

# Reunião Ampla com os Agentes CPAMP

*GT METODOLOGIA*  
*18/06/2020*

Coordenação: EPE

Assessoria Técnica:



# Agenda

16h00 Abertura da reunião

16h10 Resumo das atividades em execução no ciclo 2019/2020

16h40 Proposta de atividades para o ciclo de trabalho 2020/2021: Priorização de atividades

17h05 Dúvidas e comentários

17h35 Encerramento

# Ciclo de trabalho 2019/2020 do GT Metodologia

## Atividades priorizadas:

**Volatilidade do CMO/PLD**

Sub-coordenação: CCEE

**Geração de Cenários**

Sub-coordenação: CCEE e ONS

**Projeções representativas de Médio e Longo prazo**

Sub-coordenação: EPE

**Subgrupo de Operação e Preço**

Sub-coordenação: CCEE e ONS

**Subgrupo de representação da produtividade hidroelétrica**

Sub-coordenação: ONS

## Atividades permanentes:

**Aprimoramentos do modelo SUIHI**

Sub-coordenação: EPE

# Volatilidade do CMO/PLD

Não considerar a ENA como variável de estado

Coordenação: CCEE

# Agenda

- ✓ A influência da representação hidrológica na volatilidade do CMO/PLD
- Resultados preliminares do estudo sobre a construção da Função de Custo Futuro (FCF) sem considerar a ENA como variável de estado
- Conclusões preliminares
- ☐ Próximos passos

# Volatilidade de preços em mercados de energia

## ➤ Cálculo de Volatilidade

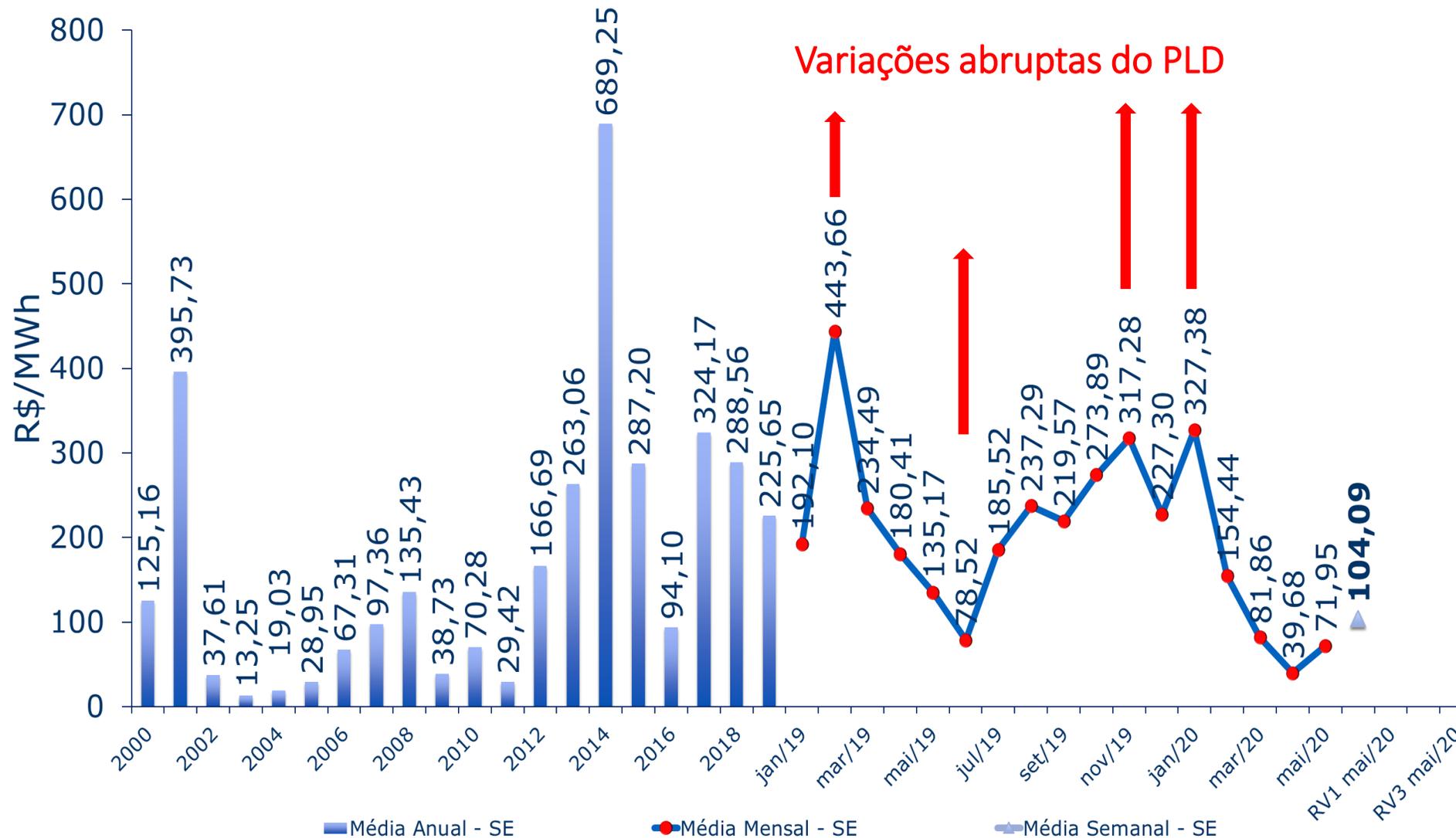
- Mercados Avaliados - Colômbia, Estados Unidos, Canadá e Chile – Histórico de 2013 – 2017
- Mercado Brasileiro – Histórico de julho de 2018 à outubro de 2019

País/Mercado		Volatilidade horária	Volatilidade em base mensal
Canadá - Alberta		34,5%	119,7%
Chile (P. Azucar)		26,0%	90,0%
PJM		29,4%	101,7%
Colômbia		16,3%	56,6%
Califórnia (Independent System Operator)		29,8%	103,1%
Brasil - Semanal (DECOMP)	Sudeste	2,4%	8,2%
	Sul	2,4%	8,2%
	Nordeste	2,7%	9,4%
	Norte	2,2%	7,8%

- A volatilidade pode ser calculada como o desvio padrão dos retornos:

$$Vol = \sqrt{\frac{1}{T-1} \cdot \sum_{t=1}^T (R_t - E[R])^2}, \quad R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

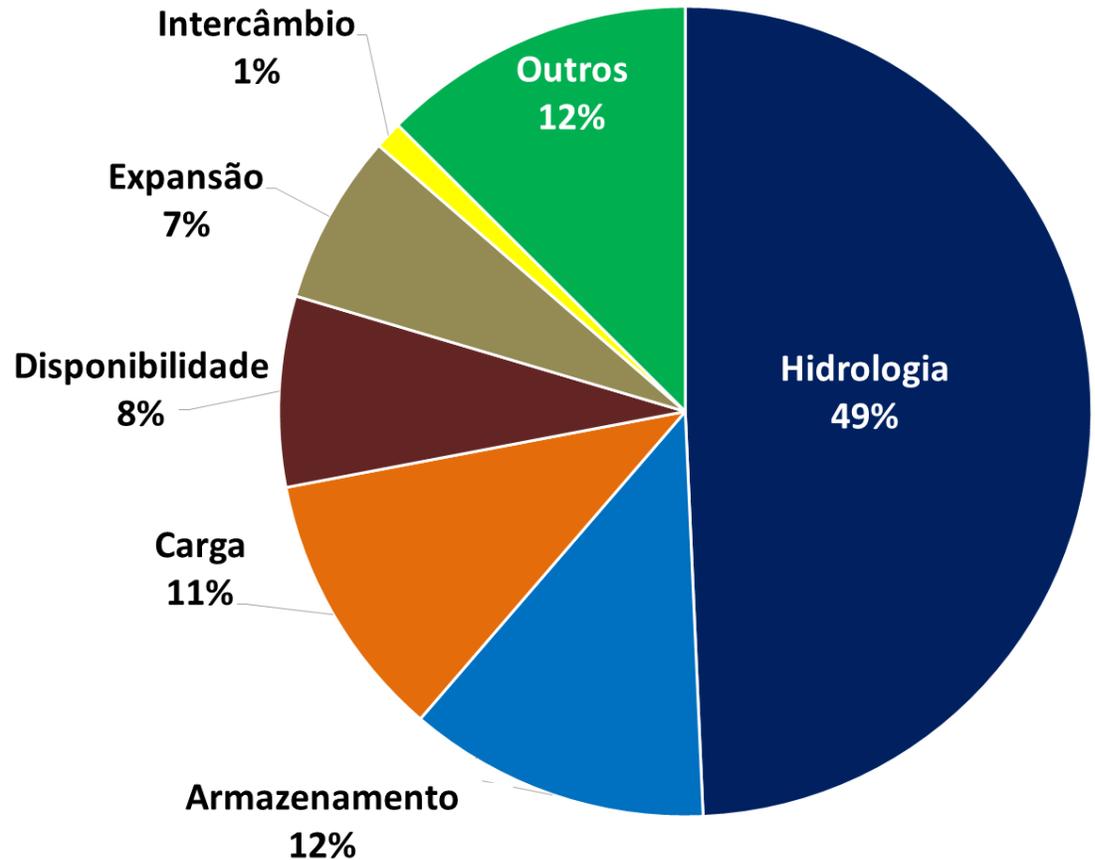
# PLD SE/CO - Histórico



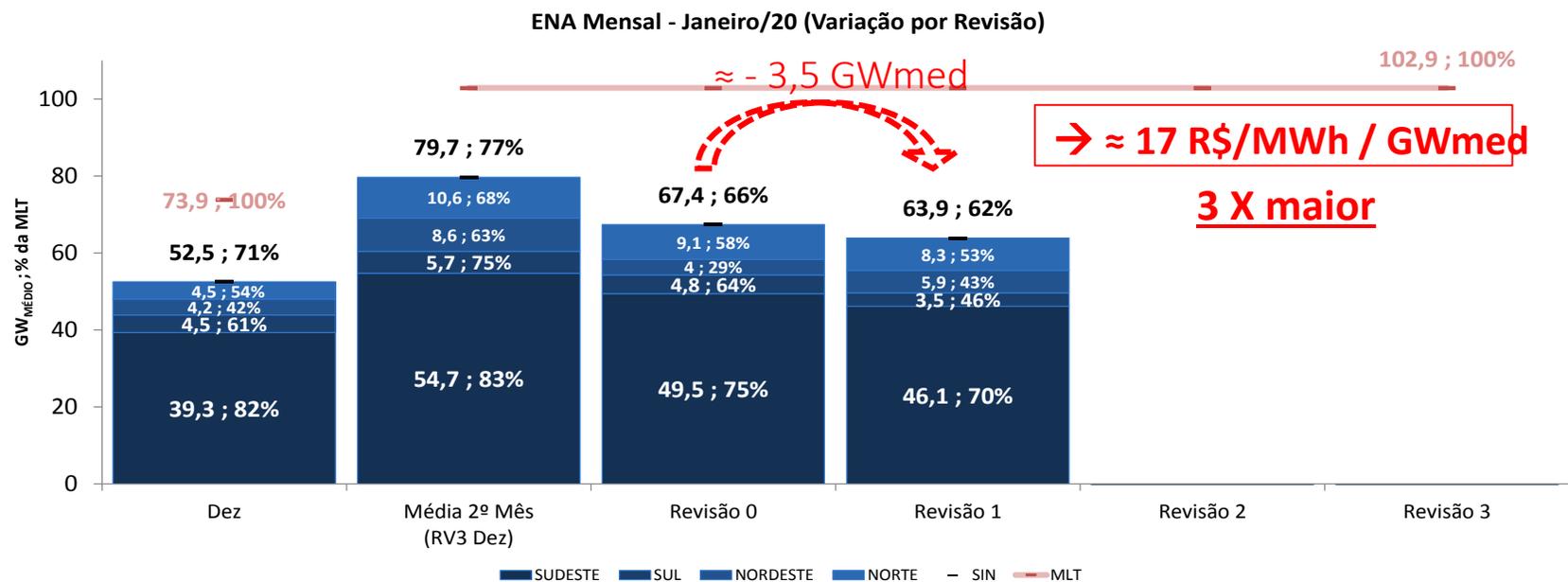
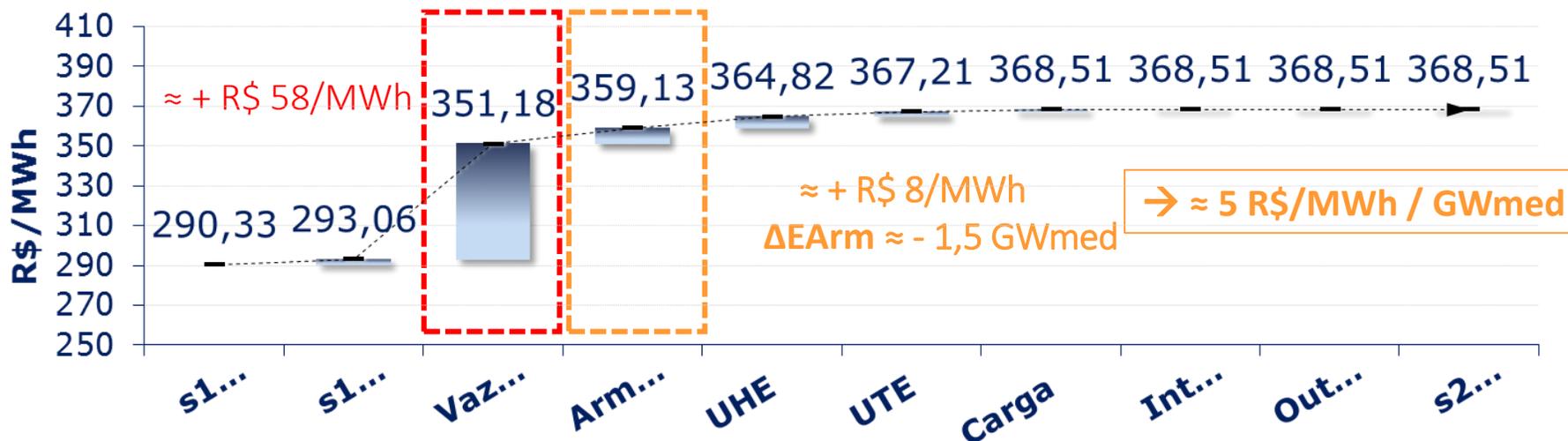
# Volatilidade

Levantamento para analisar os principais fatores que influenciam o PLD

- 49% das variações verificadas no PLD são ocasionadas pelas diferenças entre as expectativas de afluências futuras ao longo do horizonte de simulação, revista a cada simulação dos modelos NEWAVE e DECOMP.



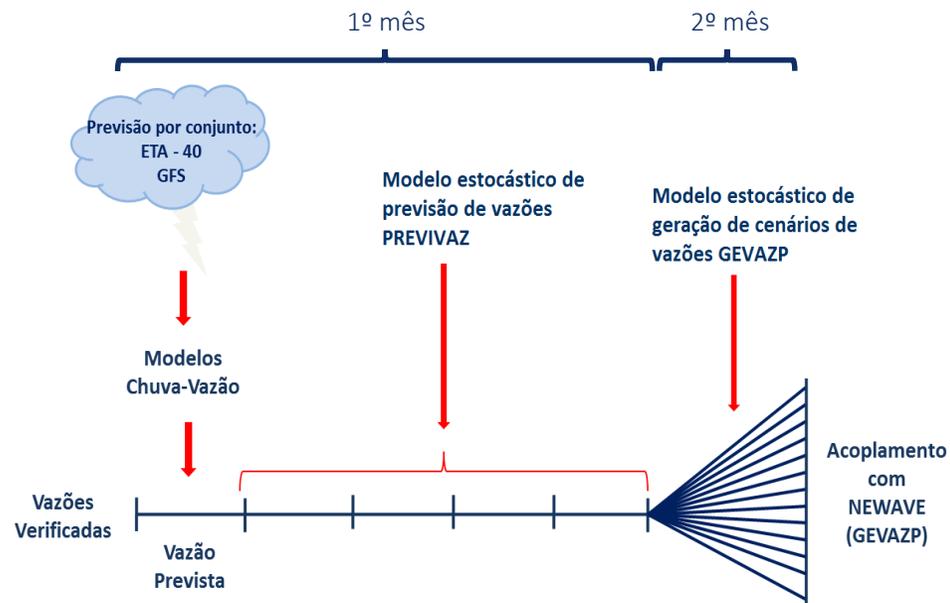
# Impacto da Atualização da ENA no PLD (RVI de Janeiro de 2020)



# Contextualização da implementação proposta

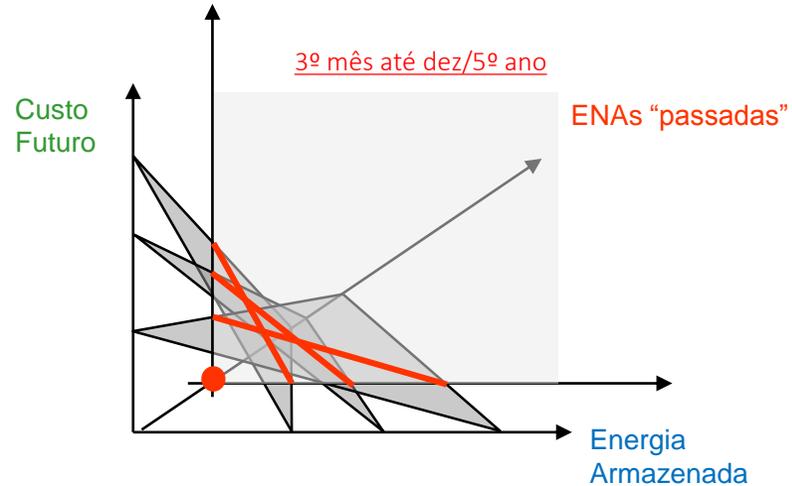
## DECOMP

- 1ª semana: previsão de vazão pelo modelo Chuva-Vazão, com base na previsão de chuva (ETA 40 e GEFS)
- 2ª semana até final do 1º mês: previsão de vazão pelo modelo PREVIVAZ (não tem informação da previsão de chuva)
- 2º mês: geração de cenários pelo modelo GEVAZP



