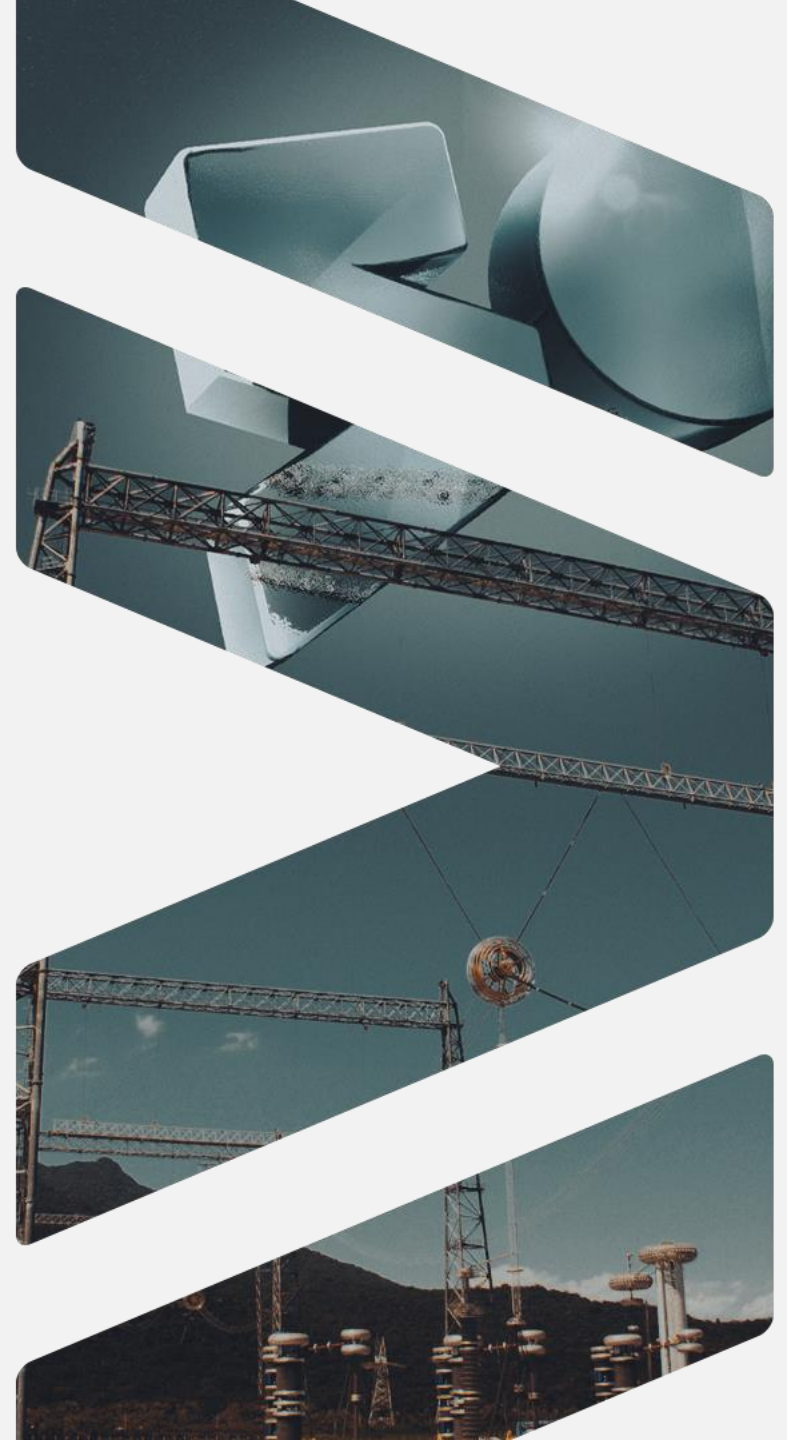




# Diferença de resultados no modelo NEWAVE devido a informação da GTMIN para usinas a GNL no primeiro mês.

## PMO e PLD 09/2024

10/10/2024



# Histórico do ocorrido – 30/08

- Na publicação do PMO/PLD 09/2024 foram informados concomitantemente o total de **antecipação térmica** já comandado (adterm.dat) e geração térmica mínima (**GTMIN**) para o primeiro mês do horizonte na usina GNL de Santa Cruz Nova.
- Na reunião do PMO do dia 30/08/2024, um agente **questionou** o ONS sobre essa representação. ONS respondeu que a informação do GTMIN não afetaria os resultados.
- Posteriormente, um usuário observou diferenças de resultados com e sem a informação do GTMIN.
- Esse questionamento motivou o ONS a consultar o CEPEL para um diagnóstico do porquê da **diferença de resultados**.
- Em princípio, esperaria-se que **não houvesse diferença** uma vez que o GTMIN dos dois primeiros meses já está contabilizado na antecipação térmica comandada e informada no arquivo adterm.dat.

# Modelagem da geração GNL

Subproblema do período  $t - K$

VALOR  
PRESENTE  
PERÍODO DE  
GERAÇÃO

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^K} \left[ \frac{GT_i^t + GT_{flex_i}^t}{(\dots) + \alpha^{t-K+1}} \right] +$$

s.a.

$$\sum GH^{t-K} + \dots = D^{t-K} - \frac{GT_i^{t-K} - GT_{flex_i}^{t-K}}{(\dots)}$$

$$0 \leq GT_{flex_i}^t \leq \overline{GT_i^t} - \underline{GT_i^t}$$

PERÍODO DE COMANDO DA GNL  $GT_{flex_i}^t$

Subproblema do período  $t$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^K} \left[ \frac{GT_i^{t+K} + GT_{flex_i}^{t+K}}{(\dots) + \alpha^{t+1}} \right] +$$

s.a.

$$\sum GH^t + \dots = D^t - \frac{GT_i^t - GT_{flex_i}^t}{(\dots)}$$

$$0 \leq GT_{flex_i}^{t+K} \leq \overline{GT_i^{t+K}} - \underline{GT_i^{t+K}}$$

PERÍODO DE GERAÇÃO DA GNL  $GT_{flex_i}^t$

# Diagnóstico inicial do CEPEL em 30/08

- O montante de GTMIN declarado para a usina de Santa Cruz Nova estava sendo abatido duplamente da demanda

**EVIDÊNCIA 1:** Redução da demanda líquida em um montante exatamente igual a GTMIN

**PMO/PLD 09/2024 com GTMIN para Santa Cruz Nova**

**PMO/PLD 09/2024 sem GTMIN para Santa Cruz Nova**

pmo.dat

| DADOS DE DEMANDA LIQUIDA DE ENERGIA (Mwmedio) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 342567  | DADOS DE DEMANDA LIQUIDA DE ENERGIA (Mwmedio) |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 342568  |         |        |        |
|-----------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| SUBSISTEMA: SUDESTE                           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 342569  | SUBSISTEMA: SUDESTE                           |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 342570  |         |        |        |
| ANO\MES                                       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 342571  | ANO\MES                                       |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 342572  |         |        |        |
| 2024                                          | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 32479.4 | 34680.5 | 3497                                          | 342573 | 2024    | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 0.0     | 32652.9 | 34680.5 | 3497   | 342574 |
| 2025                                          | 40515.0 | 41075.0 | 39085.5 | 36615.6 | 33708.1 | 32722.0 | 30363.0 | 31235.1 | 32930.0 | 34115.7 | 3416    | 342575                                        | 2025   | 40515.0 | 41075.0 | 39085.5 | 36615.6 | 33708.1 | 32722.0 | 30363.0 | 31235.1 | 32930.0 | 34115.7 | 3416    | 342576 |        |
| 2026                                          | 41186.3 | 40535.3 | 40927.4 | 36902.6 | 33971.7 | 33403.6 | 31126.5 | 31960.2 | 33692.3 | 35113.4 | 3518    | 342577                                        | 2026   | 41186.3 | 40535.3 | 40927.4 | 36902.6 | 33971.7 | 33403.6 | 31126.5 | 31960.2 | 33692.3 | 35113.4 | 3518    | 342578 |        |
| 2027                                          | 42296.4 | 41579.6 | 42018.8 | 37905.9 | 34879.7 | 34253.8 | 32124.1 | 32957.5 | 34774.0 | 36238.8 | 3636    | 342579                                        | 2027   | 42296.4 | 41579.6 | 42018.8 | 37905.9 | 34879.7 | 34253.8 | 32124.1 | 32957.5 | 34774.0 | 36238.8 | 3636    | 342580 |        |
| 2028                                          | 43523.2 | 42690.5 | 43263.8 | 39077.7 | 35994.4 | 35394.7 | 33280.8 | 34050.3 | 35961.9 | 37438.2 | 3752    | 342581                                        | 2028   | 43523.2 | 42690.5 | 43263.8 | 39077.7 | 35994.4 | 35394.7 | 33280.8 | 34050.3 | 35961.9 | 37438.2 | 3752    | 342582 |        |
| POS                                           | 43523.2 | 42690.5 | 43263.8 | 39105.2 | 35601.0 | 35001.3 | 34458.1 | 35227.6 | 37139.3 | 38615.5 | 3886    | 342583                                        | POS    | 43523.2 | 42690.5 | 43263.8 | 39105.2 | 35601.0 | 35001.3 | 34458.1 | 35227.6 | 37139.3 | 38615.5 | 3886    | 342584 |        |

$$32652.9 - 32479.4 = 173.5$$

expt.dat

|           |        |   |      |               |     |           |        |   |      |               |     |
|-----------|--------|---|------|---------------|-----|-----------|--------|---|------|---------------|-----|
| 86 POTEF  | 500.00 | 9 | 2024 | ST.CRUIZ NOVA | 235 | 86 POTEF  | 500.00 | 9 | 2024 | ST.CRUIZ NOVA | 235 |
| 86 TEIFT  | 0.00   | 9 | 2024 | 12 2024       | 236 | 86 TEIFT  | 0.00   | 9 | 2024 | 12 2024       | 236 |
| 86 GTMIN  | 173.51 | 9 | 2024 | 9 2024        | →   |           |        |   |      |               |     |
| 86 FCMAX  | 0.00   | 1 | 2027 |               | 237 | 86 FCMAX  | 0.00   | 1 | 2027 |               | 237 |
| 146 POTEF | 41.40  | 9 | 2024 | STA VITORIA   | 238 | 146 POTEF | 41.40  | 9 | 2024 | STA VITORIA   | 238 |

