

Workshop GT Metodologia/CPAMP

Segunda fase da Consulta Pública MME nº109

Relatório Complementar – Atividades do Ciclo 2019/2020/2021

GT METODOLOGIA

Coordenação:  ccee

07/07/2021

Membros:

Assessoria Técnica:

Agenda

1. Contextualização

2. *Backtests 2020-fev/2021*

- Armazenamento
- CMO/PLD
- Geração térmica
 - Custo de geração térmica
 - Encargo GFOM
- Geração hidráulica
 - GSF e Impacto no MRE
 - Deslocamento hidráulico
- Bandeiras Tarifárias
- Garantia Física

3. *Sumário dos Impactos e Recomendações*

Agenda

1. Contextualização

2. *Backtests 2020-fev/2021*

- Armazenamento
- CMO/PLD
- Geração térmica
 - Custo de geração térmica
 - Encargo GFOM
- Geração hidráulica
 - GSF e Impacto no MRE
 - Deslocamento hidráulico
- Bandeiras Tarifárias
- Garantia Física

3. *Sumário dos Impactos e Recomendações*

Contextualização - Cronograma

Histórico versões NEWAVE e correções ao longo da avaliação do GT Metodologias

03/01/2020 – Versão 27.1 – Modelo NEWAVE com gerador de cenários do PAR(p)-A

15/01/2020 – Versão 27.2 – Opção de redução automática da ordem do modelo estocástico PAR(p)-A

30/01/2020 – Versão 27.2.1 – Ajuste no cálculo da matriz de carga compensada para casos com PAR(p)-A

31/01/2020 – Versão 27.2.2 – Ajuste na leitura do arquivo contendo as energias da simulação final histórica com PAR(p)-A

06/03/2020 – Versão 27.2.4 – Ajuste na funcionalidade simulação final histórica em casos com PAR(p)-A

03/07/2020 – Versão 27.4 – Ajuste na opção do NWLISTCF em casos com PAR(p)-A

Relatórios elaborados pelo CEPEL sobre o PAR(p)-A

31/mar/20 – Metodologia do PAR(p)-A

31/jul/20 – Consideração do PAR(p)-A no algoritmo da PDDE

19/out/20 – Versões finais dos relatórios

19/mai/21 – Testes Estatísticos para Avaliação de Aderência entre Séries Históricas de Energias Naturais Afluentes ao SIN e Cenários Sintéticos dos modelos PAR(p) e PAR(p)-A

07/jul/21 – Relatório Técnico CEPEL 1941/2021 - Revisão da construção dos cortes de Benders ao considerar o Modelo Autorregressivo Periódico Anual (PAR(p)-A) no Algoritmo de Programação Dinâmica Dual Estocástica



Contextualização - Cronograma

Versão	Correção / Implementação	Data de envio pelo Cepel
27.4.2	Pacote GT Met + Hidrograma Belo Monte	29/jan/21
27.4.3	Pacote GT Met + Hidrograma Belo Monte + correção PAR(p)-A	05/fev/21
27.4.4	Ajuste no tratamento dado para as mudanças de configuração na função de autocorrelação parcial - FACP - que é o método usado pra calcular os coeficientes do modelo PAR(p)	27/fev/21
27.4.5	Ajuste na escrita do arquivo cortese.dat	02/mar/21
27.4.6	Correção na parcela "X"	30/abr/21
27.4.7	Ajuste na redução automática da ordem do modelo PAR(p)-A	18/mai/21
27.4.8_CPAMP	Ajuste na construção de novos cortes da PDDE com uso do PAR(p)-A	18/jun/21

Reuniões da FT NEWAVE

101ª reunião - 01/02/2021

102ª reunião - 12/02/2021

103ª reunião - 03/03/2021

104ª reunião - 08/04/2021

105ª reunião - 12/05/2021



34 testes focados na metodologia do PAR(p)-A, geração de cenários e impactos no modelo NEWAVE

Workshops com os Agentes

18/jun/2020 - Atividades ciclo 2019-20

17/dez/2020 - Atividades ciclo 2019-20-21

9/abr/2021 - Atividades ciclo 2020-21

9/jun/2021 - Abertura da CP MME



Contextualização – Consulta Pública



Consulta Pública MME nº103
13/jan/21 à 22/fev/21

Consulta Pública MME nº109
2/jun/21 à 2/jul/21

2ª fase da Consulta Pública MME nº109
5/jul/21 à 12/jul/21

Deliberação da plenária da CPAMP
Até 31/jul/21

- × Volatilidade
- ✓ PAR(p)-A
- ✓ Produtibilidade

- × Taxa de desconto
- × **Produtibilidade**
- ✓ PAR(p)-A
- ✓ VminOp (RHE)
- ✓ Elevação EArm
- ✓ Parametrização do CVaR

- × **PAR(p)-A**
- ✓ VminOp (RHE)
- ✓ Elevação EArm
- ✓ Parametrização do CVaR

Apresentação do CEPEL

Agenda

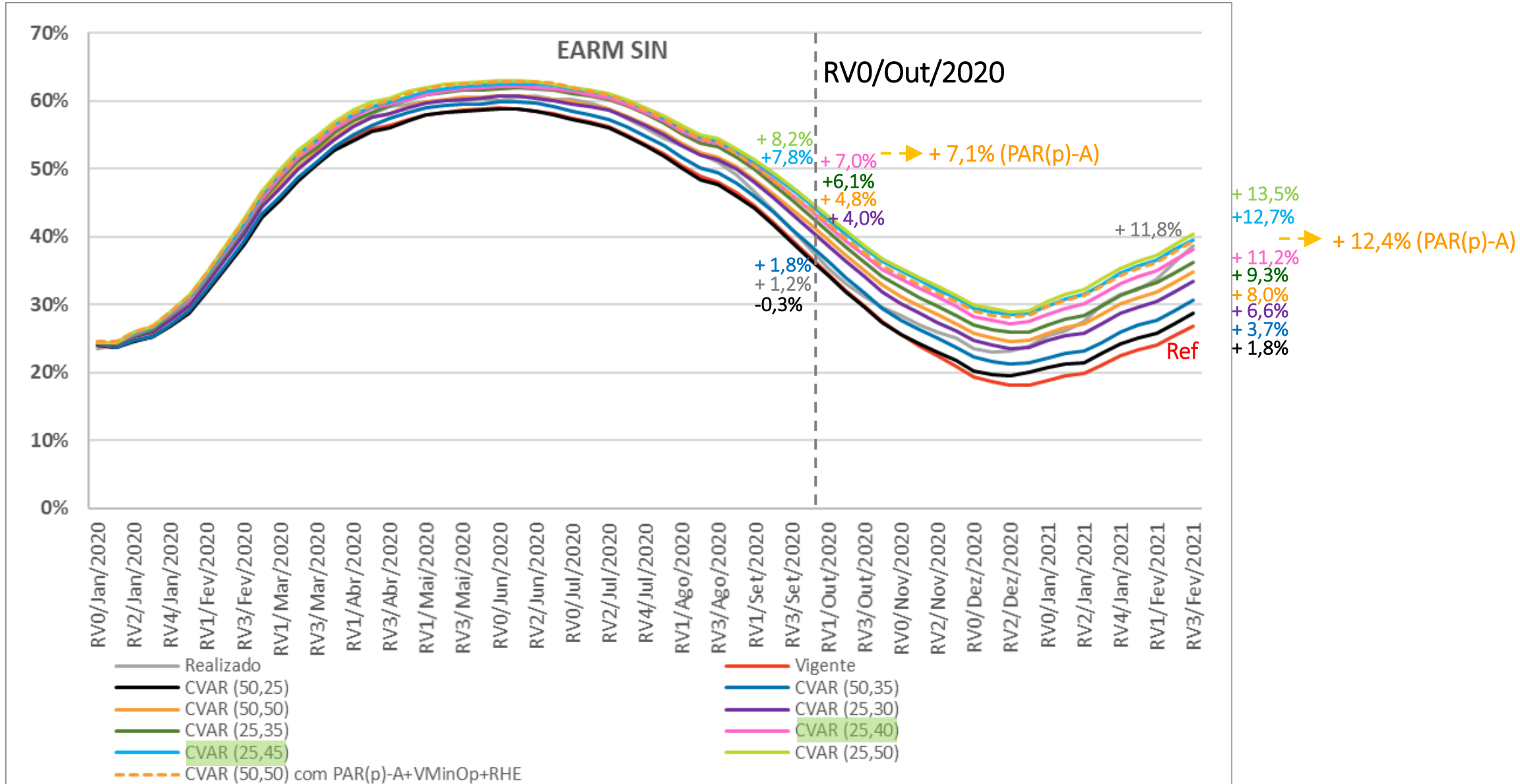
1. Acompanhamento das atividades do ciclo 2020-21

2. *Backtests 2020-fev/2021*

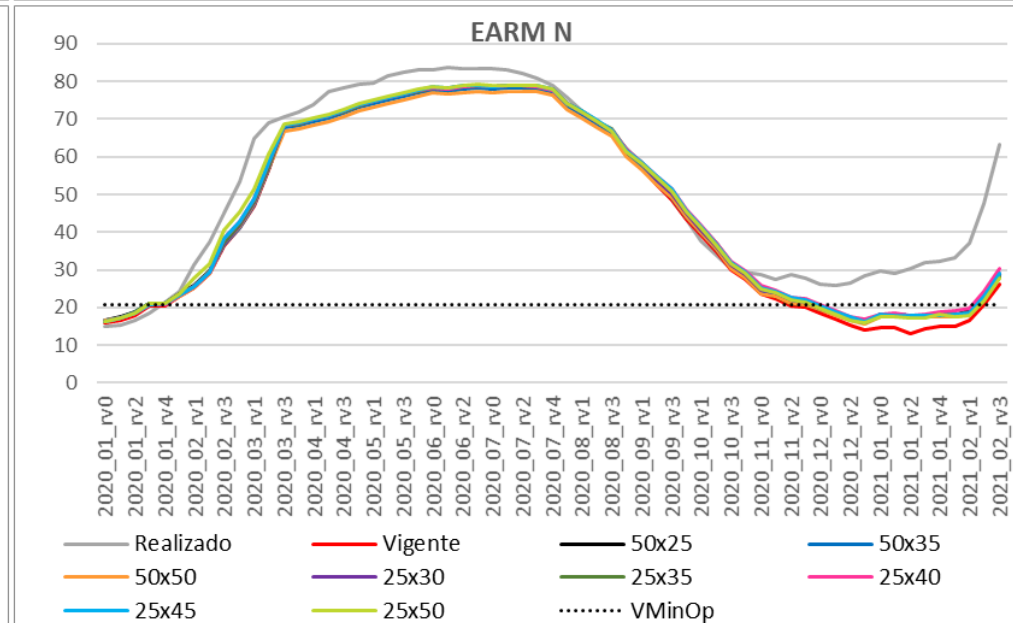
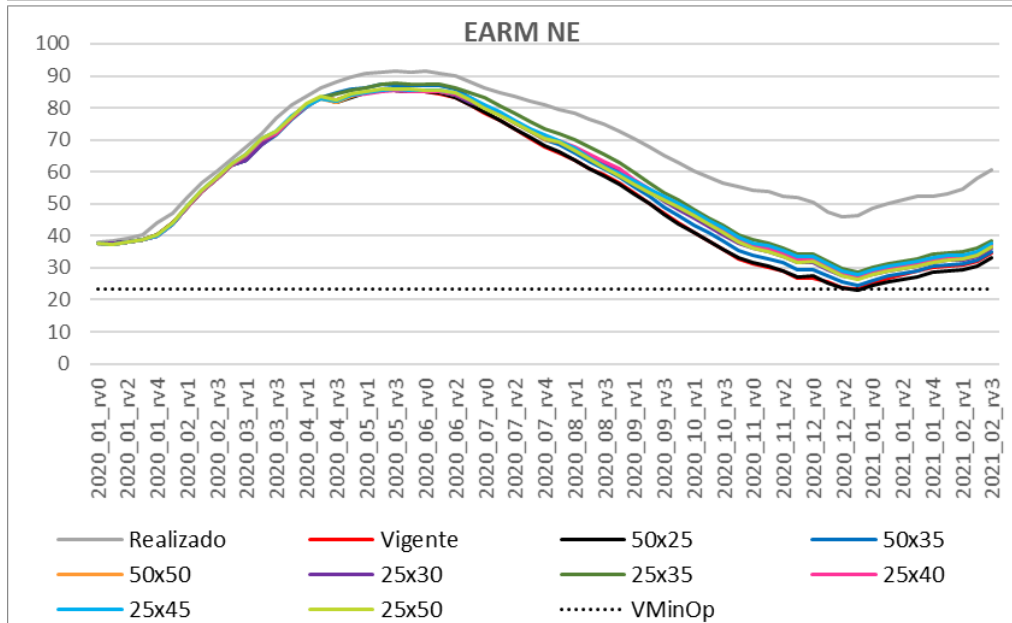
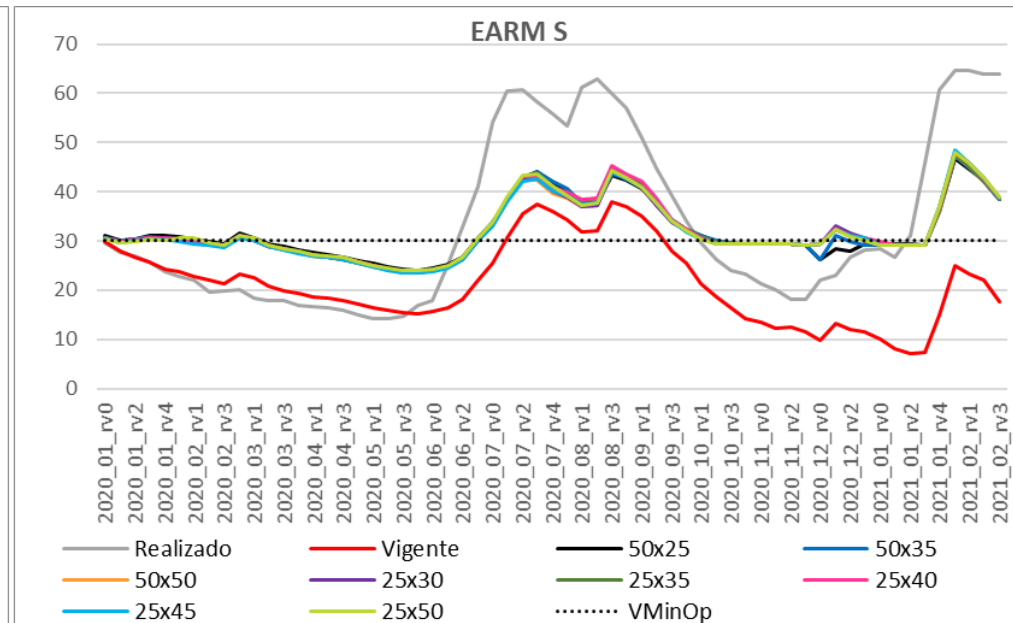
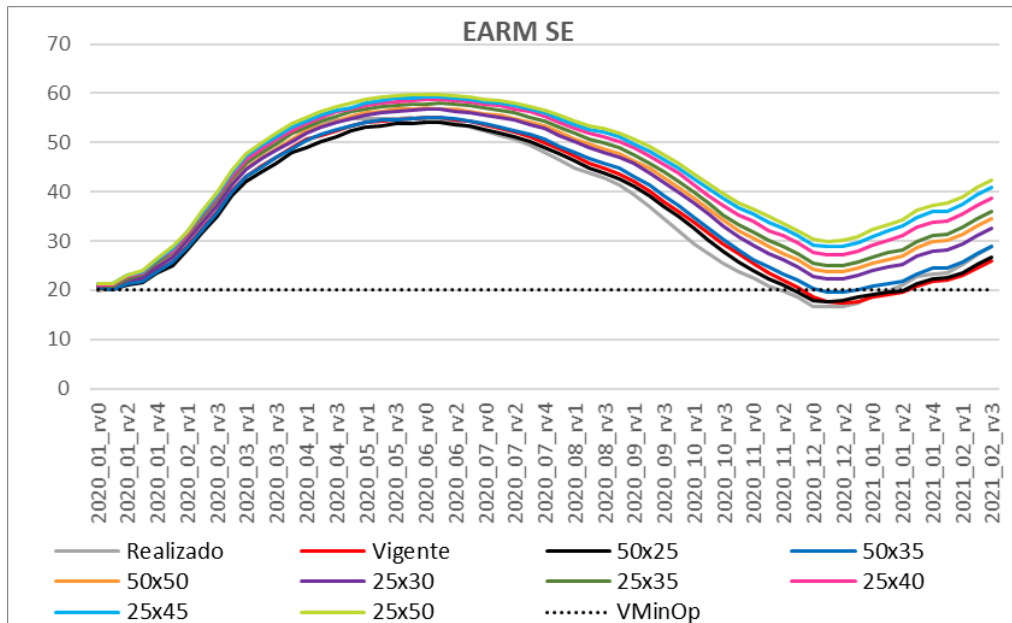
- Armazenamento
- CMO/PLD
- Geração térmica
 - Custo de geração térmica
 - Encargo GFOM
- Geração hidráulica
 - GSF e Impacto no MRE
 - Deslocamento hidráulico
- Bandeiras Tarifárias
- Garantia Física

