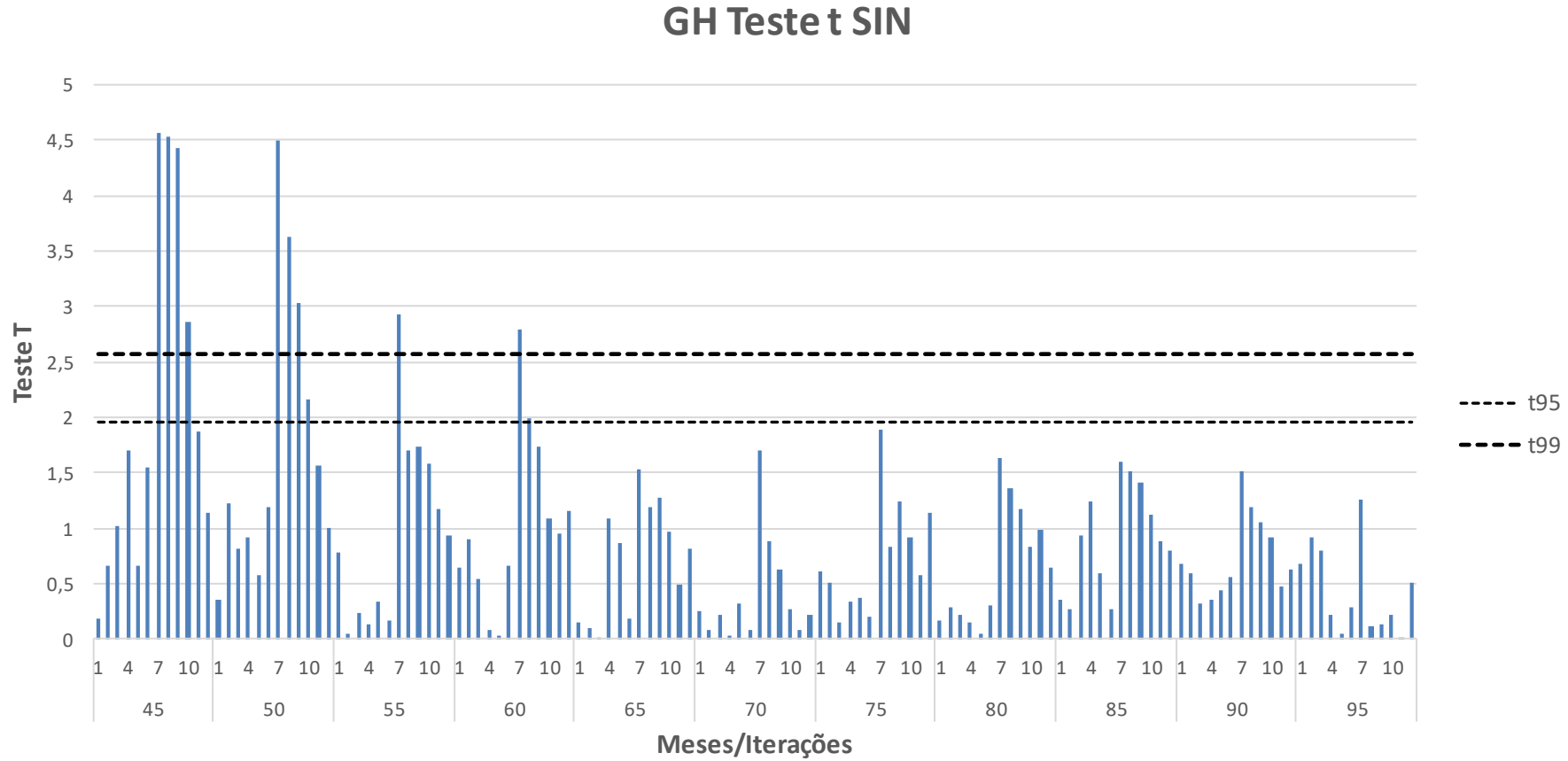
Diferença EARMFP SIN Ano 2026 - Caso GF Eletrobrás
Em relação à iter 100: Média 2.000 séries