Diferença na demanda líquida impressa no pmo.dat

# Diagnóstico inicial do CEPEL em 30/08

- O montante de GTMIN declarado para a usina de Santa Cruz Nova estava sendo abatido duplamente da demanda

## **EVIDÊNCIA 2:** Comparação dos resultados entre os casos sem GTMIN e COM GTMIN

- Na hipótese de que foi retirada o duplo abatimento do GTMIN da usina de Santa Cruz Nova na demanda do primeiro mês (redução da **geração compulsória de 173.51MW**), os resultados teóricos esperados no ponto de convergência seriam:
  - 1) O valor do **custo de operação (COPER)** do caso sem GTMIN deve ser **maior ou igual**, uma vez que os 173.51 MW precisarão ser atendidos por uma fonte de custo maior. Esse GTMIN não teria custo no horizonte;
  - 2) **CMO** deve ser **maior ou igual**, uma vez que demanda líquida é maior.

**COMPORTAMENTO ESPERADO, DADO O DIAGNÓSTICO:** Na convergência do algoritmo, o **COPER** e o **CMO** do caso sem GTMIN deveria apresentar valores **maiores ou iguais** ao caso COM GTMIN

# Diagnóstico inicial do CEPEL em 30/08

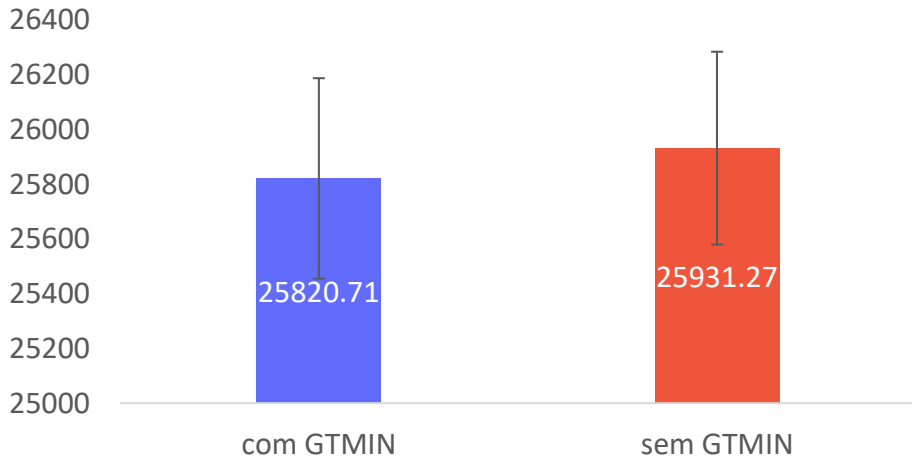
- O montante de GTMIN declarado para a usina de Santa Cruz Nova estava sendo abatido duplamente da demanda

## EVIDÊNCIA 2: Comparação dos resultados entre os casos sem GTMIN e COM GTMIN

- Resultados **coerentes** com o teórico esperado: Aumento de COPER e CMO

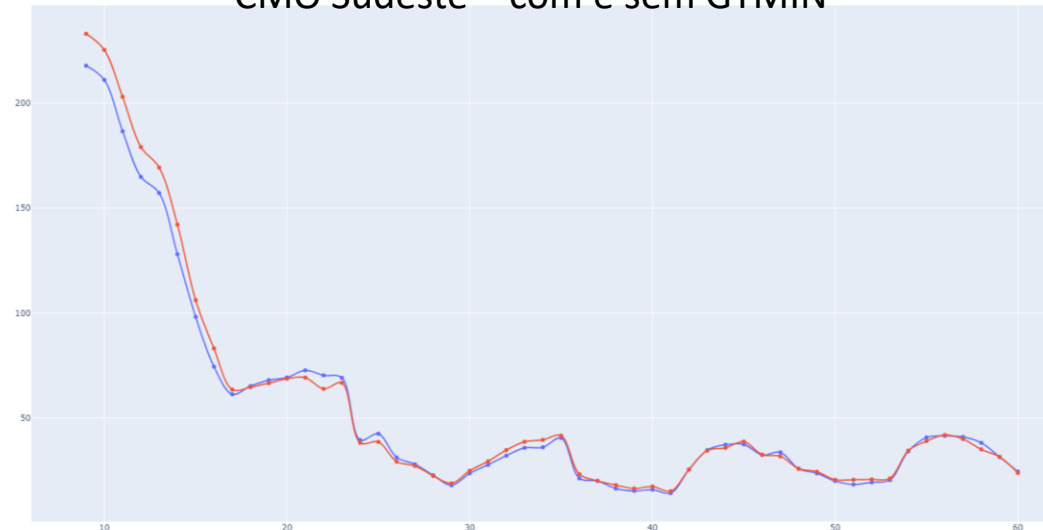
Com GTMIN: **40** iterações da PDDE  
Sem GTMIN: **47** iterações da PDDE

### COPER



### PMO 09/2024

### CMO Sudeste – com e sem GTMIN



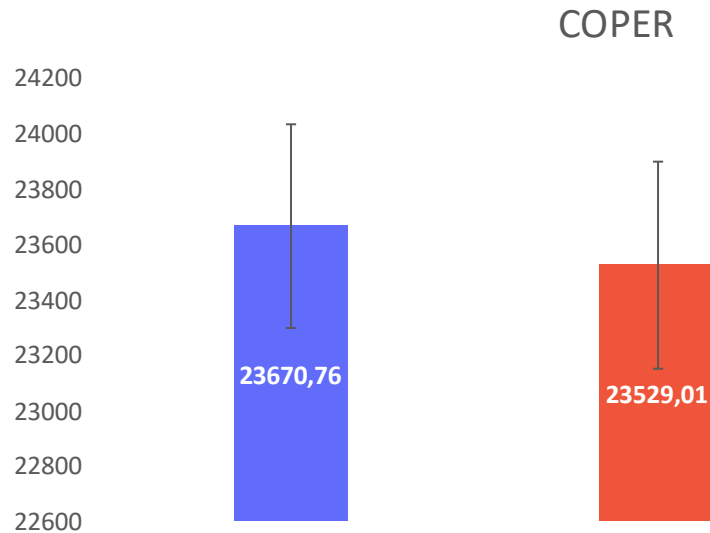
| CMO Sudeste | set/24 | out/24 | nov/24 | dez/24 | jan/25 | fev/25 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| com GTMIN   | 217.85 | 211.02 | 186.6  | 164.87 | 157.16 | 127.99 |
| Sem GTMIN   | 233.05 | 225.31 | 203.02 | 179.06 | 169.31 | 142.13 |

# Resultados da CCEE – 02/09 a 06/09

- PLD de setembro: Resultados **contraditórios** com o teórico esperado na hipótese original
- A operação obtida na **republicação** utiliza uma função de custo futuro obtida após 31 iterações, portanto com grau de maturidade **menor** do que a da publicação original (40 iterações)

1ª Publicação do PLD/09: 40 iterações da PDDE

2ª Publicação do PLD/09: 31 iterações da PDDE



| CMO Sudeste             | set/24 | out/24 | nov/24 | dez/24 | jan/25 | fev/25 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1ª Publicação do PLD/09 | 229.10 | 221.05 | 194.82 | 173.22 | 166.35 | 135.66 |
| 2ª Publicação do PLD/09 | 196.34 | 198.30 | 174.91 | 161.35 | 161.91 | 136.62 |

