

# Plano Decenal de Expansão de Energia

Rio de Janeiro, 03 de agosto de 2018

Superintendência de Planejamento  
da Geração

Empresa de Pesquisa Energética  
Ministério de Minas e Energia



# PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA - PDE 2026



- ❑ Prover mercado e sociedade brasileira com melhor informação. Identificação de oportunidades.
- ❑ Dimensões associadas ao planejamento energético: econômica, estratégica e social. Visão integrada para os diversos energéticos no horizonte de 10 anos.
- ❑ Expansão da geração com caráter indicativo
- ❑ Transparência e reprodutibilidade
- ❑ Aprimoramento Metodológico: Modelo computacional para suporte a investimento. Modelo de Decisão de Investimento. Expansão ótima do sistema, pela minimização dos custos de investimento e de operação
- ❑ Novas abordagens. Cenários “what-if” → incertezas

# PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA - PDE 2026

## GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA:

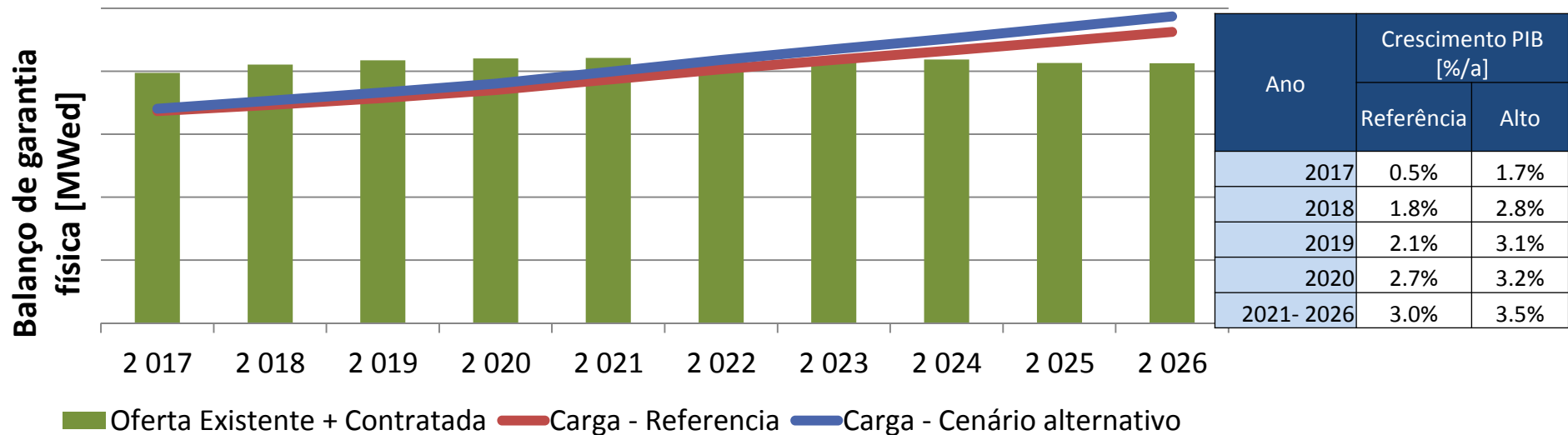
- Parâmetros para todas as fontes: Custo de Capital, CAPEX, O&M, Encargos e Tributos, CVUs.
- PDE tem caráter indicativo: a efetiva expansão dependerá da oferta de projetos e da competitividade da fonte

## PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA 2026



# E a oferta de geração no longo prazo?

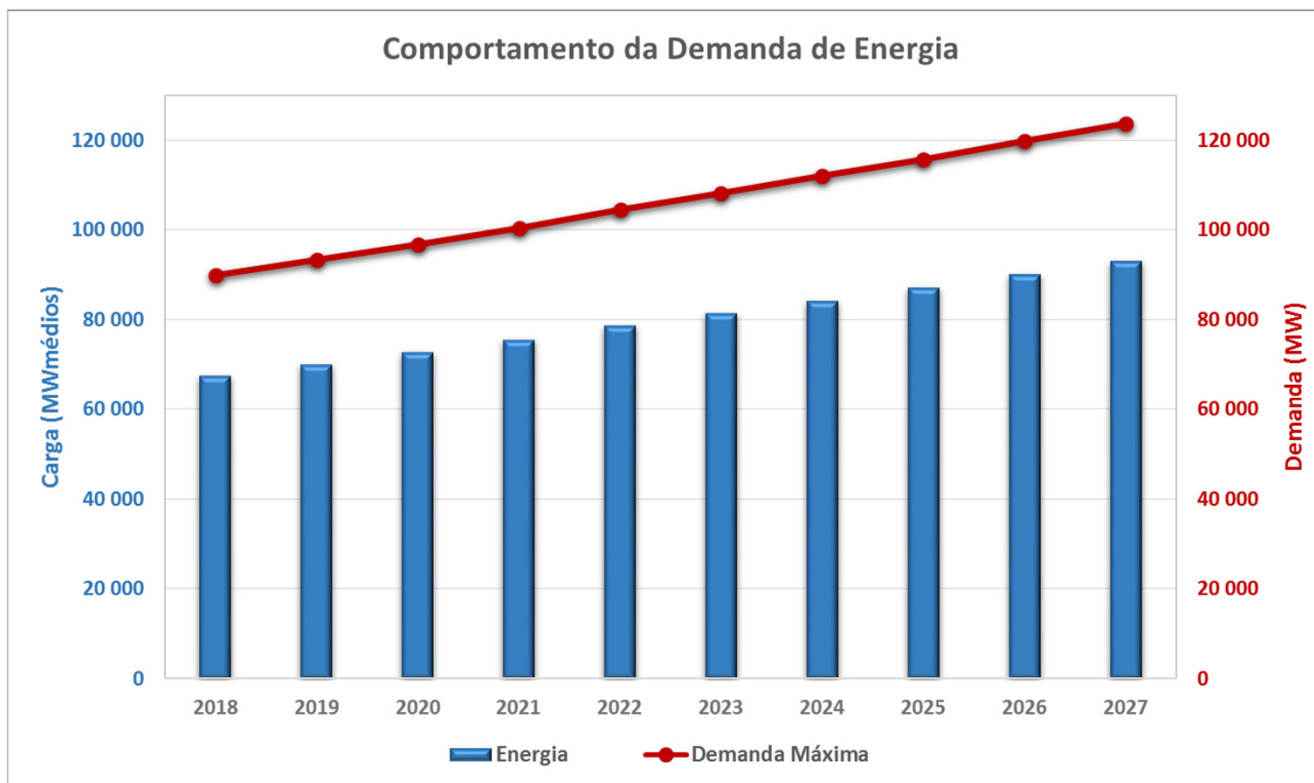
Perspectivas do PDE de configuração futura da oferta



# Projeção de Carga e Demanda de Potência – Cenário Referência

## Atualização do PDE 2026

- O crescimento médio anual da carga do SIN é de 2.850 MW médios.