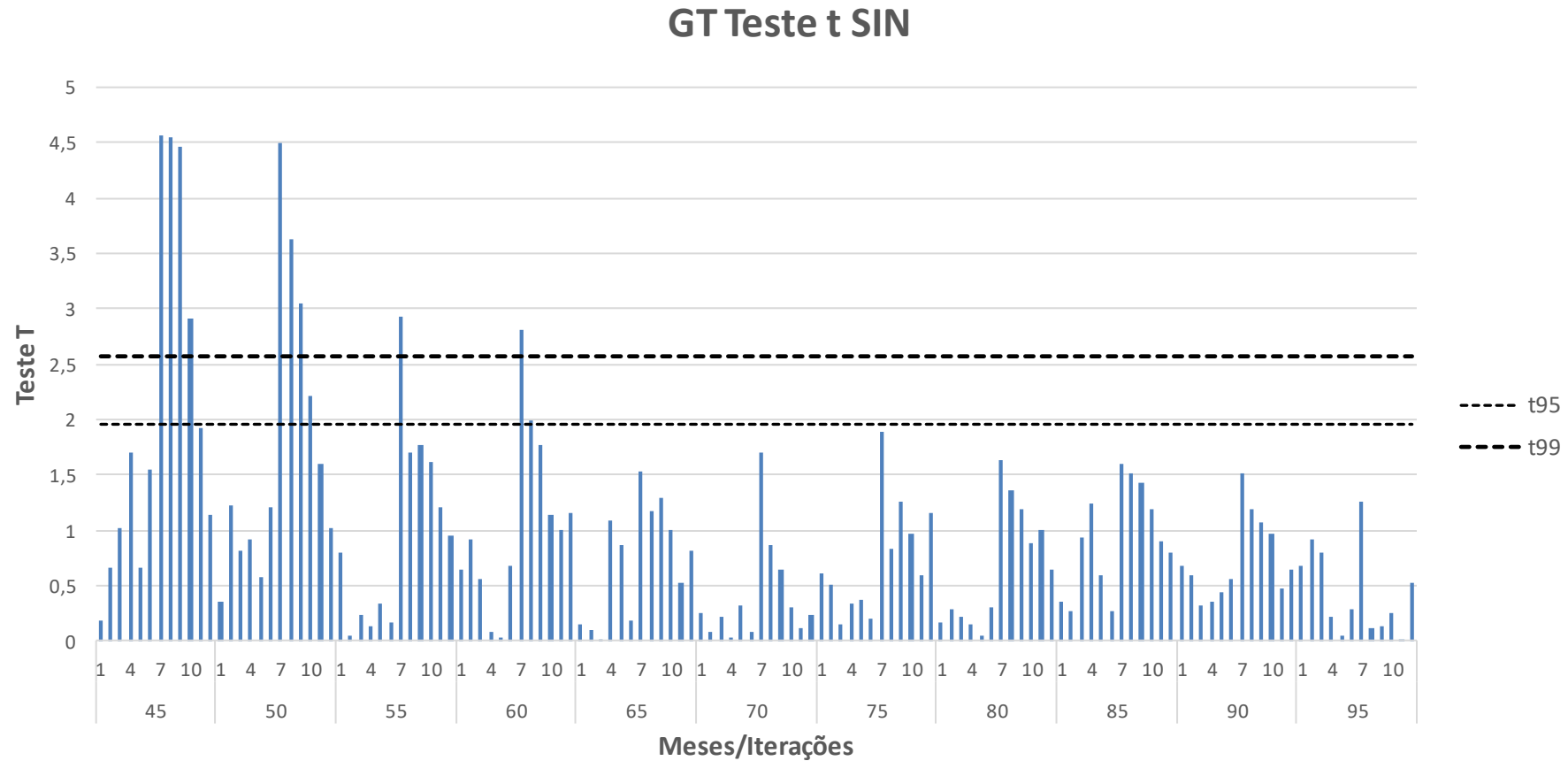
Caso GF Eletrobrás | Análise mensal considerando os 5 anos do período de planejamento



Caso GF Eletrobrás | Análise mensal considerando os 5 anos do período de planejamento



Caso GF Eletrobrás | Análise mensal considerando os 5 anos do período de planejamento



Caso GF Eletrobrás | Análise mensal considerando os 5 anos do período de planejamento