## NEWAVE

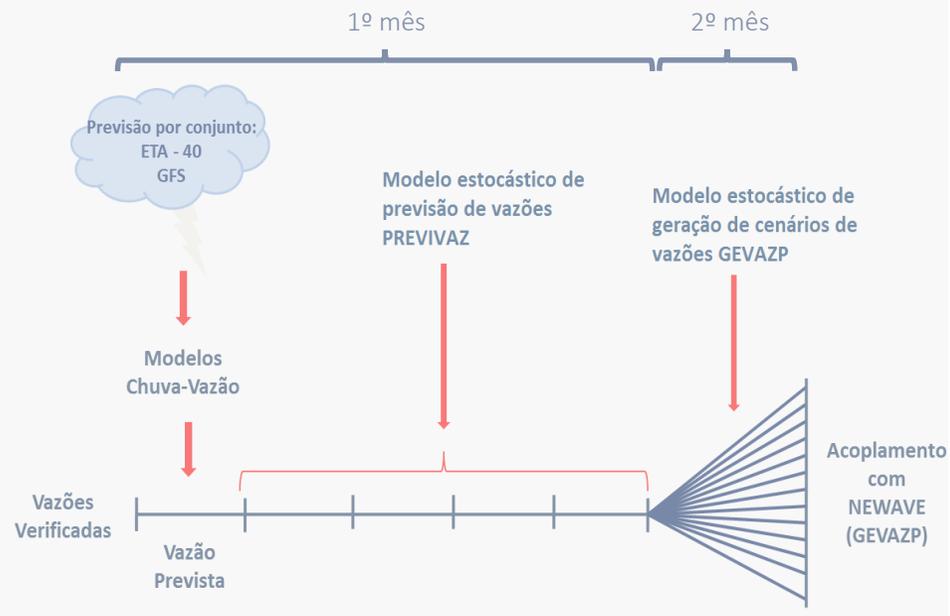
- O DECOMP consulta a Função de Custo Futuro (FCF) no início do 3º mês
- A FCF representa o custo futuro em função das variáveis de estado: Armazenamento e ENAs "passadas" (inclusive as ENAs previstas para o 1º e 2º mês)
- Na FCF, as ENAs "passadas" apresentam um peso cerca de 3 vezes maior que o Armazenamento



# Contextualização da implementação proposta

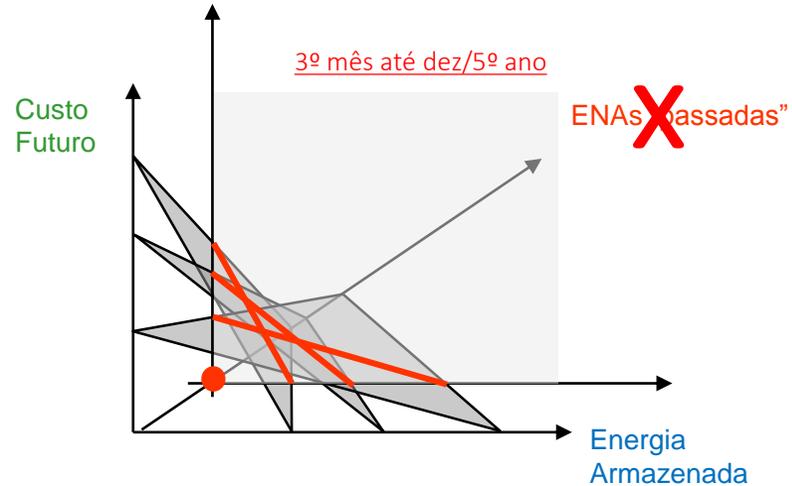
## DECOMP

- 1ª semana: previsão de vazão pelo modelo Chuva-Vazão, com base na previsão de chuva (ETA 40 e GEFS)
- 2ª semana até final do 1º mês: previsão de vazão pelo modelo PREVIVAZ (não tem informação da previsão de chuva)
- 2º mês: geração de cenários pelo modelo GEVAZP



## NEWAVE

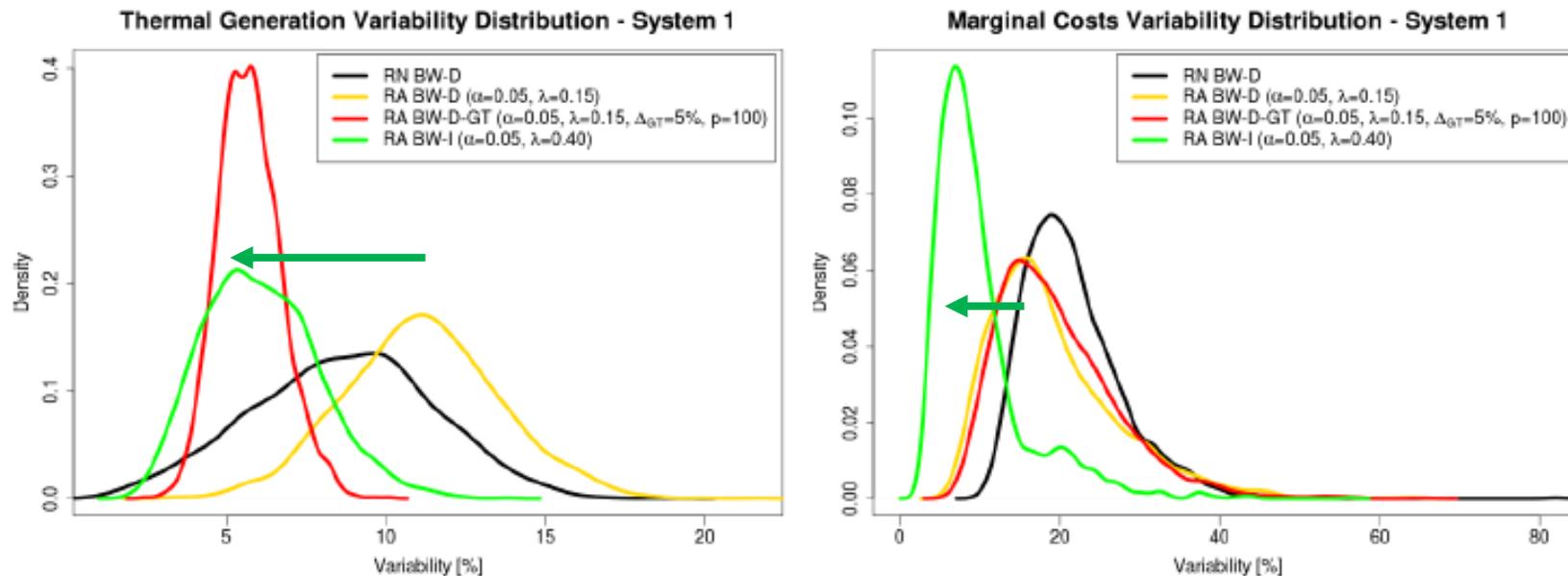
- O DECOMP consulta a Função de Custo Futuro (FCF) no início do 3º mês
- Construir a FCF tendo apenas o Armazenamento como variável de estado
- O PAR(p) continua sendo utilizado na geração dos cenários forward



# Contextualização da implementação proposta

- A possibilidade de desconsiderar a ENA na FCF já foi estudada na Academia (SOARES, 2015) e mostrou resultados promissores para a mitigação da volatilidade do preço, sem prejuízo para a segurança energética do sistema, desde que realizados os devidos ajustes na aversão a risco do modelo.

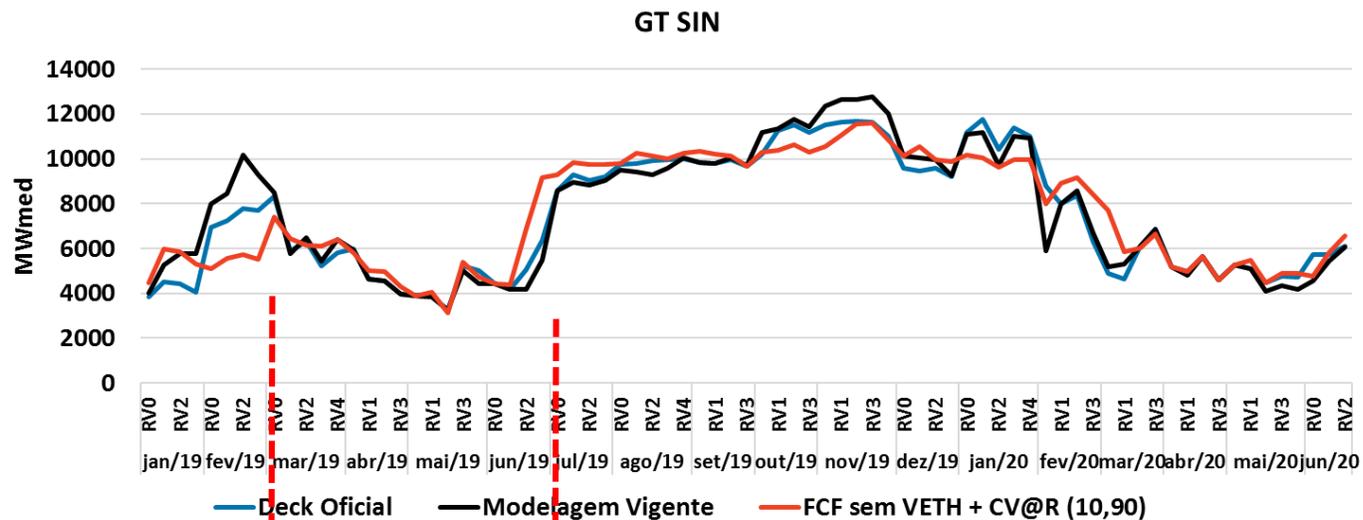
## Variabilidade ao longo do tempo



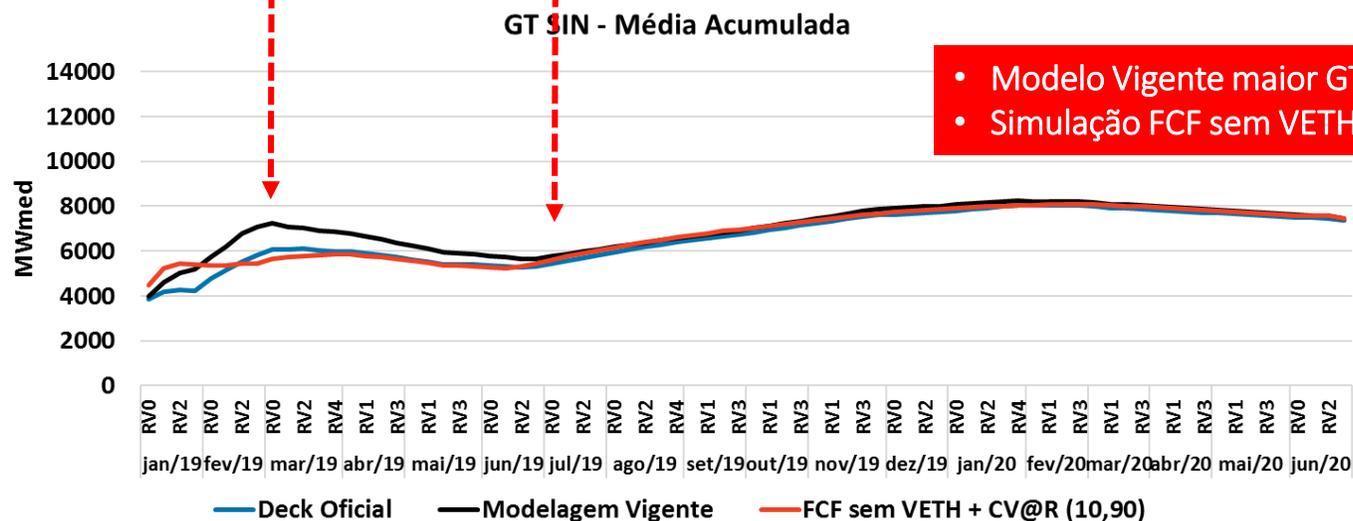
SOARES, Murilo Pereira. *On the Solution Variability Reduction of Stochastic dual Dynamic Prtogramming Applied to Energy Planning*. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rio de Janeiro, 2015.



# Resultados preliminares – Geração Térmica no SIN (total e média acumulada) (rodadas encadeadas NW-DC jan/19-jun/20)

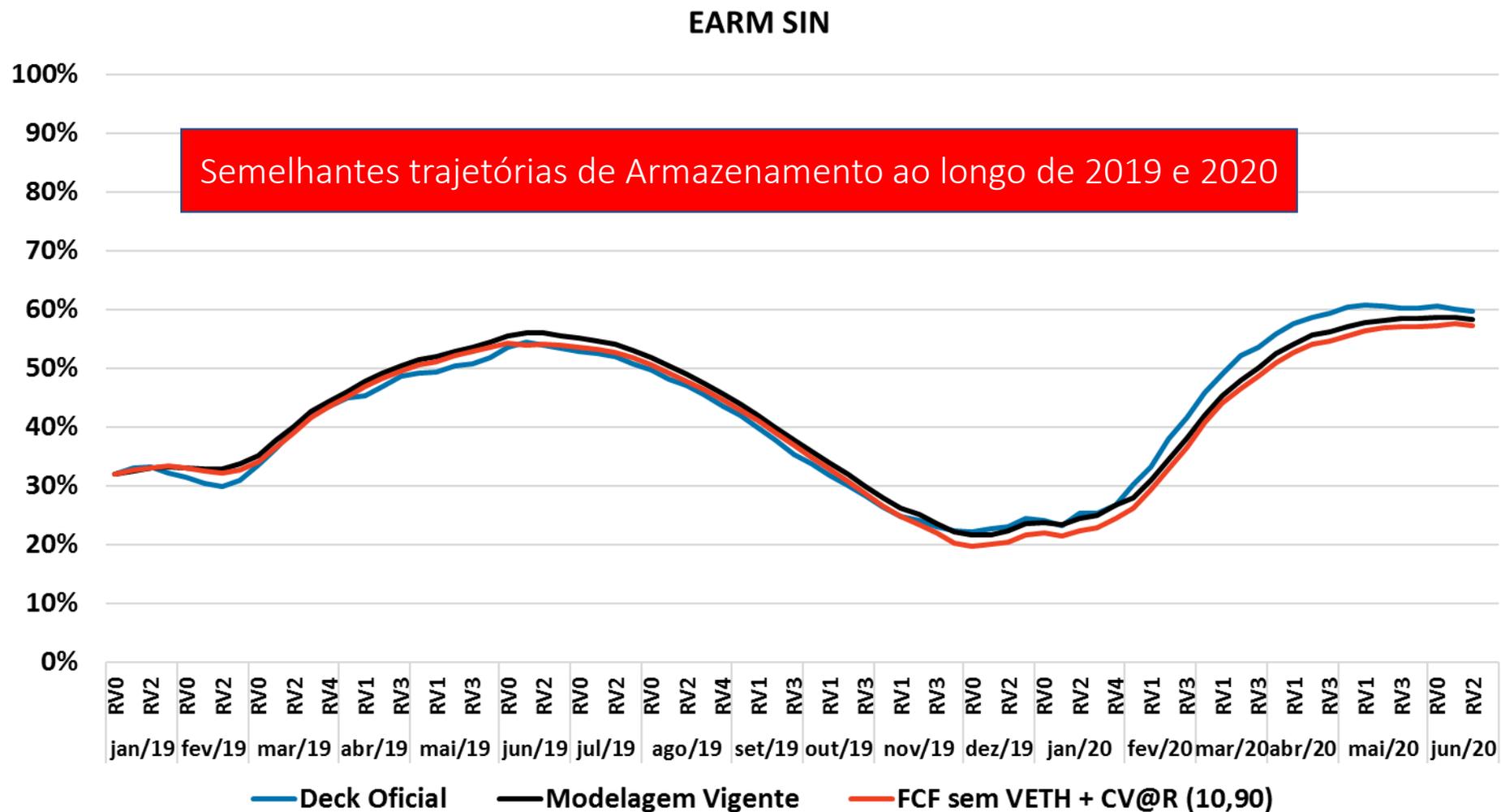


Caso	Custo de Geração Térmica [R\$ MM]	Redução de Custo [R\$ MM]
Modelagem Vigente	10.827,1	-
FCF sem VETH	10.094,5	- 732,6 (- 6,8%)

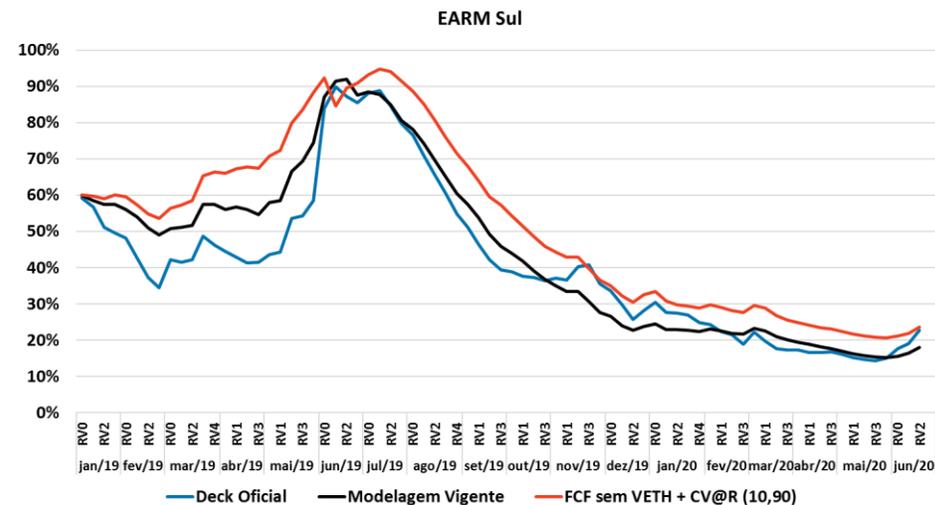
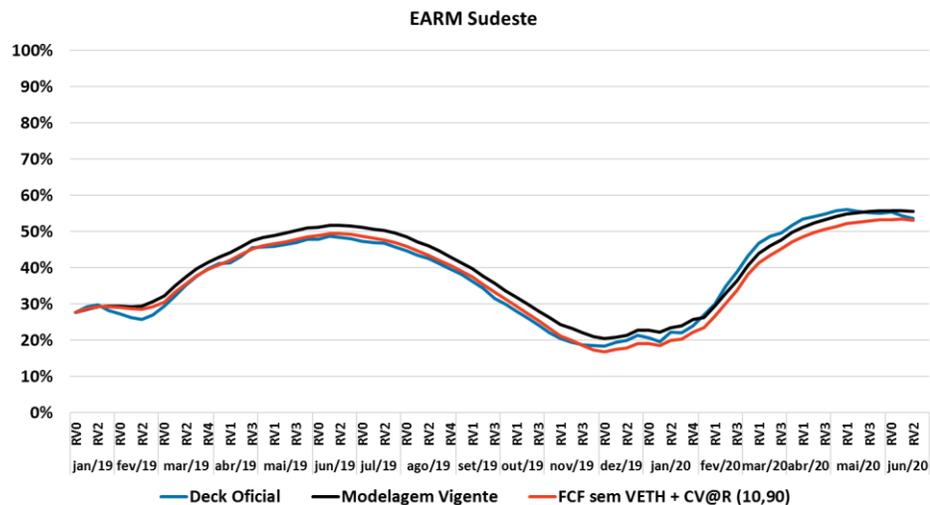


- Modelo Vigente maior GT acumulada até início de março/2019.
- Simulação FCF sem VETH se recupera e alcança o mesmo nível de GT no final de julho