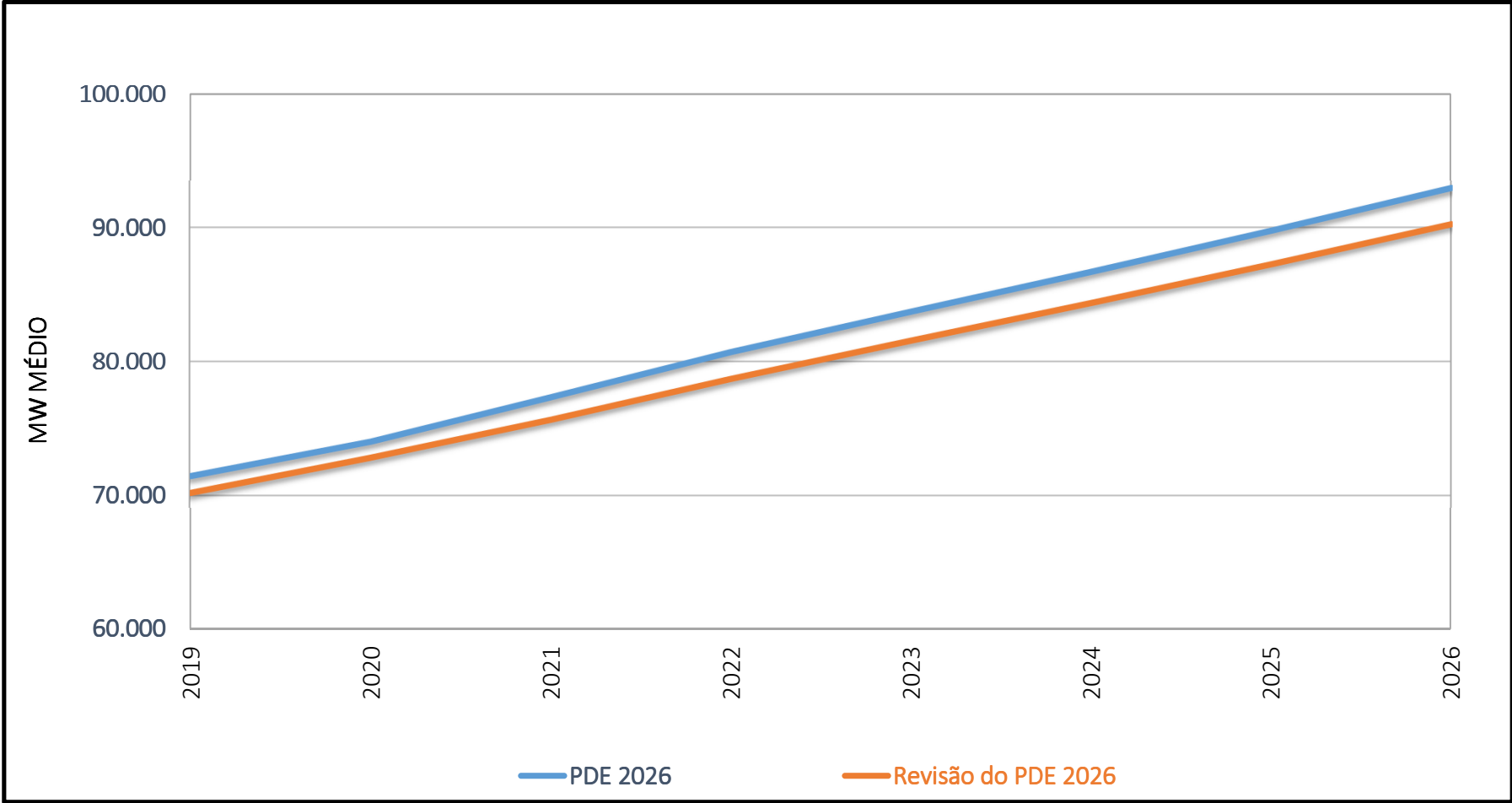
| Taxa de Crescimento do PIB | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Referência                 | 2,6% | 2,6% | 2,7% | 2,8% | 2,8% | 2,9% | 3,0% | 3,0% | 3,0% | 3,0% |
| Sucesso                    | 3,1% | 3,1% | 3,2% | 3,3% | 3,3% | 3,4% | 3,5% | 3,5% | 3,5% | 3,5% |