Variável	Iteração
CMO SE/S/NE/N	55
GT	65
GH	65
EARM	Em análise
COPER	Em análise



Caso GF Eletrobrás PAR(p)-A_V27.4.10					
N/Delta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
1	7	3	3	3	2
2	77	56	8	8	3
3	100	57	9	9	4
4	100	73	64	64	5
5	100	74	65	65	29
6	100	100	66	66	42
7	100	100	82	82	43

Contagem do pontos no “mapa de calor de iterações”

Casos 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

Pares Considerados para Convergência

N/Delta	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
2	3	0	0	1	0	0	0	0	0
3	10	2	0	0	0	0	0	0	0
4	11	3	1	0	1	0	0	0	0
5	10	4	2	0	2	0	1	0	0
6	10	5	4	1	1	0	1	0	0
7	11	6	4	2	0	0	0	0	0
8	11	9	4	4	0	0	1	0	0

Agenda

1. Contextualização e cronograma
2. Análises metodológicas e testes preliminares
3. Critério de parada
4. **Backtests e análises prospectivas: premissas e métricas**
5. FTs NEWAVE/DECOMP
6. Dúvidas, contribuições e comentários

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

Contribuições dos agentes/universidades:

- Estender o período sombra para incluir o ano de 2021;
 - A proposta é fazer simulações sombra para **o ano completo de 2022**. Para a verificação do ano de 2021 a proposta foi fazer a **extensão do backtest até junho/2021**, além de **estudos pontuais para meses específicos do ano de 2021 com os níveis de armazenamentos originais**. De qualquer forma, caso algum agente tenha interesse em colaborar fazendo o **período sombra de 2021** as instituições do GT-Metodologia darão **todo o suporte necessário**.
- Análise do PAR(p)-A com diferentes horizontes passados: hidrologia favorável e desfavorável;
 - A análise para **diferentes séries hidrológicas conjunturais está sendo proposta nos estudos prospectivos**. A recomendação do agente de incorporar essas diferentes hidrologias também aos períodos passados **é pertinente e será incorporada aos estudos prospectivos**.

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

Contribuições dos agentes/universidades:

- Avaliar a qualidade da política operativa tendo como referência um **modelo de simulação “realista”** que leve em consideração o que se **observou das entradas exógenas** (contribuição completa constará na ata do workshop).
 - A contribuição é pertinente, e para auxílio na resposta sobre como realizar estudos de *backtest* propomos o esquema:

Opções	Prós	Contras
Utilizar decks vigentes à época considerando os modelos atuais e com as propostas metodológicas em discussão. Encadear os decks do <i>backtest</i> considerando os resultados de cada execução.	Pode-se comparar os resultados obtidos entre os modelos , uma vez que todos consideram as mesmas premissas. As políticas operativas se mantêm (geração termelétrica, por exemplo) tornando possível uma comparação com o realizado.	A comparação dos resultados obtidos pelo encadeamento dos modelos com o realizado não é direta , uma vez que o realizado (carga, afluência, ...) não é o mesmo que foi considerado nos modelos.
Alterar os dados de entrada dos decks do <i>backtest</i> com o que foi observado de variáveis exógenas (carga, afluência e etc.)	Maior proximidade do realizado com o que aconteceu de fato em termos de variáveis exógenas.	Existe a alteração da política operativa . Despacho termelétrico e PLD realizados não podem ser utilizados como referência .
Em cada estágio, fazer duas execuções. Uma para definir a política operativa (despacho termelétrico) com os decks vigentes à época. Outra simulando os decks do <i>backtest</i> com o despacho termelétrico definido e com as variáveis exógenas atualizadas.	O resultado da simulação é um bom proxy com o realizado , permitindo comparar os resultados simulados para cada estágio com o realizado diretamente.	Exige processos operacionais e uma janela tempo de processamento maior que o GT . Metodologia dispõe para o presente ciclo.