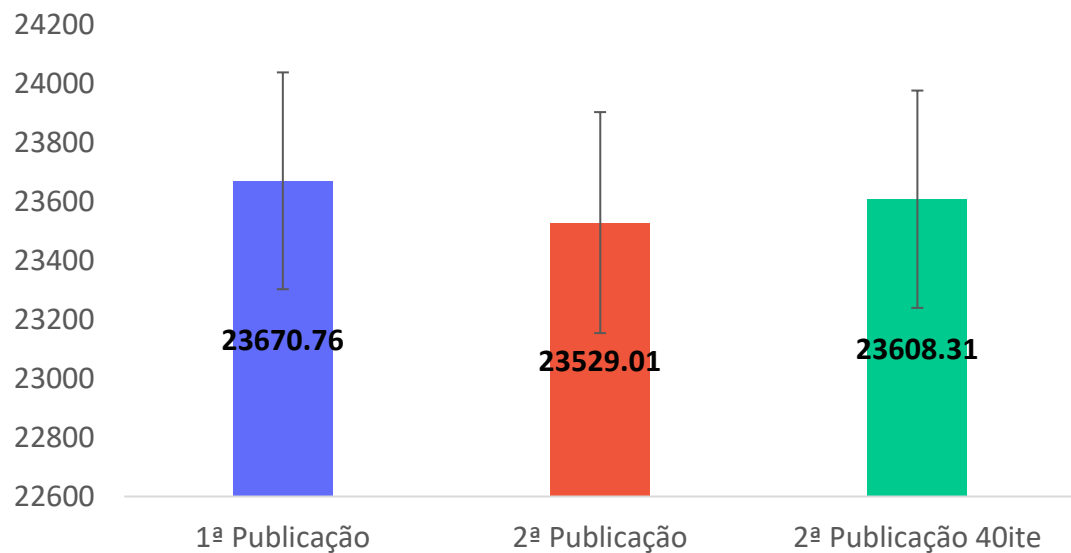
# Motivação para extensão da análise

1ª Publicação: 40 iterações da PDDE

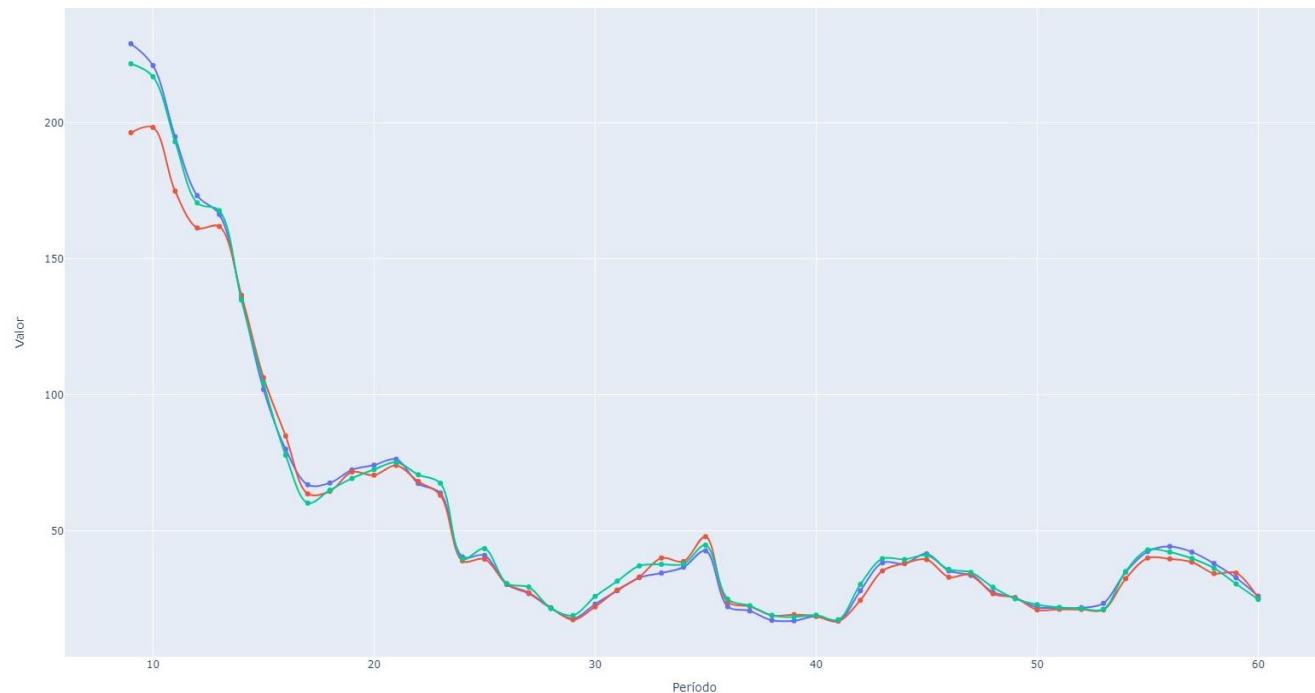
2ª Publicação: 31 iterações da PDDE

2ª Publicação 40ite: 40 iterações da PDDE

COPER



CMO Sudeste – 1ª e 2ª Publicações



| CMO Sudeste                    | set/24 | out/24 | nov/24 | dez/24 | jan/25 | fev/25 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1ª Publicação do PLD           | 229.10 | 221.05 | 194.82 | 173.22 | 166.35 | 135.66 |
| 2ª Publicação do PLD           | 196.34 | 198.30 | 174.91 | 161.35 | 161.91 | 136.62 |
| 2ª Publicação do PLD com 40ite | 221.71 | 216.97 | 193.12 | 170.54 | 167.69 | 134.84 |



# Avaliação da demanda líquida com GNL- pmo.dat

- Verificou-se que no cálculo da demanda líquida dos dois primeiros meses **não é considerada a parcela flexível da geração das usinas a GNL**

## PMO.DAT

$$D_{LIQCOM_{GTMIN}}^t(pmo.dat) = D^t + \dots - \underline{GT_i^1}$$

$$D_{LIQSEM_{GTMIN}}^t(pmo.dat) = D^t + \dots$$

## ATENDIMENTO À DEMANDA NOS SUBPROBLEMAS

$$\begin{aligned} D_{LIQCOM_{GTMIN}}^t &= D^t + \dots - \underline{GT_i^1} - \boxed{\left( GT_i^1 - \underline{GT_i^1} \right)} \\ &= \boxed{D^t + \dots - \underline{GT_i^1}} \end{aligned}$$

$GT_{flex_i}^1$



As demanda líquidas dos dois casos são iguais!

$$D_{LIQSEM_{GTMIN}}^t = \boxed{D^t + \dots - \underline{GT_i^1}}$$

Portanto, a hipótese original de duplicidade de abatimento estava equivocada

# Análise da modelagem GNL – 07 e 08/09

$t = 1$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \underline{GT}_i^3 + GT_{flex_i}^3 \right] + (\dots) + \alpha^2$$

s.a.

$$\sum GH^1 + \dots \text{DEMLIQ} = D^1 - \underline{GT}_i^1 - \underline{GT}_{flex_i}^1$$

(...)

$$0 \leq \underline{GT}_{flex_i}^3 \leq \overline{GT}_i^3 - \underline{GT}_i^3$$

$t = 2$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \underline{GT}_i^4 + GT_{flex_i}^4 \right] + (\dots) + \alpha^3$$

s.a.

$$\sum GH^2 + \dots \text{DEMLIQ} = D^2 - \underline{GT}_i^2 - \underline{GT}_{flex_i}^2$$

(...)

$$0 \leq \underline{GT}_{flex_i}^4 \leq \overline{GT}_i^4 - \underline{GT}_i^4$$

$t = 3$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \underline{GT}_i^5 + GT_{flex_i}^5 \right] + (\dots) + \alpha^4$$

s.a.

$$\sum GH^3 + \dots = D^3 - \underline{GT}_i^3 - \underline{GT}_{flex_i}^3$$

(...)

$$0 \leq \underline{GT}_{flex_i}^5 \leq \overline{GT}_i^5 - \underline{GT}_i^5$$

$t = 4$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \underline{GT}_i^6 + GT_{flex_i}^6 \right] + (\dots) + \alpha^5$$

s.a.

$$\sum GH^4 + \dots = D^4 - \underline{GT}_i^4 - \underline{GT}_{flex_i}^4$$

(...)

$$0 \leq \underline{GT}_{flex_i}^6 \leq \overline{GT}_i^6 - \underline{GT}_i^6$$

# Implementação da geração GNL - 07 e 08/09

$t = 1$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \underline{GT}_t^3 + GT_{flex_i}^3 \right]$$

$$c_i \underline{GT}_i^1 + (\dots) + \alpha^2$$

s.a.

$$\sum GH^1 + \dots \text{DEMLIQ}$$

$$= D^1 - \underline{GT}_i^1 - \underline{GT}_{flex_i}^1$$

(...)

$$0 \leq GT_{flex_i}^3 \leq \overline{GT}_i^3 - \underline{GT}_i^3$$

$t = 2$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \underline{GT}_t^4 + GT_{flex_i}^4 \right]$$

$$c_i \underline{GT}_i^2 + (\dots) + \alpha^3$$

s.a.

$$\sum GH^2 + \dots \text{DEMLIQ}$$

$$= D^2 - \underline{GT}_i^2 - \underline{GT}_{flex_i}^2$$

(...)

$$0 \leq GT_{flex_i}^4 \leq \overline{GT}_i^4 - \underline{GT}_i^4$$

$t = 3$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \underline{GT}_t^5 + GT_{flex_i}^5 \right]$$

$$c_i \underline{GT}_i^3 + (\dots) + \alpha^4$$

s.a.

$$\sum GH^3 + \dots$$

$$= D^3 - \underline{GT}_i^3 - \underline{GT}_{flex_i}^3$$

(...)

$$0 \leq GT_{flex_i}^5 \leq \overline{GT}_i^5 - \underline{GT}_i^5$$

$t = 4$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \underline{GT}_t^6 + GT_{flex_i}^6 \right]$$

$$c_i \underline{GT}_i^4 + (\dots) + \alpha^5$$

s.a.

$$\sum GH^4 + \dots$$

$$= D^4 - \underline{GT}_i^4 - \underline{GT}_{flex_i}^4$$

(...)

$$0 \leq GT_{flex_i}^6 \leq \overline{GT}_i^6 - \underline{GT}_i^6$$

# Implementação da geração GNL - 07 e 08/09

$t = 1$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \overline{GT_{flex_i}^3} \right]$$

$$c_i \underline{GT_i^1} + (\dots) + \alpha^2$$

s.a.