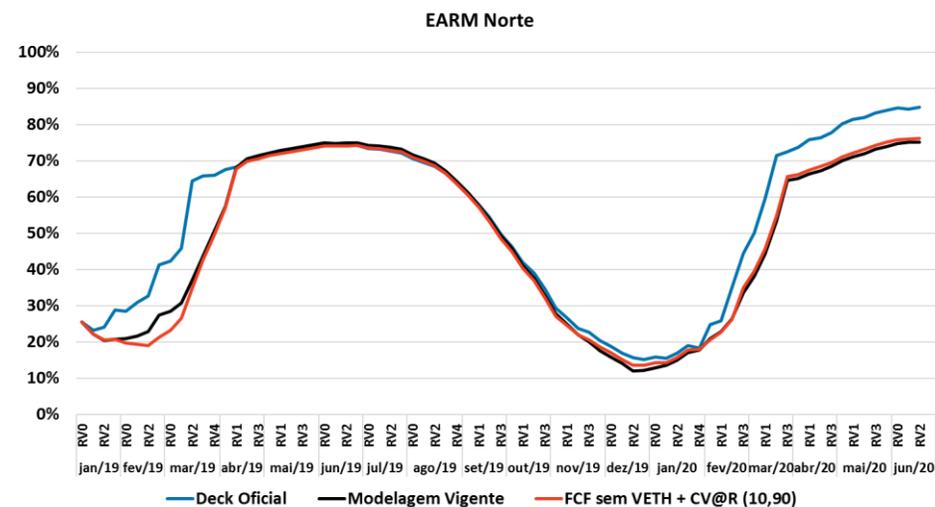
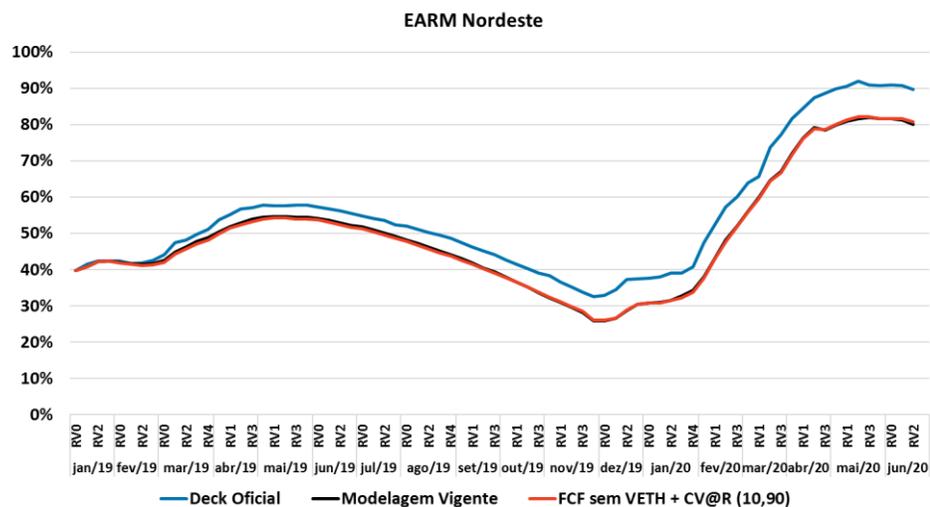
# Resultados preliminares – Energia Armazenada no SIN (rodadas encadeadas NW-DC jan/19-jun/20)



# Resultados preliminares – Energia Armazenada por submercado (rodadas encadeadas NW-DC jan/19-jun/20)



**Semelhantes trajetórias de Armazenamento ao longo de 2019 e 2020**



# Conclusões preliminares

- ✓ A desconsideração da ENA como variável de estado na função de Custo Futuro do NEWAVE **reduz significativamente a volatilidade do CMO/PLD.**
- ✓ Essa modelagem produz uma indicação de **despacho termelétrico mais estável e mais barata, com redução de Custo de Geração Térmica de -R\$ 700 Milhões (economia de 7%).**
- ✓ O ajuste no nível de aversão ao risco (parâmetros do CVaR) **preservou a segurança energética do sistema**, uma vez que produziu praticamente a **mesma trajetória de armazenamento ao longo do tempo** nas rodadas encadeadas.
- No entanto, **novas simulações e análises ainda precisam ser feitas, especialmente em cenários hidrológicos ainda mais adversos (ex: de 2012 a 2015 - backtest).**
- É necessário analisar os impactos da implementação nas **principais variáveis de mercado (backtest).**
- O GT Metodologia, com o apoio do CEPEL, deve **continuar a discussão metodológica** envolvida nesse estudo, **uma vez que se trata de uma modelagem diferente do problema, o que exigiu uma maior aversão ao risco do CVaR.**

# Próximos passos

Temas a serem avaliados no âmbito do Subgrupo Volatilidade do CMO/PLD no ciclo 2020-2021 da CPAMP:

1. Continuar avaliando a desconsideração da ENA como variável de estado
2. Atualização da Função de Custo Futuro do NEWAVE com frequência semanal

# Representação hidrológica: Geração de cenários

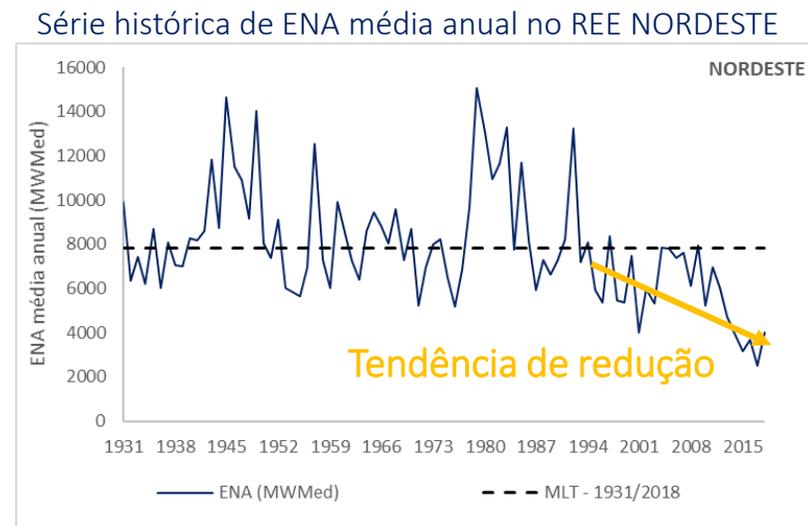
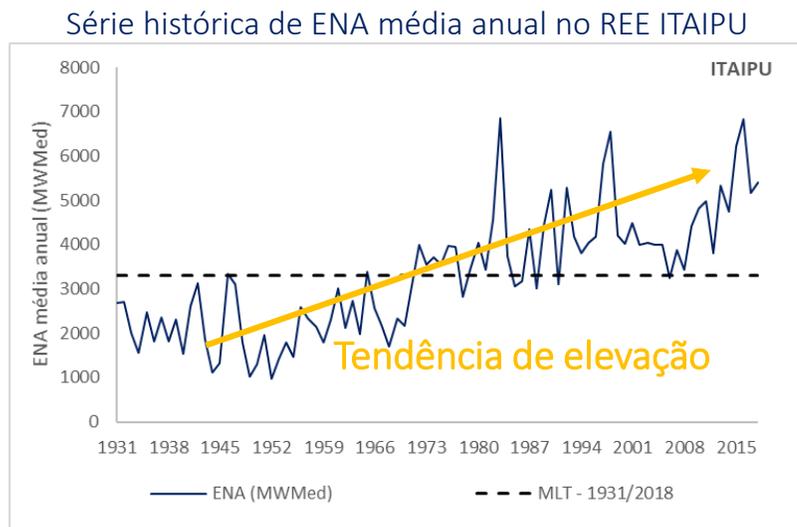
Coordenação: CCEE e ONS

# Agenda

- ✓ Motivação
- ✓ Metodologia
  - Possibilidade de inclusão da média das últimas doze afluições no modelo de geração de cenários GEVAZP, baseado no modelo estocástico PAR(p)
- Resultados preliminares
  - Análise dos cenários gerados e política operativa do modelo NEWAVE por submercado/REEs
- Conclusões iniciais
- ☐ Próximos passos

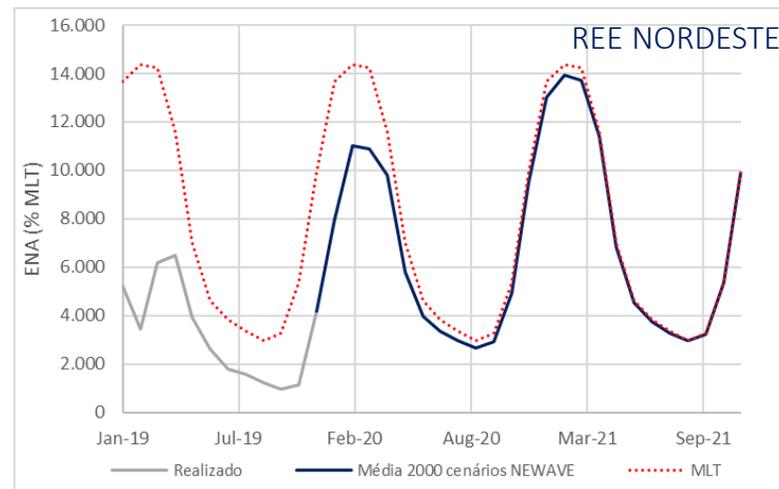
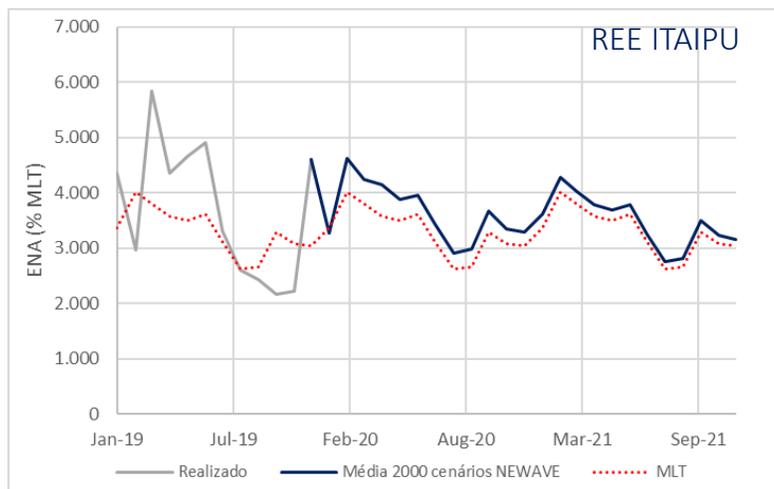
# Motivação

- Alterações no comportamento hidrológico nos anos mais recentes



- A média dos cenários sintéticos de afluências mensais gerados pelo modelo PAR(p) apresenta retorno à média histórica em alguns meses, embora o regime incomum de afluências persista

PMO Jan/2020



# Metodologia

- **Geração de cenários que melhor representem a hidrologia recente**, a partir da inclusão da média das últimas doze afluições no modelo de geração de cenários GEVAZP, baseado no modelo estocástico PAR(p)
  - Novo termo na equação autorregressiva periódica: **média das últimas 12 afluições periódicas**
  - Este termo tem o objetivo de estender a memória da formulação do modelo PAR(p) tradicional

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

$$\phi^m(B) = (1 - \phi_1^m B - \dots - \phi_{p_m}^m B^{p_m});$$
$$A_{t-1} = \sum_{\tau=1}^{12} \frac{Z_{t-\tau}}{12}$$

B é o operador defasagem no estágio t. B Z<sub>t</sub> = Z<sub>t-1</sub>;

Z<sub>t</sub> é a variável aleatória do processo estocástico no estágio t;

μ<sub>m</sub> é a média do processo estocástico do período m correspondente ao estágio t;

σ<sub>m</sub> é o desvio-padrão do processo estocástico do período m correspondente ao estágio t;

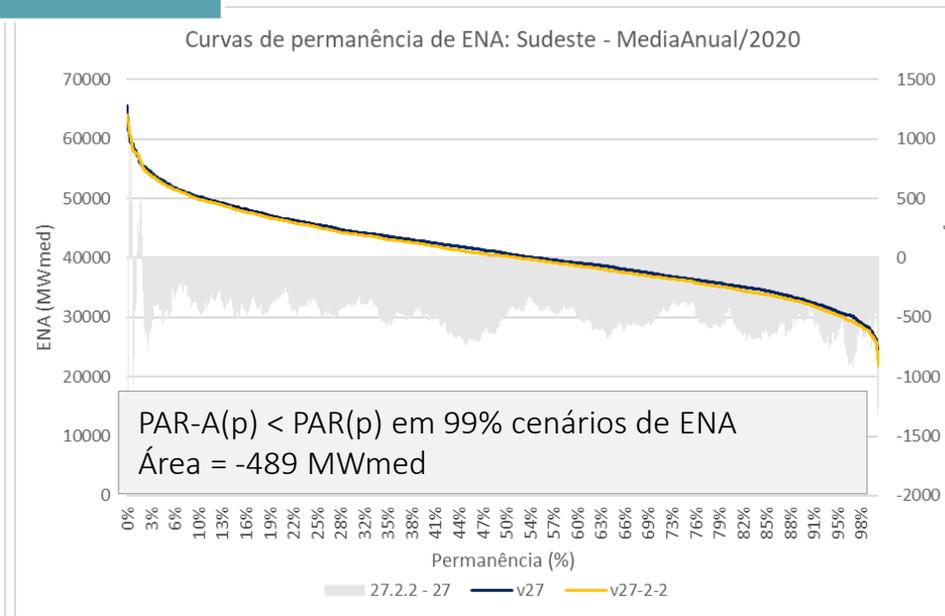
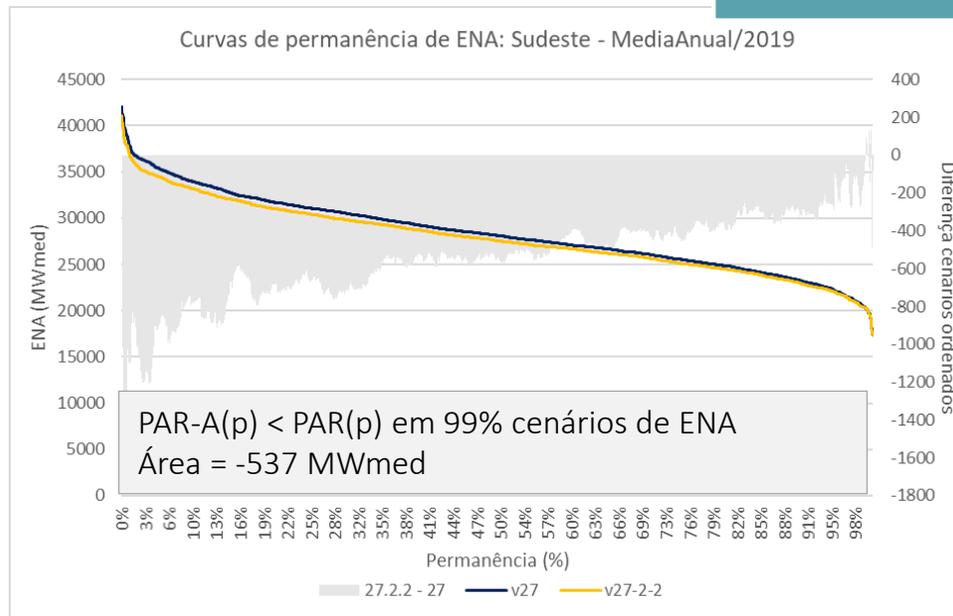
A série a<sub>t</sub> não correlacionada temporalmente é independente de Z<sub>t</sub>, possui média zero e variância σ<sub>a</sub><sup>2(m)</sup>.

Referência bibliográfica: Relatório Técnico CEPEL 1416/20 – Março de 2020

## ➤ Análise dos cenários gerados por submercado/REEs

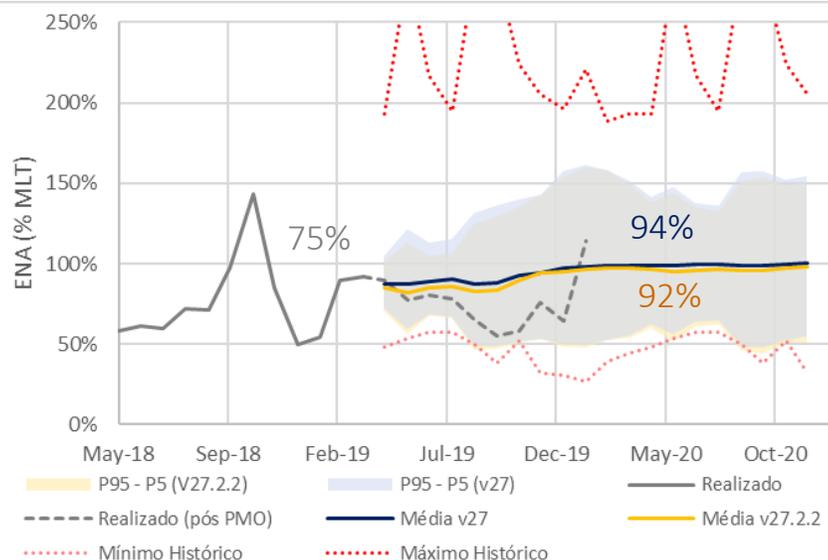
### ▪ PMO Maio/2019

### Submercado Sudeste



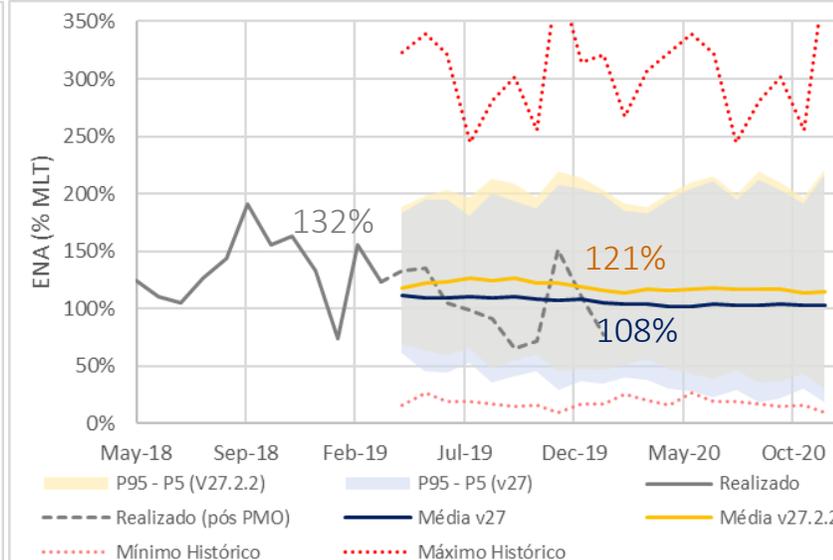
Redução da ENA nos 2 primeiros anos do horizonte