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


Contribuições dos agentes/universidades:

- Avaliar a qualidade da política operativa tendo como referência um modelo de simulação “realista” que leve em consideração o que se observou das entradas exógenas (contribuição completa constará na ata do workshop).
 - A contribuição é pertinente, e para auxílio na resposta sobre como realizar estudos de *backtest* propomos o esquema:

Opcões	Prós	Contras
Utilizar decks vigentes à época considerando os modelos atuais e com as propostas metodológicas em discussão. Encadear os decks do <i>backtest</i> considerando os resultados de cada execução.	Pode-se comparar os resultados obtidos entre os modelos , uma vez que todos consideram as mesmas premissas. As políticas operativas se mantêm (geração termelétrica, por exemplo) tornando possível uma comparação com o realizado.	A comparação dos resultados obtidos pelo encadeamento dos modelos com o realizado não é direta , uma vez que o realizado (carga, afluência, ...) não é o mesmo que foi considerado nos modelos.
Alterar os dados de entrada dos decks do <i>backtest</i> com o que foi observado de variáveis exógenas (carga, afluência e etc.)	Maior proximidade do realizado com o que aconteceu de fato em termos de variáveis exógenas.	Existe a alteração da política operativa. Despacho termelétrico e PLD realizados não podem ser utilizados como referência .
Em cada estágio, fazer duas execuções. Uma para definir a política operativa (despacho termelétrico) com os decks vigentes à época. Outra simulando os decks do <i>backtest</i> com o despacho termelétrico definido e com as variáveis exógenas atualizadas.	O resultado da simulação é um bom proxy com o realizado , permitindo comparar os resultados simulados para cada estágio com o realizado diretamente.	Exige processos operacionais e uma janela tempo de processamento maior que o GT Metodologia dispõe para o presente ciclo.



Solução utilizada atualmente

“Solução ideal” a ser estudada em ciclos futuros.



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

Backtest e análises prospectivas - Definição após contribuições iniciais dos agentes



Metodologia	<ul style="list-style-type: none">Seleção dos pares a partir de resultados nos modelos NEWAVE-DECOMP-DESSEM (“Análise paretos”) <p style="text-align: right;">Próxima reunião</p>
Premissas backtest	<ul style="list-style-type: none">Backtest encadeado para casos de PMOPeríodo de simulação: Dez/2015 a Jun/20212 bases (PAR(p) / PAR(p)-A e risco atual) + 4 sensibilidades de parâmetros do CVaR <p style="text-align: right;"></p>
Premissas análises prospectivas	<ul style="list-style-type: none">Casos de PLD2 bases (PAR(p) / PAR(p)-A e risco atual) + 4 sensibilidades de parâmetros do CVaRPeríodo de simulação: Dez/2021 a Nov/20224 cenários hidrológicos, com volumes iniciais diferentes<ul style="list-style-type: none">120% MLT – EARM inicial = equivalente dez/201160% MLT – EARM inicial = equivalente dez/201180% MLT – EARM inicial = equivalente dez/202060% MLT – EARM inicial = equivalente dez/2020Premissas :<ul style="list-style-type: none">Se disponível na data corte utilizar os dados de cadastro das UHEs do 2º ciclo do GTDPRestrições hidráulicas ordinárias (não flexibilizadas) - Deck vigente outubro/2021Execução sem corte de carga (sem déficit) <p style="text-align: right;"></p>

Outubro 2021							
Nº	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do
39					1	2	3
40	4	5	6	7	8	9	10
41	11	12	13	14	15	16	17
42	18	19	20	21	22	23	24
43	25	26	27	28	29	30	31

Início da Etapa 2

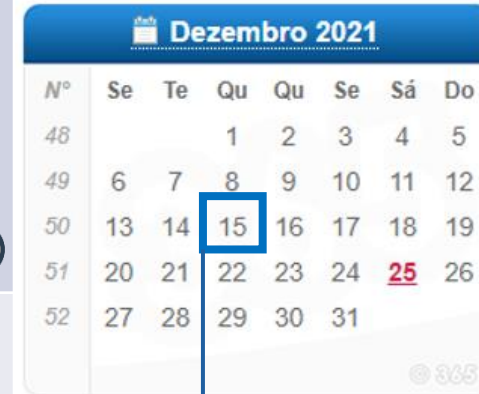
Ciclo de trabalho 2021/2022: PAR(p)-A + Calibração do CVaR

Backtest e análises prospectivas - Definição após contribuições iniciais dos agentes

Métricas físicas	<ul style="list-style-type: none">• Energia Armazenada• Geração térmica/hidráulica• Índice de Eficiência (Custo x EARM)• Vertimento 
Métricas financeiras	<ul style="list-style-type: none">• CMO/PLD e volatilidade• Custos do despacho térmico• GSF e impacto no MRE• Impacto na Garantia Física• Impacto no Planejamento da Expansão (Análise de Requisitos)• Impacto nas distribuidoras• Impacto tarifário<ul style="list-style-type: none">• GSF (risco hidrológico)• CCEAR-D (contrato de disponibilidade)• Encargo de energia de reserva (ERR)• Exposição da distribuidora no MCP (balanço contratual) 