$$\sum GH^1 + \dots \text{ DEMLIQ}$$

$$= D^1 - \underline{GT_i^1} - \overline{GT_{flex_i}^1}$$

$t = 2$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \overline{GT_{flex_i}^4} \right]$$

$$c_i \underline{GT_i^2} + (\dots) + \alpha^3$$

s.a.

$$\sum GH^2 + \dots \text{ DEMLIQ}$$

$$= D^2 - \underline{GT_i^2} - \overline{GT_{flex_i}^2}$$

$t = 3$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \overline{GT_{flex_i}^5} \right]$$

$$c_i \underline{GT_i^3} + (\dots) + \alpha^4$$

s.a.

$$\sum GH^3 + \dots$$

$$= D^3 - \underline{GT_i^3} - \overline{GT_{flex_i}^3}$$

$t = 4$

$$\min \frac{c_i}{(1 + \beta)^2} \left[ \overline{GT_{flex_i}^6} \right]$$

$$c_i \underline{GT_i^4} + (\dots) + \alpha^5$$

s.a.

$$\sum GH^4 + \dots$$

$$= D^4 - \underline{GT_i^4} - \overline{GT_{flex_i}^4}$$

$$0 \leq \overline{GT_{flex_i}^3} \leq \overline{GT_i^3} - \underline{GT_i^3}$$

$$0 \leq \overline{GT_{flex_i}^4} \leq \overline{GT_i^4} - \underline{GT_i^4}$$

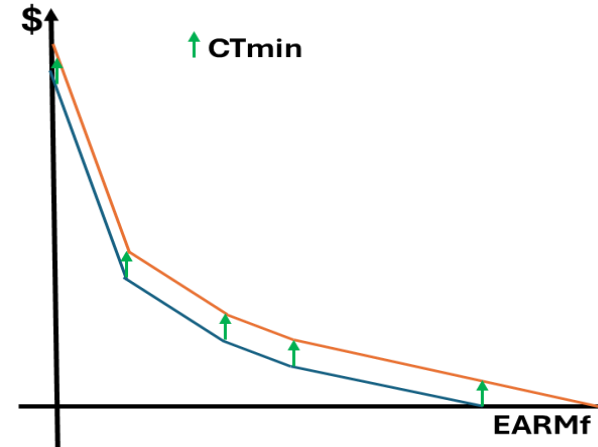
$$0 \leq \overline{GT_{flex_i}^5} \leq \overline{GT_i^5} - \underline{GT_i^5}$$

$$0 \leq \overline{GT_{flex_i}^6} \leq \overline{GT_i^6} - \underline{GT_i^6}$$

# Conclusão da análise - 09 e 10/09

- A **implementação está coerente com a metodologia proposta** exceto pelo deslocamento na contabilização dos custos de GTMIN das usinas a GNL.

**COMPORTAMENTO:** Na convergência do algoritmo, não seriam esperadas mudanças operativas, apenas deslocamentos na contabilização dos custos da parcela inflexível



Restava portanto entender o motivo da diferença dos resultados obtidos

# Análise Complementar (12/09 ...)

- Testes comparativos dos subproblemas de programação linear:
  - Diferença numérica no RHS do atendimento a demanda

DEMANDA LIQUIDA DO PERÍODO 1

|                  |                  |       |
|------------------|------------------|-------|
| 9206.6782376996  | 9206.6782403667  | PAT 1 |
| 9682.5480761246  | 9682.5480769683  | PAT 2 |
| 13559.1186320000 | 13559.1186330288 | PAT 3 |
| COM GTMIN        | SEM GTMIN        |       |

- Lei de formação e tipos das variáveis no cálculo da demanda líquida para o PL:

$$D_{liq}^{t,c} = \overset{\text{real*8}}{FPENG^{t,c} \times \left( D^t - \sum_{j=1}^{NT} \underline{GT}_j^t \right)} \dots - \overset{\text{real*4}}{\left( \sum_{i=1}^{NT\_GNL} (GT_i^{t,c} - \underline{GT}_i^t) \times FPENG^{t,c} \right)}$$

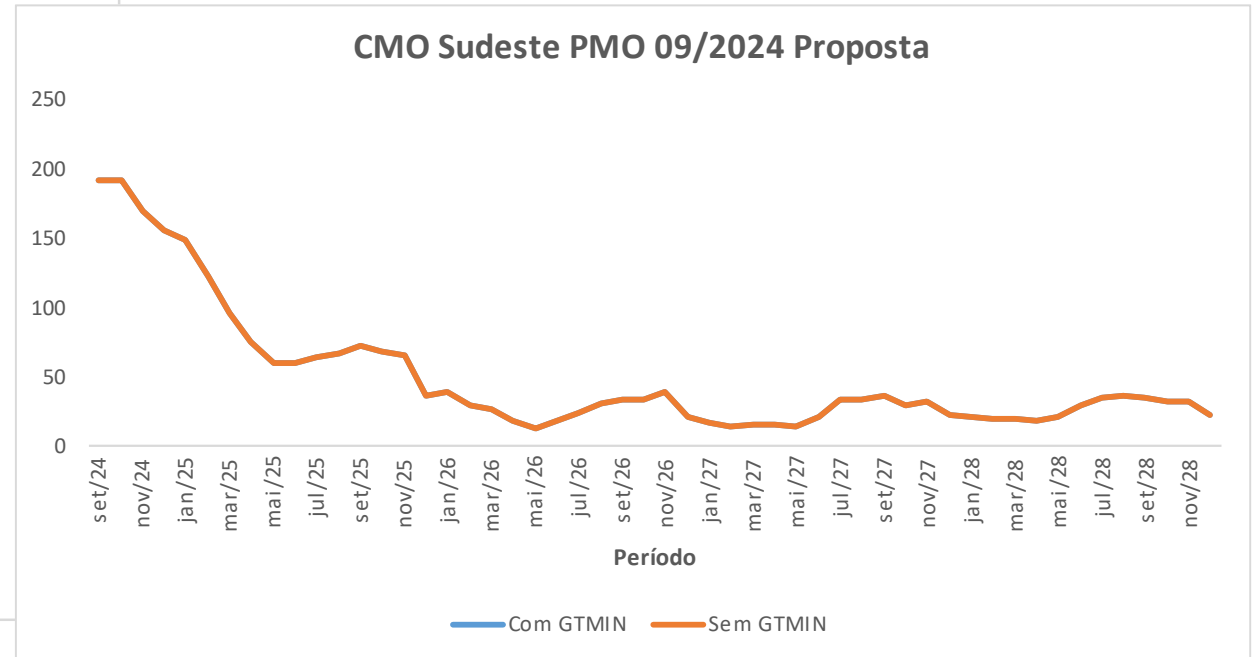
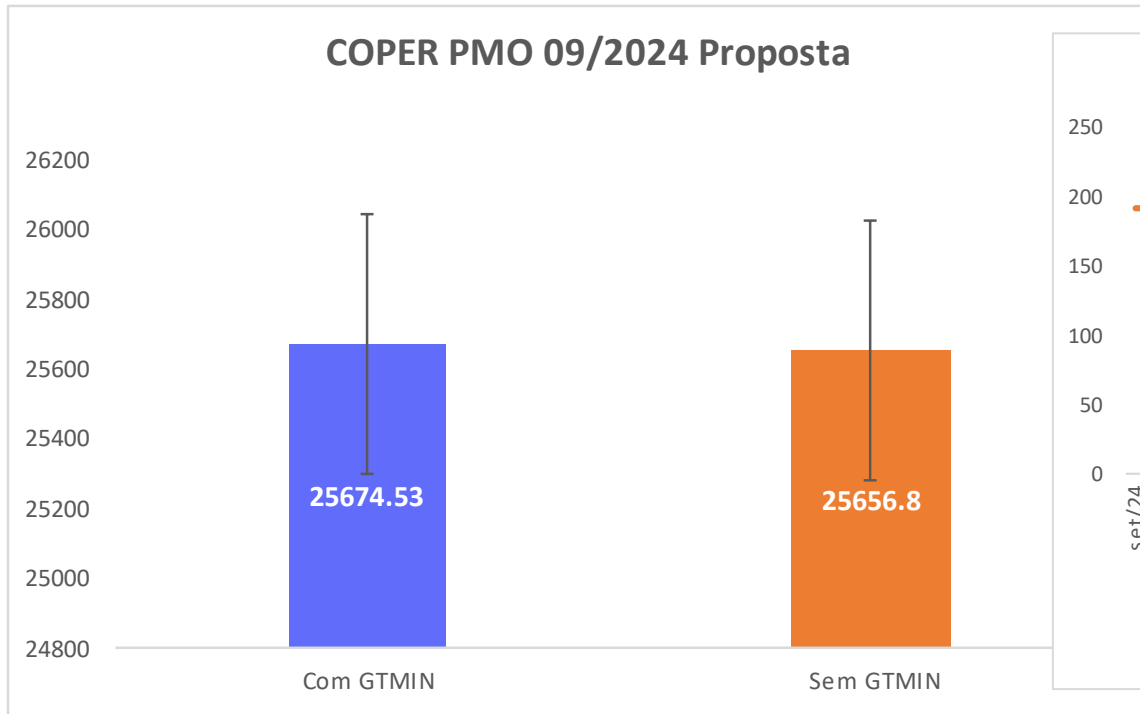
Caso COM GTMIN:  $-FPENG^{t,c} \times \underline{GT}_i^t + FPENG^{t,c} \times \underline{GT}_i^t$