### REE Paraná



Redução da ENA nos REEs: Sudeste Paraná Paranapanema

### REE Itaipu

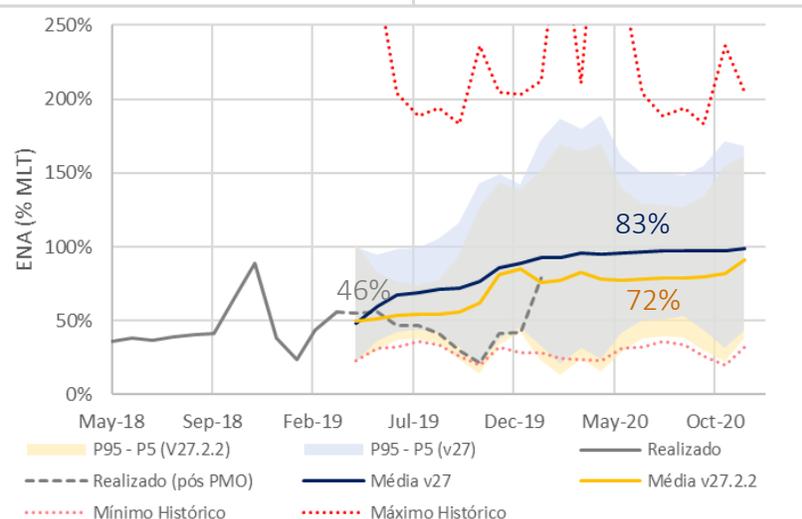
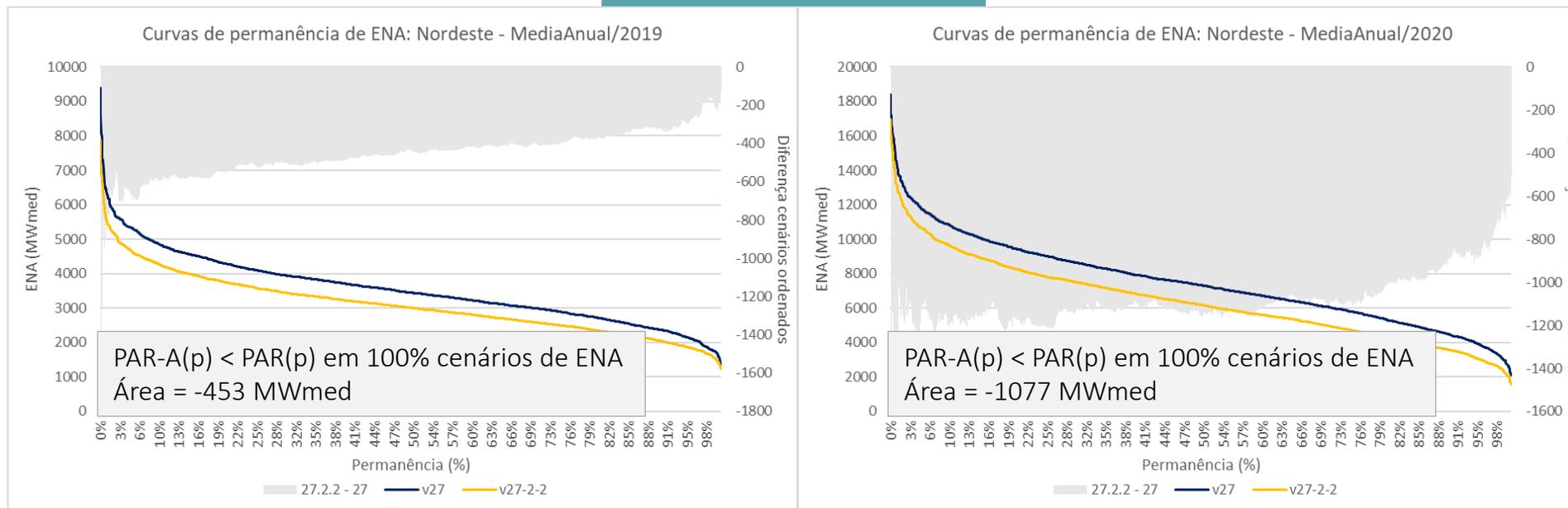


Acréscimo da ENA no REE: Itaipu

## ➤ Análise dos cenários gerados por submercado/REEs

- PMO Maio/2019

### Submercado Nordeste



Redução da ENA entre os anos 2019 e 2022

# Resultados preliminares

## ➤ Análise dos cenários gerados por submercado/REEs

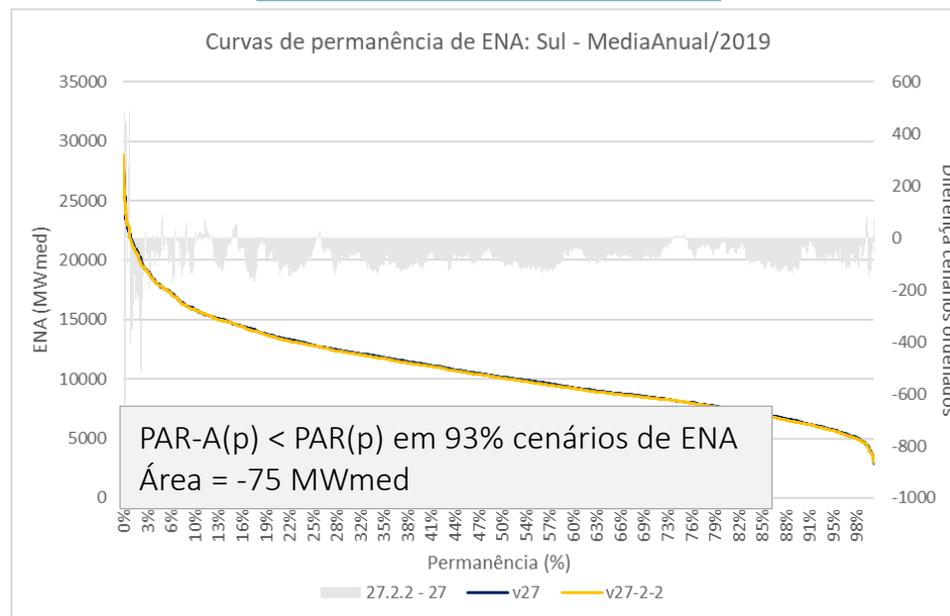
- PMO Maio/2019

Legenda:

PAR-A (p)

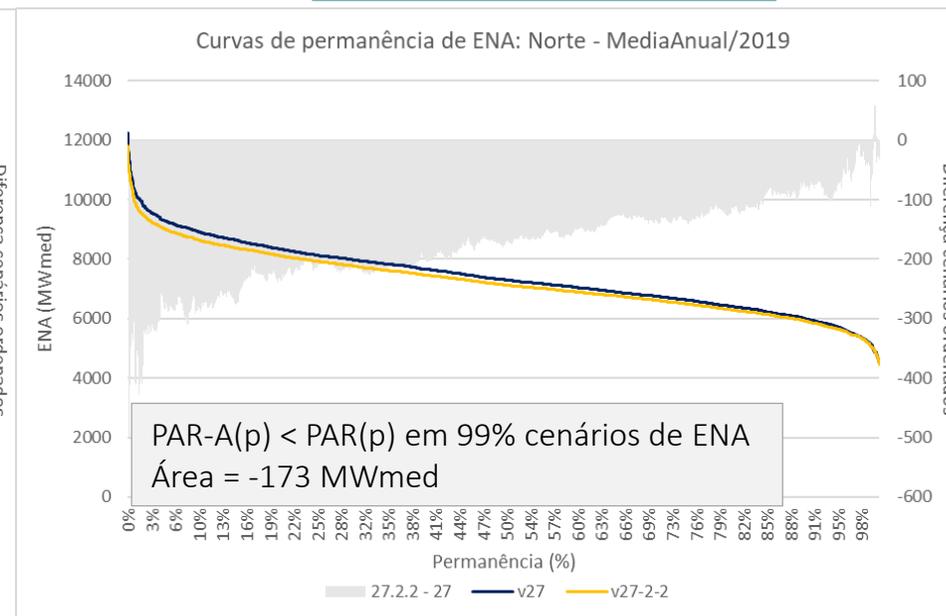
PAR (p)

### Submercado Sul



Não houve alterações  
significativas no  
submercado Sul

### Submercado Norte



Redução da ENA no REE:



Norte

# Resultados preliminares

## ➤ Análise da política operativa do modelo NEWAVE por submercado/REEs

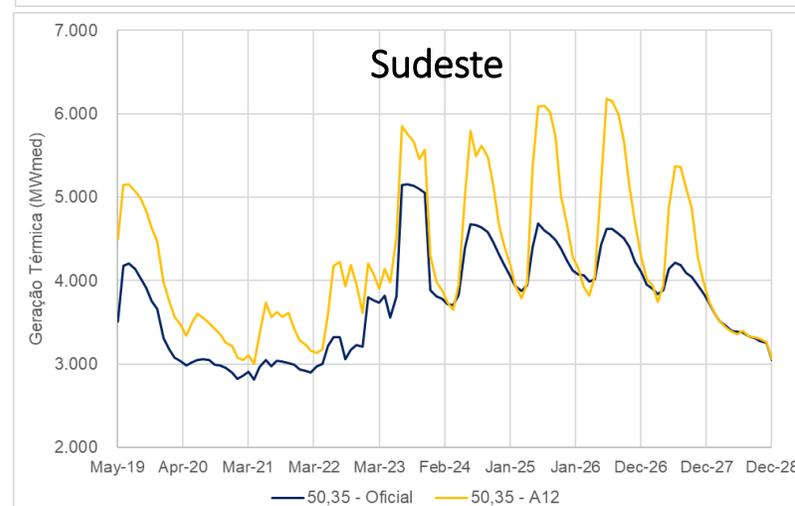
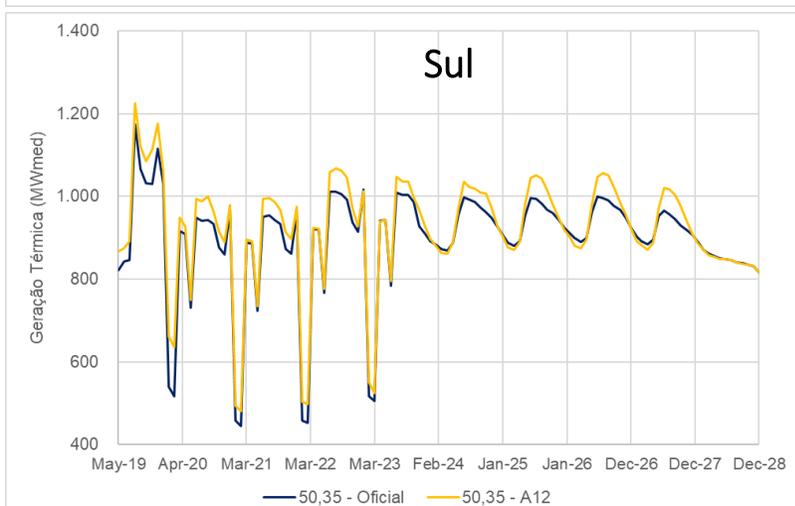
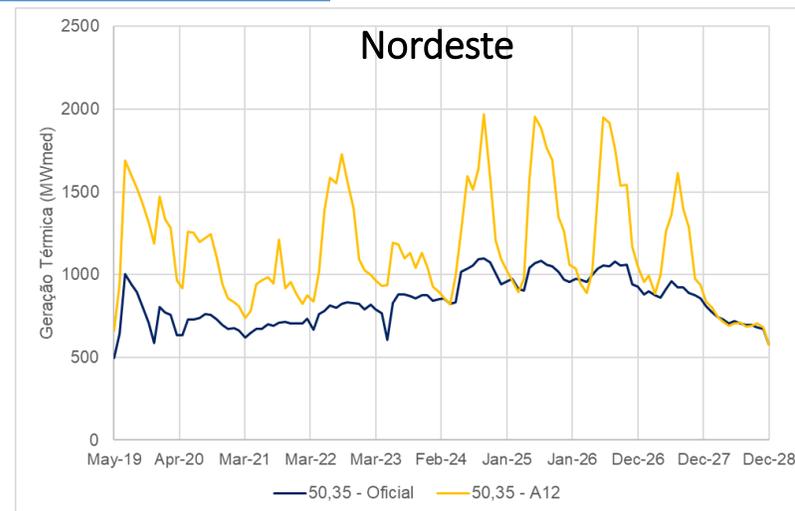
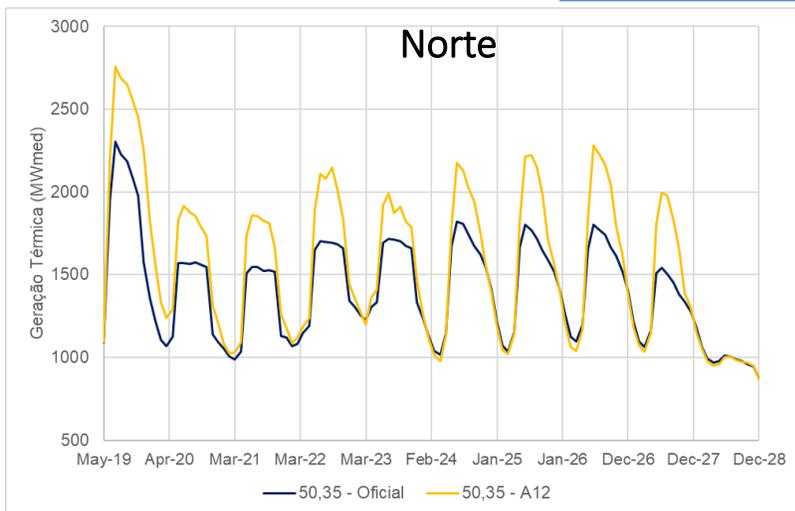
- PMO Maio/2019

Legenda:

PAR-A (p)

PAR (p)

### Aumento da Geração Térmica



# Resultados preliminares

## ➤ Análise da política operativa do modelo NEWAVE por submercado/REEs

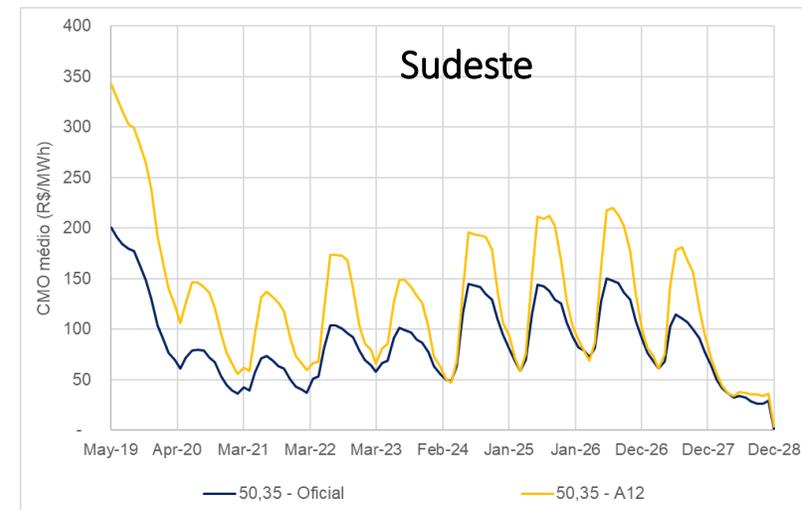
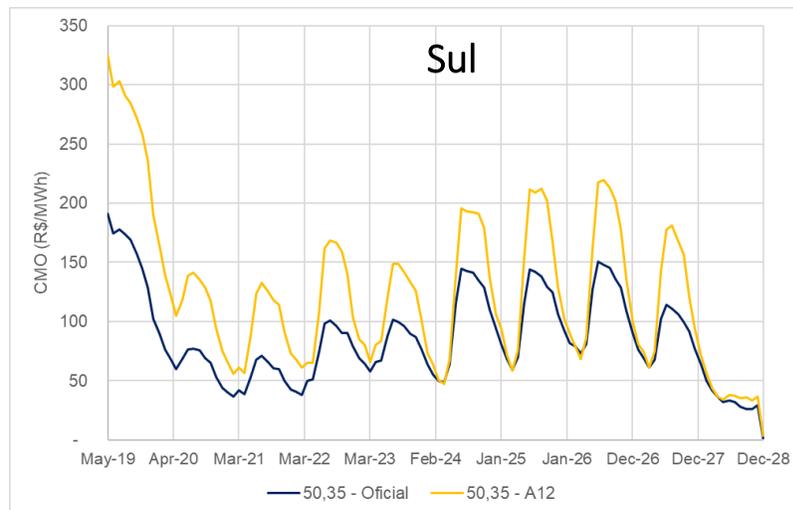
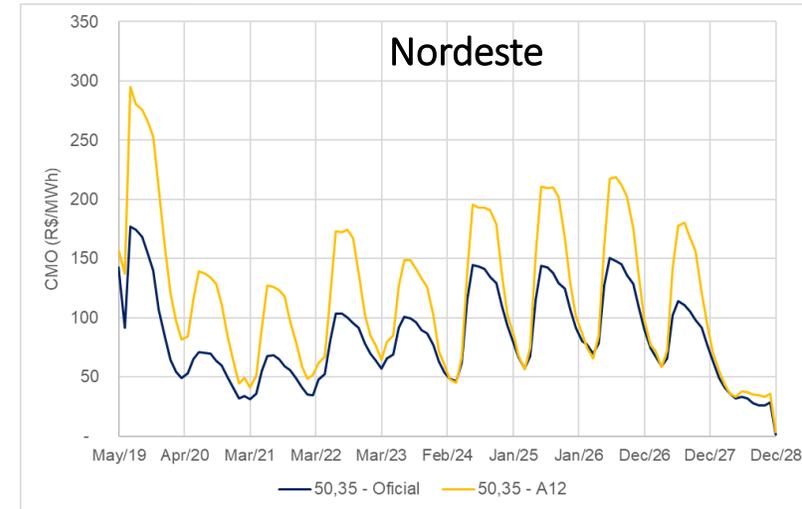
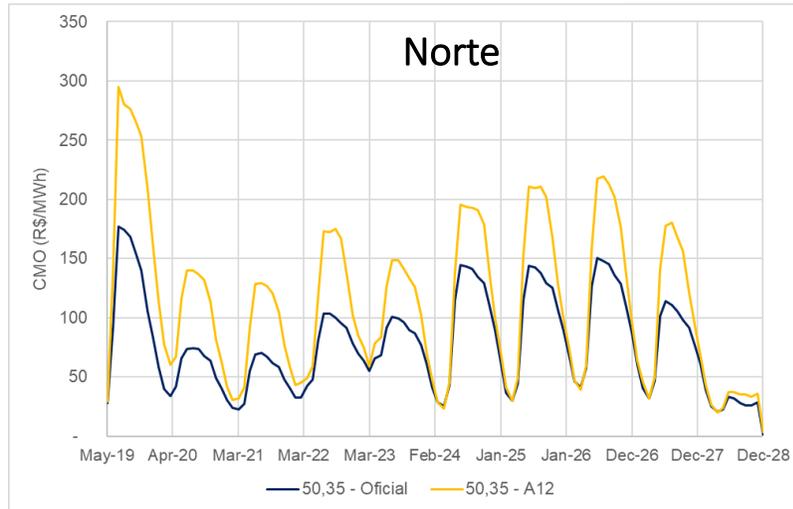
- PMO Maio/2019