3. *Sumário dos Impactos e Recomendações*

Resultados backtest período 2020-2021: com PAR(p)



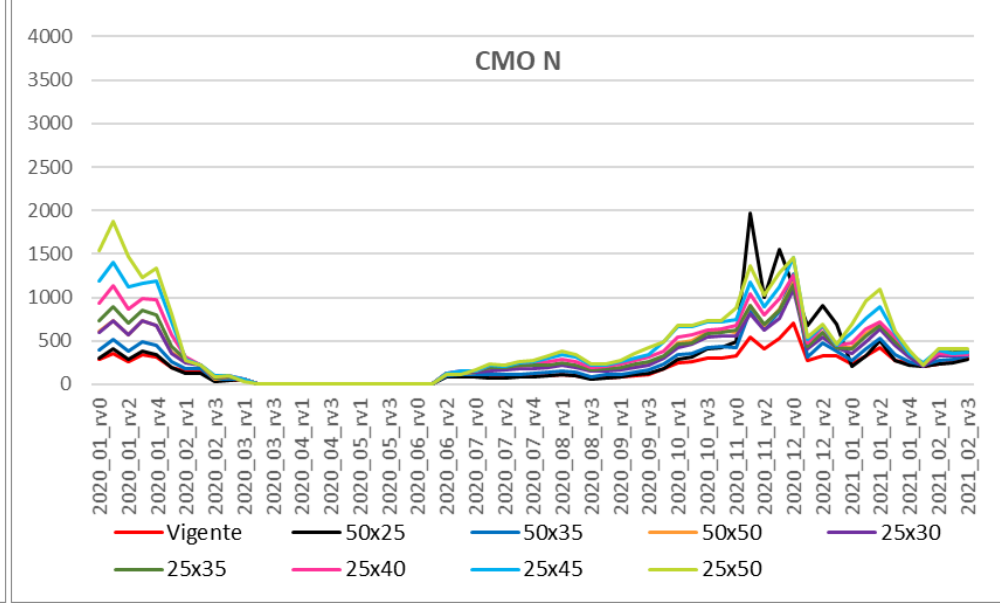
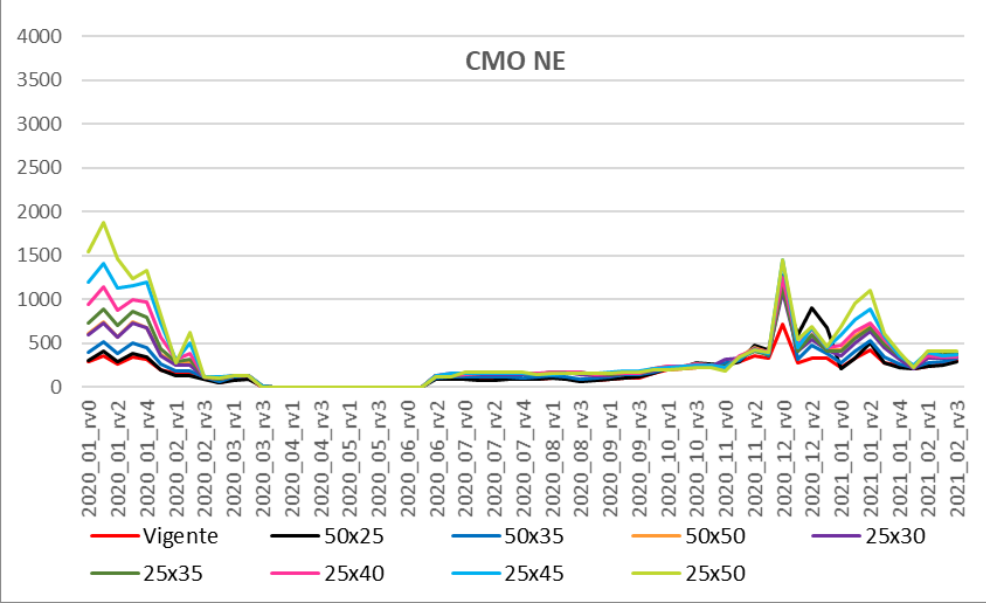
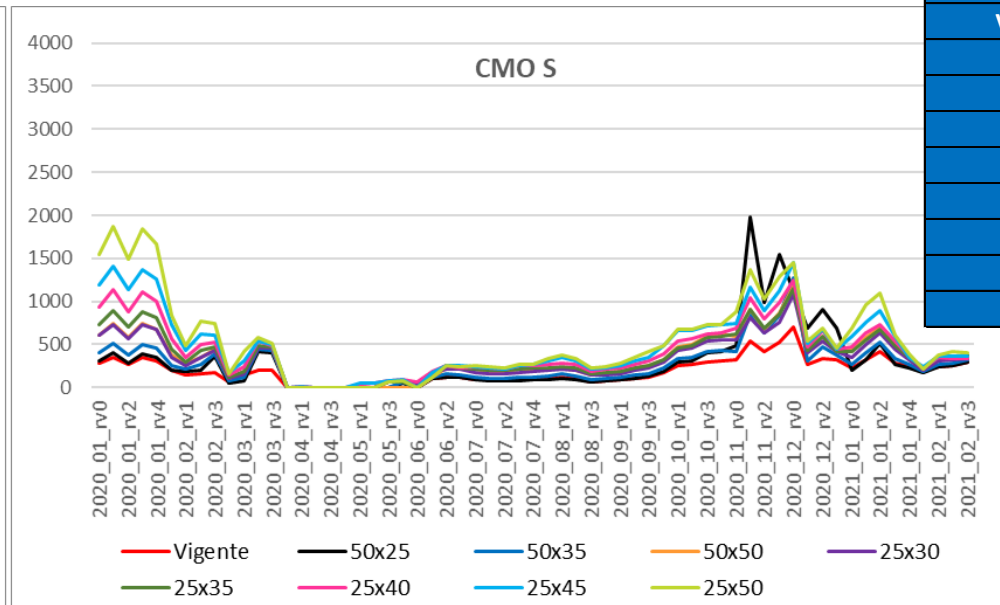
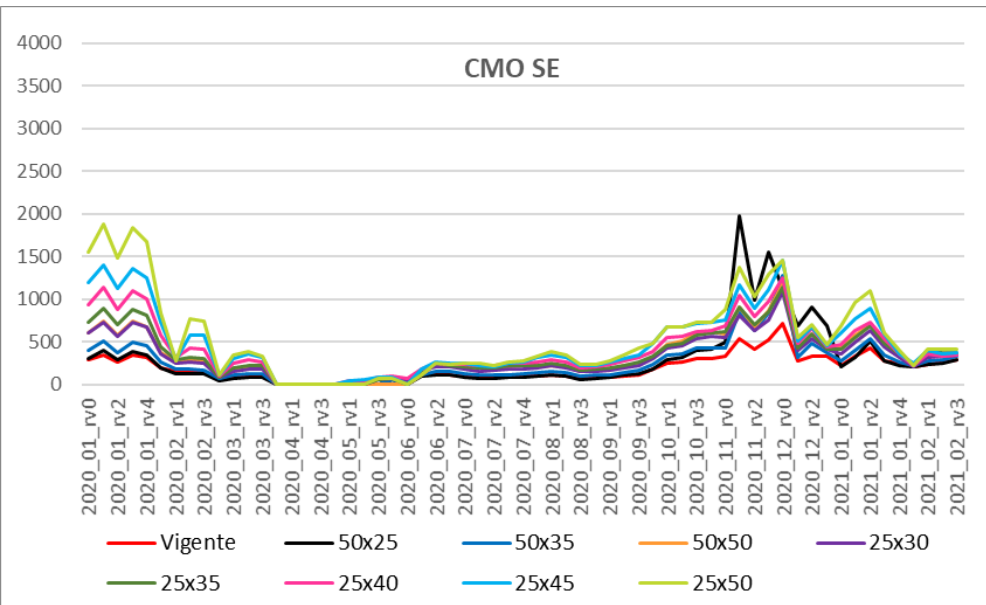
Resultados backtest período 2020-2021: com PAR(p)



Resultados backtest período 2020-2021: com PAR(p)

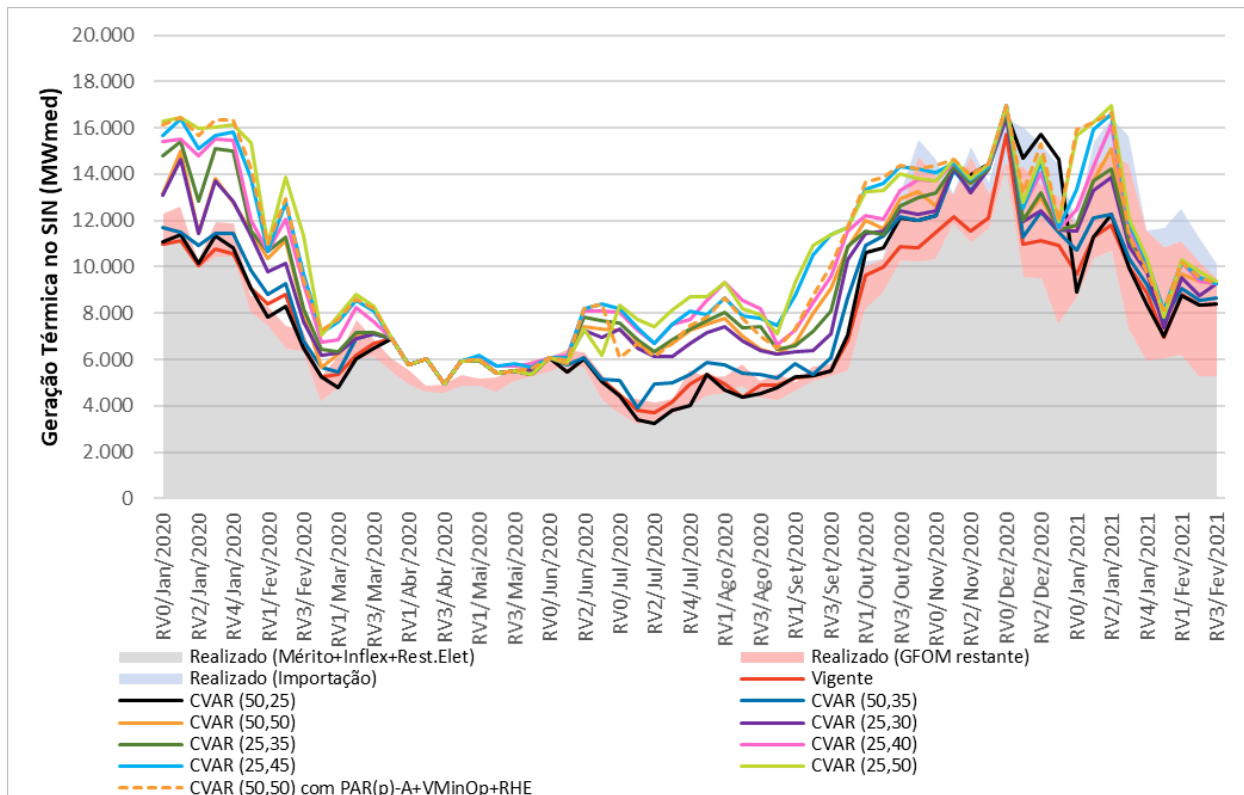
Período 2020-2021	PLD/CMO médio do período [R\$/MWh]	[%]
Realizado	182,50	-
Vigente	189,08	Ref
50X25	274,31	45%
50X35	254,00	34%
50X50	334,55	77%
25X30	313,33	66%
25X35	354,44	87%
25X40	410,62	117%
25X45	474,92	151%
25X50	541,38	186%

R\$ 516,22/MWh (PAR(p)-A)