2018-2027

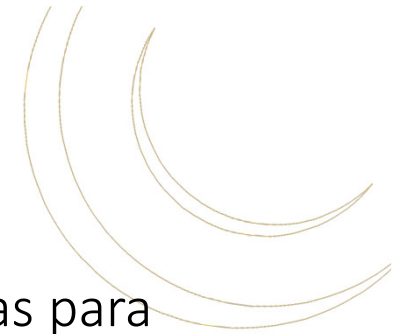
2,8%

3,3%

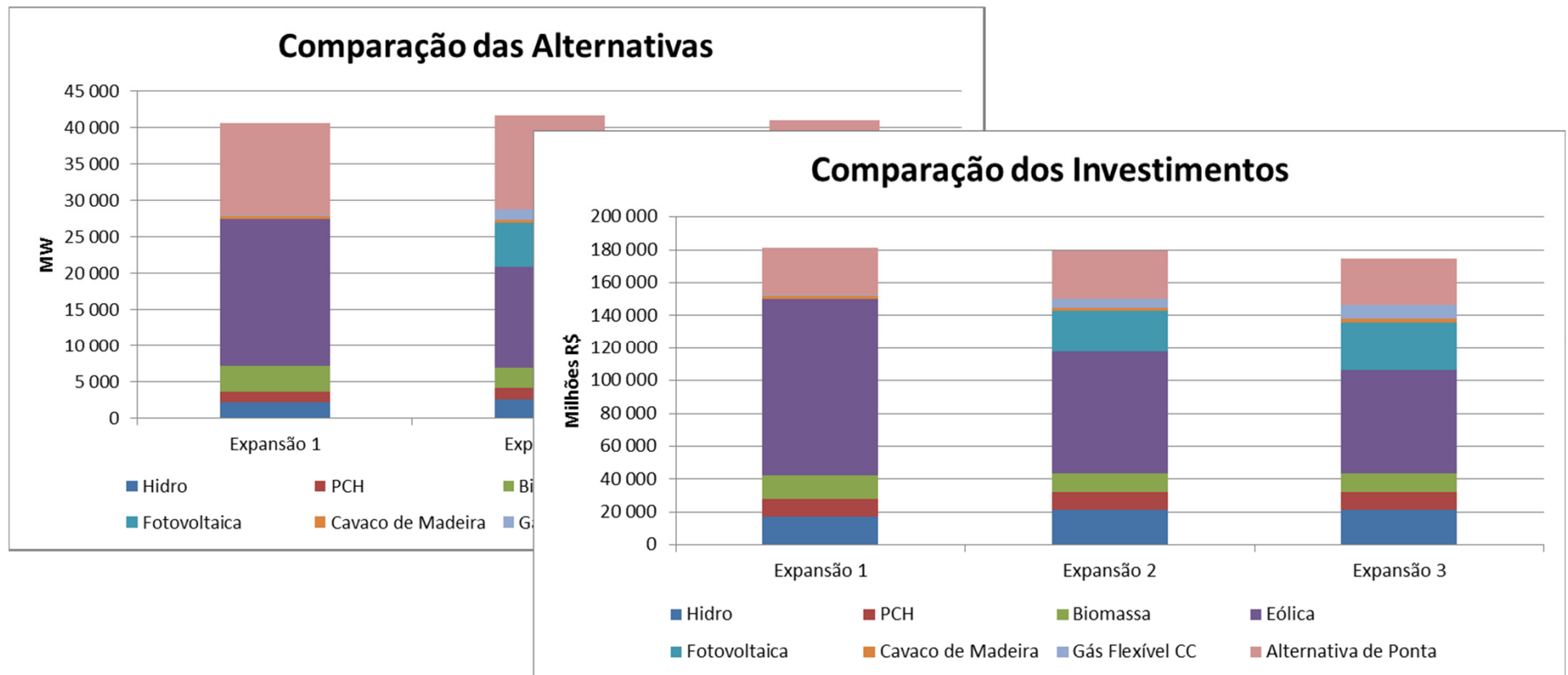
# Projeção de Demanda de Energia PDE 2026 x Revisão do PDE 2026



# Plano Decenal de Energia 2017-2026



- Modelo computacional para decisão de expansões ótimas para diferentes visões de futuro - MDI
- Transparência e reprodutibilidade



# Fatores que impactam o Planejamento

Insumos para os estudos de expansão da oferta de energia elétrica

- Projeção de carga e demanda de potência
- Disponibilidade e preço de combustíveis
- Data de entrada de projetos contratados
- Data mínima para novos projetos
- Limites de Transmissão existentes e futuros





# Fatores que impactam o Planejamento

Insumos para os estudos de expansão da oferta de energia elétrica



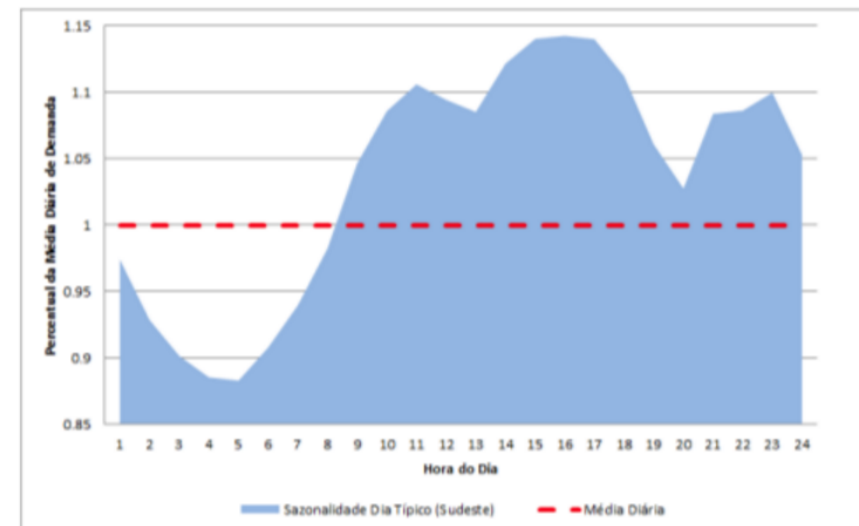
- Projeção de carga e demanda de potência -> **Incerteza**
- Disponibilidade e preço de combustíveis -> **Incerteza**
- Data de entrada de projetos contratados -> **Incerteza**
- Data mínima para novos projetos -> **Incerteza**
- Limites de Transmissão existentes e futuros -> **Incerteza**