Legenda:

PAR-A (p)

PAR (p)

### Aumento do CMO



# Resultados preliminares

## ➤ Análise da política operativa do modelo NEWAVE por submercado/REEs

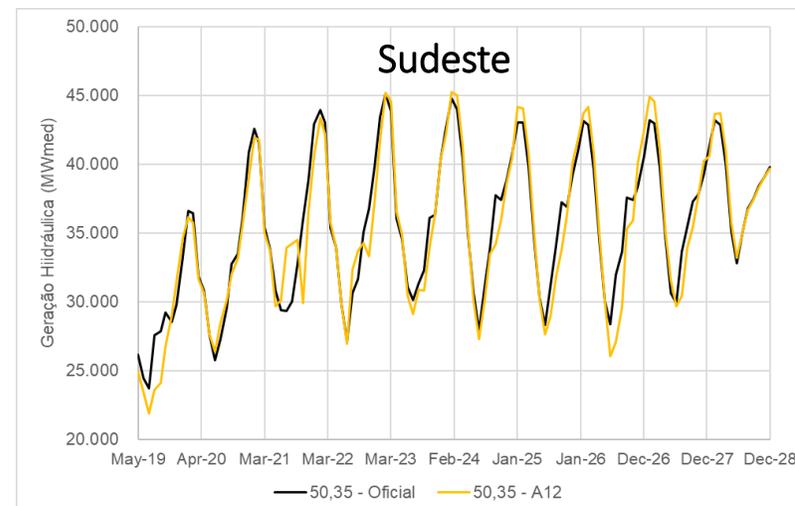
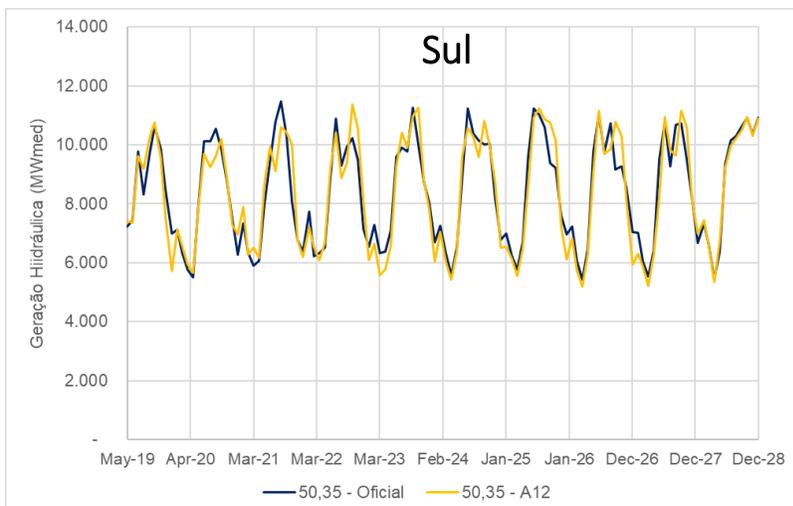
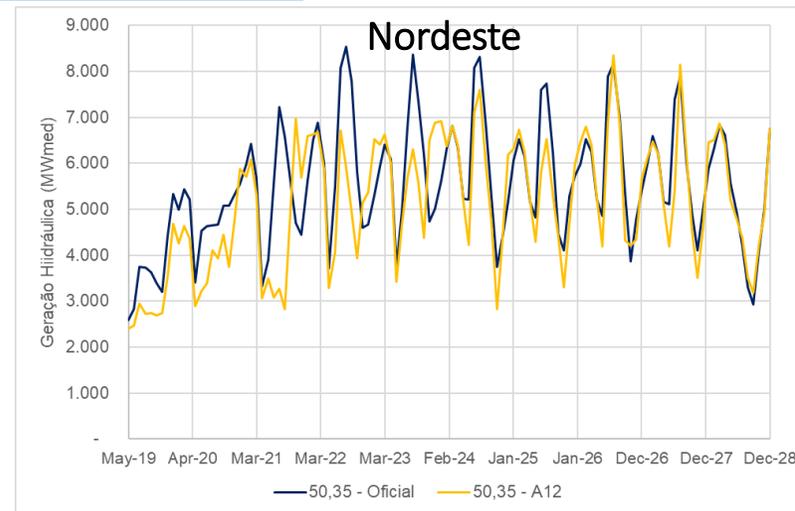
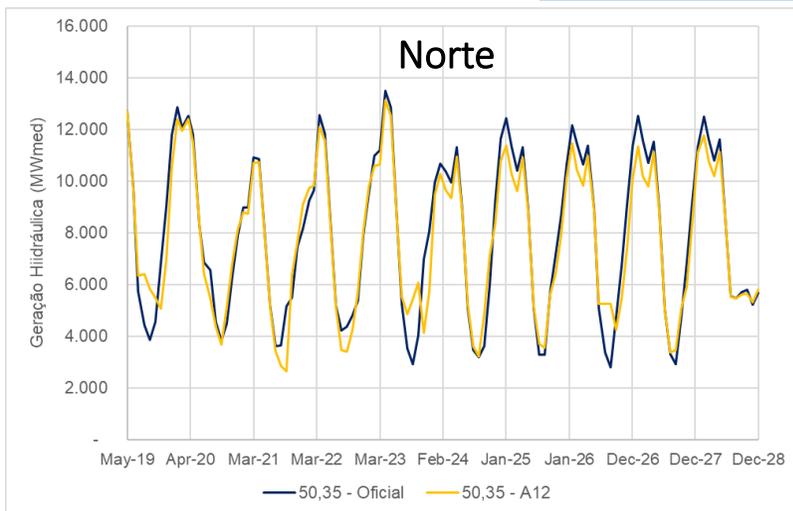
- PMO Maio/2019

Legenda:

PAR-A (p)

PAR (p)

### Redução da Geração Hidráulica



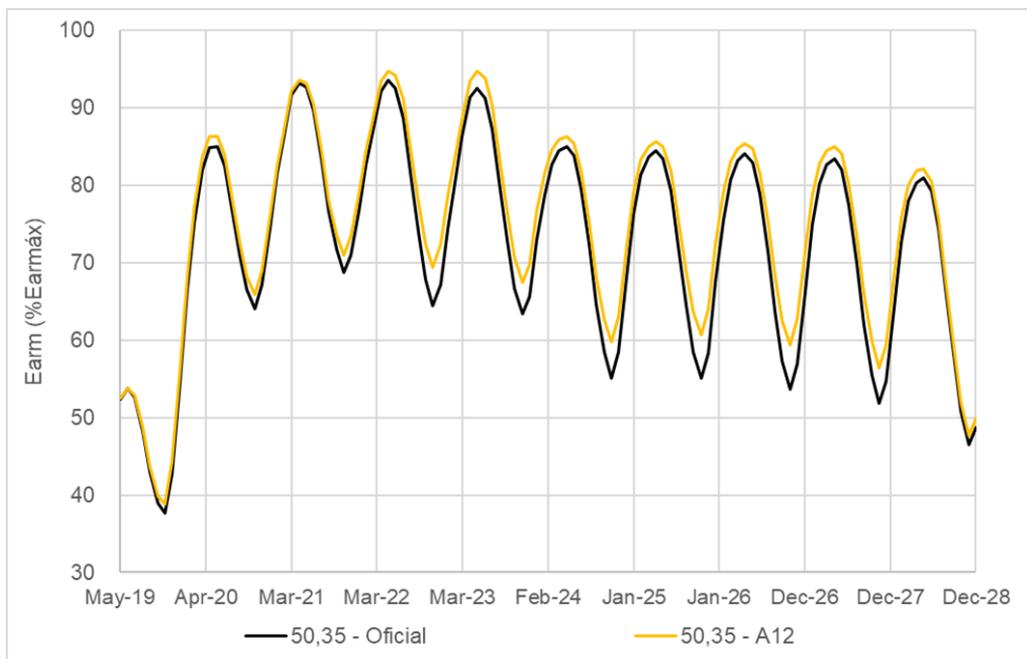
# Resultados preliminares

## ➤ Análise da política operativa do modelo NEWAVE por submercado/REEs

- PMO Maio/2019

### Aumento da Energia Armazenada

#### SIN

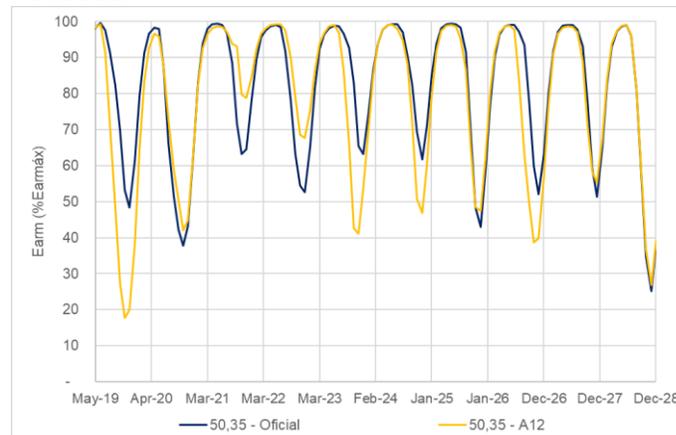


Legenda:

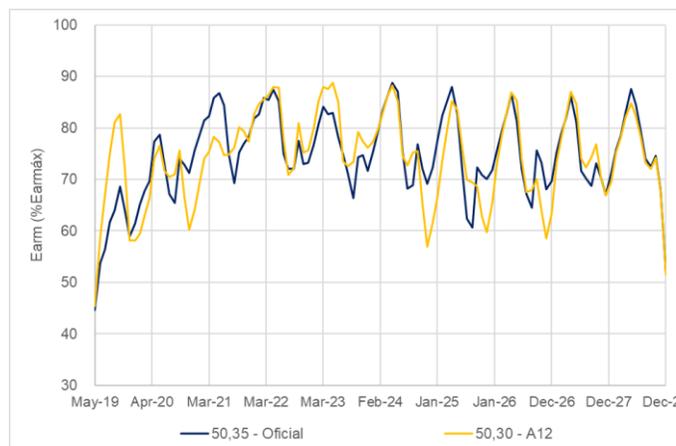
PAR-A (p)

PAR (p)