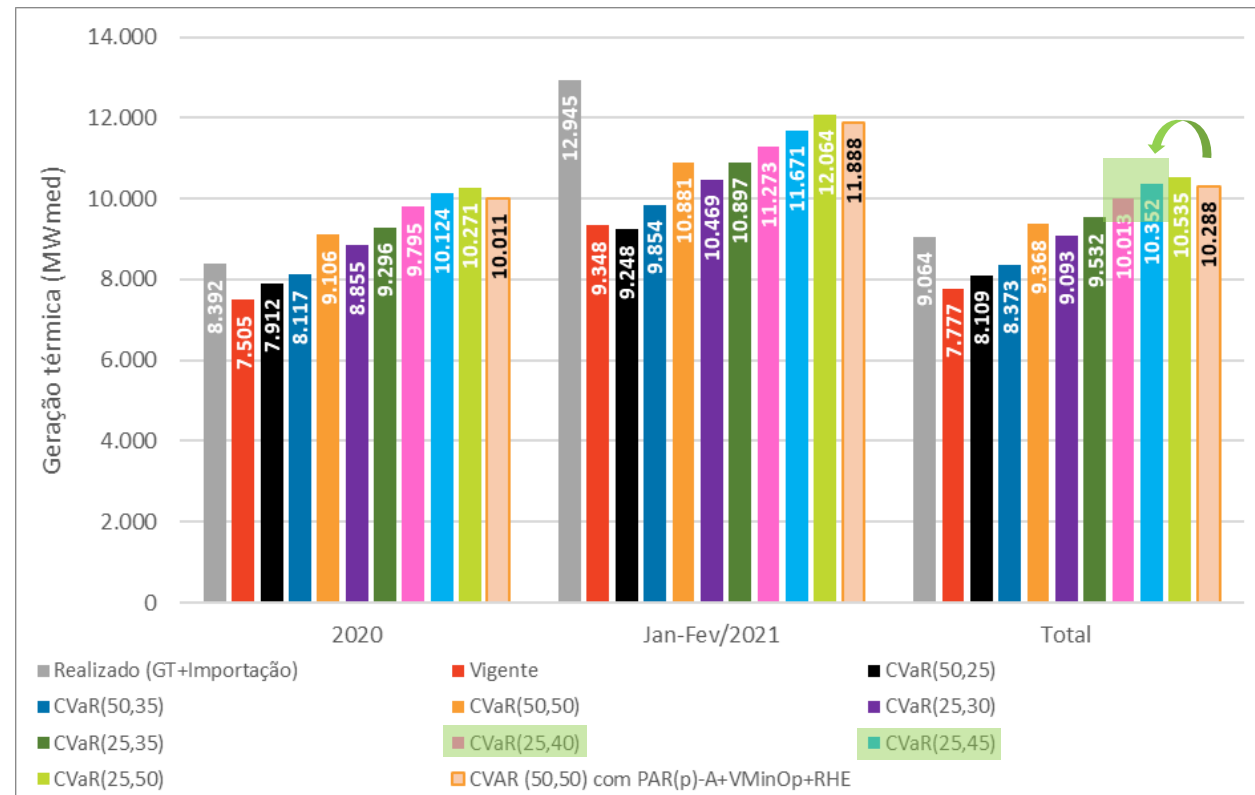


Despacho térmico: Jan/2020 a Fev/2021: com PAR(p)

Geração térmica no SIN (MWmed)



Geração térmica no SIN (MWmed)



Bases compatibilizadas

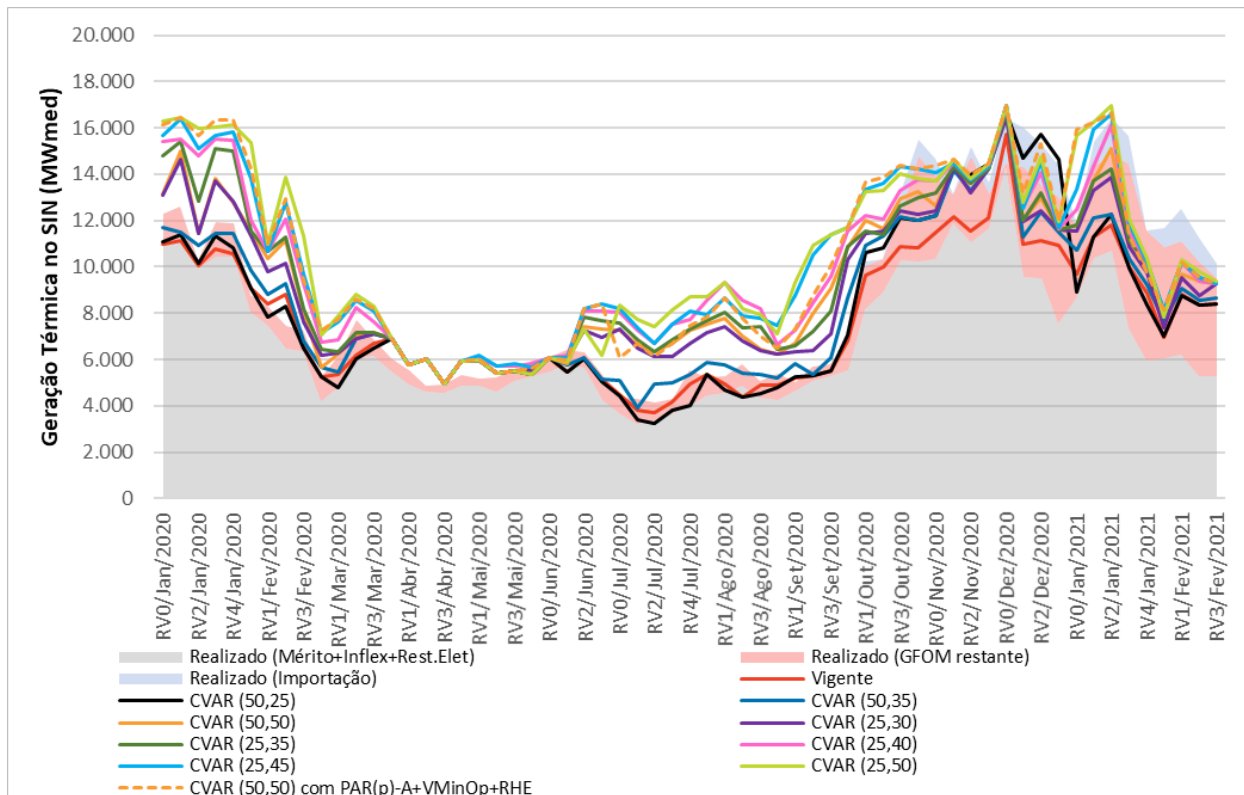
Realizado: dados SAGIC (ONS)

Backtests: decks ONS

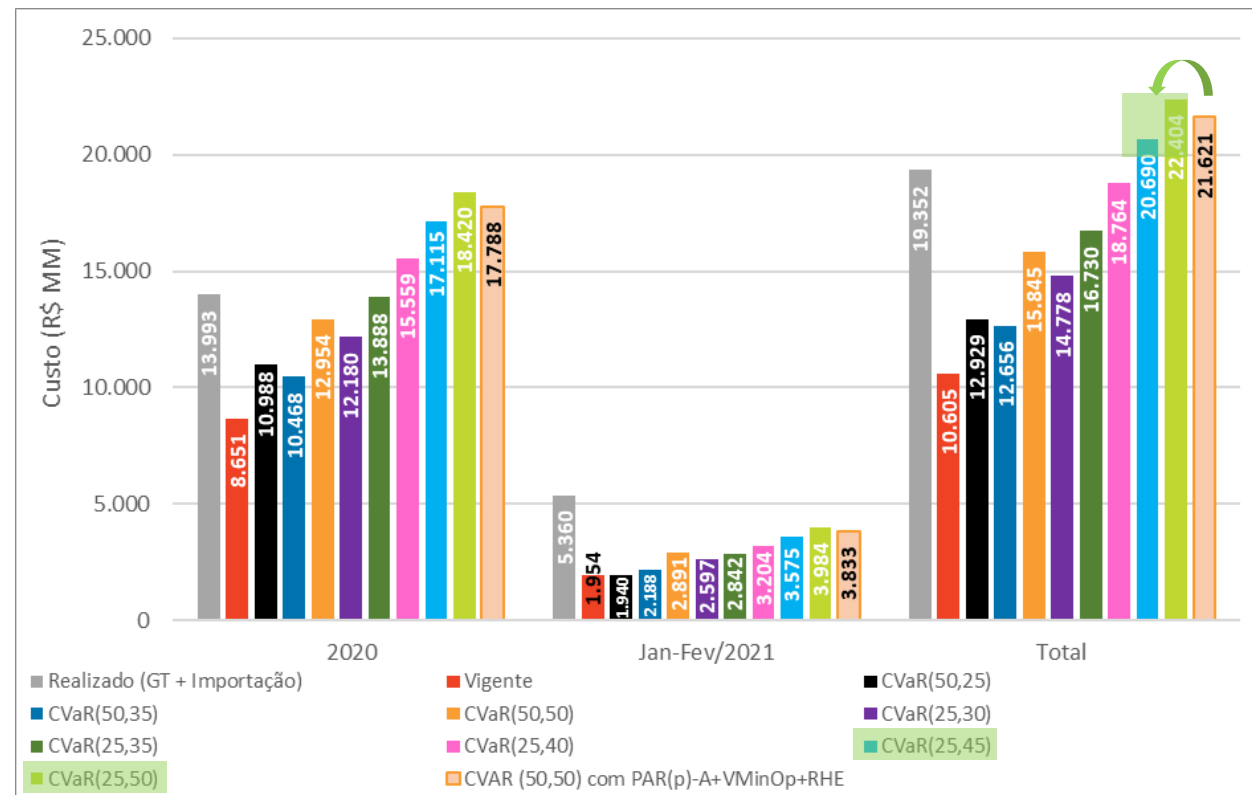
*GFOM realizado = GT_verificada - (Mérito + Inflexibilidade + Restrições Elétricas)_modelo

Despacho térmico: Jan/2020 a Fev/2021: com PAR(p)

Geração térmica no SIN (MWmed)



Custo total de geração térmica no SIN (R\$ MM)



Bases compatibilizadas

Realizado: dados SAGIC (ONS)

Backtests: decks ONS

Custo GFOM* (R\$ MM)

	Realizado
2020	6.539
Jan-Feb/2021	4.094
Total	10.633

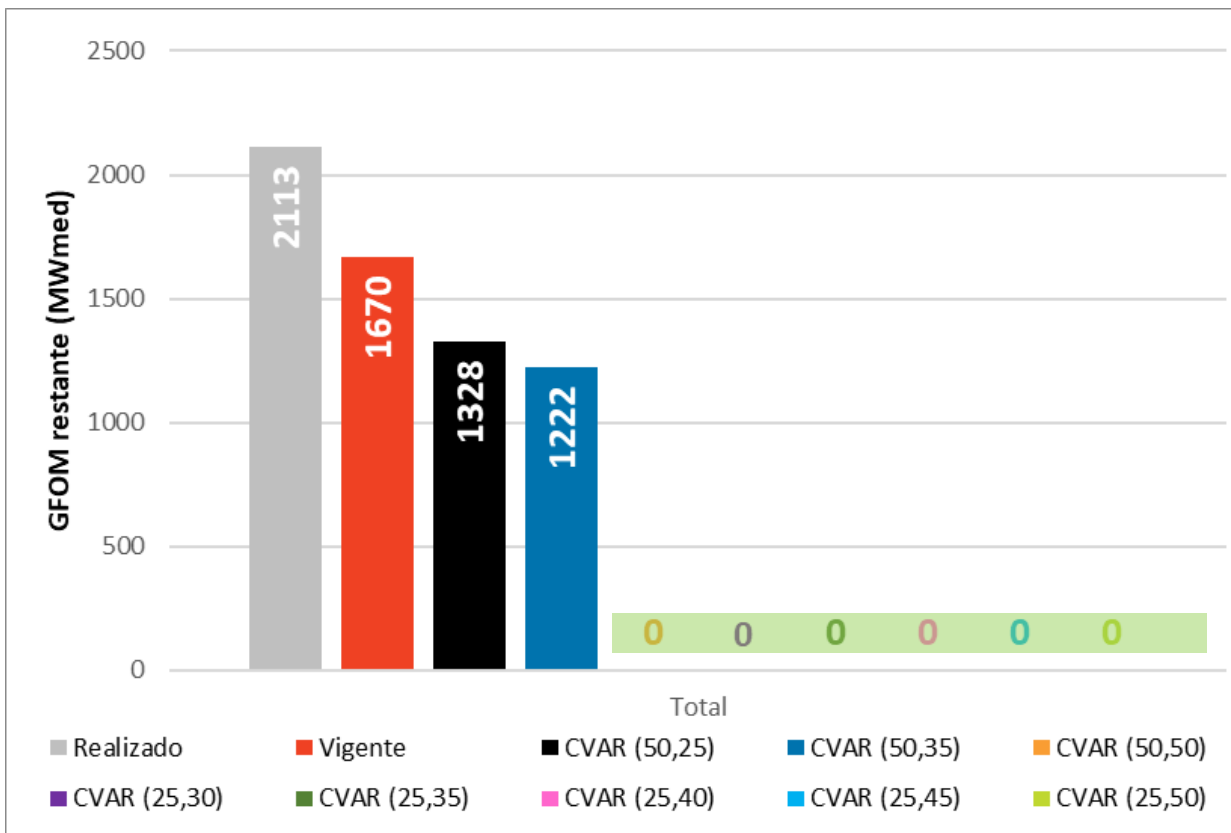
Encargo GFOM* (R\$ MM)

	Realizado
2020	3.063
Jan-Feb/2021	2.310
Total	5.373

*GFOM realizado = GT_verificada - (Mérito + Inflexibilidade + Restrições Elétricas)_modelo