# MDI – Principais características



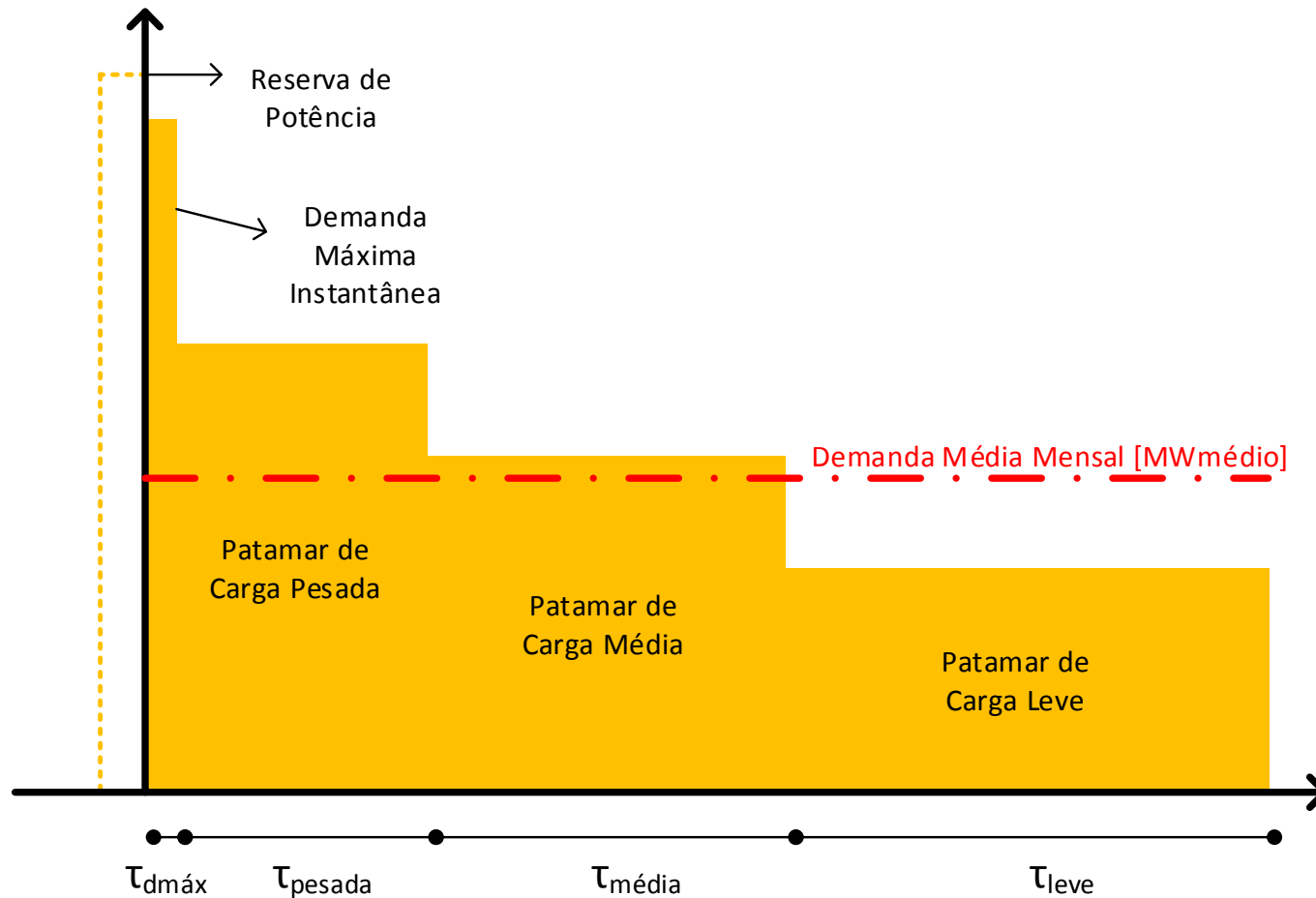
- Cálculo Integrado de:
  - Expansão da Transmissão
  - Expansão da Geração
  - Consideração dos Custos de G + T no cálculo da expansão otimizada
  - Facilidade de adicionar novas funcionalidades/restrições
  - Temos acesso ao código fonte
  
- Minimiza o Custo Total de Expansão (Operação + Investimento) sob condições de incerteza