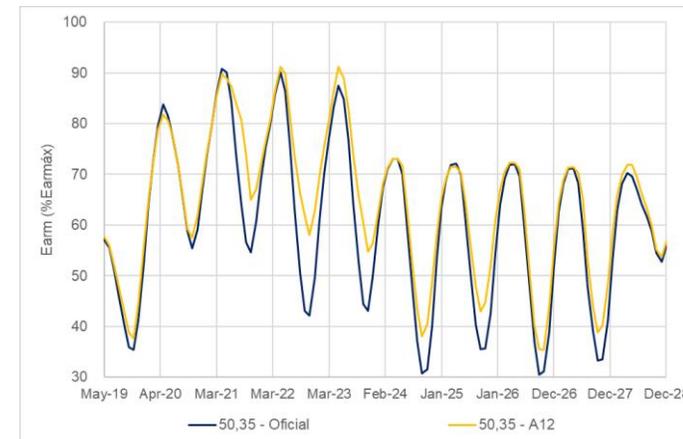
#### Norte



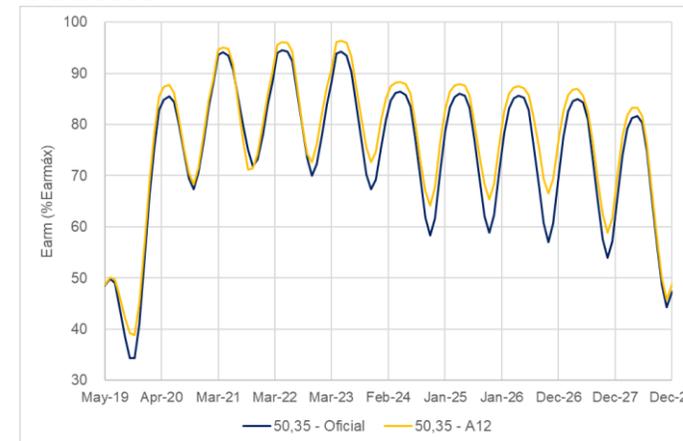
#### Sul



#### Nordeste



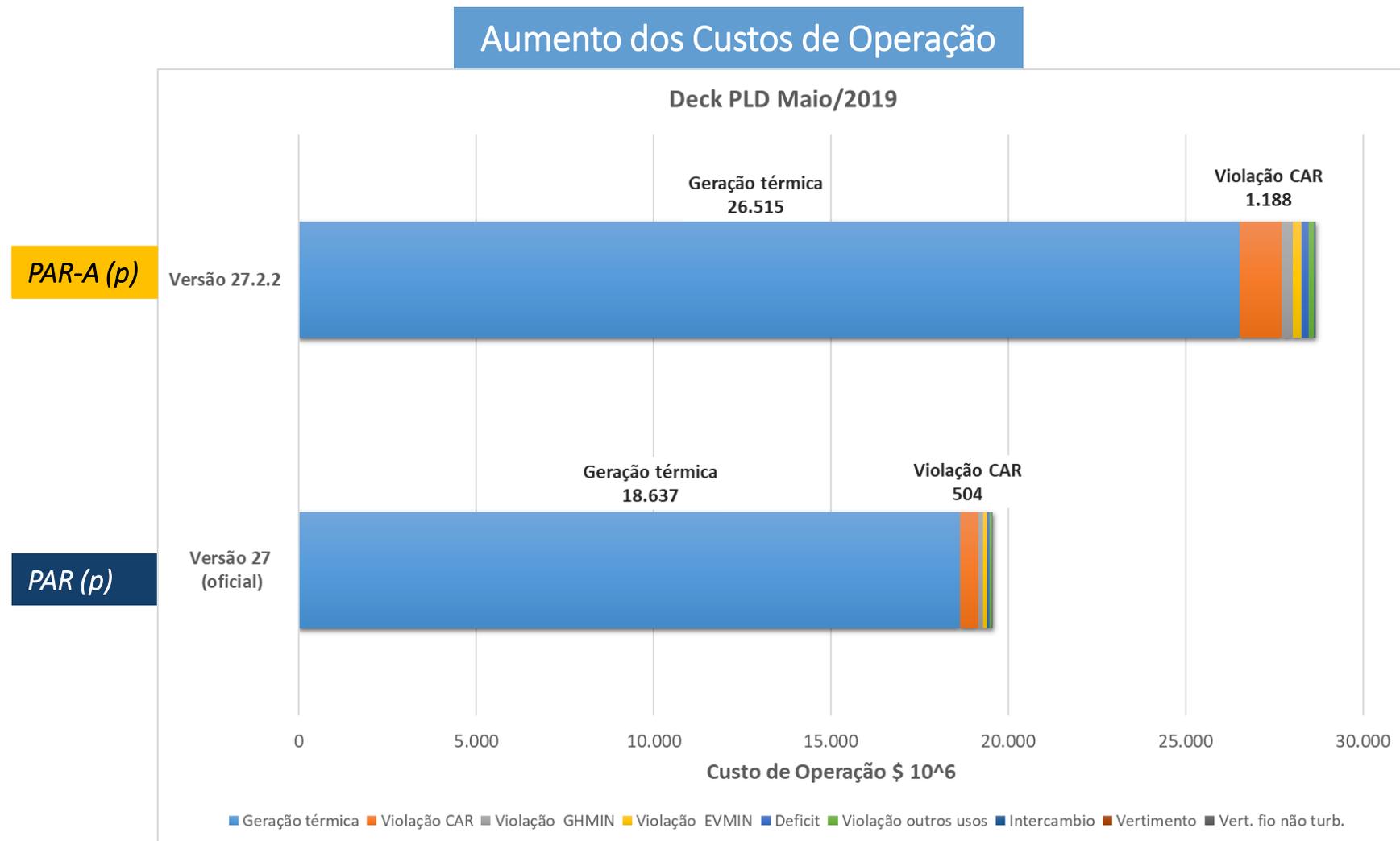
#### Sudeste



# Resultados preliminares

## ➤ Análise da política operativa do modelo NEWAVE por submercado/REEs

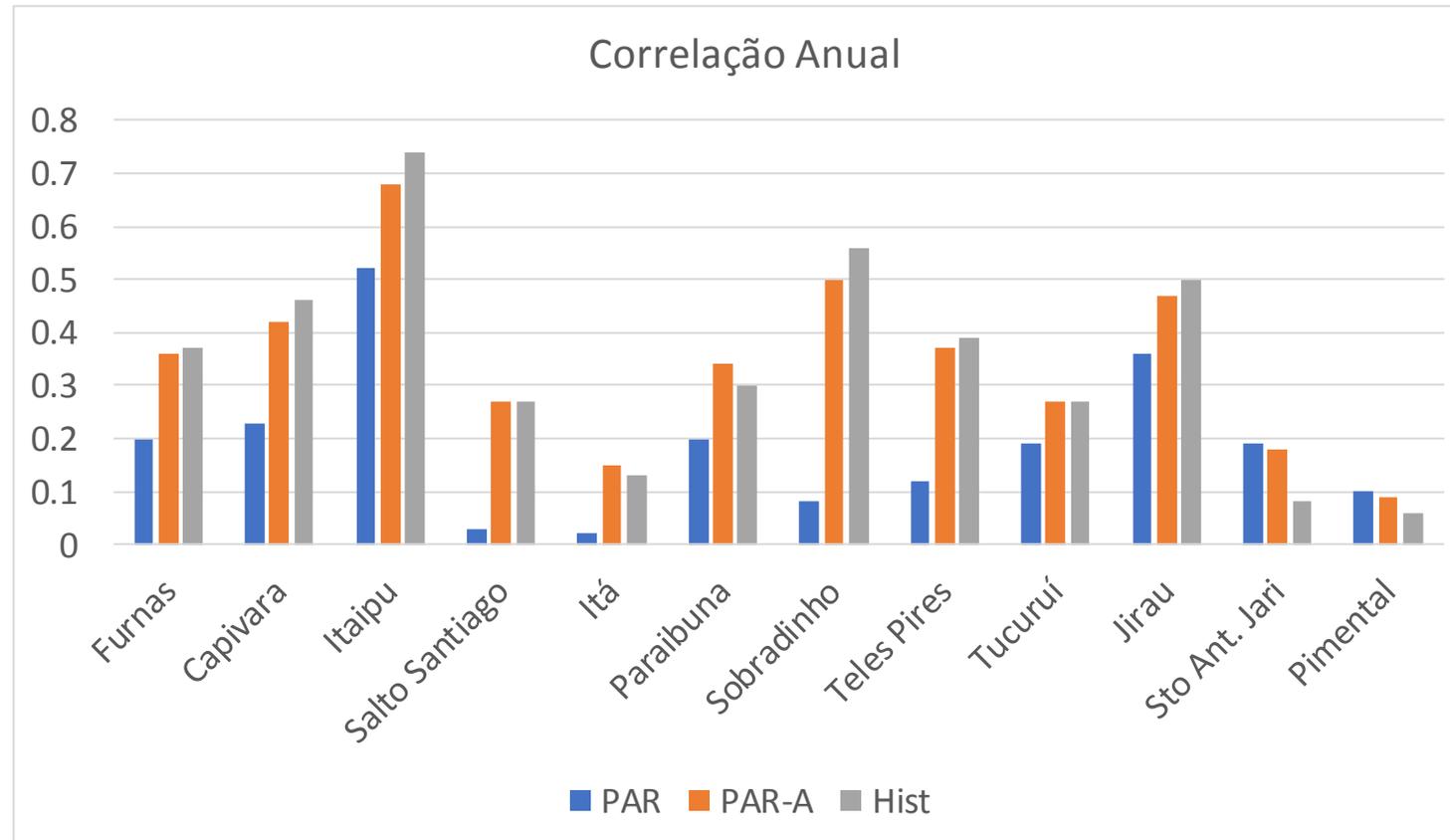
- PMO Maio/2019



# Resultados preliminares

## ➤ Análise dos cenários gerados por UHEs

- Caso não-condicionado / 200 cenários / 88 anos

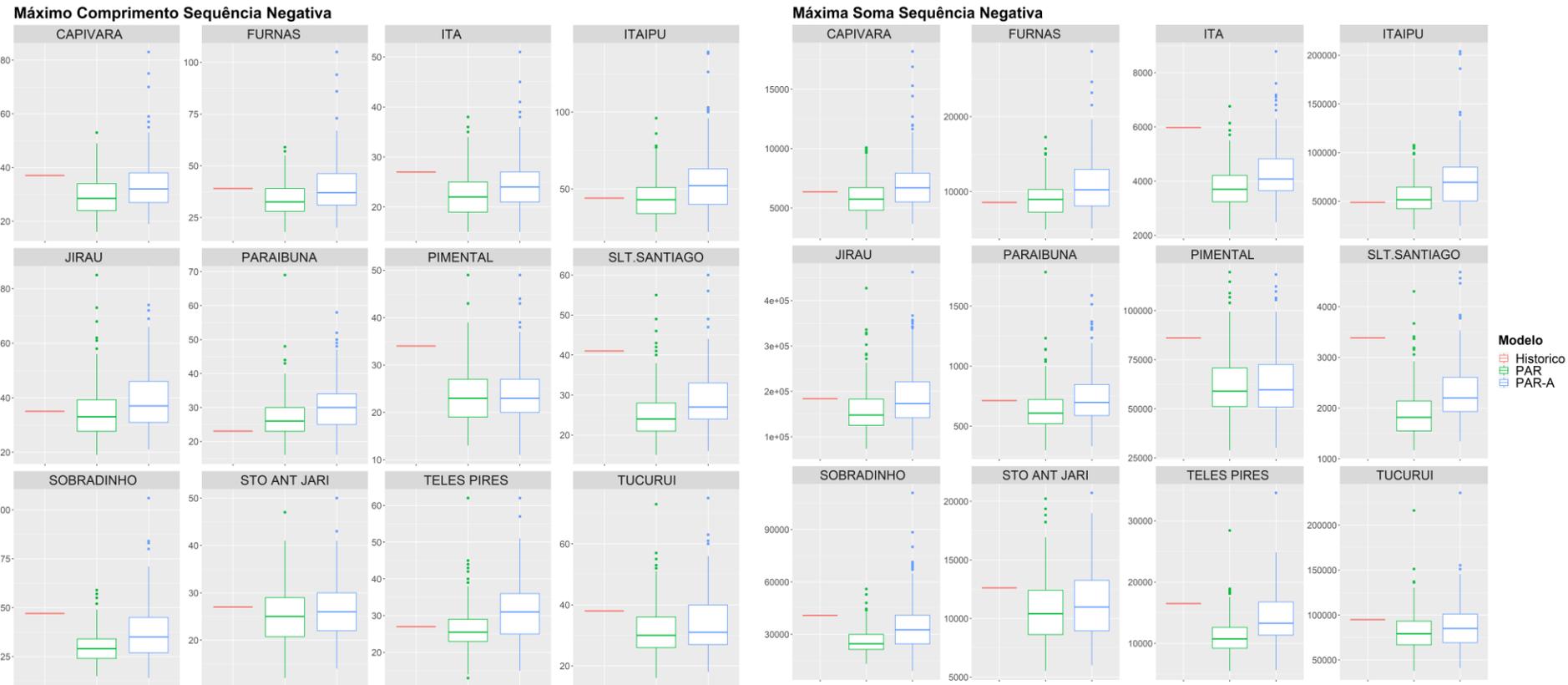


Correlação anual mais próxima dos valores históricos

# Resultados preliminares

## ➤ Análise dos cenários gerados por UHEs

- Caso não-condicionado / 200 cenários / 88 anos



- ✓ Na análise de sequências negativas, observa-se que o modelo PAR-A consegue mimetizar de maneira mais adequada as estatísticas avaliadas
- ✓ O modelo PAR-A também consegue produzir cenários mais severos que os encontrados no registro histórico

# Conclusões iniciais

## Melhor representatividade dos cenários de vazão/ENA

A metodologia responde bem à hidrologia recente: cenários mais severos que o histórico, sequências negativas mais adequadas e correlação anual mais próxima aos valores históricos

Redução das vazões nos cenários gerados principalmente para as UHEs localizadas nos REEs Nordeste, Sudeste, Paraná e Paranapanema

Acréscimo das vazões nos cenários gerados principalmente para o REE Itaipu

## Necessidade de reavaliar o CVaR, dada a melhor representatividade dos cenários de vazão/ENA

A redução da ENA nos submercados Sudeste e Nordeste resulta em política de operação mais avessa ao risco

O aumento da geração térmica e das violações do VMinOp ocorreu para todos os casos de PMO simulados

Aumento dos custos de operação

## Necessidade de analisar os impactos da implementação nas principais variáveis de mercado (*backtest*)

## Próximos passos

Temas a serem avaliados no âmbito da atividade Representação Hidrológica: geração de cenários no ciclo 2020/2021 da CPAMP:

### 1. Continuar avaliando a metodologia PAR-A(p) na geração de cenários do modelo estocástico

- Análise dos impactos nas principais variáveis de mercado: simulações encadeadas NEWAVE/DECOMP
- Avaliação da adequabilidade dos parâmetros do CVaR
- Se metodologia aprovada, iniciar a validação na FT-NEWAVE, FT-GEVAZP e FT-DECOMP

# Perdas e produtividade de Hidrelétricas - Modelo DECOMP

Coordenação: ONS

# Agenda

- ✓ Histórico GTDP
- ✓ Motivação
- ✓ Metodologia de obtenção das grades e incorporação
- ✓ Metodologia para definição de parâmetros
- ✓ Comparação com o valor constante do GTDP
- ✓ Próximos passos

# Agenda

- ✓ Histórico GTDP
- ✓ Motivação
- ✓ Metodologia de obtenção das grades e incorporação
- ✓ Metodologia para definição de parâmetros
- ✓ Comparação com o valor constante do GTDP
- ✓ Próximos passos

# Histórico do GTDP

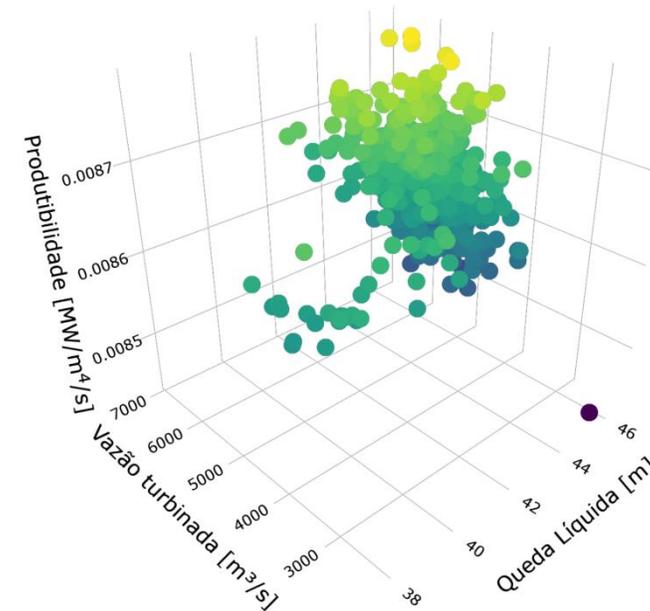
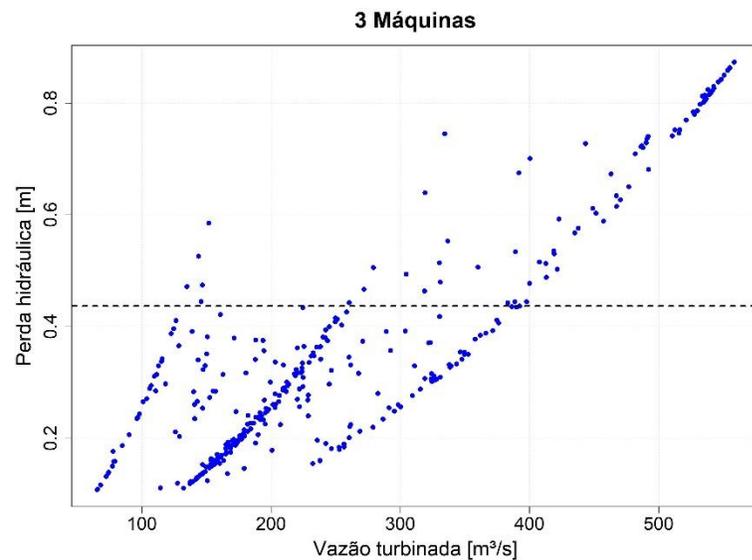
- Os valores de perdas hidráulicas e produtividade são calculados por máquina em base horária. Estes resultados são agregados, via média ponderada pela energia gerada por cada máquina, em valores equivalentes da usina, ainda em base horária
  - Esta mesma agregação é repetida para cálculo de médias diárias, mensais, anuais e totais do estudo.
  - As médias totais do estudo encontram-se atualmente em uso oficial no modelo DECOMP
- 
- 1º ciclo: encerrado em 2018
    - Dados observados entre 2005 e 2014
    - Conjunto de 96 usinas
  - 2º ciclo: em andamento
    - Dados observados entre 2010 e 2019
    - Conjunto de 151 usinas
    - Dados podem ser enviados via Sintegre

# Agenda

- ✓ Histórico GTDP
- ✓ Motivação
- ✓ Metodologia de obtenção das grades e incorporação
- ✓ Metodologia para definição de parâmetros
- ✓ Comparação com o valor constante do GTDP
- ✓ Próximos passos

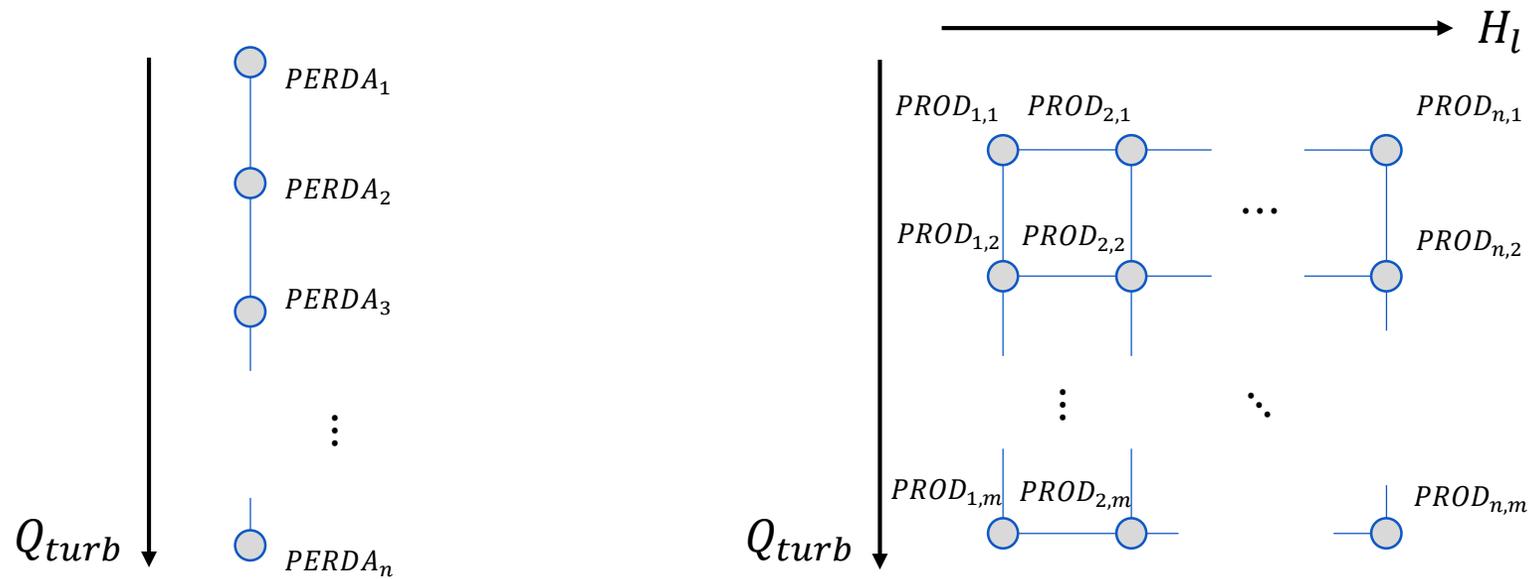
# Motivação

- Como representar a dispersão observada nos dados de perda hidráulica e produtividade?
  - ✓ Representar a perda hidráulica em função da vazão turbinada
  - ✓ Representar a produtividade em função da vazão turbinada e da queda líquida



# Motivação

- A abordagem adotada consistirá na representação dos valores de perda e produtividade através de grades



- Para amostragem de pontos que não exatamente aqueles componentes da grade, o DECOMP realizará uma interpolação linear para a perda e bilinear para a produtividade

# Agenda

- ✓ Histórico GTDP
- ✓ Motivação
- ✓ Metodologia de obtenção das grades e incorporação
- ✓ Metodologia para definição de parâmetros
- ✓ Comparação com o valor constante do GTDP
- ✓ Próximos passos

# Tratamento de dados e ajuste

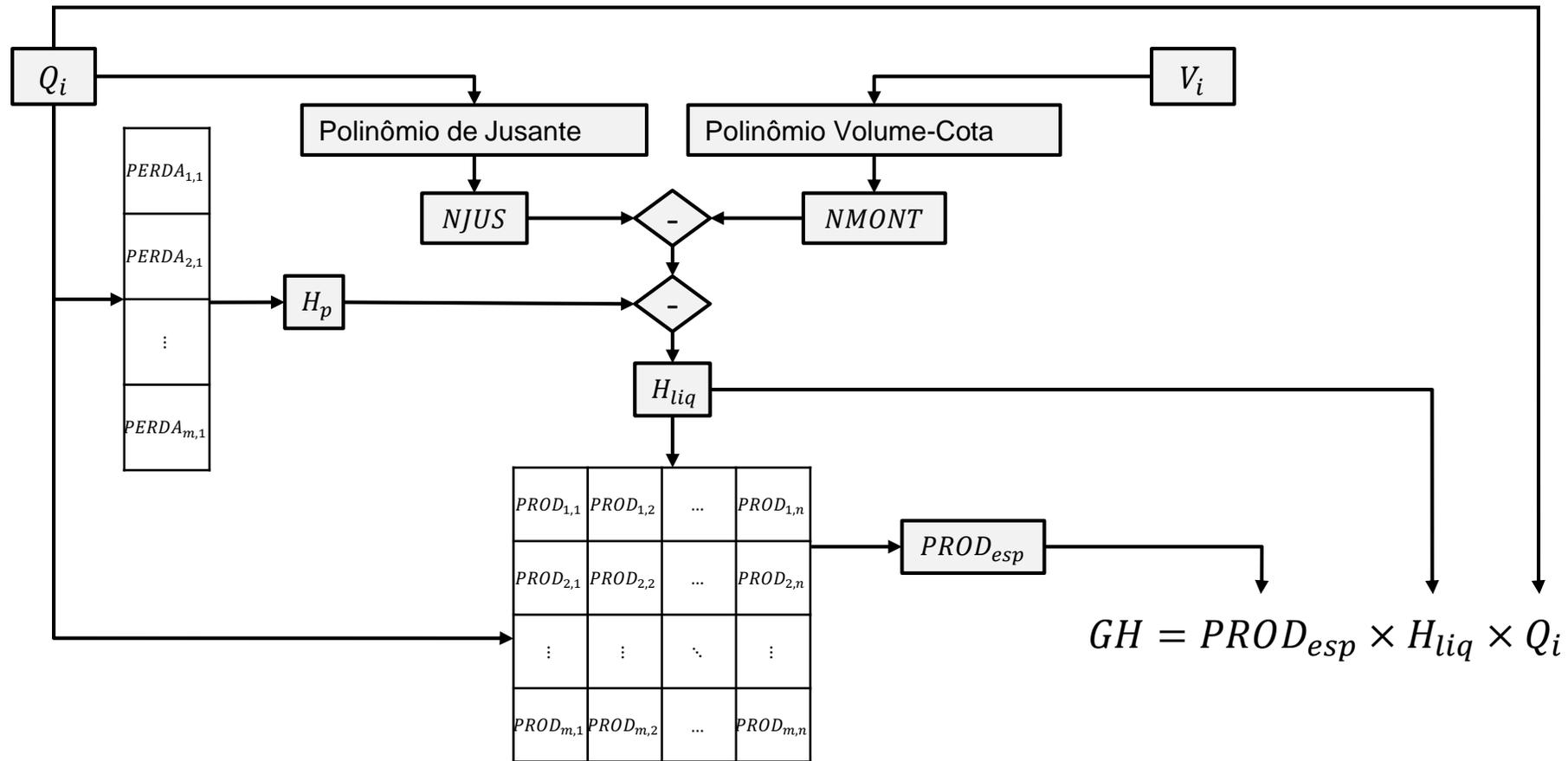
- Inicialmente avaliou-se o cálculo da grade diretamente a partir dos dados operativos do histórico. Porém, os resultados não se mostraram satisfatórios.