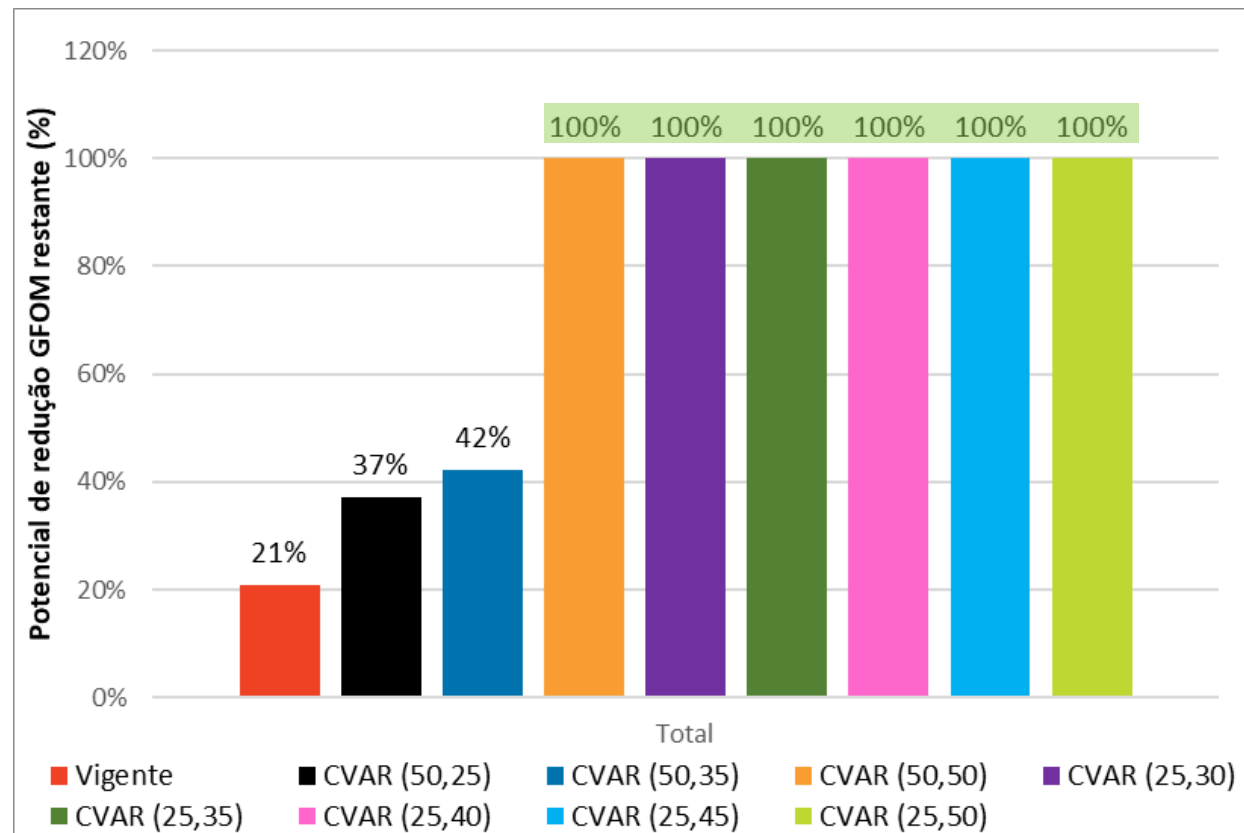
Despacho térmico: Jan/2020 a Fev/2021: com PAR(p)

GFOM restante*(MWmed)



Potencial de redução da GFOM restante* realizada (%)

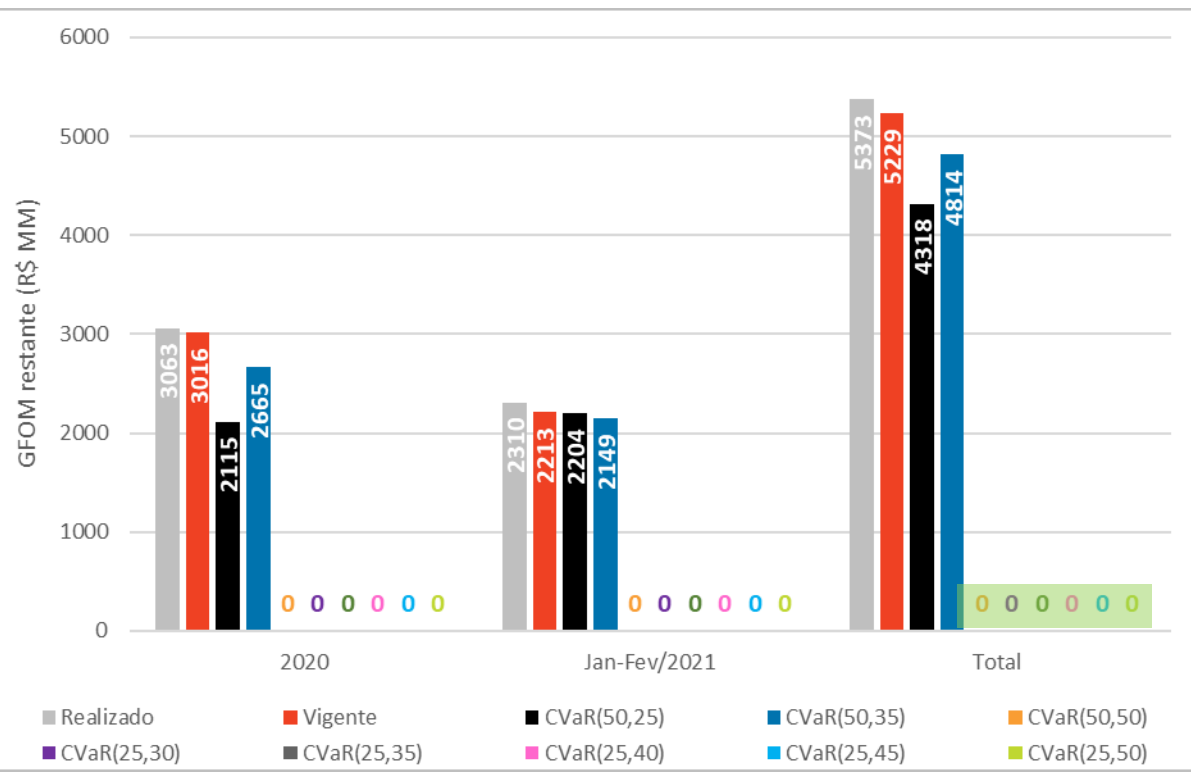
MWmed



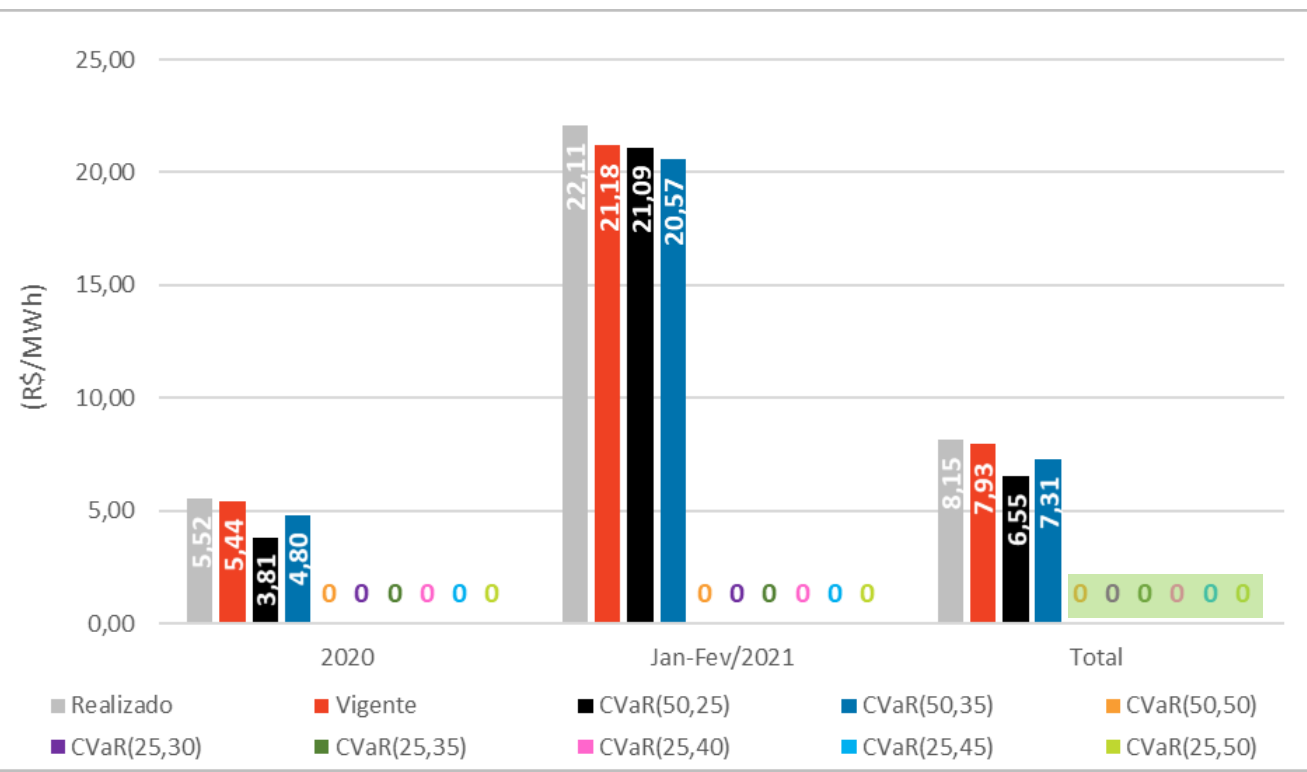
*GFOM_restante = GT_verificada - (Mérito + Inflexibilidade + Restrições Elétricas)_modelo

Despacho térmico: Jan/2020 a Fev/2021: com PAR(p)

GFOM restante*(R\$ MM)



GFOM restante* / Carga (R\$/MWh)



*GFOM_restante = GT_verificada - (Mérito + Inflexibilidade + Restrições Elétricas)_modelo

Agenda

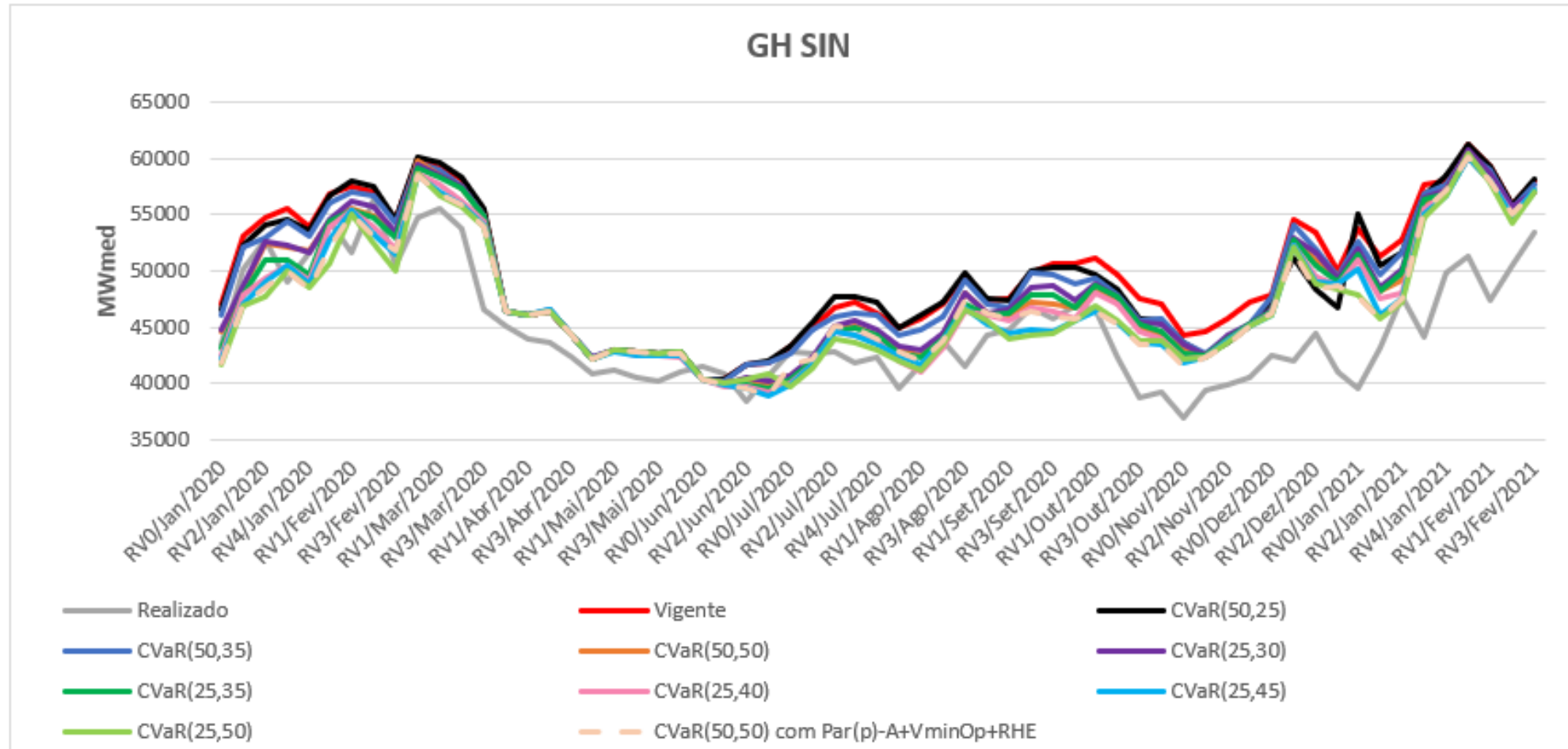
1. Acompanhamento das atividades do ciclo 2020-21

2. *Backtests 2012-2015 e 2020-fev/2021*

- Armazenamento
- CMO/PLD
- Geração térmica
 - Custo de geração térmica
 - Encargo GFOM
- Geração hidráulica
 - GSF e Impacto no MRE
 - Deslocamento hidráulico
- Bandeiras Tarifárias
- Garantia Física