# Energia e Potência

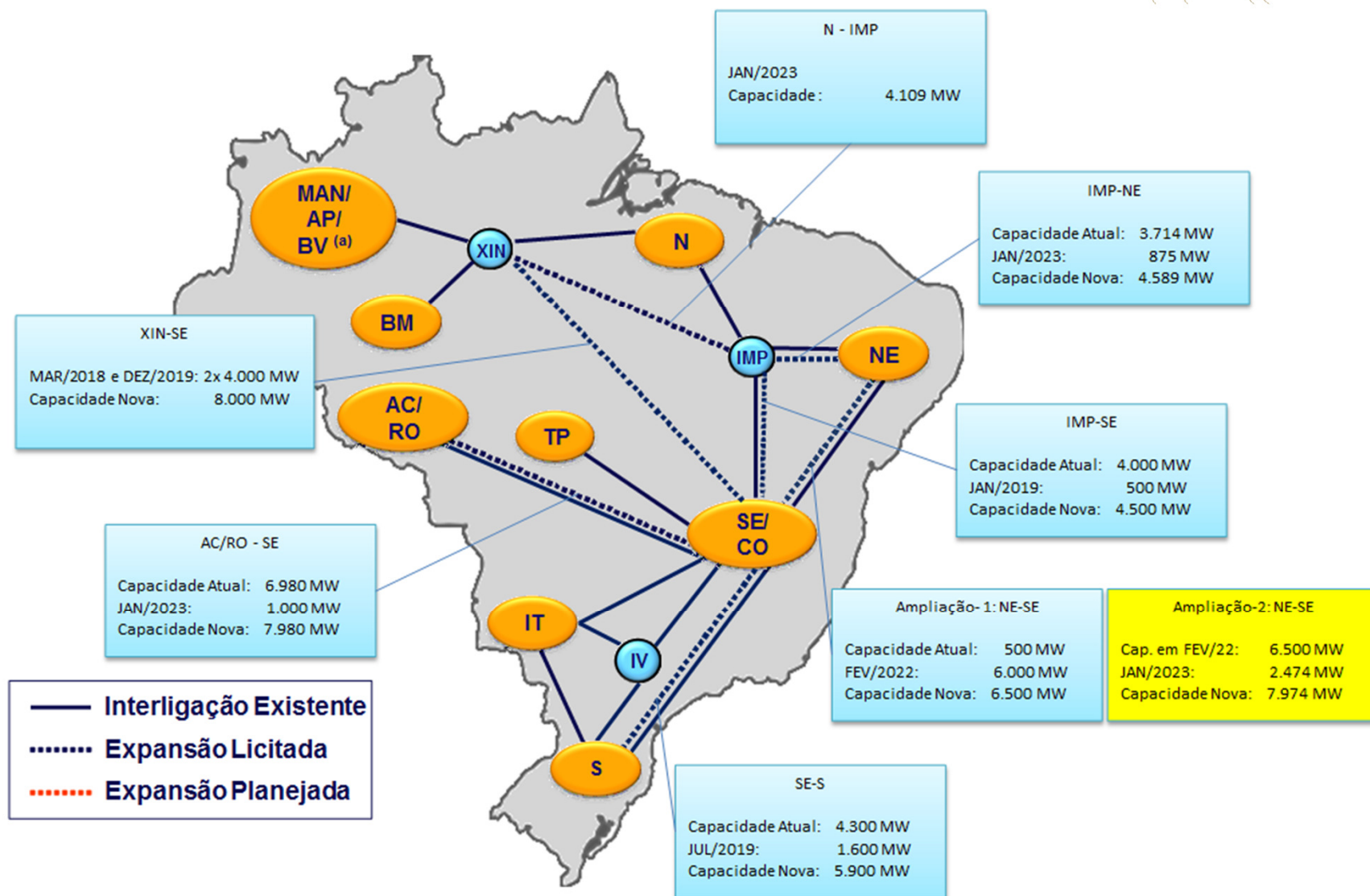


# Aperfeiçoamentos no Modelo – PDE 2027

- Representação em 4 patamares



# Representação das Interligações - Capacidade existente + obras licitadas



# Projetos Candidatos à Expansão

- Tratadas como variáveis inteiras:
  - Projetos de usinas hidrelétricas (PCH e UHE);
  - Usinas nucleares;
- Tratadas como variáveis contínuas:
  - Usinas termelétricas ciclo combinado gás natural com 3 níveis de flexibilidade;
  - Usinas termelétricas ciclo aberto gás natural totalmente flexível;
  - Usinas termelétricas carvão mineral nacional;
  - Usinas eólicas;
  - Usinas fotovoltaicas;
  - Usinas à biomassa com CVU nulo;
  - Usinas à biomassa com CVU não nulo.



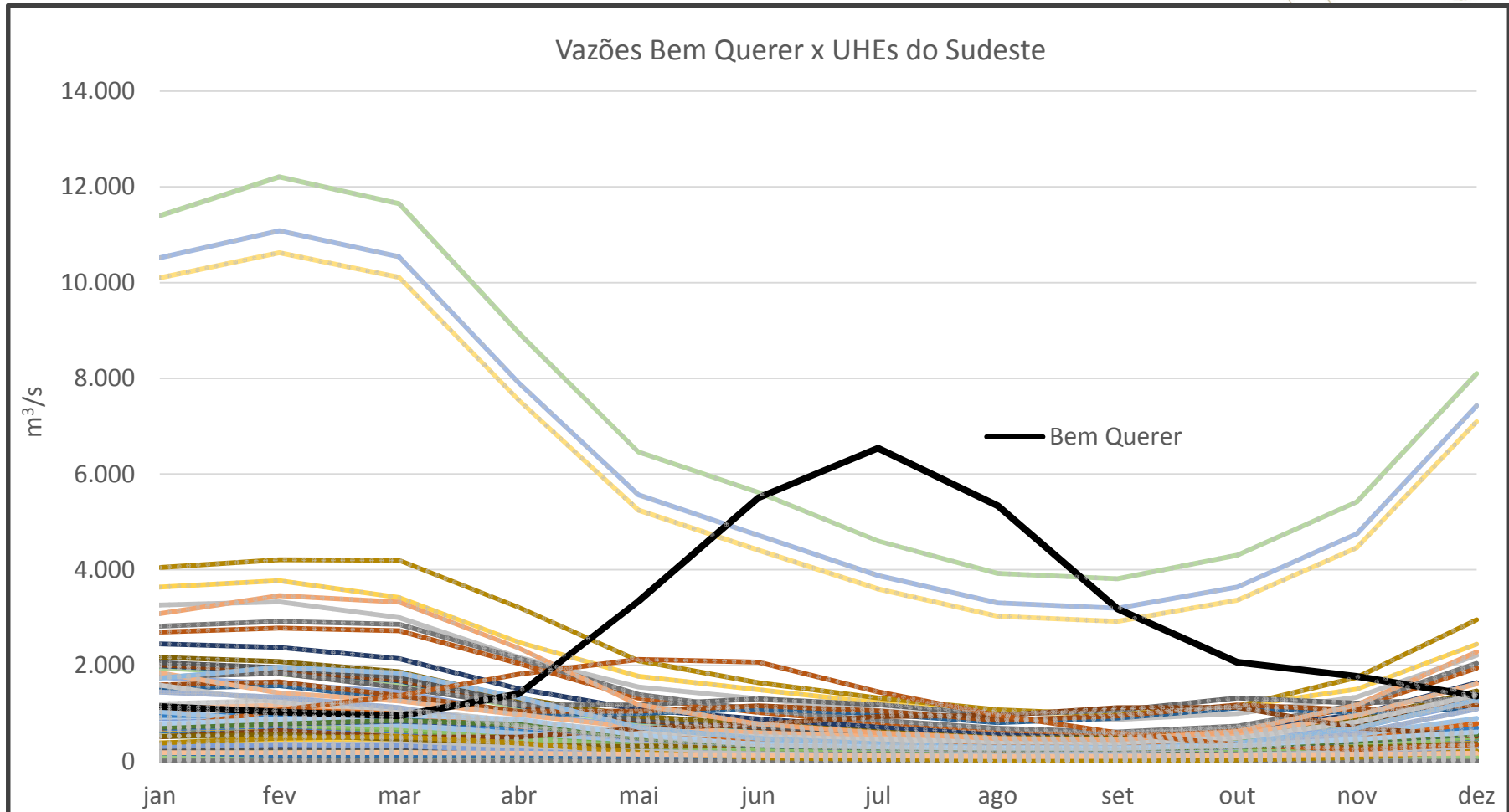
# Representação das Usinas Hidrelétricas