## Ajuste através dos modelos Modelos Aditivos Generalizados (GAM)

- O CEPEL apresentou como alternativa o uso de Modelos Aditivos Generalizados (Generalized Additive Models – GAM) para ajuste dos dados. Uma vez ajustados estes modelos aos dados de perda e produtividade, as grades são obtidas por amostragem em pontos específicos
- Os resultados horários do GTDP são agregados em valores semanais médios da usina, de forma a serem compatíveis com a premissa do modelo DECOMP

# Cálculo da função de produção no DECOMP

- Para cálculo da função de produção, partindo de uma vazão turbinada  $Q_i$  e volume  $V_i$  quaisquer



# Agenda

- ✓ Histórico GTDP
- ✓ Motivação
- ✓ Metodologia de obtenção das grades e incorporação
- ✓ Metodologia para definição de parâmetros
- ✓ Comparação com o valor constante do GTDP
- ✓ Próximos passos

# Decisão do número de splines

- O ajuste de modelos GAM demanda definição do número de splines utilizadas, similar à decisão do grau para um ajuste polinomial
- GAMs são ajustados através de máxima verossimilhança, o que permite a determinação de coeficientes de informação como o AIC

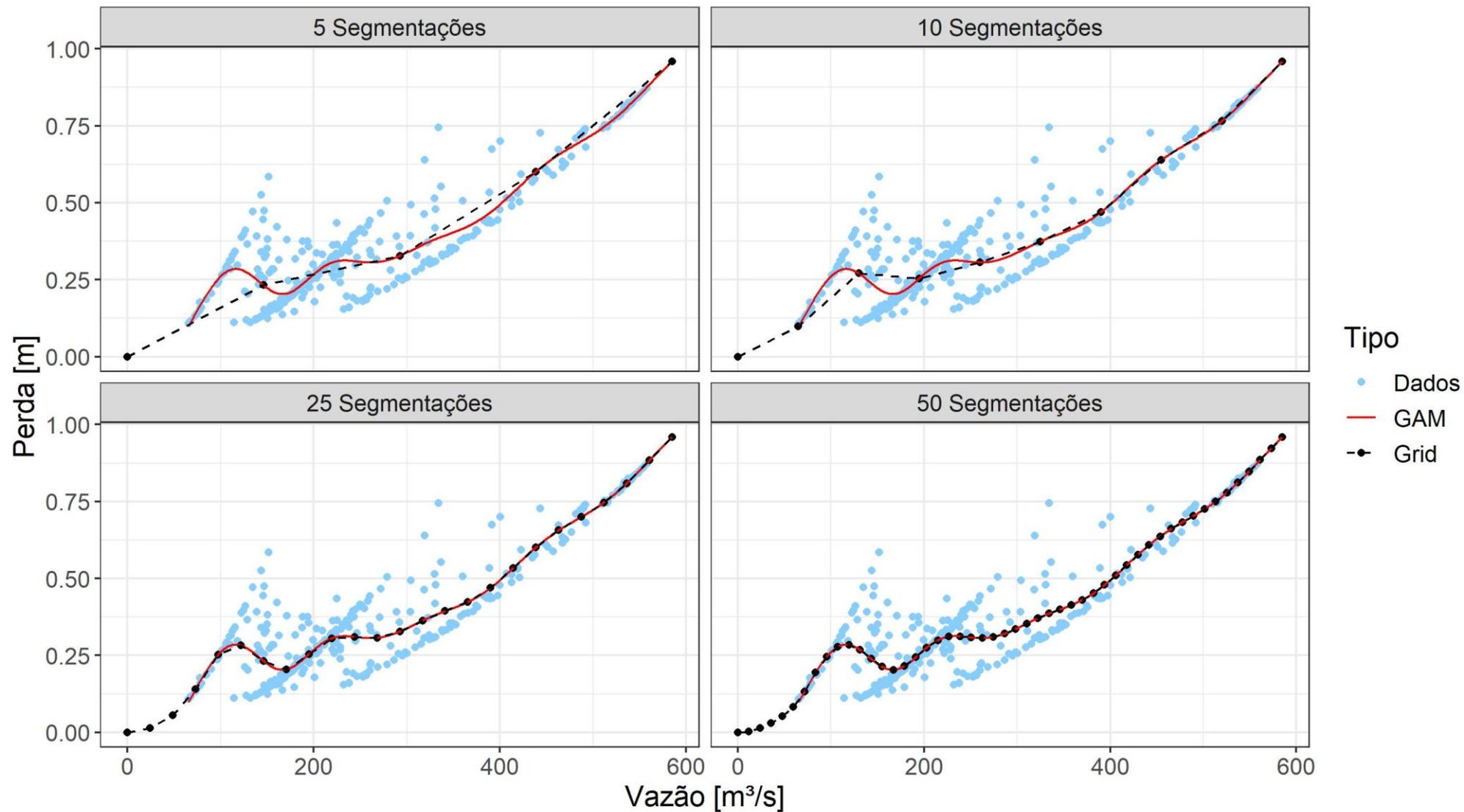
$$AIC = 2n - 2\hat{l}$$

- Desta forma, é possível utilizar este valor como métrica de apoio à decisão do número de splines, porém não sem avaliação posterior
- Em determinados casos, o modelo de menor AIC pode apresentar oscilações indesejáveis e incoerentes com o comportamento físico real. Nestes casos, é necessário intervir manualmente no número de splines.

# Decisão do dimensão das grades

- As grades de perda e produtividade são gerados através da amostragem em determinados pontos de um ajuste dos dados via GAM
- Os demais pontos do domínio são obtidos através de interpolação linear, para as perdas, ou bilinear, para a produtividade, entre os valores do grid
- Esta abordagem constitui, efetivamente, uma aproximação linear por partes do ajuste GAM original
- Desta forma, com infinitas segmentações de grade, isto é, infinitas partes lineares, a representação aproximada converge para a original

# Convergência da aproximação



# Erro de amostragem

- Seja  $y$  a variável de resposta e  $\tilde{x}$  o vetor de preditores, podemos definir o erro de amostragem do ajuste com GAM e da grade como

$$ERRO_{grid} = y - f_{grid}(\tilde{x}; n)$$

$$ERRO_{GAM} = y - f_{GAM}(\tilde{x})$$

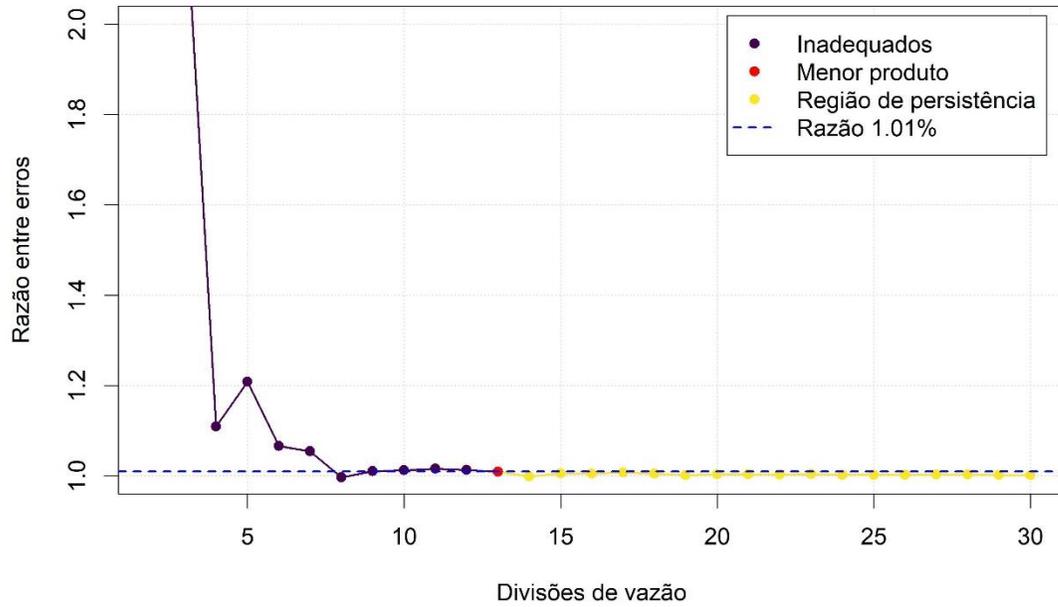
- Onde  $f_{GAM}(\tilde{x})$  é a função ajustada via GAM e  $f_{grid}(\tilde{x}; n)$  a interpolação do ponto  $\tilde{x}$  na grade de  $n$  células
- Conforme o número de segmentações (e células) aumenta, a razão entre estes erros tenderá a um. Logo:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{ERRO_{grid}}{ERRO_{GAM}} = 1$$

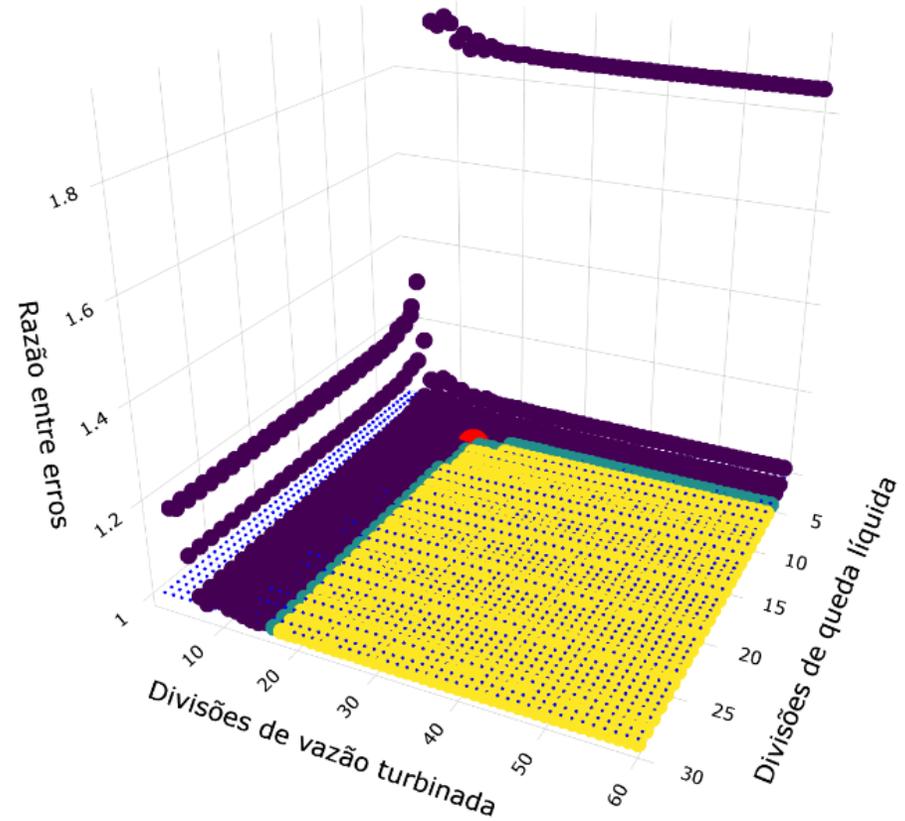
# Método para decisão da dimensão

- Um método para decisão da dimensão da grade que garante boa representação com parcimônia é especificado através das regras:
  - i. Identificam-se números  $x_i^*$  de segmentações em cada dimensão cuja razão de erro de estimação é inferior a 1.01%
  - ii. Caso todas as razões para número de segmentações  $x_i$ ,  $x_i^* < x_i < x_{i,max}$ , permaneçam inferiores, os valores  $x_i$  são salvos
  - iii. É selecionado o conjunto  $x_i$  cujo produto é o menor
- Os números máximos de segmentações em cada dimensão da grade foram tipicamente definidos iguais a 30, podendo aumentar conforme necessário

# Exemplo de caso



- Inadequados
- Fronteira
- Região de persistência
- Menor produto
- Razão 1.01%



# Agenda

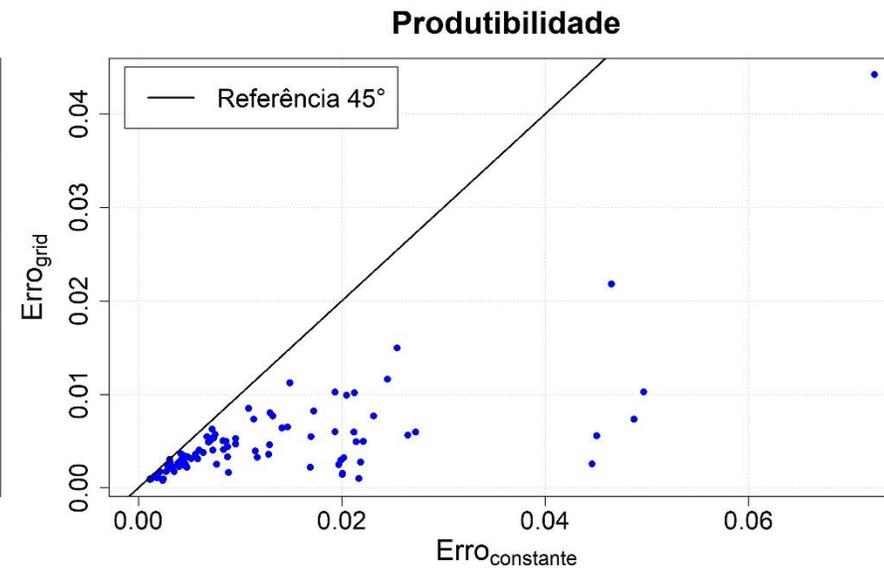
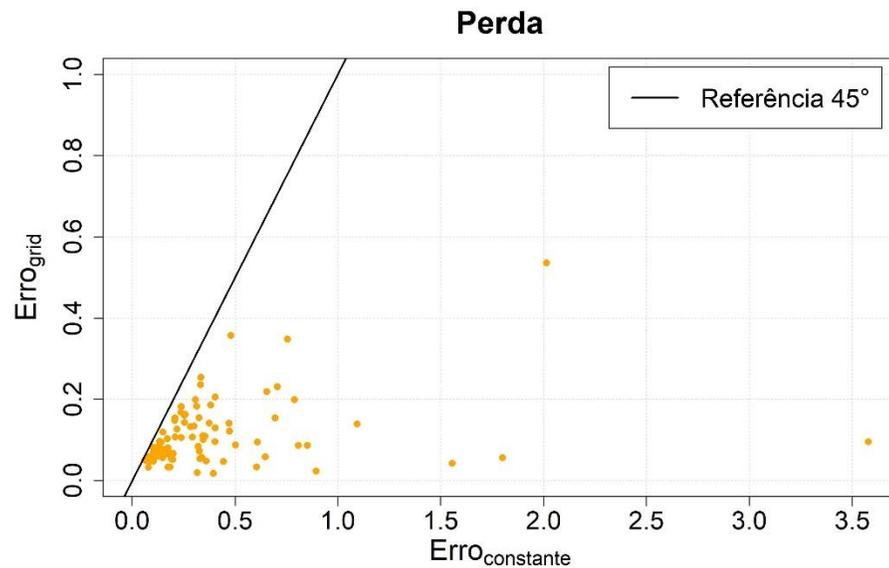
- ✓ Histórico GTDP
- ✓ Motivação
- ✓ Metodologia de obtenção das grades e incorporação
- ✓ Metodologia para definição de parâmetros
- ✓ Comparação com o valor constante do GTDP
- ✓ Próximos passos

# Comparação dos erros de ajuste

- Seja erro de ajuste do dado constante:

$$ERRO_{constante} = y - k_{GTDP}$$

- Onde  $k_{GTDP}$  representa a perda ou produtividade obtida no primeiro ciclo de cálculos do GTDP



# Agenda

- ✓ Histórico GTDP
- ✓ Motivação
- ✓ Metodologia de obtenção das grades e incorporação
- ✓ Metodologia para definição de parâmetros
- ✓ Comparação com o valor constante do GTDP
- ✓ Próximos passos

# Próximos passos

- Uma nova versão do DECOMP compatível com valores de perda e produtividade variáveis foi entregue no dia 29/04/2020
  - ✓ Apenas um teste de sanidade foi executado, constatando o funcionamento adequado da nova versão
  - ✓ Novos testes devem ser propostos para avaliar em detalhe as consequências da nova representação
- Análise dos impactos nas principais variáveis da operação: simulações encadeadas NEWAVE/DECOMP
- Avaliação da adequabilidade dos parâmetros do CVaR
- Se metodologia aprovada, iniciar a validação na FT-DECOMP

# Ciclo de Trabalho 2020/2021: Priorização de Atividades

## Proposta de trabalho para o próximo ciclo da CPAMP (2020/2021): seleção e priorização de atividades

Foram selecionadas **10 ações de aprimoramentos metodológicos** (entre novas e resgatadas de recomendações e discussões técnicas desde 2017 no GT Metodologia) para discutir publicamente suas priorizações para o próximo ciclo da CPAMP (2020/2021). As ações ficaram subdivididas em **8 atividades**:

1. SUISHI
2. Revisão da taxa de desconto utilizada nos modelos de otimização em uso nos estudos oficiais do setor
3. Volatilidade do CMO/PLD
4. Representação hidrológica: geração de cenários
5. Volume Mínimo Operativo - VminOp

### Atividades Bianuais: com entregas previstas para jul/2022

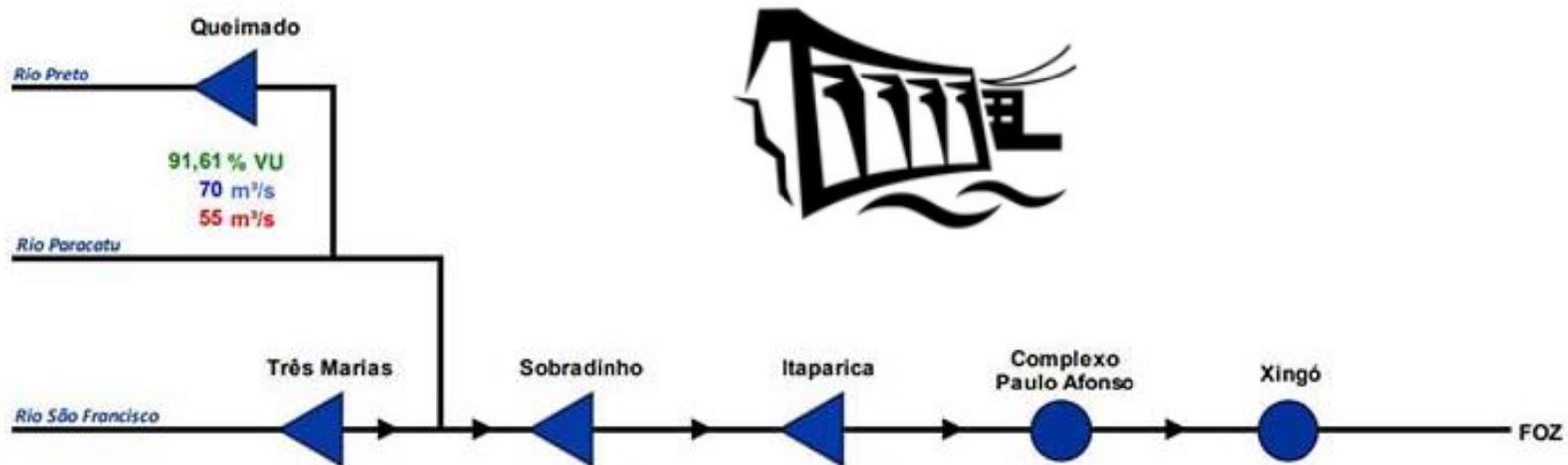
6. DESSEM
7. NEWAVE Híbrido (Individualizado)
8. Modelagem das fontes intermitentes (eólica) nos modelos NEWAVE e DECOMP

# Ciclo de trabalho 2020/2021 do GT Metodologia

## 1) SUISHI

Implementação e validação das regras operativas para a bacia do São Francisco no módulo de energia firme:  
Validar nova operação do São Francisco de acordo com resolução ANA nº 2081/2017 e avaliar seu impacto  
no cálculo da garantia física das hidroelétricas - Nova versão do SUISHI: Ago/2020

Motivação: Aproximar a operação do modelo às restrições impostas pela ANA.