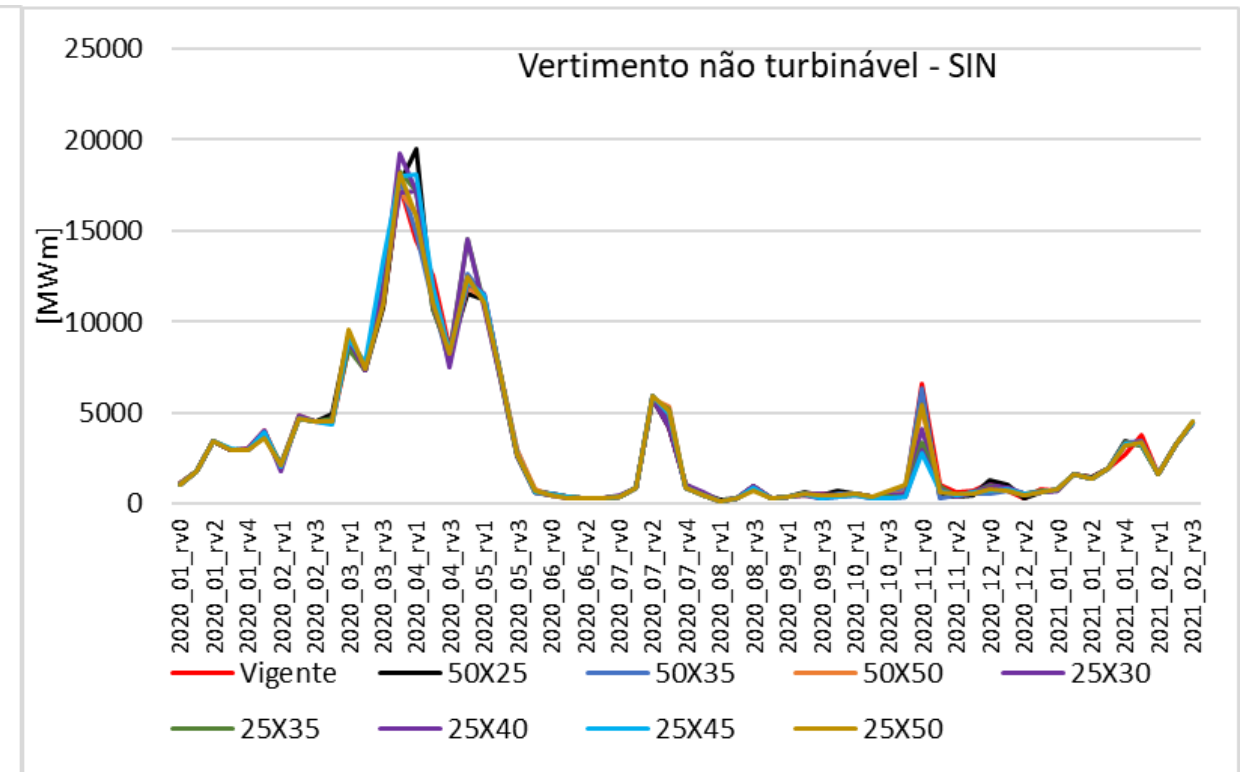
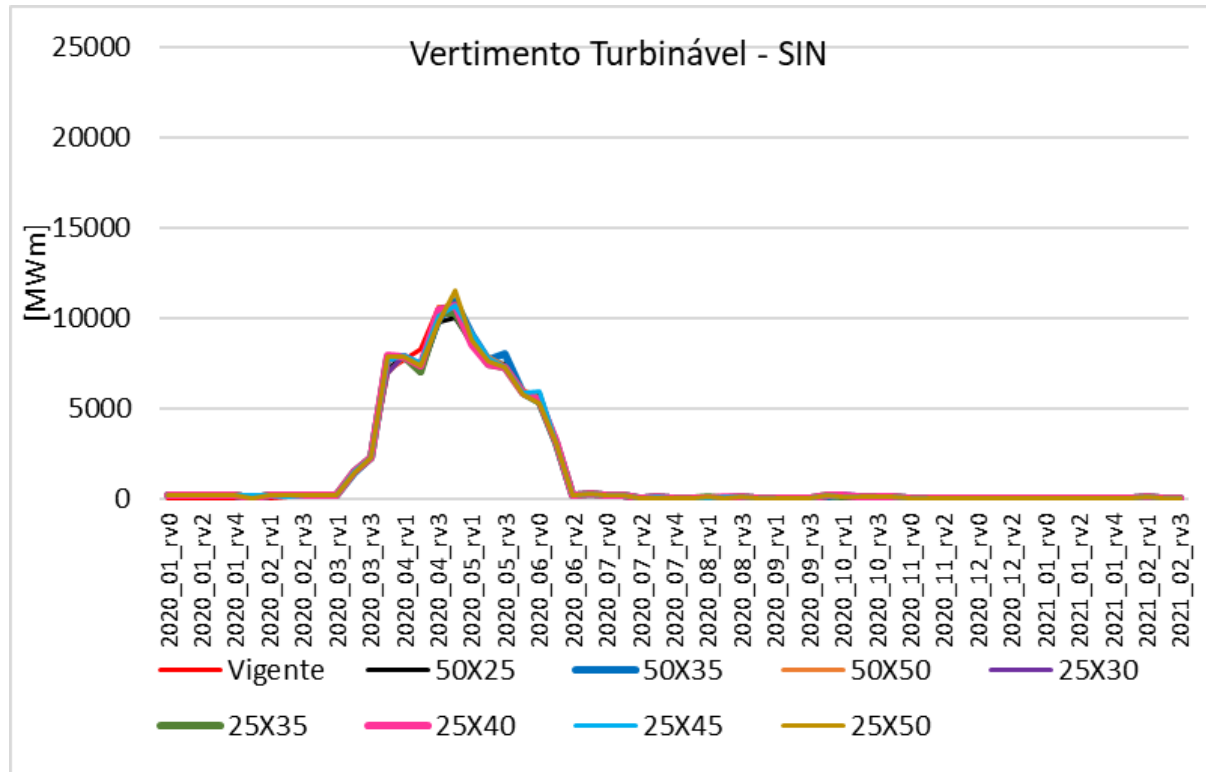
3. *Sumário dos Impactos e Recomendações*

Despacho Hidráulico: 2020-2021 – Geração Hídrica - com PAR(p)



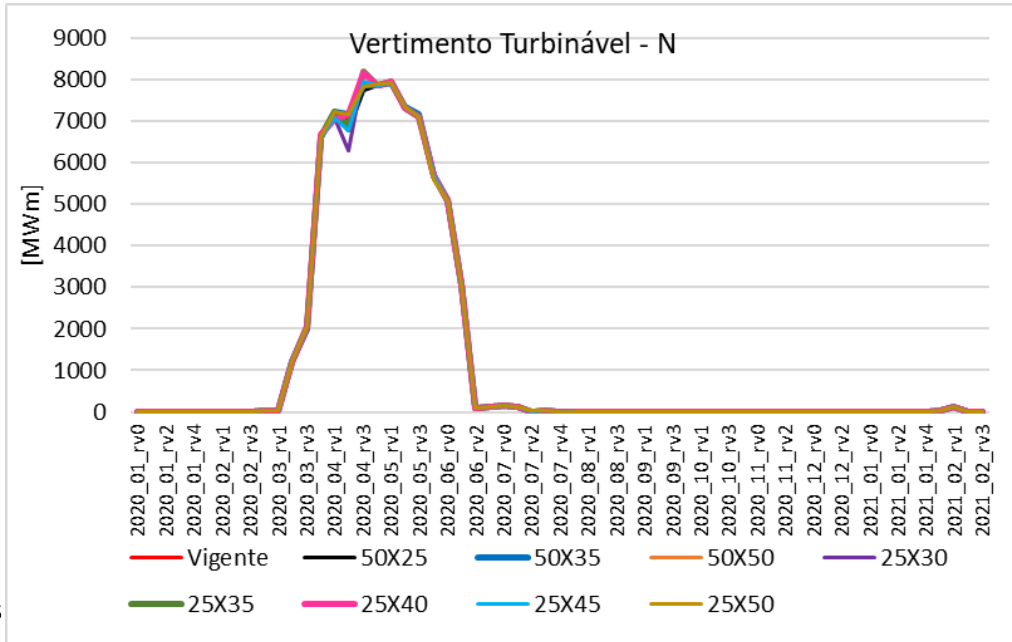
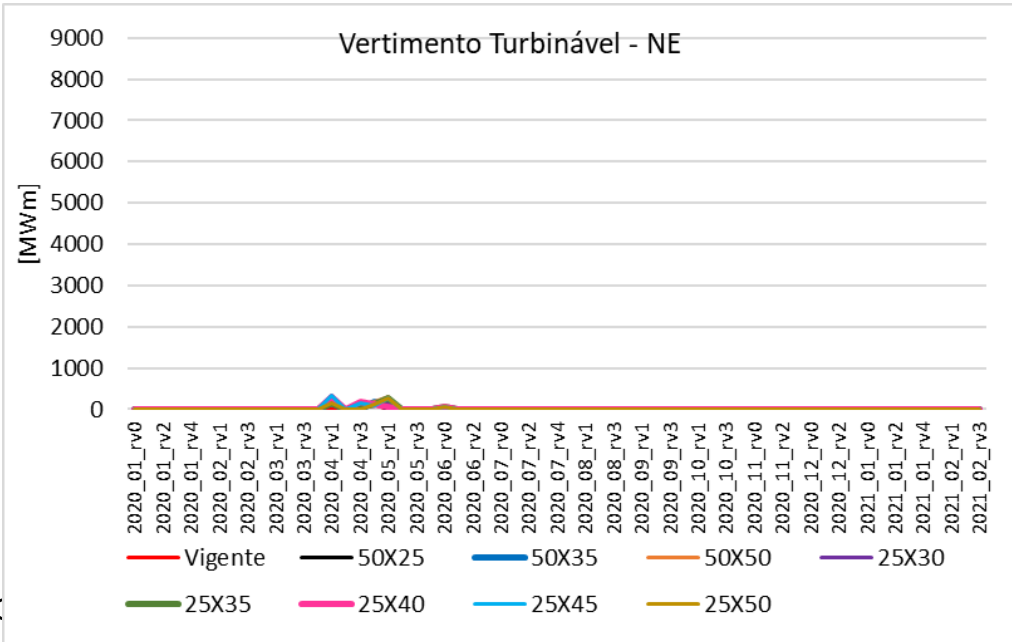
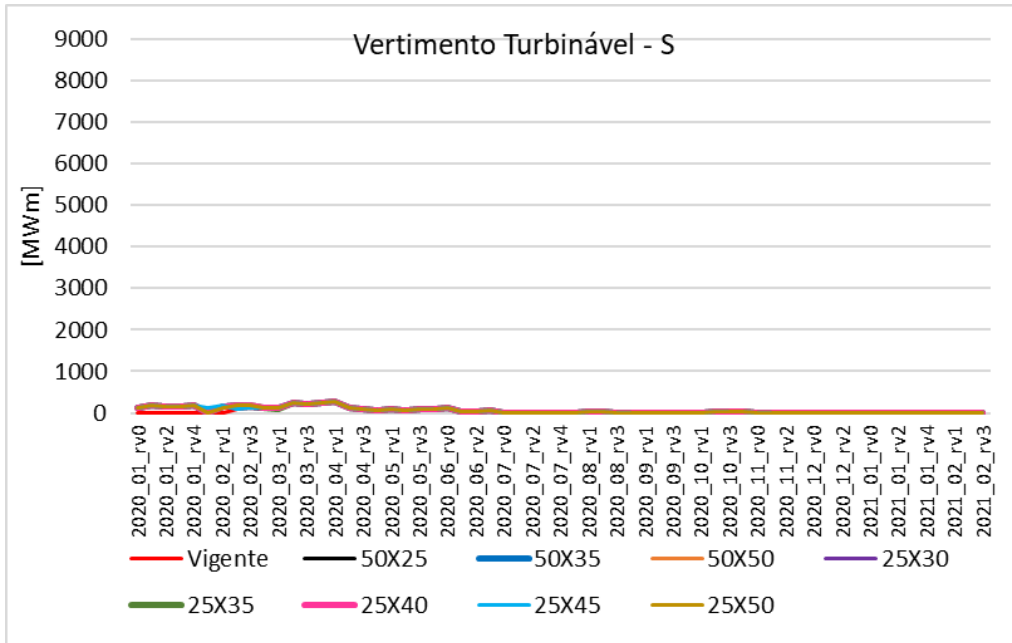
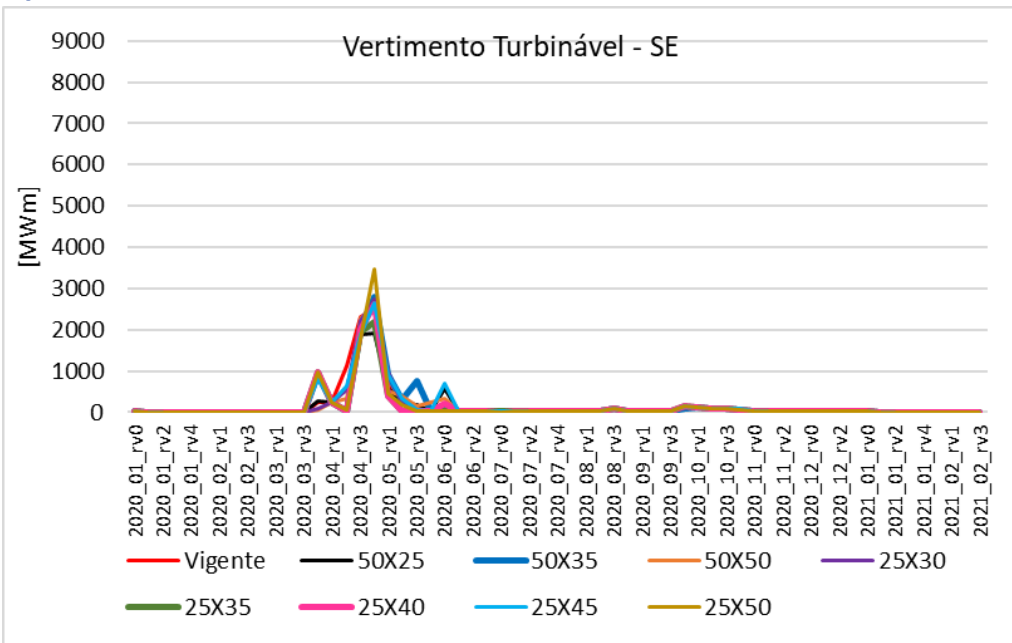
Caso	GH Média (MWmed)
Realizado	44.914
Vigente	49.800
CVaR(50,25)	49.408
CVaR(50,35)	49.125
CVaR(50,50)	48.135
CVaR(25,30)	48.415
CVaR(25,35)	47.965
CVaR(25,40)	47.504
CVaR(25,45)	47.193
CVaR(25,50)	46.996
CVaR(50,50) com Par(p)-A +VminOp+RHE	47.258

Despacho Hidráulico: 2020-2021 – Vertimento Turbinável e Vertimento não Turbinável - SIN