## Candidatas à Expansão

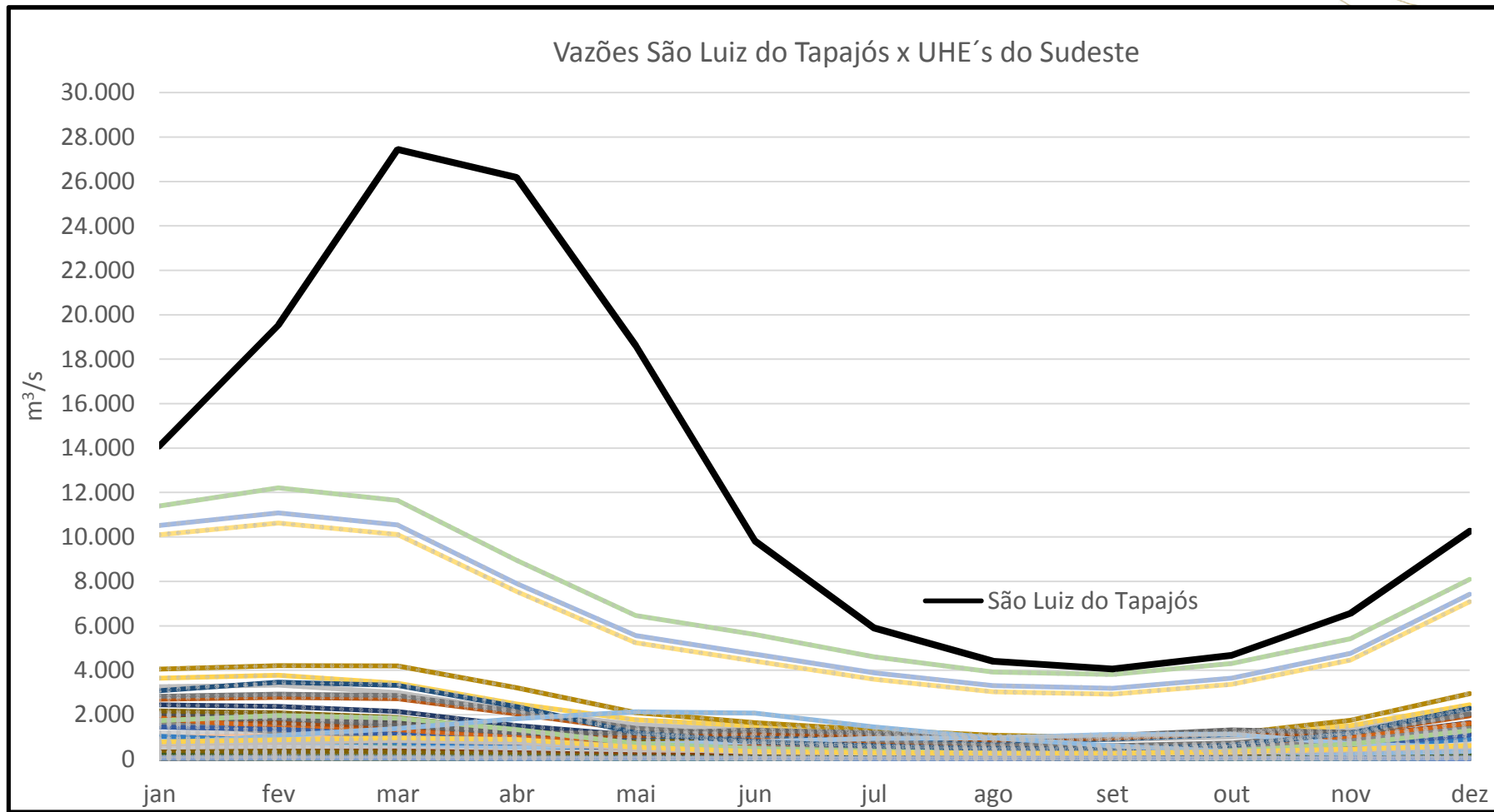
| Nome         | Sistema | R\$/kW |
|--------------|---------|--------|
| APERTADOS    | 2       | 9,069  |
| BEM QUERER   | 7       | 7,943  |
| BURITI QUEIM | 1       | 13,703 |
| CACH PATOS   | 11      | 6,099  |
| CASTANHEIRA  | 9       | 11,718 |
| COMISSARIO   | 2       | 12,074 |
| COUTO MAGALH | 1       | 6,635  |
| DAVINOPOLIS  | 10      | 13,967 |
| ERCILANDIA   | 2       | 10,516 |
| FOZ PIQUIRI  | 2       | 10,309 |
| ITAPIRANGA   | 2       | 9,369  |
| JATOBA       | 11      | 6,934  |
| MARANHAO BAI | 1       | 9,610  |
| MIRADOR      | 1       | 8,624  |
| P GALEANO    | 10      | 9,164  |
| PARANA       | 1       | 8,251  |
| PORTEIRAS 2  | 1       | 22,197 |
| PRAINHA      | 1       | 9,110  |
| SAO MIGUEL   | 10      | 10,232 |
| TABAJARA     | 6       | 9,037  |
| TELEM BORBA  | 2       | 7,368  |
| SÃO LUIZ     | 11      | 3,726  |