A diferença entre dois valores iguais não se anulou pois estavam com precisões diferentes

# Análise Complementar

- Versão com ajuste na precisão numérica das parcelas de cálculo da demanda líquida do patamar de carga  
TRATAMENTO NUMÉRICO.

$$D_{liq}^{t,c} = FPENG^{t,c} \times \left( D^t - \sum_{j=1}^{NT} \frac{GT_j^t}{\dots} \right) - \left( GT_i^{t,c} - \underline{GT_i^t} \times FPENG^{t,c} \right)$$

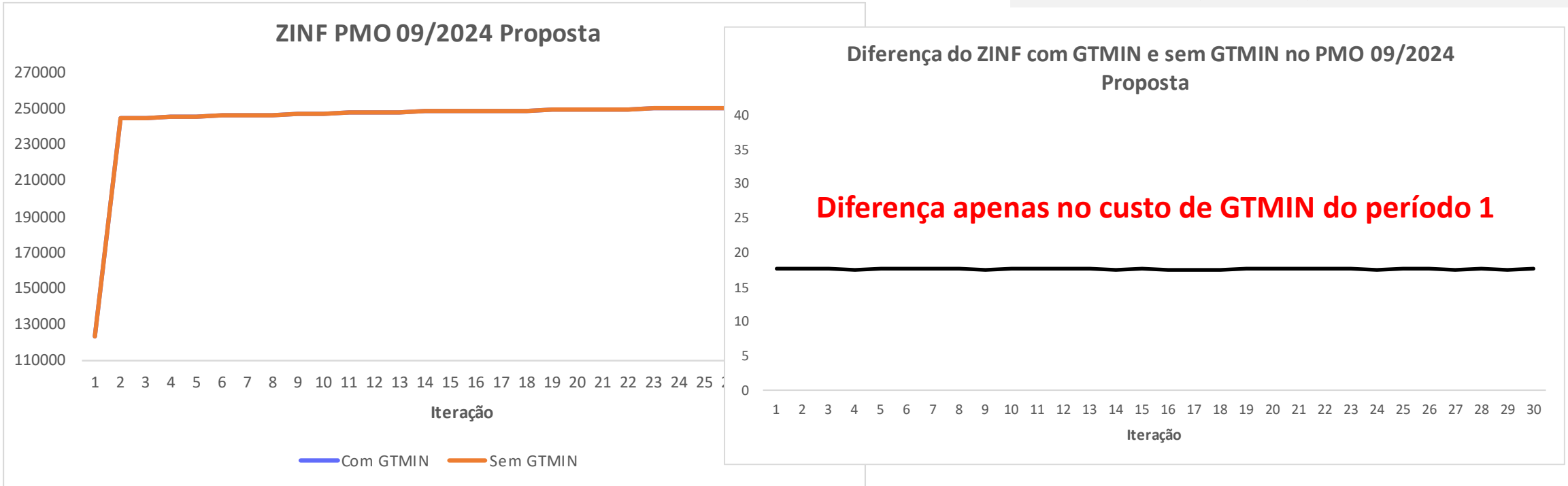


**Diferença apenas no custo de GTMIN do período 1**

# Análise Complementar

- Versão com ajuste na precisão numérica das parcelas de cálculo da demanda líquida do patamar de carga  
TRATAMENTO NUMÉRICO.

$$D_{liq}^{t,c} = FPENG^{t,c} \times \left( D^t - \sum_{j=1}^{NT} \frac{GT_j^t}{\dots} \right) - \left( GT_i^{t,c} - \underline{GT}_i^t \times FPENG^{t,c} \right)$$



- Resultados análogos para o PLD de setembro de 2029



# Análise Complementar

- A **diferença** de resultados operativos apresentada com ao informar desnecessariamente a parcela inflexível (GTMIN) da geração térmica das usinas a **GNL** está associada a diferença de precisão numérica utilizada no cálculo da demanda líquida
- Existe um deslocamento temporal na contabilização de custo de GTMIN em relação a documentação da modelagem das usinas GNL.
- Portanto, para os  $K = 2$  **primeiros meses**, o custo de geração térmica mínima **não deveria ser contabilizado**, pois ele foi decidido em períodos  $t < 1$
- Para o primeiro período, o efeito dessa contabilização é apenas um aumento em COPER e ZINF, que **não afeta os resultados**
- Para o segundo período, essa contabilização resulta em um “shift” dos cortes para cima
  - Apesar de, conceitualmente, este shift **não alterar a solução ótima**, pode acarretar **pequenas diferenças numéricas**

# Conclusões

## Status atual da versão 29 oficial

- Correção da impressão da demanda líquida no arquivo pmo.dat, acrescentando a parcela flexível da geração das usinas a GNL previamente decidido para os k primeiros estágios.
- Crítica para desconsiderar os dados de inflexibilidade fornecidos para os k primeiros estágios das usinas a **GNL**.
- Aumento da precisão numérica da parcela flexível associada a geração das usinas térmicas de REAL\*4 para REAL\*8.
- Tratamento numérico para minimizar as diferenças resultantes da falta de comutatividade em operações de ponto flutuante, especificamente na variável associada à demanda líquida a ser atendida em cada estágio. Aplicar o arredondamento.
- Ajustar o deslocamento contabilização dos **custos** de **geração térmica mínima** das usinas a **GNL**.

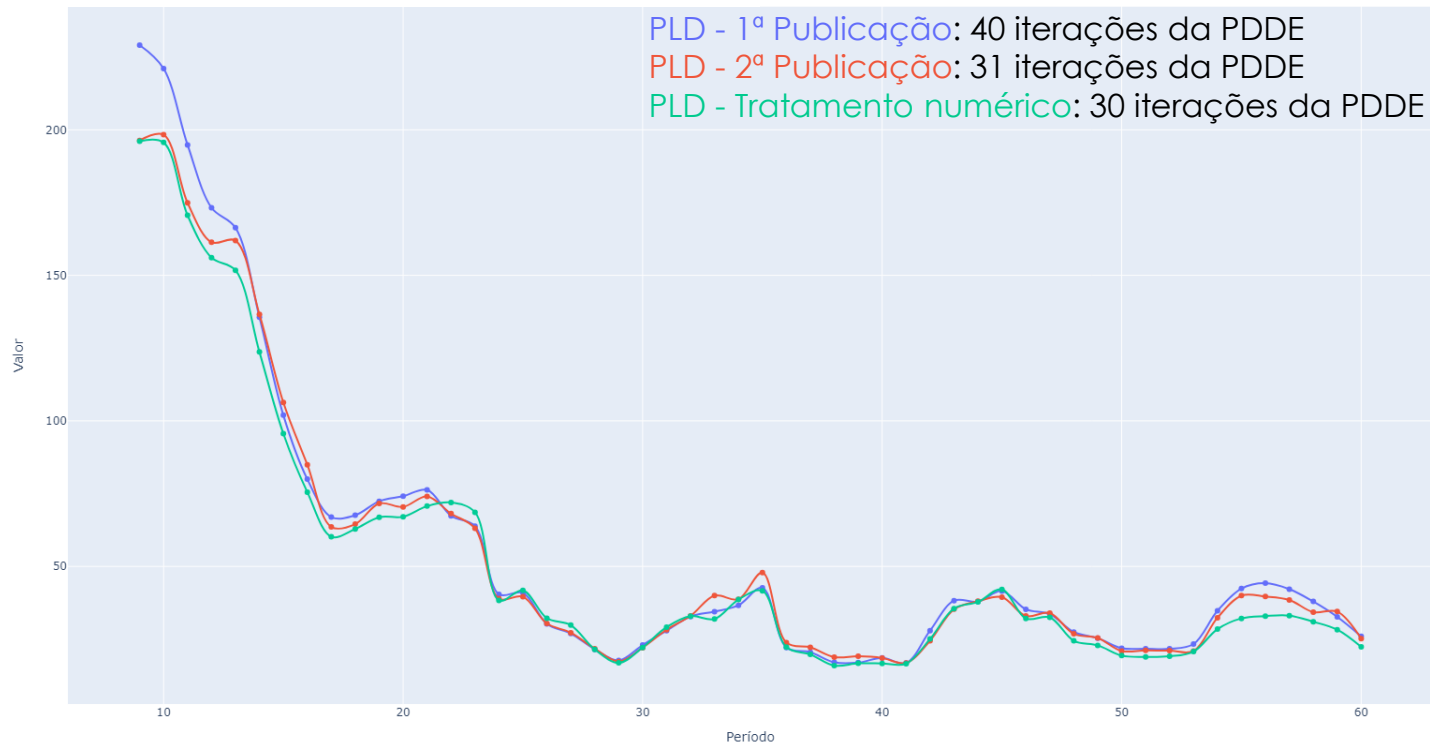
## Proposta de Tratamento para evitar discrepância de resultados para casos “equivalentes”

- Estudos para adequação dos **parâmetros** utilizados no **critério de parada** da PDDE.

# Análise Complementar

- Versão com ajuste na precisão numérica das parcelas de cálculo da demanda líquida do patamar de carga  
TRATAMENTO NUMÉRICO.