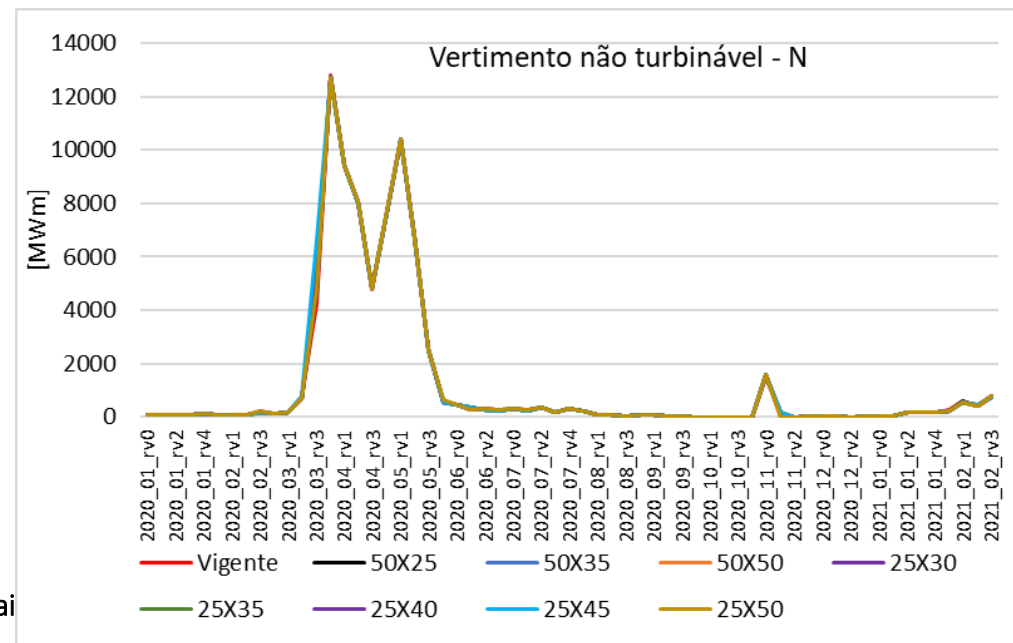
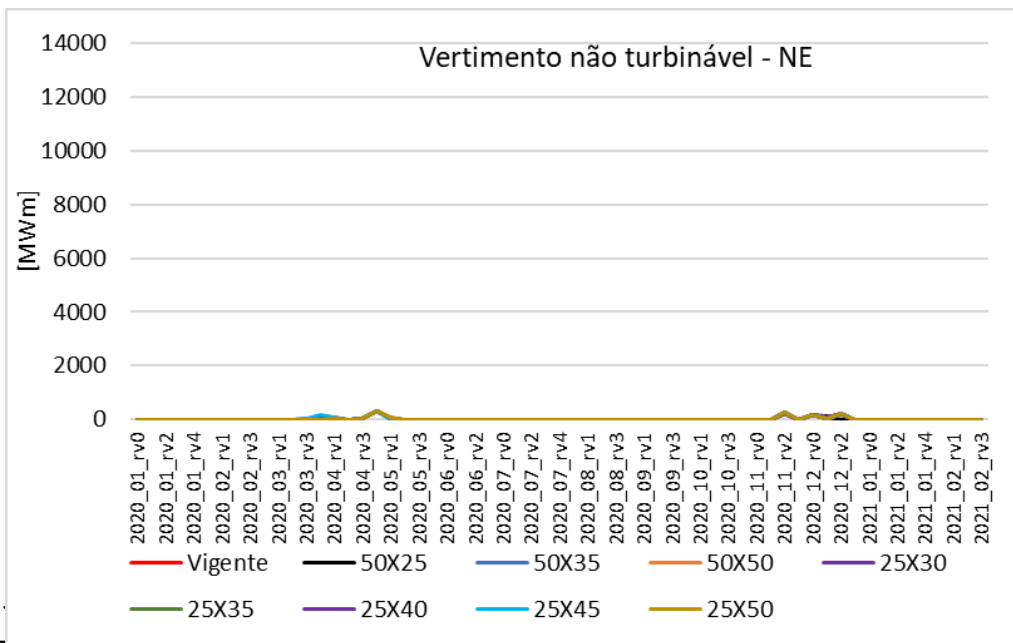
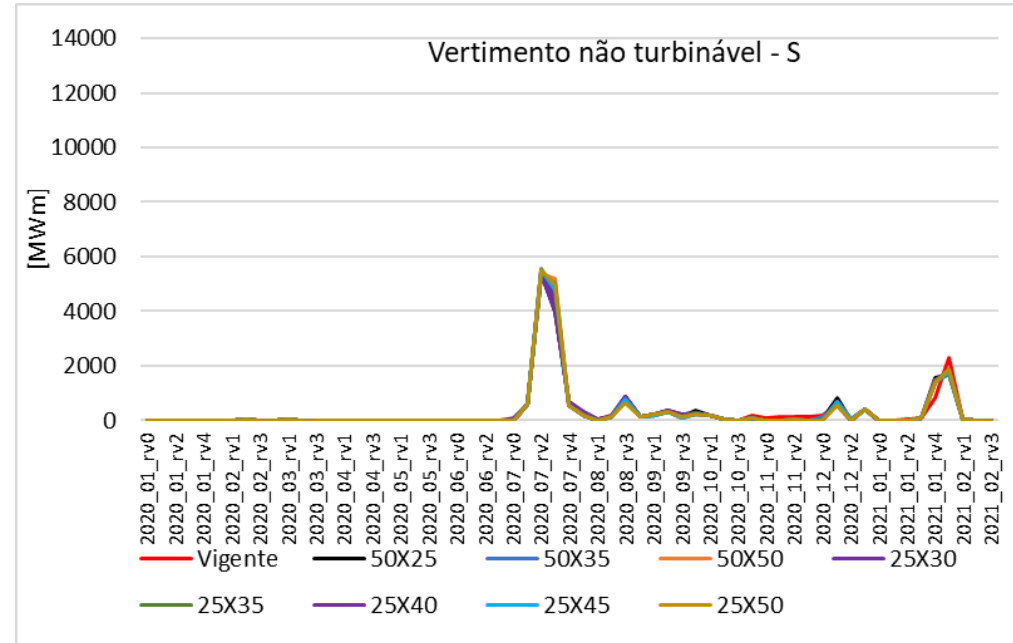
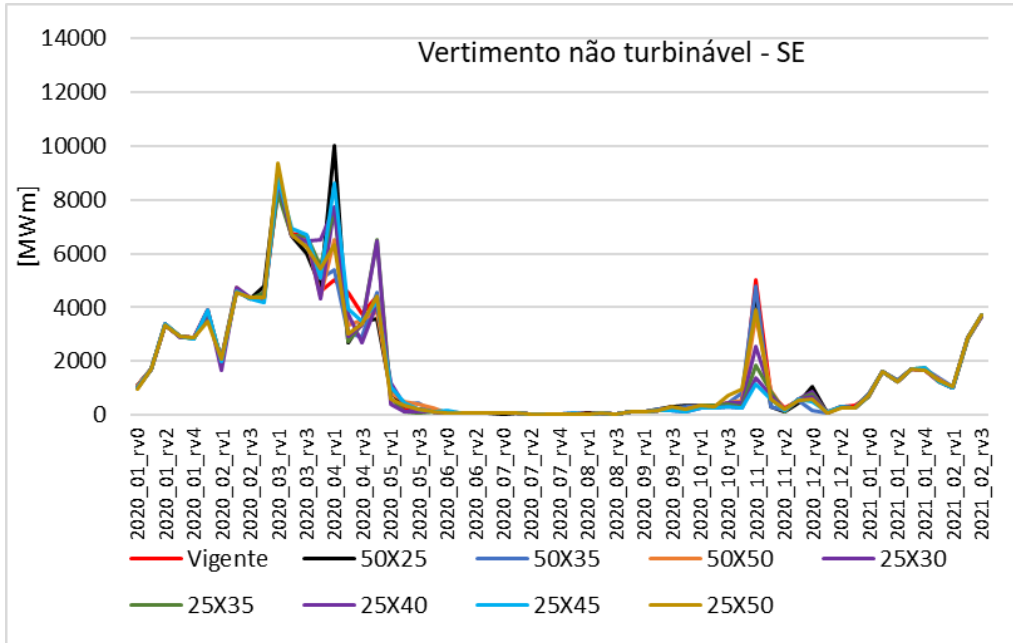


[MWm]	Vigente	50X25	50X35	50X50	25X30	25X35	25X40	25X45	25X50
VT médio	1447,40	1436,50	1485,03	1473,62	1461,36	1453,67	1467,92	1489,16	1471,72
DIF VT (vig-sens)	-	10,90	-37,63	-26,23	-13,97	-6,27	-20,53	-41,77	-24,32
VNT médio	3283,78	3317,16	3260,77	3271,23	3254,46	3288,38	3287,06	3303,85	3278,81
DIF VNT(vig-sens)	-	-33,38	23,01	12,55	29,32	-4,60	-3,28	-20,07	4,97

Despacho Hidráulico: 2020-2021 – Vertimento Turbinável - Submercados

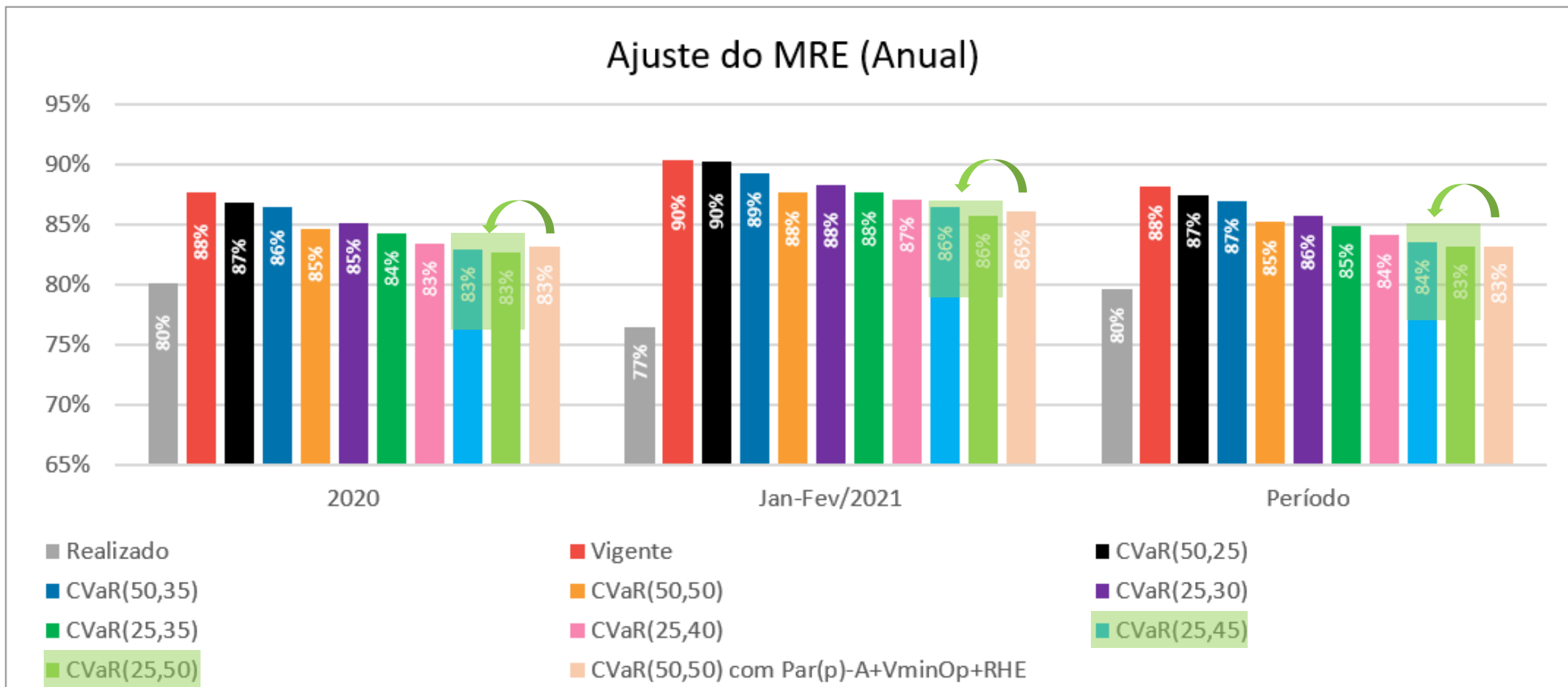


Despacho Hidráulico: 2020-2021 – Vertimento não Turbinável – Submercados



ai

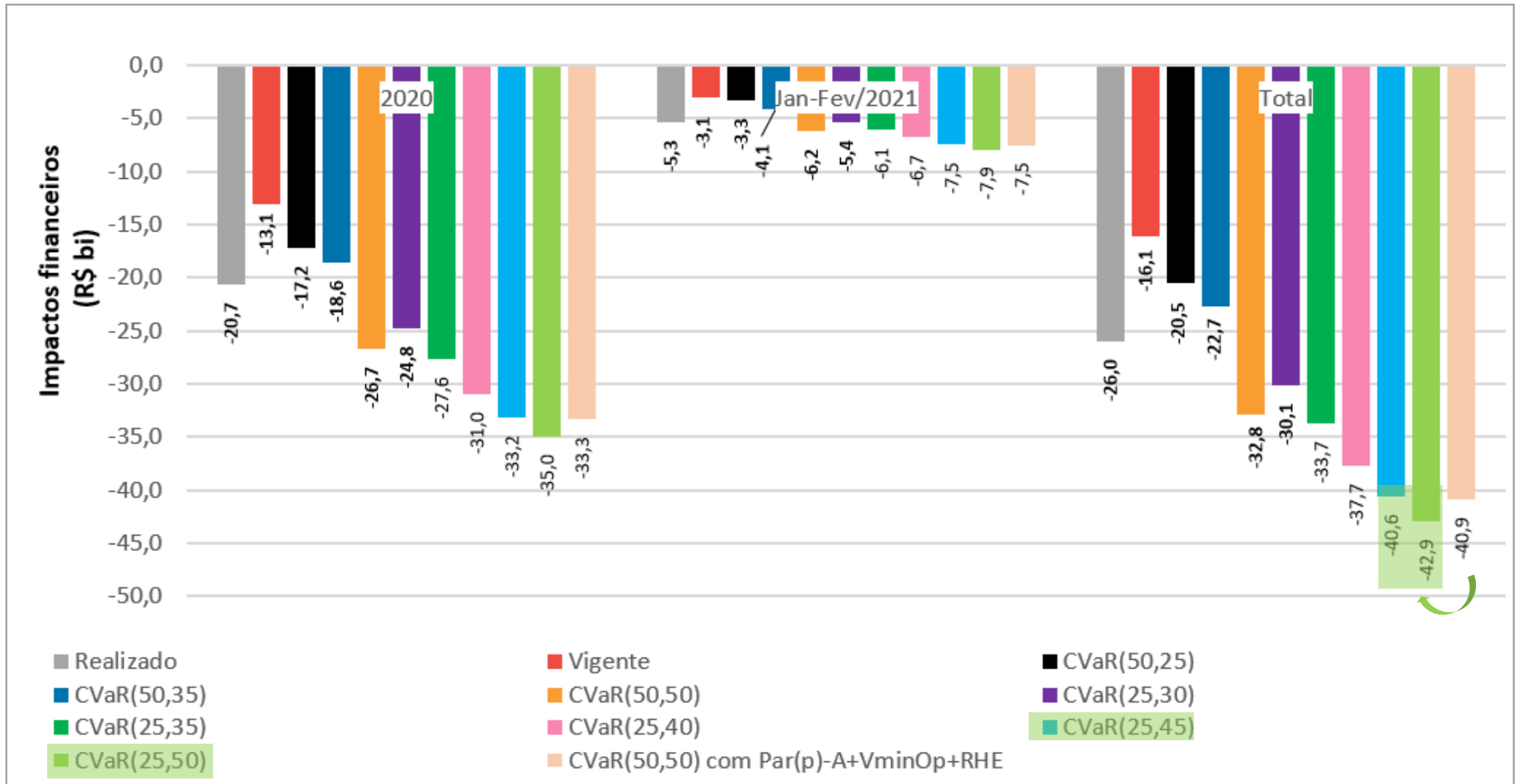
Despacho Hidráulico: 2020-2021 - com PAR(p)