# Complementaridade da UHE Bem Querer x UHE's Sudeste





# Complementaridade da UHE São Luiz do Tapajós x UHE's Sudeste



# Representação das Usinas Termelétricas



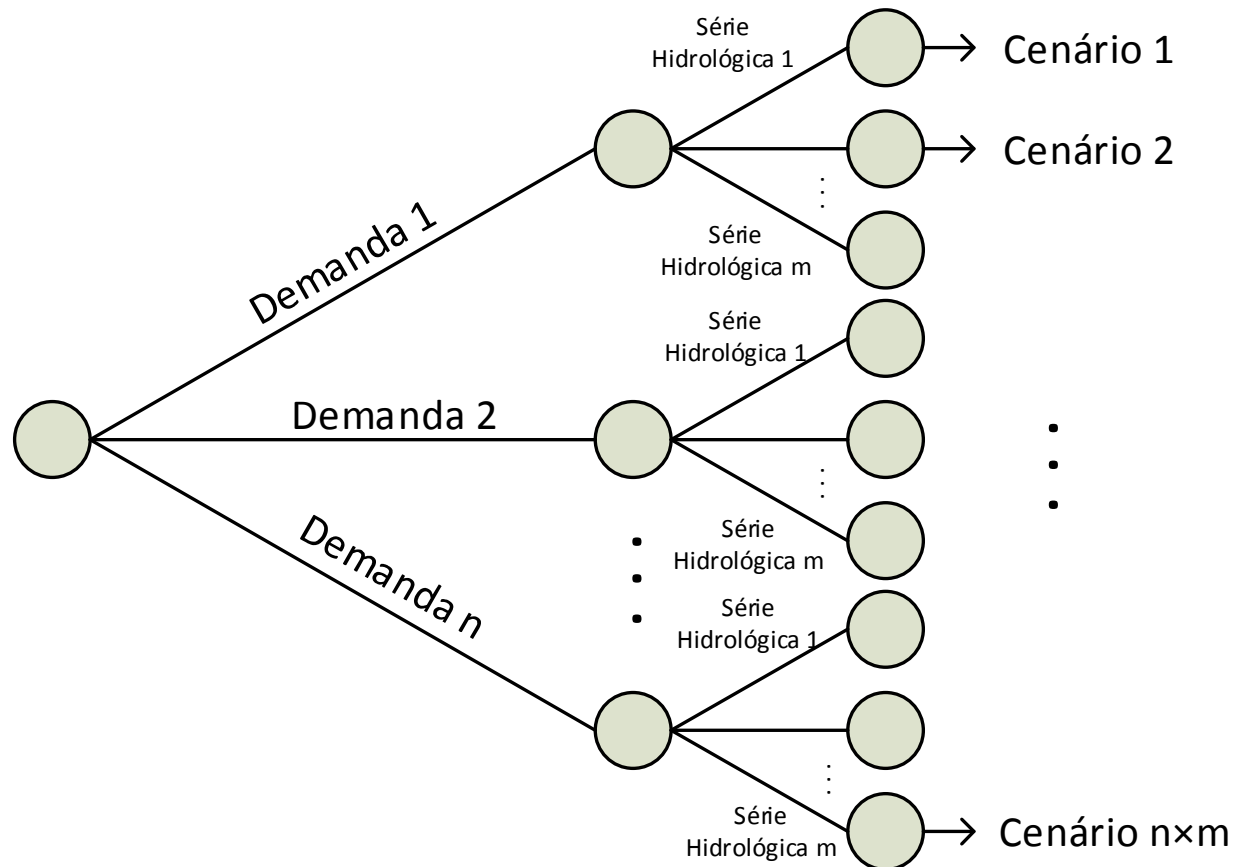
## Candidatas à Expansão

| Nome                     | Sistema | Investimento R\$/kW |
|--------------------------|---------|---------------------|
| GNL - SE - Flexível      | 1       | 3,259               |
| GNL - SE - Inflex 53%    | 1       | 3,259               |
| GNL - SE - Inflex 84%    | 1       | 3,259               |
| GNL - SE - Inflex 100%   | 1       | 3,259               |
| GNL - S - Flexível       | 2       | 3,259               |
| GNL - S - Inflex 53%     | 2       | 3,259               |
| GNL - S - Inflex 84%     | 2       | 3,259               |
| GNL - S - Inflex 100%    | 2       | 3,259               |
| GNL - NE - Flexível      | 3       | 3,259               |
| GNL - NE - Flexível      | 3       | 3,259               |
| GNL - NE - Inflex 84%    | 3       | 3,259               |
| GNL - NE - Inflex 100%   | 3       | 3,259               |
| Motor Baixa Rot SUL      | 2       | 23,385              |
| TG Aeroderiv SUL         | 2       | 2,607               |
| TG HD SUL                | 2       | 2,281               |
| Motor Baixa Rot NORDESTE | 3       | 23,385              |
| TG Aeroderiv NORDESTE    | 3       | 2,607               |
| TG HD NORDESTE           | 3       | 2,281               |
| Cavaco de Madeira        | 1       | 5,000               |
| TG Aeroderiv SUDESTE     | 1       | 2,607               |
| TG HD SUDESTE            | 1       | 2,281               |
| Carvão Nacional          | 2       | 9,000               |

# Cenários de Incertezas



- Permite considerar estocasticidade na demanda e hidrologia





## Diretrizes e Premissas: Fornecidas como restrição

### **Diretrizes de política energética na construção da expansão de referência:**

- Fixação da expansão da oferta eólica de 1.000 MW em 2020;
- Fixação da expansão da oferta solar fotovoltaica de 1.000 MW em 2020;
- Indicação de uma expansão uniforme eólica a partir de 2021;
- Indicação de expansão fotovoltaica de no mínimo 1.000 MW/ano a partir de 2021;
- Indicação de uma expansão de usinas termelétricas a biomassa florestal limitada a 100 MW/ano a partir de 2023;
- Indicação, para o ano de 2023, de UTE a GN com 1.500 MW na região Nordeste;

# What if Scenarios

Algumas visões de futuro, ao invés de apenas um “cenário” fixo



- Tabela Resumo (MW)

| Cenário               | Eólica (Step) | Solar (Step) | Tecn. Ponta | Carvão | Total  |
|-----------------------|---------------|--------------|-------------|--------|--------|
| Cenário de Referência | 1.804         | 1.000        | 12.197      | -      | 41.024 |
| Demanda Alternativa   | 3.121         | 1.000        | 17.679      | -      | 54.989 |
| Incerteza da Demanda  | 2.440         | 1.000        | 17.760      | -      | 51.889 |
| Redução do custo UFV  | 1.505         | 1.877        | 12.601      | -      | 43.172 |
| Restrição UHE's       | 1.656         | 1.000        | 12.824      | 2.000  | 39.959 |