## CMO Sudeste - PLD 09/2024



$$D_{liq}^{t,c} = FPENG^{t,c} \times \left( D^t - \sum_{j=1}^{NT} \frac{GT_j^t}{j} \right) - \left( GT_i^{t,c} - \underline{GT_i^t} \times FPENG^{t,c} \right)$$

# Análise Complementar

## 1ª Publicação

| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERAÇÃO (\$/MWh) |               |        |               |          |               |        |               |
|------|---------------------------------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|--------|---------------|
|      | SUBSISTEMA                            |               |        |               |          |               |        |               |
|      | SUDESTE                               |               | SUL    |               | NORDESTE |               | NORTE  |               |
|      | MEDIA                                 | D.P. DA MEDIA | MEDIA  | D.P. DA MEDIA | MEDIA    | D.P. DA MEDIA | MEDIA  | D.P. DA MEDIA |
| 2024 | 204.55                                | 2.54          | 204.10 | 2.55          | 204.44   | 2.54          | 204.44 | 2.54          |
| 2025 | 84.41                                 | 3.01          | 84.52  | 3.00          | 72.15    | 2.75          | 72.56  | 2.77          |
| 2026 | 29.75                                 | 1.91          | 30.08  | 1.91          | 24.62    | 1.62          | 25.03  | 1.67          |
| 2027 | 27.65                                 | 1.63          | 27.67  | 1.63          | 23.11    | 1.30          | 23.64  | 1.30          |
| 2028 | 31.18                                 | 2.09          | 31.19  | 2.09          | 28.81    | 1.89          | 29.12  | 1.89          |

## 2ª Publicação

| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERAÇÃO (\$/MWh) |               |        |               |          |               |        |               |
|------|---------------------------------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|--------|---------------|
|      | SUBSISTEMA                            |               |        |               |          |               |        |               |
|      | SUDESTE                               |               | SUL    |               | NORDESTE |               | NORTE  |               |
|      | MEDIA                                 | D.P. DA MEDIA | MEDIA  | D.P. DA MEDIA | MEDIA    | D.P. DA MEDIA | MEDIA  | D.P. DA MEDIA |
| 2024 | 182.72                                | 2.42          | 182.07 | 2.43          | 182.63   | 2.42          | 182.63 | 2.42          |
| 2025 | 83.67                                 | 3.08          | 83.74  | 3.08          | 70.62    | 2.86          | 71.17  | 2.89          |
| 2026 | 30.83                                 | 2.04          | 31.10  | 2.04          | 24.88    | 1.69          | 25.27  | 1.74          |
| 2027 | 27.21                                 | 1.56          | 27.22  | 1.56          | 23.01    | 1.25          | 23.17  | 1.25          |
| 2028 | 29.50                                 | 1.60          | 29.50  | 1.60          | 26.76    | 1.47          | 27.24  | 1.48          |

PLD 09/2024

PLD - 1ª Publicação: 40 iterações da PDDE

PLD - 2ª Publicação: 31 iterações da PDDE

PLD - Tratamento numérico: 30 iterações da PDDE

## Tratamento numérico

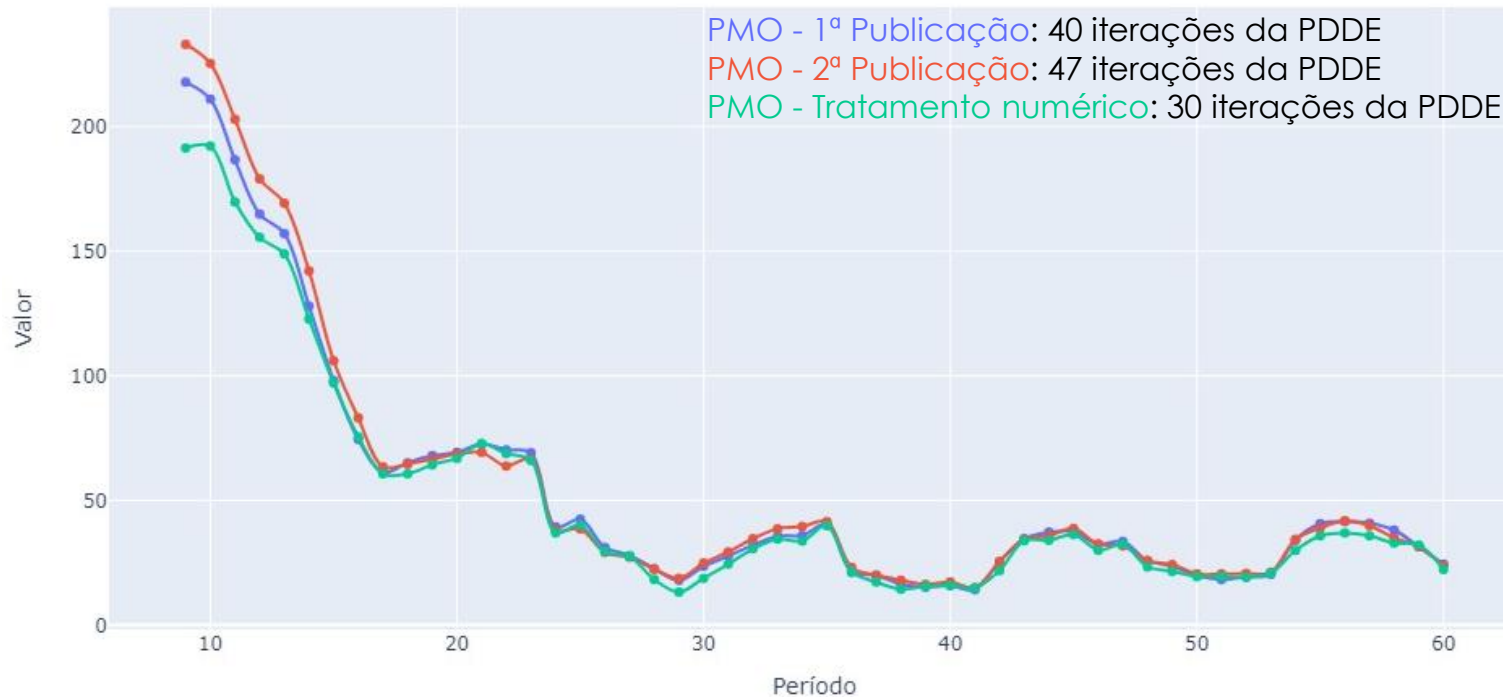
| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERAÇÃO (\$/MWh) |               |        |               |          |               |        |               |
|------|---------------------------------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|--------|---------------|
|      | SUBSISTEMA                            |               |        |               |          |               |        |               |
|      | SUDESTE                               |               | SUL    |               | NORDESTE |               | NORTE  |               |
|      | MEDIA                                 | D.P. DA MEDIA | MEDIA  | D.P. DA MEDIA | MEDIA    | D.P. DA MEDIA | MEDIA  | D.P. DA MEDIA |
| 2024 | 179.62                                | 2.47          | 179.03 | 2.48          | 179.51   | 2.47          | 179.52 | 2.47          |
| 2025 | 79.42                                 | 3.10          | 79.56  | 3.10          | 67.19    | 2.73          | 67.85  | 2.79          |
| 2026 | 30.07                                 | 2.12          | 30.29  | 2.12          | 23.89    | 1.76          | 24.56  | 1.85          |
| 2027 | 26.26                                 | 1.92          | 26.27  | 1.92          | 21.22    | 1.34          | 21.40  | 1.35          |
| 2028 | 25.77                                 | 1.54          | 25.77  | 1.55          | 23.53    | 1.47          | 23.92  | 1.47          |

# Análise Complementar

- Versão com ajuste na precisão numérica das parcelas de cálculo da demanda líquida do patamar de carga  
TRATAMENTO NUMÉRICO.

$$D_{liq}^{t,c} = FPENG^{t,c} \times \left( D^t - \sum_{j=1}^{NT} \frac{GT_j^t}{\dots} \right) - \left( GT_i^{t,c} - \underline{GT}_i^t \times FPENG^{t,c} \right)$$

CMO Sudeste - PMO 09/2024



# Análise Complementar

## 1ª Publicação

| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERAÇÃO (\$/MWh) |      |          |        |                     |          |        |      |          |        |      |
|------|---------------------------------------|------|----------|--------|---------------------|----------|--------|------|----------|--------|------|
|      | SUBSISTEMA SUDESTE                    |      |          |        | SUBSISTEMA NORDESTE |          |        |      |          |        |      |
|      | MEDIA                                 | D.P. | DA MEDIA | MEDIA  | D.P.                | DA MEDIA | MEDIA  | D.P. | DA MEDIA |        |      |
| 2024 | 195.09                                | 2.49 |          | 194.28 | 2.50                |          | 194.95 | 2.49 |          | 194.95 | 2.49 |
| 2025 | 81.06                                 | 3.01 |          | 81.15  | 3.01                |          | 69.98  | 2.80 |          | 70.56  | 2.83 |
| 2026 | 29.86                                 | 1.94 |          | 30.22  | 1.94                |          | 24.25  | 1.60 |          | 24.70  | 1.67 |
| 2027 | 25.62                                 | 1.52 |          | 25.64  | 1.52                |          | 21.77  | 1.22 |          | 21.90  | 1.22 |
| 2028 | 29.35                                 | 1.67 |          | 29.35  | 1.67                |          | 26.89  | 1.58 |          | 27.17  | 1.58 |

## 2ª Publicação

| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERAÇÃO (\$/MWh) |      |          |        |                     |          |        |      |          |        |      |
|------|---------------------------------------|------|----------|--------|---------------------|----------|--------|------|----------|--------|------|
|      | SUBSISTEMA SUDESTE                    |      |          |        | SUBSISTEMA NORDESTE |          |        |      |          |        |      |
|      | MEDIA                                 | D.P. | DA MEDIA | MEDIA  | D.P.                | DA MEDIA | MEDIA  | D.P. | DA MEDIA |        |      |
| 2024 | 210.11                                | 2.54 |          | 209.77 | 2.55                |          | 209.95 | 2.54 |          | 209.96 | 2.54 |
| 2025 | 83.47                                 | 2.92 |          | 83.60  | 2.92                |          | 70.90  | 2.71 |          | 71.39  | 2.73 |
| 2026 | 30.63                                 | 1.95 |          | 30.97  | 1.95                |          | 25.34  | 1.67 |          | 25.90  | 1.73 |
| 2027 | 25.91                                 | 1.56 |          | 25.92  | 1.56                |          | 21.76  | 1.27 |          | 21.98  | 1.28 |
| 2028 | 29.35                                 | 1.57 |          | 29.36  | 1.57                |          | 27.08  | 1.47 |          | 27.29  | 1.48 |

## Tratamento numérico

| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERAÇÃO (\$/MWh) |      |          |        |                     |          |        |      |          |        |      |
|------|---------------------------------------|------|----------|--------|---------------------|----------|--------|------|----------|--------|------|
|      | SUBSISTEMA SUDESTE                    |      |          |        | SUBSISTEMA NORDESTE |          |        |      |          |        |      |
|      | MEDIA                                 | D.P. | DA MEDIA | MEDIA  | D.P.                | DA MEDIA | MEDIA  | D.P. | DA MEDIA |        |      |
| 2024 | 177.25                                | 2.44 |          | 176.59 | 2.45                |          | 177.16 | 2.44 |          | 177.16 | 2.44 |
| 2025 | 78.45                                 | 3.10 |          | 78.60  | 3.10                |          | 66.67  | 2.78 |          | 67.48  | 2.91 |
| 2026 | 27.63                                 | 2.12 |          | 28.02  | 2.12                |          | 21.49  | 1.67 |          | 22.48  | 1.82 |
| 2027 | 24.12                                 | 1.72 |          | 24.15  | 1.72                |          | 19.50  | 1.23 |          | 19.64  | 1.23 |
| 2028 | 27.19                                 | 1.63 |          | 27.19  | 1.63                |          | 24.53  | 1.48 |          | 24.85  | 1.49 |

PMO 09/2024

PMO - 1ª Publicação: 40 iterações da PDDE

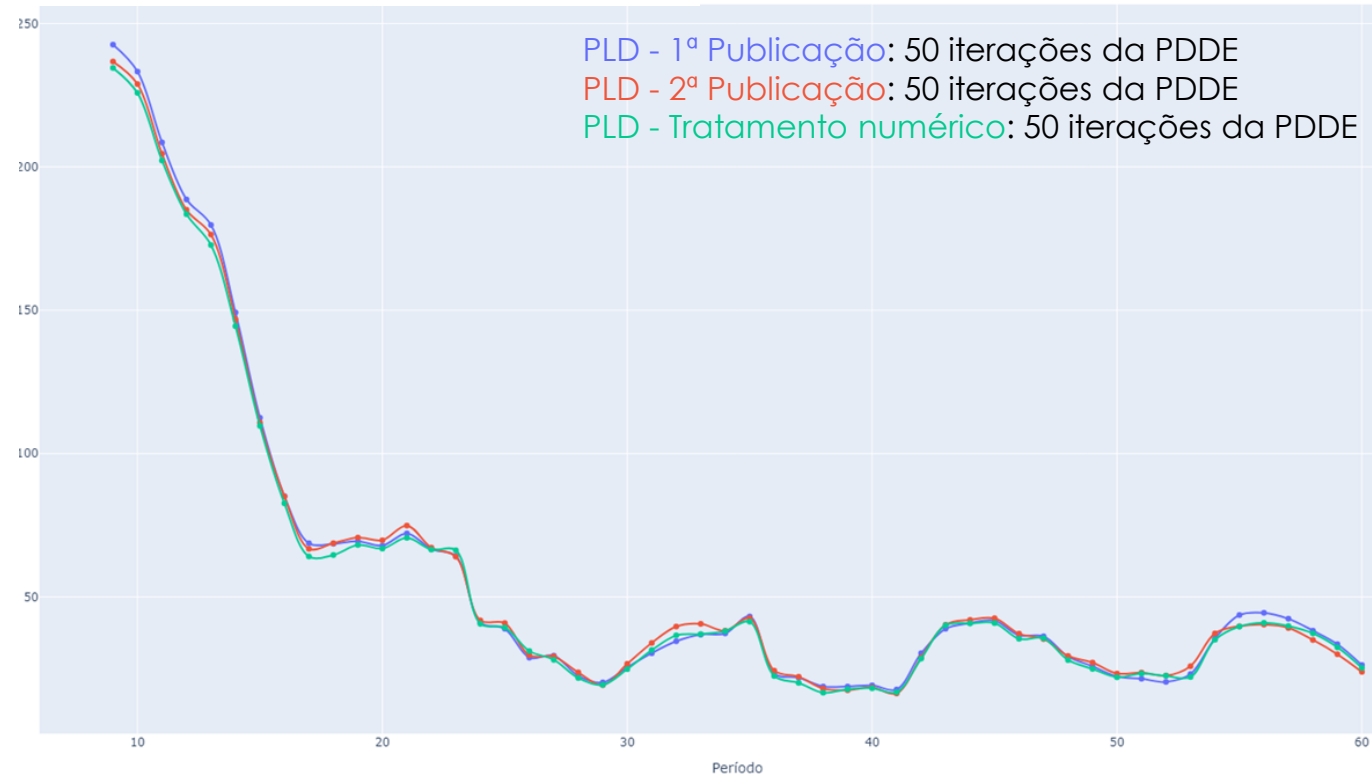
PMO - 2ª Publicação: 47 iterações da PDDE

PMO - Tratamento numérico: 30 iterações da PDDE

# Análise Complementar

- Versão com ajuste na precisão numérica das parcelas de cálculo da demanda líquida do patamar de carga  
TRATAMENTO NUMÉRICO.

CMO Sudeste - PLD 09/2024



$$D_{liq}^{t,c} = FPENG^{t,c} \times \left( D^t - \sum_{j=1}^{NT} \frac{GT_j^t}{j} \right) - \left( GT_i^{t,c} - \underline{GT}_i^t \times FPENG^{t,c} \right)$$



# Análise Complementar

## 1ª Publicação

| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERAÇÃO (\$/MWh) |      |          |        |          |          |        |      |          |      |
|------|---------------------------------------|------|----------|--------|----------|----------|--------|------|----------|------|
|      | SUDESTE                               |      |          |        | NORDESTE |          |        |      |          |      |
|      | MEDIA                                 | D.P. | DA MEDIA | MEDIA  | D.P.     | DA MEDIA | MEDIA  | D.P. | DA MEDIA |      |
| 2024 | 218.29                                | 2.60 |          | 217.80 | 2.61     |          | 218.16 | 2.60 | 218.16   | 2.60 |
| 2025 | 87.11                                 | 2.96 |          | 87.19  | 2.95     |          | 73.77  | 2.68 | 74.35    | 2.72 |
| 2026 | 30.91                                 | 1.84 |          | 31.24  | 1.84     |          | 26.28  | 1.59 | 26.67    | 1.63 |
| 2027 | 29.18                                 | 1.70 |          | 29.20  | 1.70     |          | 24.73  | 1.34 | 25.18    | 1.34 |
| 2028 | 31.42                                 | 1.74 |          | 31.43  | 1.74     |          | 28.91  | 1.61 | 29.43    | 1.61 |

## 2ª Publicação

| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERAÇÃO (\$/MWh) |      |          |        |          |          |        |      |          |      |
|------|---------------------------------------|------|----------|--------|----------|----------|--------|------|----------|------|
|      | SUDESTE                               |      |          |        | NORDESTE |          |        |      |          |      |
|      | MEDIA                                 | D.P. | DA MEDIA | MEDIA  | D.P.     | DA MEDIA | MEDIA  | D.P. | DA MEDIA |      |
| 2024 | 213.79                                | 2.56 |          | 213.12 | 2.57     |          | 213.67 | 2.56 | 213.67   | 2.56 |
| 2025 | 86.92                                 | 2.96 |          | 87.02  | 2.96     |          | 73.71  | 2.71 | 74.26    | 2.75 |
| 2026 | 32.40                                 | 1.86 |          | 32.60  | 1.86     |          | 27.51  | 1.60 | 27.90    | 1.65 |
| 2027 | 29.02                                 | 1.57 |          | 29.04  | 1.57     |          | 24.59  | 1.22 | 25.09    | 1.23 |
| 2028 | 30.67                                 | 1.70 |          | 30.67  | 1.70     |          | 28.23  | 1.56 | 28.38    | 1.56 |