Despacho Hidráulico: 2020-2021 - com PAR(p)

$$\text{Impacto do MCP}_{\text{caso}} = \text{PLD}_{\text{caso}} * (\text{GH}_{\text{caso}} - \text{GF}_{\text{período}})$$

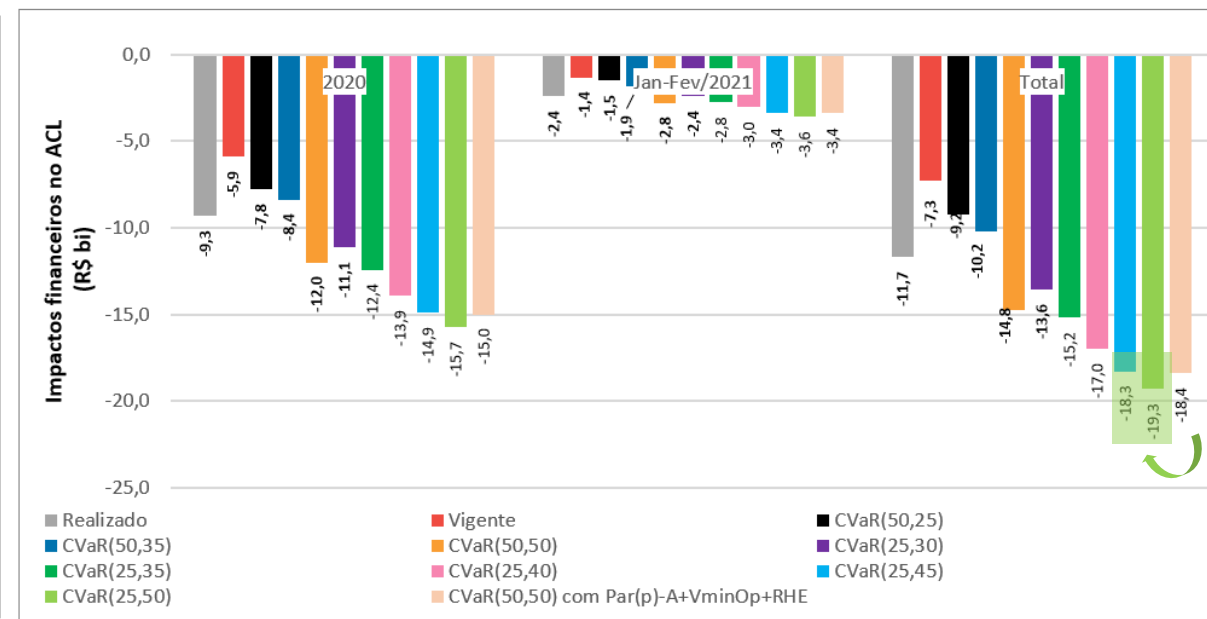
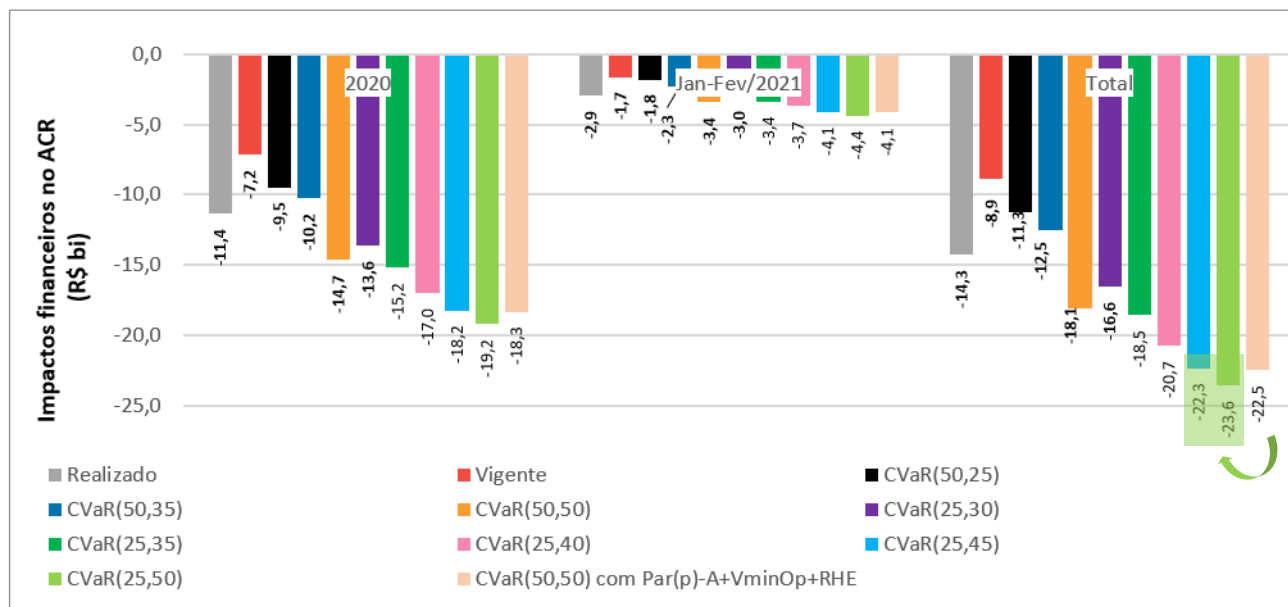
Obs.: Na hipótese de 100% contratada



Despacho Hidráulico: 2020-2021 – com PAR(p)

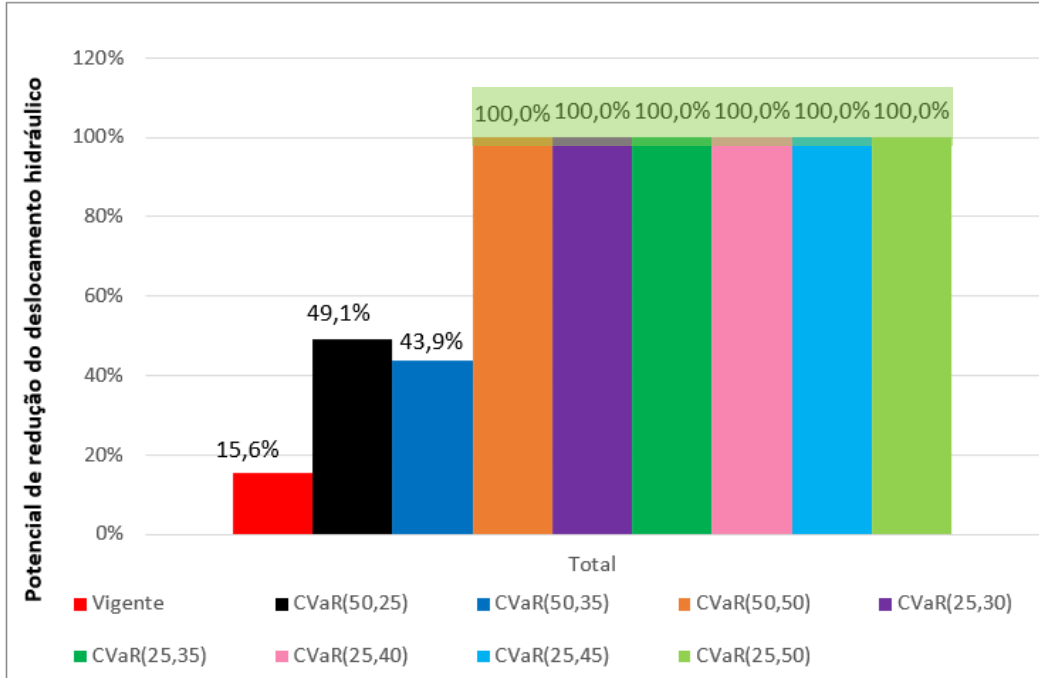
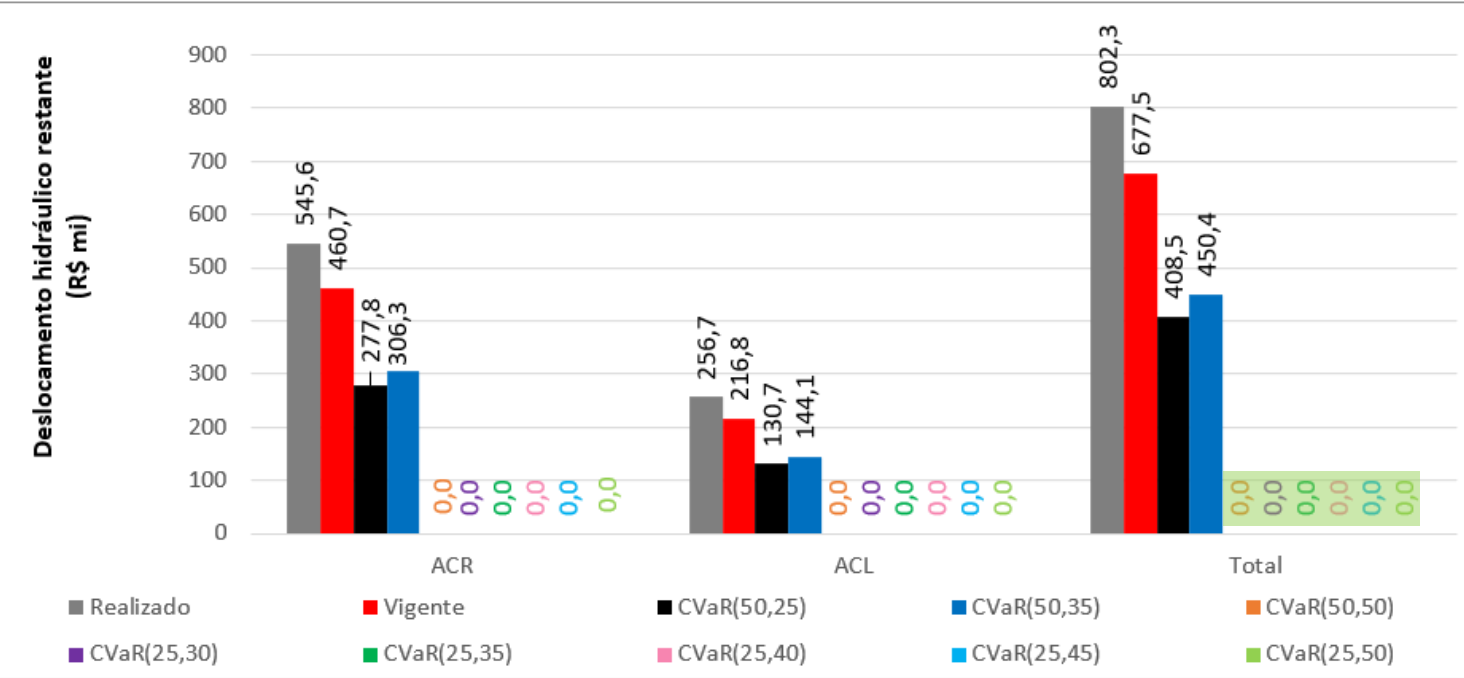
Abertura ACR (Itaipu + Cotas + RRH)

Abertura ACL



Obs.: Na hipótese de 100% contratada

Despacho Hidráulico: 2020-2021 – com PAR(p)



Agenda

1. Acompanhamento das atividades do ciclo 2020-21

2. *Backtests 2012-2015 e 2020-fev/2021*

- Armazenamento
- CMO/PLD
- Geração térmica
 - Custo de geração térmica
 - Encargo GFOM
- Geração hidráulica
 - GSF e Impacto no MRE
 - Deslocamento hidráulico
- **Bandeiras Tarifárias**
- Garantia Física

3. *Sumário dos Impactos e Recomendações*

Avaliação de Impacto Tarifário – Backtests 2020/2021 – com PAR(p)

Acionamento	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21
CVaR5035_Ref	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CVaR5025_NP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CVaR5035_NP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CVaR2530_NP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CVaR5050_NP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CVaR2535_NP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CVaR2540_NP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CVaR2545_NP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CVaR2550_NP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Impacto Tarifário		
CVAR_5035_Ref. vs. CVAR_5025 - com NP		
Ano	Dif. Absoluta	Dif. Relativa
2020	-2.306	10,66%
MEDIA		10,66%
Impacto Tarifário Médio Final =		1,15%

Impacto Tarifário		
CVAR_5035_Ref. vs. CVAR_5035 - com NP		
Ano	Dif. Absoluta	Dif. Relativa
2020	-3.174	14,68%
MEDIA		14,68%
Impacto Tarifário Médio Final =		1,59%

Impacto Tarifário		
CVAR_5035_Ref. vs. CVAR_5050 - com NP		
Ano	Dif. Absoluta	Dif. Relativa
2020	-7.664	35,44%
MEDIA		35,44%
Impacto Tarifário Médio Final =		3,83%

Impacto Tarifário		
CVAR_5035_Ref. vs. CVAR_2530 - com NP		
Ano	Dif. Absoluta	Dif. Relativa
2020	-6.591	30,47%
MEDIA		30,47%
Impacto Tarifário Médio Final =		3,30%

Impacto Tarifário		
CVAR_5035_Ref. vs. CVAR_2535 - com NP		
Ano	Dif. Absoluta	Dif. Relativa
2020	-8.214	37,98%
MEDIA		37,98%
Impacto Tarifário Médio Final =		4,11%

Impacto Tarifário		
CVAR_5035_Ref. vs. CVAR_2540 - com NP		
Ano	Dif. Absoluta	Dif. Relativa
2020	-10.113	46,76%
MEDIA		46,76%
Impacto Tarifário Médio Final =		5,06%

Impacto Tarifário		
CVAR_5035_Ref. vs. CVAR_2545 - com NP		
Ano	Dif. Absoluta	Dif. Relativa
2020	-11.274	52,13%
MEDIA		52,13%
Impacto Tarifário Médio Final =		5,64%

Impacto Tarifário		
CVAR_5035_Ref. vs. CVAR_2550 - com NP		
Ano	Dif. Absoluta	Dif. Relativa
2020	-12.111	56,00%
MEDIA		56,00%
Impacto Tarifário Médio Final =		6,06%

Dif. Absoluta: - R\$ 12.682 MM (PAR(p)-A)
Impacto Médio: 6,34 % (PAR(p)-A)