| Resumo da Expansão do Sistema - Potência Instalada (MW) |              |              |              |              |              |              |              |              |               |              |              |              |               |               |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Fontes  | 2020         | 2021         | 2022         | 2023         | 2024         | 2025         | 2026         | 2027         | 2028          | 2029         | 2030         | 2031         | Total         | Total 2026    |
| Hidro*  | -            | -            | -            | 118          | 669          | -            | 1,844        | 1,117        | 8,040         | 140          | 528          | 2,556        | 15012         | 2,631         |
| PCH   | -            | -            | 300          | 300          | 300          | 300          | 300          | 300          | 200           | -            | -            | -            | 2000          | 1,500         |
| Biomassa  | -            | 467          | 467          | 467          | 467          | 467          | 467          | 467          | 467           | 467          | 467          | 467          | 5140          | 2,804         |
| Eólica - Sul  | 200          | 361          | 361          | 361          | 361          | 361          | 361          | 361          | 361           | 361          | 361          | 361          | 4169          | 2,365         |
| Eólica - Nordeste                                       | 800          | 1,443        | 1,443        | 1,443        | 1,443        | 1,443        | 1,443        | 1,443        | 1,443         | 1,443        | 1,443        | 1,443        | 16677         | 9,460         |
| Fotovoltaica - Nordeste                                 | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | 292          | -            | 292           | 0             |
| Fotovoltaica - Sudeste                                  | 1,000        | 1,000        | 1,000        | 1,000        | 1,000        | 1,000        | 1,000        | 1,000        | 1,000         | 1,000        | 708          | 1,000        | 11708         | 7,000         |
| GNL Sudeste Flexível                                    | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 112          | 930          | -             | 6            | -            | -            | 1048          | 112           |
| GNL Sudeste Inflex 0.5                                  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| GNL Sudeste Inflex 0.8                                  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| GNL Sudeste Total Inflex                                | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| GNL Sul Flexível  | -            | -            | -            | -            | -            | 584          | 470          | 517          | -             | -            | 333          | -            | 1904          | 1,054         |
| GNL Sul Inflex 0.5                                      | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| GNL Sul Inflex 0.8                                      | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| GNL Sul Total Inflex                                    | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| GNL Nordeste Flexível                                   | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| GNL Nordeste Inflex 0.5                                 | -            | -            | -            | 1,500        | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 1500          | 1,500         |
| GNL Nordeste Inflex 0.8                                 | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| GNL Nordeste Total Inflex                               | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| Motor Baixa Rot SUL                                     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| TG Aeroderiv SUL  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| TG HD SUL   | -            | -            | 767          | 882          | 126          | 1,296        | -            | -            | -             | -            | 1,479        | -            | 4550          | 3,070         |
| Motor Baixa Rot NORDESTE                                | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| TG Aeroderiv NORDESTE                                   | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| TG HD NORDESTE  | -            | -            | -            | -            | -            | 184          | -            | 171          | -             | -            | -            | -            | 355           | 184           |
| Cavaco de Madeira                                       | -            | -            | -            | 100          | 100          | 100          | 100          | 100          | 100           | 100          | 100          | 100          | 900           | 400           |
| TG Aeroderiv SUDESTE                                    | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| TG HD SUDESTE   | -            | 994          | 771          | 920          | 3,543        | 2,715        | -            | 926          | -             | 1,766        | 1,816        | 1,257        | 14709         | 8,944         |
| Carvão Nacional   | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 1,500        | 0            | -            | 1500          | 0             |
| Gás Flexível CC   | -            | -            | -            | 1,500        | -            | 584          | 583          | 1,447        | -             | 6            | 333          | -            | 4452          | 2,667         |
| Gás Flexível CA   | -            | 994          | 1,538        | 1,802        | 3,669        | 4,195        | -            | 1,098        | -             | 1,766        | 3,295        | 1,257        | 19614         | 12,198        |
| Gás Inflexível  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | -            | -            | -            | 0             | 0             |
| <b>TOTAL</b>  | <b>2,000</b> | <b>4,265</b> | <b>5,110</b> | <b>7,091</b> | <b>8,010</b> | <b>8,450</b> | <b>6,098</b> | <b>7,333</b> | <b>11,611</b> | <b>6,783</b> | <b>7,528</b> | <b>7,185</b> | <b>81,464</b> | <b>41,024</b> |

| UHEs Indicadas  | Sistema  | Potência (MW) | Entrada  |
|-----------------|----------|---------------|----------|
| TELEM BORBA     | SUL      | 118           | ago/2023 |
| APERTADOS       | SUL      | 139           | set/2024 |
| ERCILANDIA      | SUL      | 87            | set/2024 |
| FOZ PIQUIRI     | SUL      | 93            | set/2024 |
| TABAJARA        | AC RO    | 350           | nov/2024 |
| BEM QUERER      | MAN/AP/B | 709           | jul/2026 |
| P GALEANO       | PARANA   | 81            | ago/2026 |
| CASTANHEIRA     | T. PIRES | 140           | nov/2026 |
| ITAPIRANGA      | SUL      | 725           | nov/2026 |
| MARANHAO BAI    | SUDESTE  | 125           | nov/2026 |
| SAO MIGUEL      | PARANA   | 65            | nov/2026 |
| MIRADOR         | SUDESTE  | 80            | mai/2027 |
| COUTO MAGALH    | SUDESTE  | 150           | jun/2027 |
| PARANA          | SUDESTE  | 90            | out/2027 |
| PRAINHA         | SUDESTE  | 797           | nov/2027 |
| S. LUIZ TAPAJÓS | TAPAJOS  | 8,040         | nov/2028 |
| COMISSARIO      | SUL      | 140           | nov/2029 |
| CACH PATOS      | TAPAJOS  | 528           | nov/2030 |
| BURITI QUEIM    | SUDESTE  | 142           | nov/2031 |
| DAVINOPOLIS     | PARANA   | 74            | nov/2031 |
| JATOBA          | TAPAJOS  | 2,340         | nov/2031 |
|                 |          |               |          |

| De      | Para    | MW    | Data     |
|---------|---------|-------|----------|
| TAPAJOS | SUDESTE | 2,864 | nov/2028 |
| TAPAJOS | SUDESTE | 995   | dez/2028 |
| TAPAJOS | SUDESTE | 90    | dez/2029 |
| TAPAJOS | SUDESTE | 88    | jan/2030 |
| TAPAJOS | SUDESTE | 1,513 | fev/2030 |
| TAPAJOS | SUDESTE | 244   | fev/2031 |
| TAPAJOS | SUDESTE | 1,530 | dez/2031 |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |
|         |         |       |          |

Jorge Trinkenreich  
*Superintendente de Planejamento da Geração*

E-mail: [jorge.trinkenreich@epe.gov.br](mailto:jorge.trinkenreich@epe.gov.br)



Empresa de Pesquisa Energética

Avenida Rio Branco, 1 - 11º andar  
20090-003 - Centro - Rio de Janeiro  
<http://www.epe.gov.br/>

Twitter: [@EPE\\_Brasil](https://twitter.com/EPE_Brasil)  
Facebook: [EPE.Brasil](https://www.facebook.com/EPE.Brasil)



Empresa de Pesquisa Energética  
Ministério de Minas e Energia