PLD 09/2024

PLD - 1ª Publicação: 50 iterações da PDDE

PLD - 2ª Publicação: 50 iterações da PDDE

PLD - Tratamento numérico: 50 iterações da PDDE

## Tratamento numérico

| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERAÇÃO (\$/MWh) |      |          |        |          |          |        |      |          |      |
|------|---------------------------------------|------|----------|--------|----------|----------|--------|------|----------|------|
|      | SUDESTE                               |      |          |        | NORDESTE |          |        |      |          |      |
|      | MEDIA                                 | D.P. | DA MEDIA | MEDIA  | D.P.     | DA MEDIA | MEDIA  | D.P. | DA MEDIA |      |
| 2024 | 211.48                                | 2.62 |          | 210.93 | 2.63     |          | 211.33 | 2.62 | 211.34   | 2.62 |
| 2025 | 84.78                                 | 2.96 |          | 84.92  | 2.95     |          | 71.97  | 2.72 | 72.61    | 2.77 |
| 2026 | 30.95                                 | 1.89 |          | 31.25  | 1.90     |          | 26.01  | 1.63 | 26.44    | 1.67 |
| 2027 | 28.22                                 | 1.61 |          | 28.25  | 1.61     |          | 24.12  | 1.27 | 24.31    | 1.27 |
| 2028 | 30.44                                 | 1.56 |          | 30.44  | 1.56     |          | 27.97  | 1.43 | 28.21    | 1.44 |

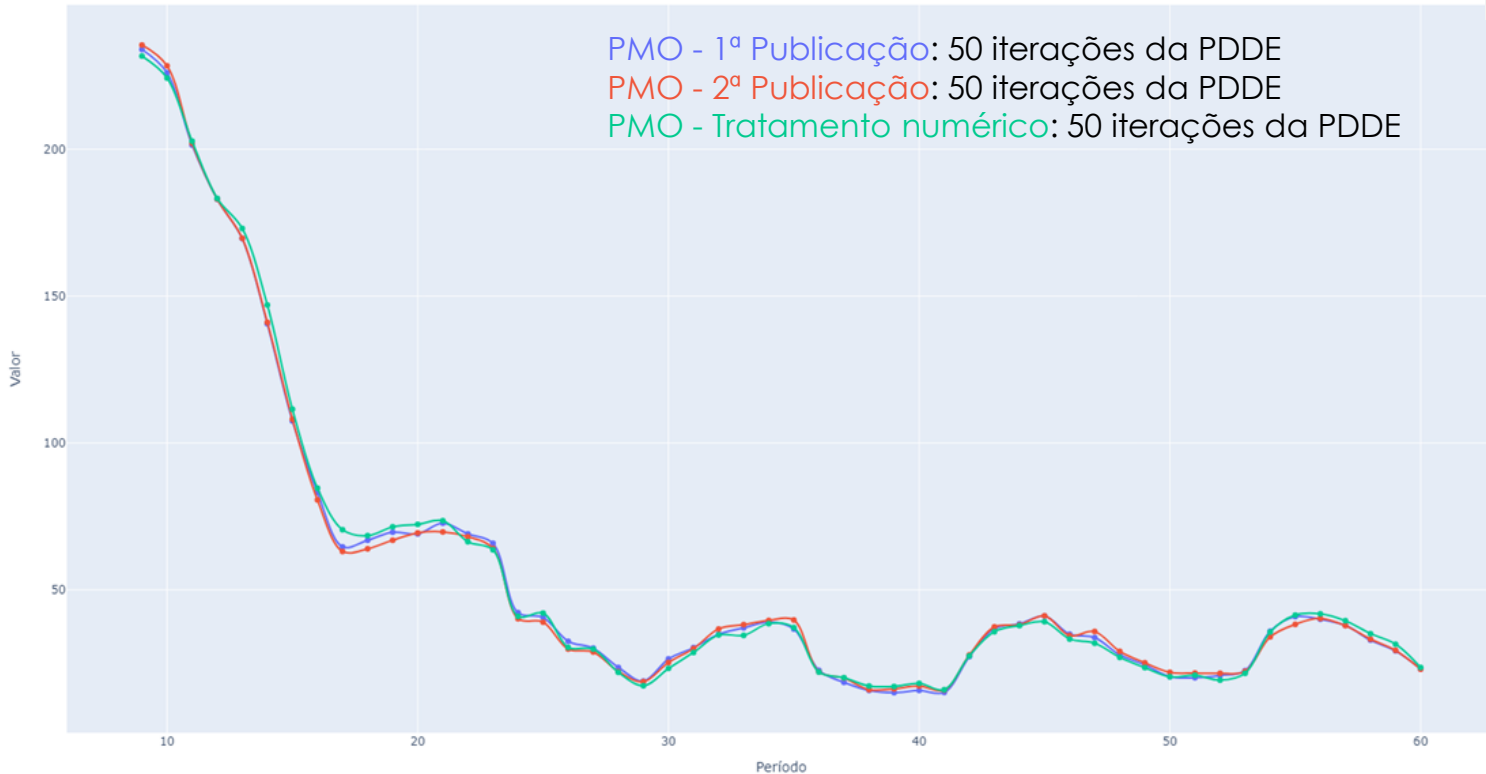


# Análise Complementar

- Versão com ajuste na precisão numérica das parcelas de cálculo da demanda líquida do patamar de carga  
TRATAMENTO NUMÉRICO.

CMO Sudeste - PMO 09/2024

$$D_{liq}^{t,c} = FPENG^{t,c} \times \left( D^t - \sum_{j=1}^{NT} \frac{GT_j^t}{\dots} \right) - \left( GT_i^{t,c} - \underline{GT_i^t} \times FPENG^{t,c} \right)$$



# Análise Complementar

## 1ª Publicação

| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERACAO (\$/MWh) |      |          |        |                     |          |        |      |          |      |
|------|---------------------------------------|------|----------|--------|---------------------|----------|--------|------|----------|------|
|      | SUBSISTEMA SUDESTE                    |      |          |        | SUBSISTEMA NORDESTE |          |        |      |          |      |
|      | MEDIA                                 | D.P. | DA MEDIA | MEDIA  | D.P.                | DA MEDIA | MEDIA  | D.P. | DA MEDIA |      |
| 2024 | 211.14                                | 2.61 |          | 210.20 | 2.62                |          | 211.03 | 2.61 | 211.03   | 2.61 |
| 2025 | 85.07                                 | 2.96 |          | 85.23  | 2.96                |          | 72.29  | 2.73 | 72.72    | 2.76 |
| 2026 | 31.05                                 | 1.80 |          | 31.50  | 1.81                |          | 25.66  | 1.51 | 25.97    | 1.56 |
| 2027 | 26.65                                 | 1.55 |          | 26.69  | 1.55                |          | 22.73  | 1.23 | 23.02    | 1.23 |
| 2028 | 29.00                                 | 1.57 |          | 29.01  | 1.57                |          | 26.68  | 1.48 | 26.80    | 1.49 |

## 2ª Publicação

| ANO | CUSTOS MARGINAIS DE OPERACAO (\$/MWh) |      |          |        |                     |          |        |      |          |      |
|-----|---------------------------------------|------|----------|--------|---------------------|----------|--------|------|----------|------|
|     | SUBSISTEMA SUDESTE                    |      |          |        | SUBSISTEMA NORDESTE |          |        |      |          |      |
|     | MEDIA                                 | D.P. | DA MEDIA | MEDIA  | D.P.                | DA MEDIA | MEDIA  | D.P. | DA MEDIA |      |
| 4   | 212.25                                | 2.60 |          | 211.45 | 2.61                |          | 212.11 | 2.60 | 212.12   | 2.60 |
| 5   | 83.73                                 | 2.86 |          | 83.79  | 2.86                |          | 71.53  | 2.65 | 71.91    | 2.67 |
| 5   | 30.81                                 | 1.94 |          | 31.11  | 1.94                |          | 25.85  | 1.68 | 26.18    | 1.71 |
| 7   | 27.40                                 | 1.67 |          | 27.43  | 1.67                |          | 23.31  | 1.34 | 23.46    | 1.35 |
| 8   | 29.02                                 | 1.58 |          | 29.03  | 1.58                |          | 26.35  | 1.46 | 26.59    | 1.47 |

PMO 09/2024

PMO - 1ª Publicação: 50 iterações da PDDE

PMO - 2ª Publicação: 50 iterações da PDDE

PMO - Tratamento numérico: 50 iterações da PDDE

## Tratamento numérico

| ANO  | CUSTOS MARGINAIS DE OPERACAO (\$/MWh) |      |          |        |                     |          |        |      |          |      |
|------|---------------------------------------|------|----------|--------|---------------------|----------|--------|------|----------|------|
|      | SUBSISTEMA SUDESTE                    |      |          |        | SUBSISTEMA NORDESTE |          |        |      |          |      |
|      | MEDIA                                 | D.P. | DA MEDIA | MEDIA  | D.P.                | DA MEDIA | MEDIA  | D.P. | DA MEDIA |      |
| 2024 | 210.52                                | 2.56 |          | 209.99 | 2.56                |          | 210.35 | 2.56 | 210.36   | 2.56 |
| 2025 | 86.93                                 | 2.92 |          | 86.99  | 2.92                |          | 74.23  | 2.70 | 74.58    | 2.74 |
| 2026 | 30.01                                 | 1.86 |          | 30.19  | 1.86                |          | 25.08  | 1.58 | 25.45    | 1.63 |
| 2027 | 26.74                                 | 1.52 |          | 26.76  | 1.52                |          | 22.74  | 1.25 | 22.91    | 1.25 |
| 2028 | 29.50                                 | 1.59 |          | 29.50  | 1.59                |          | 27.21  | 1.51 | 27.39    | 1.51 |




INOVAÇÃO QUE ULTRAPASSA HORIZONTES




# Obrigada!

---

[newave@cepel.br](mailto:newave@cepel.br)

 [/company/eletrobrascepel](#)

 [/cepeloficial](#)

 [/cepeloficial](#)