Agenda

1. Acompanhamento das atividades do ciclo 2020-21

2. *Backtests 2012-2015 e 2020-fev/2021*

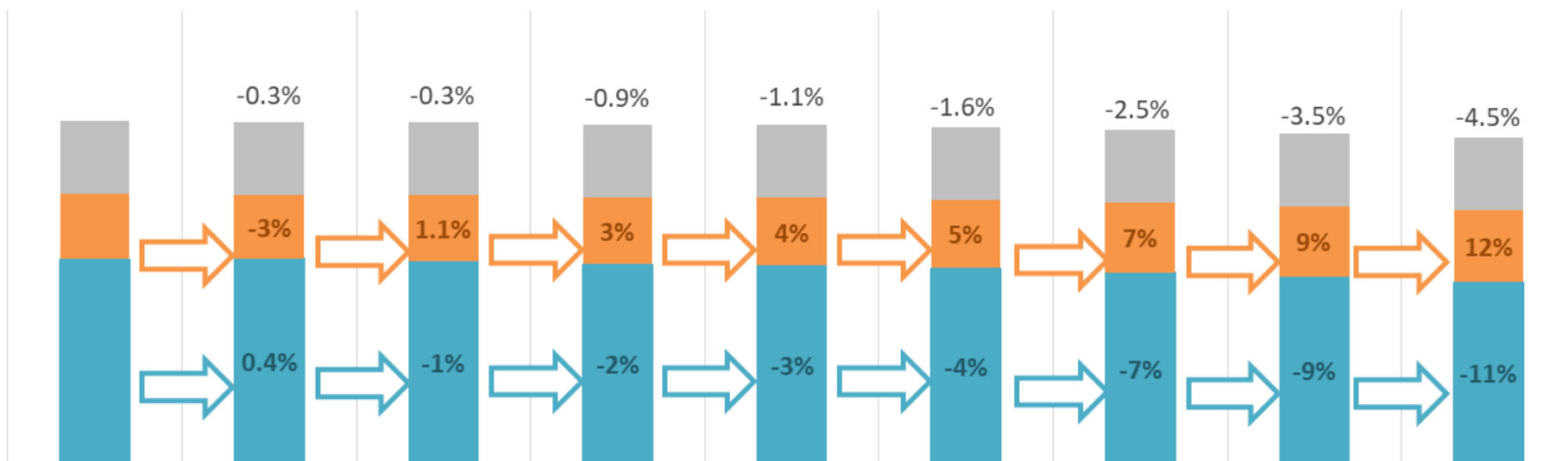
- Armazenamento
- CMO/PLD
- Geração térmica
 - Custo de geração térmica
 - Encargo GFOM
- Geração hidráulica
 - GSF e Impacto no MRE
 - Deslocamento hidráulico
- Bandeiras Tarifárias
- **Garantia Física**

3. *Sumário dos Impactos e Recomendações*

Garantia Física de Energia – com PAR(p)

Variação de carga crítica, bloco hidráulico e bloco térmico

Carga Crítica - Bloco Hidráulico - Bloco Térmico



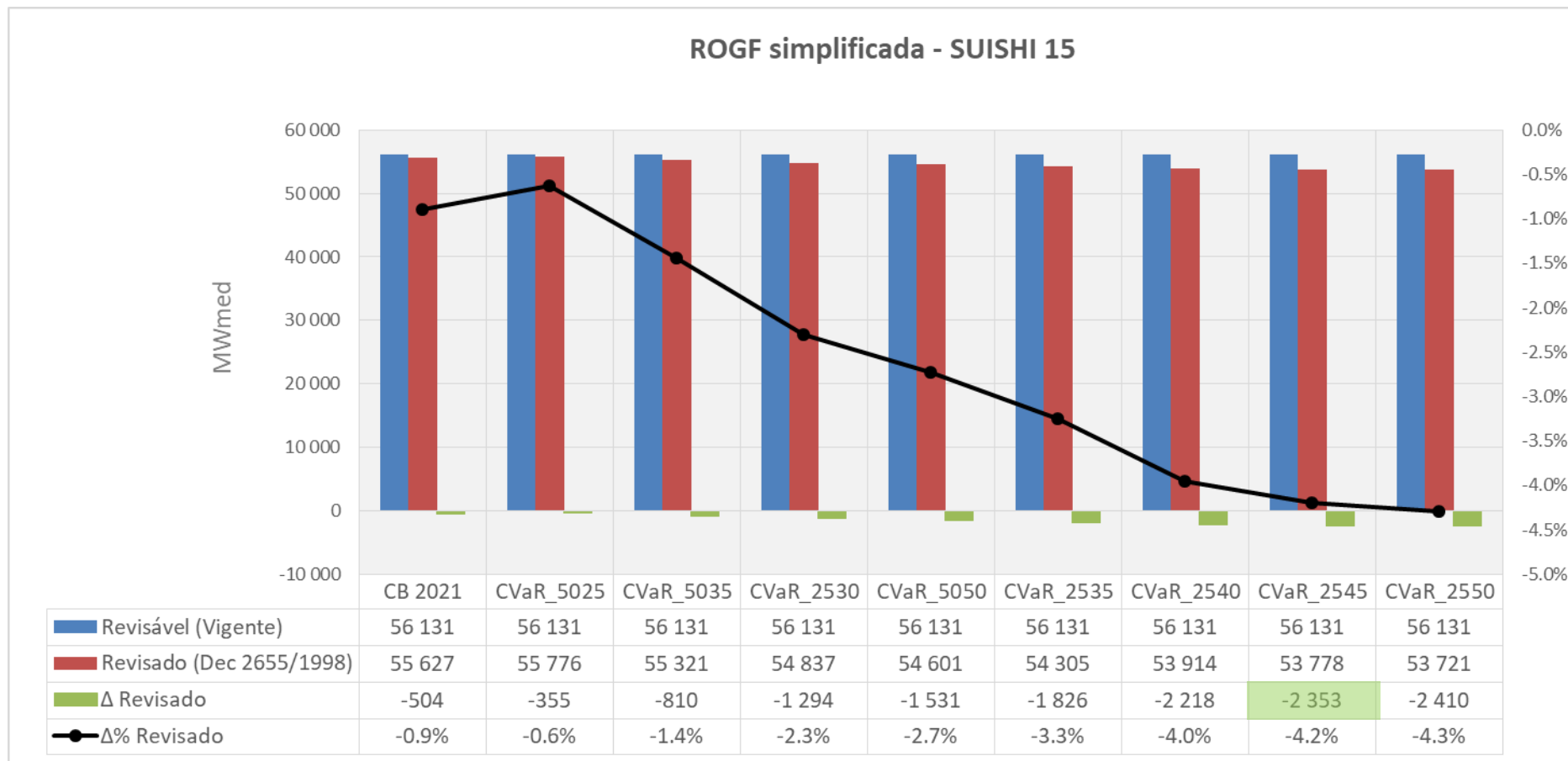
	CB2021_NW27	CVaR_5025	CVaR_5035	CVaR_2530	CVaR_5050	CVaR_2535	CVaR_2540	CVaR_2545	CVaR_2550
Carga Crítica (MWmed)	90 600	90 350	90 350	89 800	89 600	89 120	88 300	87 440	86 480
■ Não Despachadas (MWmed)	19 202	19 202	19 202	19 202	19 202	19 202	19 202	19 202	19 202
■ Bloco Térmico (MWmed)	17 163	16 704	17 345	17 617	17 895	18 037	18 392	18 777	19 154
■ Bloco Hidráulico (MWmed)	54 235	54 444	53 803	52 981	52 503	51 882	50 706	49 462	48 124

Garantia Física de Energia – com PAR(p)

Revisão Ordinária de Garantia Física de UHE: cálculo simplificado

Premissas:

- Aplicação dos limites de redução do Decreto 2.655/1998 a TODAS as UHEs
- SUISHI 15 considerando as regras de operação do São Francisco



ROGF: - 2.372 MWm (PAR(p)-A)

Agenda

1. Acompanhamento das atividades do ciclo 2020-21

2. *Backtests 2012-2015 e 2020-fev/2021*

- Armazenamento
- CMO/PLD
- Geração térmica
 - Custo de geração térmica
 - Encargo GFOM
- Geração hidráulica
 - GSF e Impacto no MRE
 - Deslocamento hidráulico
- Bandeiras Tarifárias
- Garantia Física

3. *Sumário dos Impactos e Recomendações*

Sumário de Impactos - com PAR(p)

Período 2020-2021		Realizado	Avaliações com os modelos								
			Vigente	(50,25)	(50,35)	(50,50)	(25,30)	(25,35)	(25,40)	(25,45)	(25,50)
Δ de armazenamento no SIN [p.p.] em relação ao vigente		11,8	Ref	1,8	3,7	8,0	6,6	9,3	11,2	12,7	13,5
Custo da geração térmica [Bi R\$]		19,4	10,6	12,9	12,7	15,8	14,8	16,7	18,8	20,7	22,4
CMO/PLD médio do período [R\$/MWh]		182,5	189,1	274,3	254,0	334,6	313,3	354,4	410,6	474,9	541,4
Impacto nas distribuidoras	Δ Redução do encargo GFOM [Bi R\$]	0,10	Ref	-0,62	-0,29	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57
	Δ Aumento Conta Bandeiras ¹ [Bi R\$]	7,46	Ref	2,3	3,4	8,5	7,3	9,1	11,2	12,6	13,7
	Δ Redução do Deslocamento Hidráulico [Bi R\$]	0,09	Ref	-0,18	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46
	Total [Bi R\$] [%]²	7,65 4%	Ref	1,45 1%	2,69 1%	4,51 2%	3,25 2%	5,07 3%	7,19 4%	8,57 4%	9,68 5%
Impacto no consumidor do ACL	Δ Redução do encargo GFOM [Bi R\$]	0,05	Ref	-0,29	-0,13	-1,66	-1,66	-1,66	-1,66	-1,66	-1,66
	Δ Redução do Deslocamento Hidráulico [Bi R\$]	0,04	Ref	-0,08	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21
	Total [Bi R\$]	0,09	Ref	-0,37	-0,35	-1,87	-1,87	-1,87	-1,87	-1,87	-1,87
Impacto nas usinas do MRE	GSF [%]	79,59%	88,18%	87,49%	86,99%	85,23%	85,73%	84,93%	84,12%	83,57%	83,22%
	Impacto do pagamento no MCP do ACL [Bi R\$]	-11,70	-7,27	-9,24	-10,23	-14,78	-13,56	-15,18	-16,98	-18,29	-19,29

Impacto em GF pós ROGF	Sem revisão de GF	Caso base	(50,25)	(50,35)	(50,50)	(25,30)	(25,35)	(25,40)	(25,45)	(25,50)
Δ Montante revisável pós ROGF [MWmed]	Ref	-504	-355	-810	-1531	-1294	-1826	-2218	-2353	-2410

Recomendações

- Apesar das inconsistências apresentadas no modelo NEWAVE referente a incorporação da metodologia PAR(p)-A na construção dos cortes da FCF, a CPAMP reafirma que para se garantir uma maior segurança energética estrutural ao SIN, é necessário que os modelos computacionais reflitam um nível de aversão ao risco coerente aos requisitos sistêmicos do SEB.
 - De acordo com orientação do CMSE, buscar elevação estrutural dos níveis de armazenamento dos reservatórios das usinas hidrelétricas, sobretudo aos finais dos períodos secos, observando os impactos no GSF e na tarifa do consumidor de energia elétrica.
- **Recomenda-se** a utilização, nos modelos computacionais, de:
 1. metodologia PAR(p) nos modelos NEWAVE e GEVAZP;
 2. restrições RHE no modelo DECOMP;
 3. alteração dos níveis de armazenamento mínimo de VMinOp;
 4. novos parâmetros de CVaR ($\alpha = 25\%$ e $\lambda = 45\%$).
- Recomendação para continuidade dos estudos para o próximo ciclo:
 - Continuidade das análises da metodologia PAR(p)-A visando garantir o seu pleno funcionamento no que diz respeito à sua implementação na PDDE do modelo NEWAVE;
 - Produtibilidade e perdas variáveis;
 - Taxa de Desconto.

Obrigado!

Coordenação:  ccee

Coordenação do GT Metodologia
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

Sumário de Impactos - com PAR(p)-A

Período 2020-2021		Realizado	Avaliações com os modelos				
			Vigente	(50,25)	(50,35)	(50,50)	(25,50)
Δ de armazenamento no SIN [p.p.] em relação ao vigente		11,8	Ref	4,8	8,6	12,4	15,7
Custo da geração térmica [Bi R\$]		19,4	10,6	13,5	16,7	21,6	24,2
CMO/PLD médio do período [R\$/MWh]		182,5	189,1	292,7	354,9	516,2	792,0
Impacto nas distribuidoras	Δ Redução do encargo GFOM [Bi R\$]	0,10	Ref	-0,50	-3,57	-3,57	-3,57
	Δ Aumento Conta Bandeiras ¹ [Bi R\$]	7,46	Ref	5,64	9,92	14,39	17,80
	Δ Redução do Deslocamento Hidráulico [Bi R\$]	0,09	Ref	-0,15	-0,46	-0,46	-0,46
	Total [Bi R\$] [%]²	7,65 4%	Ref	4,99 3%	5,88 3%	10,36 5%	13,76 7%
Impacto no consumidor do ACL	Δ Redução do encargo GFOM [Bi R\$]	0,05	Ref	-0,23	-1,66	-1,66	-1,66
	Δ Redução do Deslocamento Hidráulico [Bi R\$]	0,04	Ref	-0,07	-0,21	-0,21	-0,21
	Total [Bi R\$]	0,09	Ref	-0,30	-1,87	-1,87	-1,87
Impacto nas usinas do MRE	GSF [%]	79,59%	88,18%	86,33%	84,98%	83,68%	82,50%
	Impacto do pagamento no MCP do ACL [Bi R\$]	-11,70	-7,27	-11,30	-14,56	-18,39	-20,84

Sumário de Impactos – Garantia Física

PAR(p)

Impacto em GF pós ROGF	Sem revisão de GF	Caso base	(50,25)	(50,35)	(50,50)	(25,30)	(25,35)	(25,40)	(25,45)	(25,50)
Δ Montante revisável pós ROGF [MWmed]	Ref	-504	-355	-810	-1531	-1294	-1826	-2218	-2353	-2410

PAR(p) - A

Impacto em GF e nas distribuidoras	Sem revisão de GF	Caso base	(50,25)	(50,35)	(50,50)	(25,50)
Δ Montante revisado pós ROGF [MWmed]	Ref	-737	-1844	-2169	-2372	-2439
Δ Redução de lastro das distribuidoras - CCGF em 2025 [MWmed]	Ref	-306	-451	-500	-519	-520
Nível de contratação das distribuidoras em 2025	100,5%	99,9%	99,6%	99,5%	99,5%	99,5%
Sobre/Sub contratação em 2025 [MWmed]	257	-49	-193	-241	-262	-262