Dezembro 2021

Nº	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do
48			1	2	3	4	5
49	6	7	8	9	10	11	12
50	13	14	15	16	17	18	19
51	20	21	22	23	24	25	26
52	27	28	29	30	31		



Final da Etapa 2

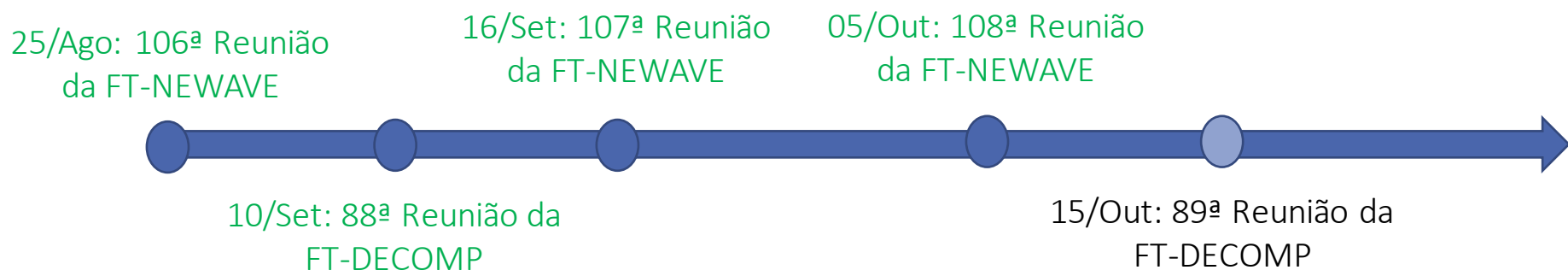
Agenda

1. Contextualização e cronograma
2. Análises metodológicas e testes preliminares
3. Critério de parada
4. Backtests e análises prospectivas: premissas e métricas
5. **FTs NEWAVE/DECOMP**
6. Dúvidas, contribuições e comentários

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

FTs NEWAVE/DECOMP **Em andamento**

Setembro a 15/Octubro



FT NEWAVE

- Validar a versão 27.4.13 (PAR(p)-A exato na formulação da PDDE)

FT DECOMP

- Validar a versão 30.15 (ajuste da leitura do número de cortes vindo do NW de 30.000; ajuste da leitura do arquivo vazoes.rvx para 600 postos)



Pouca participação dos agentes na execução dos testes!!!

Agenda

1. Contextualização e cronograma
2. Análises metodológicas e testes preliminares
3. Critério de parada
4. *Backtests* e análises prospectivas: premissas e métricas
5. FTs NEWAVE/DECOMP
6. **Dúvidas, contribuições e comentários**

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

Dúvidas, contribuições e comentários



- Definição do critério de parada
- Definição das premissas e métricas - *backtest* e análises prospectivas
- Outras contribuições técnicas

Solicitar a abertura do microfone pelo ícone



Próximos passos



- Workshop 20/outubro:
 - Conclusão das atividades da Etapa 1
 - Resultados das simulações para o conjunto de parâmetros do CVaR → Definição dos 4 pares para sensibilidade dos *backtests* e análises prospectivas

Próximas datas do Workshop:



- 20/10 - 9h às 11h
- 10/11 - 9h às 11h
- 13/12 - 15h às 17h

Outubro 2021							Novembro 2021								
Nº	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Nº	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do
39					1	2	3	44	1	2	3	4	5	6	7
40	4	5	6	7	8	9	10	45	8	9	10	11	12	13	14
41	11	12	13	14	15	16	17	46	15	16	17	18	19	20	21
42	18	19	20	21	22	23	24	47	22	23	24	25	26	27	28
43	25	26	27	28	29	30	31	48	29	30					

Dezembro 2021							
Nº	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do
48			1	2	3	4	5
49	6	7	8	9	10	11	12
50	13	14	15	16	17	18	19
51	20	21	22	23	24	25	26
52	27	28	29	30	31		

Dúvidas e contribuições podem ser enviadas para gtmet.cpamp@ccee.org.br

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