## 1) SUISHI

### Validação do módulo hidrotérmico no SUISHI:

Testes para validação da versão disponível e implementação do mecanismo de aversão a risco associado ao volume mínimo operativo - Nova versão do SUISHI: Jul/2020

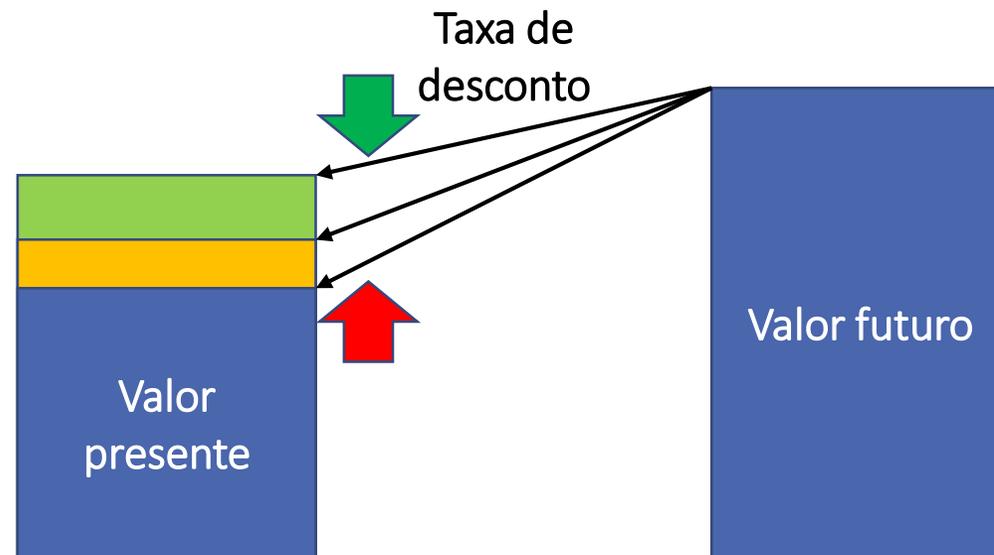
**Motivação:** Garantir maior coerência entre os modelos NEWAVE e SUISHI na consideração da aversão a risco e habilitar o uso do módulo hidrotérmico em mais processos do planeamento e operação.



### 2) Revisão da taxa de desconto utilizada nos modelos de otimização em uso nos estudos oficiais do setor

Definir conceitualmente o uso da taxa de desconto para, em seguida, identificar e avaliar metodologias de cálculo adequadas. Aplicação da taxa de desconto em todas as ferramentas para execução de estudos de curto, médio e longo prazo, deve se dar de forma coerente.

**Motivação:** Revisar a taxa de desconto de forma a garantir a coerência entre as etapas de planejamento da expansão, operação e formação de preço, do sistema de energia elétrica.

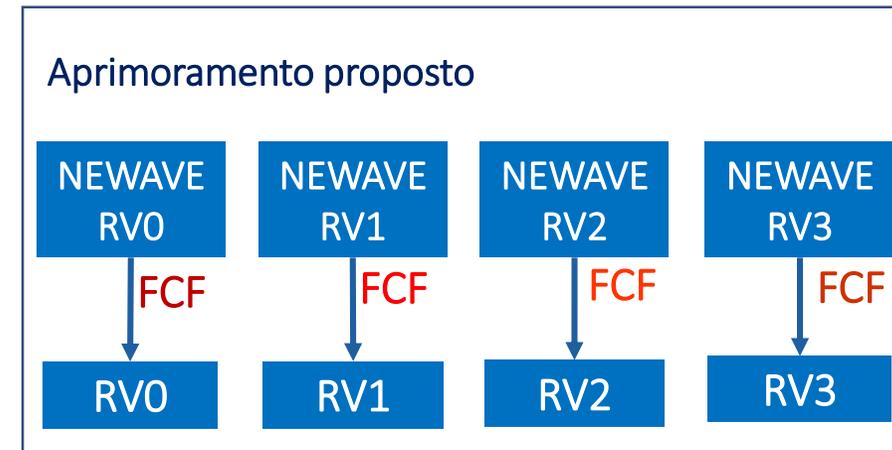
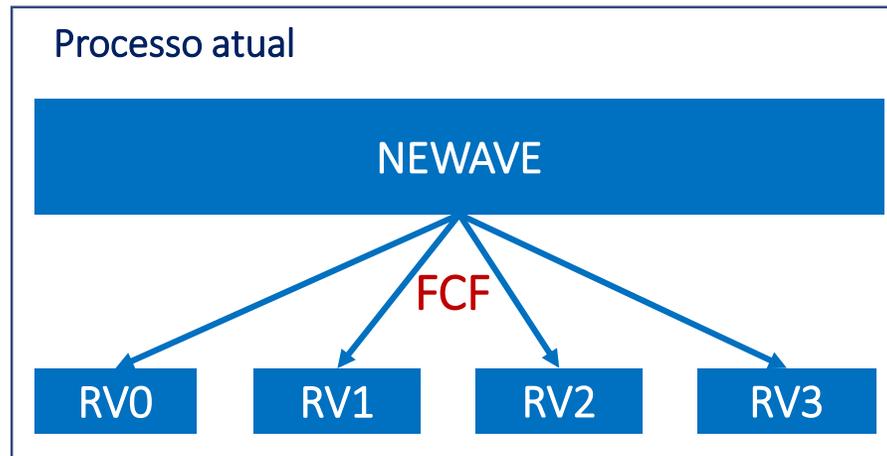


## 3) Volatilidade do CMO/PLD

Finalizar os estudos do ciclo anterior da Função de Custo Futuro (FCF) do NEWAVE sem a ENA como variável de estado

Maior frequência de atualização da FCF do NEWAVE para uso no DECOMP - Nova versão do NEWAVE: Ago/2020

**Motivação:** Com maior frequência de atualização da FCF espera-se a redução da volatilidade do CMO/PLD, especialmente a volatilidade entre meses.



Dados que serão atualizados semanalmente:

- Vazões
- Armazenamento
- Demanda
- Previsão de pequenas – média ponderada na transição do mês
- Restrições (por exemplo: defluência mínima)
- Nº horas mês – proporcional
- Disponibilidade/inflexibilidade

## Ciclo de trabalho 2020/2021 do GT Metodologia

### 4) Representação hidrológica: geração de cenários

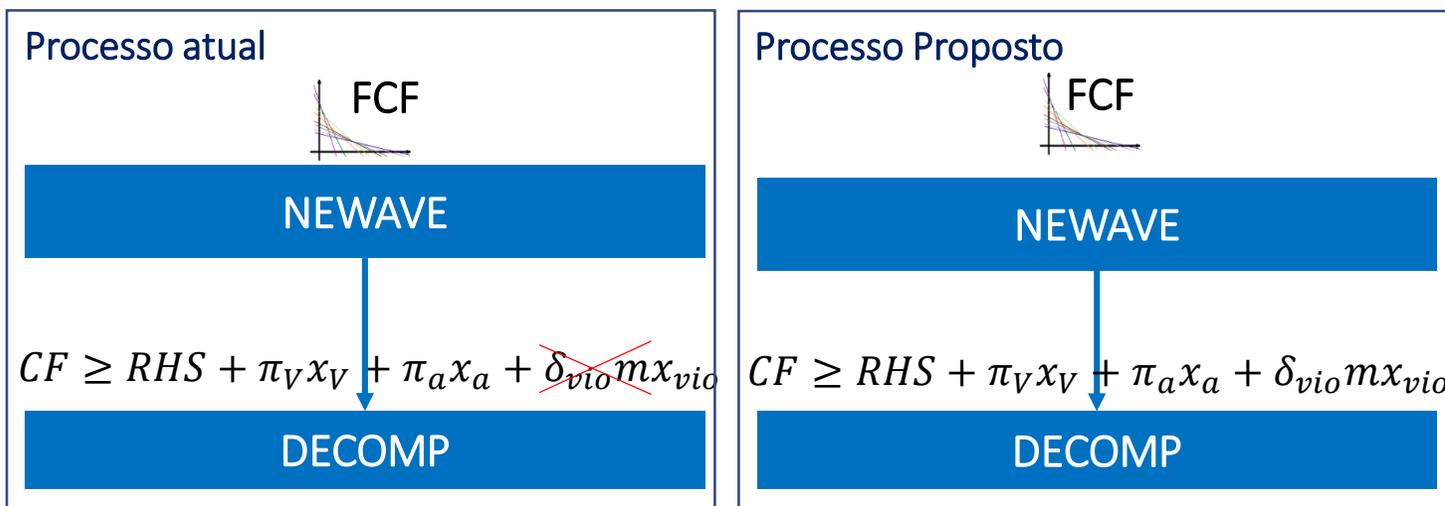
No ciclo 2020/2021 o GT-Metodologia envidará esforços para finalizar a atividade relativa à inclusão da média das últimas doze afluências no modelo de geração de cenários PAR-A(p), que se encontra em andamento.

Não está previsto a investigação de novas linhas de pesquisa durante o ciclo 2020/2021.

## 5) VminOp

Avaliar o acoplamento do VminOP do NEWAVE para o DECOMP - Nova versão do DECOMP: Jun/2020

**Motivação:** Incluir de mecanismos de segurança no modelo de planejamento da operação energética de curto prazo, adicionais aos mecanismos de aversão ao risco já presentes no modelo, de forma que a probabilidade de se adotar medidas heterodoxas seja mitigada.



- Não requer modificação no NEWAVE.
- A comunicação entre os dois modelos será apenas um valor.
- O termo  $m x_{vio}$  será um valor de violação média visto pelo NEWAVE.
- O DECOMP passará a conter uma indicação mais fidedigna em relação a métrica de risco VminOp ao incrementar este custo adicional a FCF.
- Esse aprimoramento ainda não considera a implementação dos níveis metas no modelo DECOMP. Esse tema será endereçado no próximo ciclo de trabalho.

## Atividades Bianuais: com entregas previstas para jul/2022

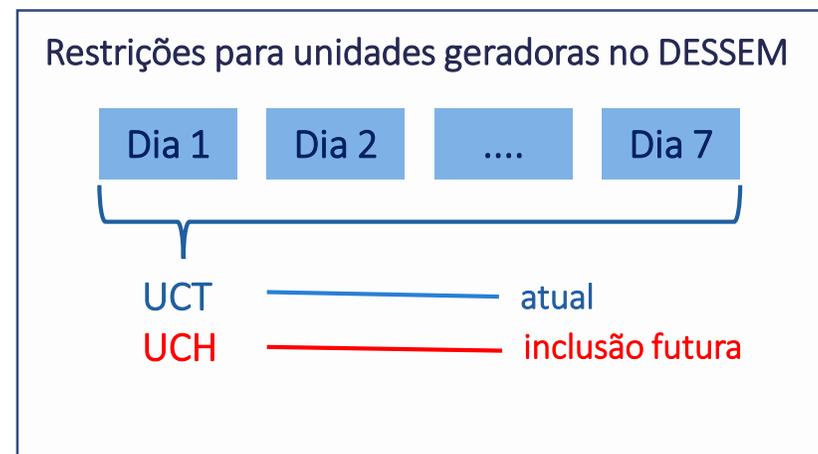
### 6) DESSEM

Consideração das restrições de *unit commitment hidráulico* (UCH) no DESSEM - Nova versão: Mar/2021

**Motivação:** Aprimorar restrições e a operação das usinas hidroelétricas de forma a representar melhor a realidade física do sistema.

#### Proposta do CEPEL:

- A **função de produção** das usinas hidroelétricas (FPHA) será compatibilizada com os recentes aprimoramentos introduzidos no DECOMP
  - ✓ Polinômios por partes para o nível de jusante
  - ✓ Rendimento da turbina variável com a altura de queda e vazão
  - ✓ Perdas nos condutos em função da vazão turbinada
- Representação da **faixa de operação** (turbinamento/geração mínima) em que cada unidade geradora não pode operar
- Condições adicionais para partida/parada das unidades



# Ciclo de trabalho 2020/2021 do GT Metodologia

## Atividades Bianuais: com entregas previstas para jul/2022

### 7) NEWAVE Híbrido (representação REE & UHE) (disponível na versão disponibilizada em set/2017)

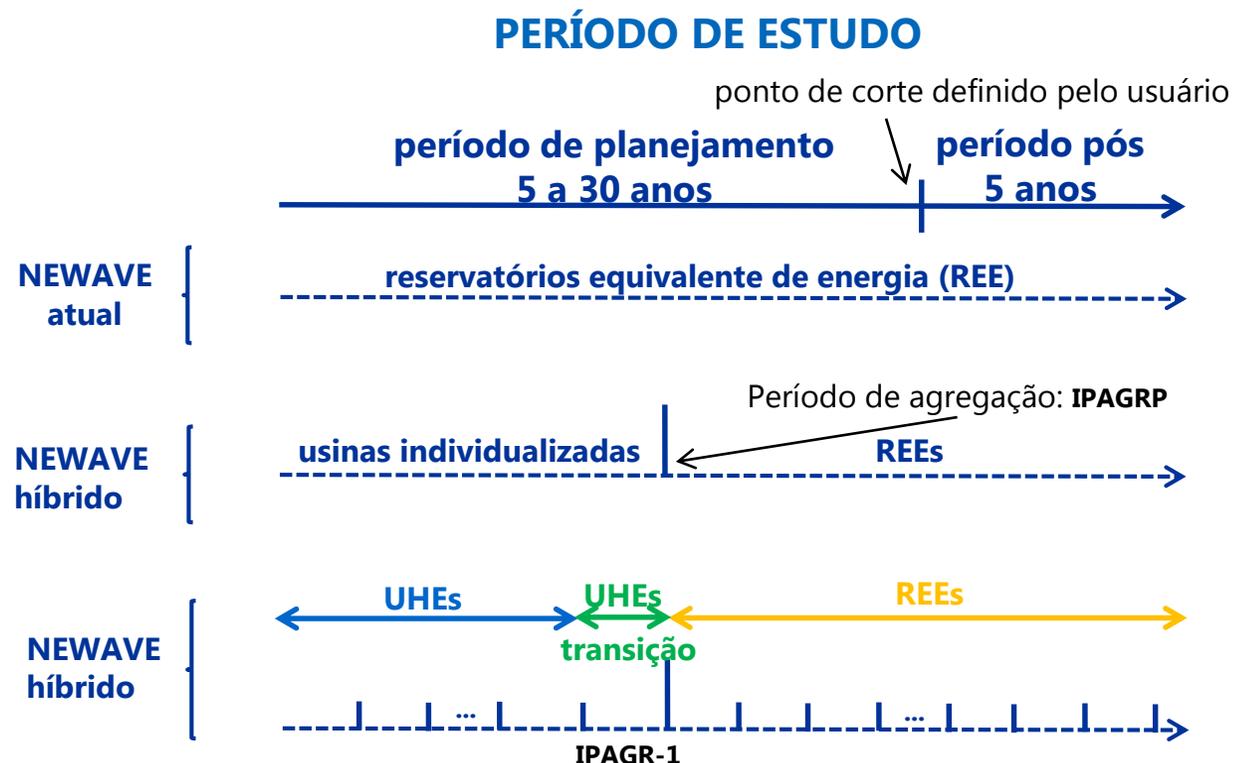
**Motivação:** Permitir que o modelo NEWAVE represente as usinas hidrelétricas de forma individualizada em todo ou parte do período de planejamento

**UHEs:** Representação do sistema hidroelétrico mais aderente à realidade operativa

**REEs:** Preserva tanto quanto possível as características da operação a usinas individualizadas com benefício computacional do problema reduzido

**Híbrido:** Modelagem conjunta permitirá os benefícios de uma representação por UHEs no horizonte próximo da tomada de decisão e ganho computacional no estudo;

Fornecerá aos modelos DECOMP e SUISHI, FCFs por UHE, para que as refinem considerando outras restrições operativas.



### Atividades Bianaais: com entregas previstas para jul/2022

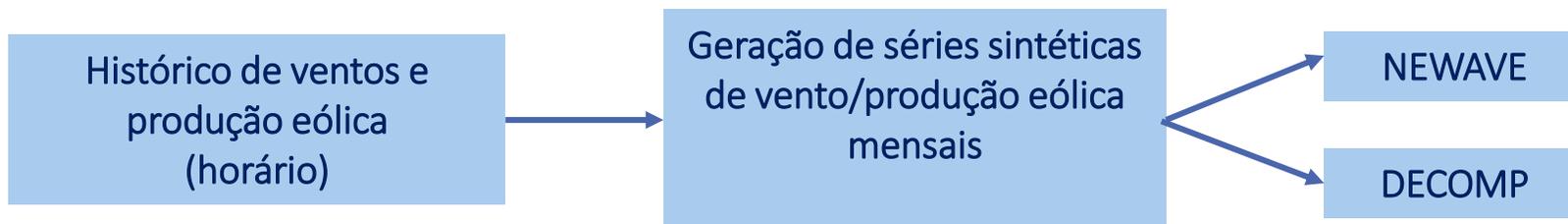
#### 8) Modelagem das fontes intermitentes (eólica) nos modelos NEWAVE, GEVAZP e DECOMP – novas versões até Dez/2020

**Motivação:** Representar mais adequadamente as fonte renováveis variáveis que estão em plena expansão no SIN

**Processo atual :** Previsão da geração eólica é considerada com base na média mensal do histórico dos últimos cinco anos de geração líquida disponibilizada ao SIN de cada usina, agregada por subsistema, por mês e por patamar de carga, para todo o horizonte de planejamento - Resolução ANEEL nº 843/2019.

**Ampliação do escopo com pesquisa de outras metodologias disponíveis no mercado**

**Proposta em desenvolvimento pelo CEPEL**



- Utiliza a correlação entre as energias afluentes ao REE e recurso eólico dos parques;
- Inicialmente, ventos/produção eólica não serão variáveis de estado - a estrutura de auto-correlação temporal em escala mensal é implicitamente representada pela correlação espacial com as afluências;
- A partir dos dados horários fornecidos de ventos e produção eólica, serão geradas séries sintéticas de vento/produção eólica mensais.

# Próximos passos

- Questionário disponível para contribuições: <https://pt.surveymonkey.com/r/gt-metodologia>
- Prazo para recebimento de contribuições sobre a priorização de atividades do ciclo 2020/2021 se encerrará em 03/07/2020
- Avaliação das contribuições pelo GT Metodologia
- Aprovação pela CPAMP e divulgação até agosto de 2020
- Contato direto com o GT Metodologia: [cpamp.gt.metodologia@epe.gov.br](mailto:cpamp.gt.metodologia@epe.gov.br)

# Obrigado!

*Coordenação do GT Metodologia*  
*[cpamp.gt.metodologia@epe.gov.br](mailto:cpamp.gt.metodologia@epe.gov.br)*

Assessoria Técnica:

