

GPL 17 – AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO AUMENTO DA PARTICIPAÇÃO DE FONTES INTERMITENTES E SAZONAIS SOBRE A OPERAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

Luiz G. B. Marzano
Maria E. P. Maceira
Thatiana C. Justino

MUDANÇA DO PERFIL DO PARQUE GERADOR

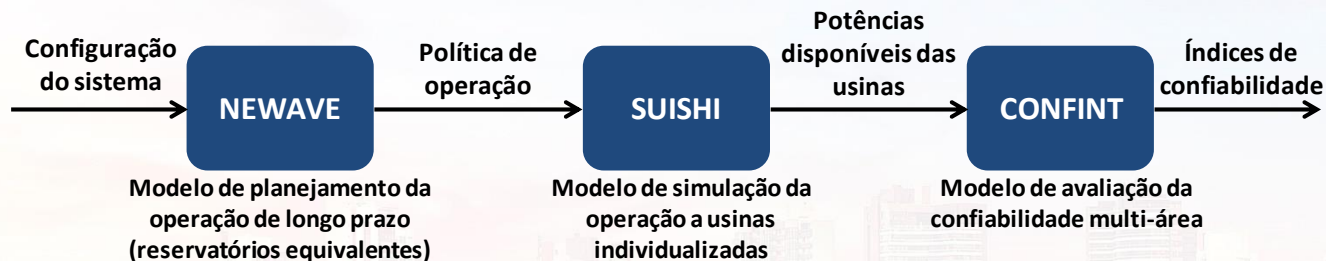
- **Aumento da participação de fontes renováveis intermitentes (eólica e solar)**
- **Construção de usinas hidrelétricas na região Norte do país com reservatórios com pouca capacidade de regularização.**
 - afluências da região Norte são muito sazonais
 - período úmido da região Norte coincide com o período onde as usinas com grandes reservatórios possuem atualmente maior geração de energia
- **No PDEE 2024**
 - eólica 5 GW (3,7%) em 2015; 24 GW (11,6%) em 2024
 - solar nula em 2014; 7 GW (3,3%) em 2024
 - hidro 90 GW (67,6%) em 2014; 117 GW (56,7%) em 2024
 - aumento da energia armazenável máxima de 0,91%
 - crescimento do mercado de energia em torno de 45%.

OBJETIVO

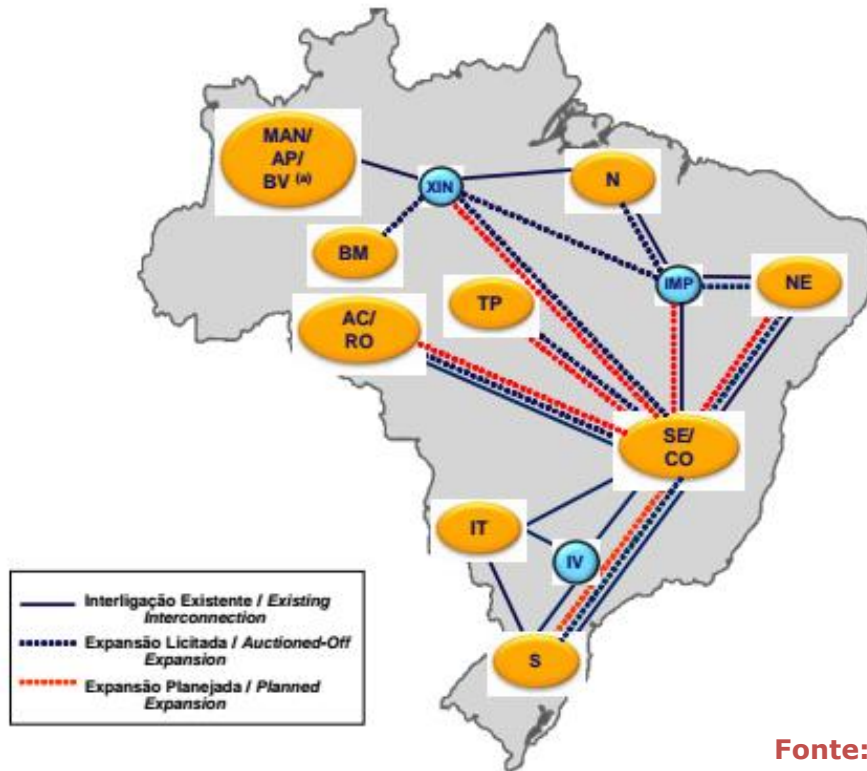
- Avaliar o impacto no perfil de operação do Sistema Interligado Nacional, causado pela evolução de seu parque gerador.
- Para a análise, será utilizada a configuração do PDE 2024.
- Para alguns anos do horizonte de estudo serão apresentados resultados de simulações semelhantes àsquelas necessárias para o cálculo das garantias físicas de energia.
- Impacto na Potência Disponível Revisada do SIN (SNPTEE 2013)
- Impacto na Carga Crítica de Potência (SNPTEE 2017)

MODELOS COMPUTACIONAIS

▪ Execução coordenada dos modelos NEWAVE, SUISHI e CONFINT



CONFIGURAÇÃO DO PDE 2024



SE/CO – Sudeste/Centro-Oeste

S – Sul

NE – Nordeste

N – Norte

MAN/AP/BV – Manaus/Amapá/Boa Vista

IV – Ivaiporã

IT – Itaipu

AC/RO – Acre/Rondônia

BM – Belo Monte

TP – Teles Pires/Tapajós

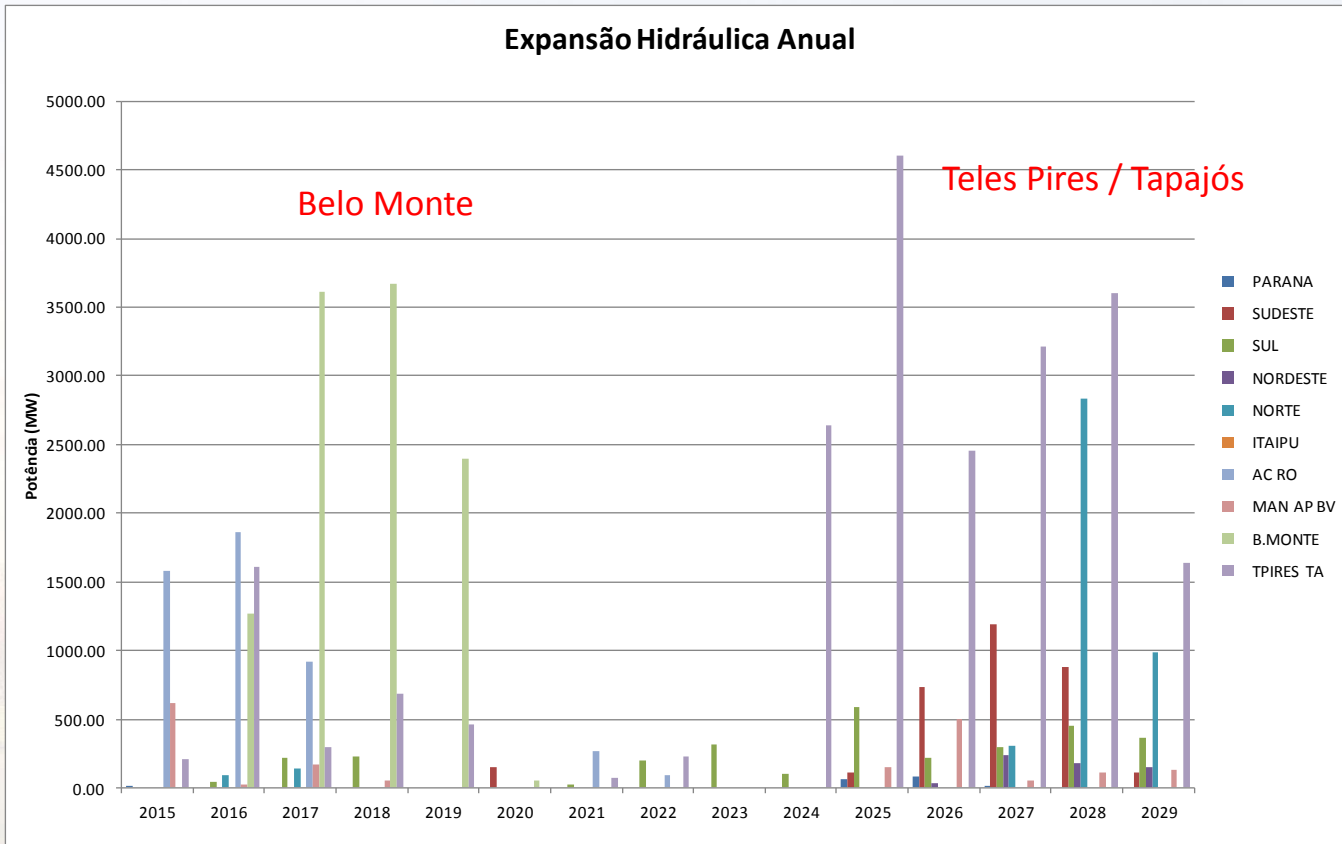
IMP – Imperatriz

XIN – Xingu

Fonte: Relatório do Plano Decenal de Expansão de Energia 2024

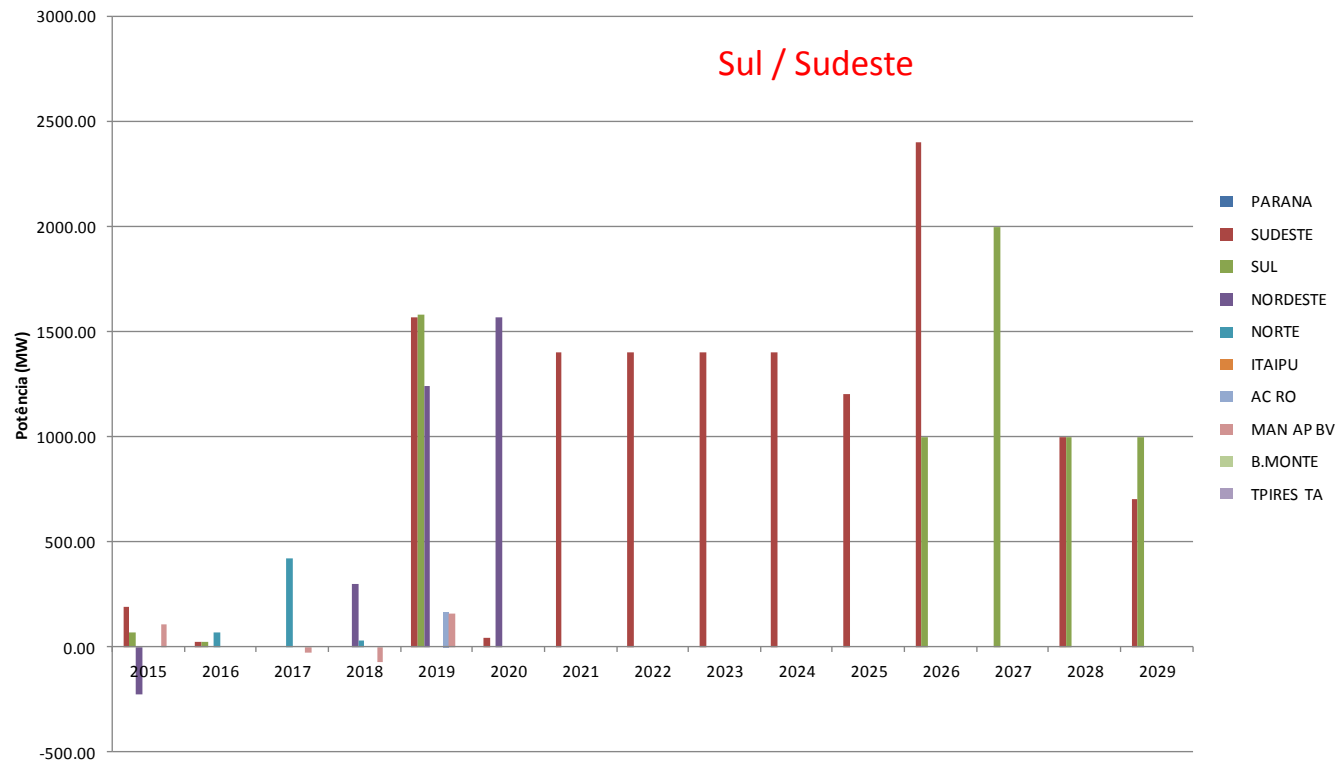
PDE 2024

Expansão Hidráulica Anual



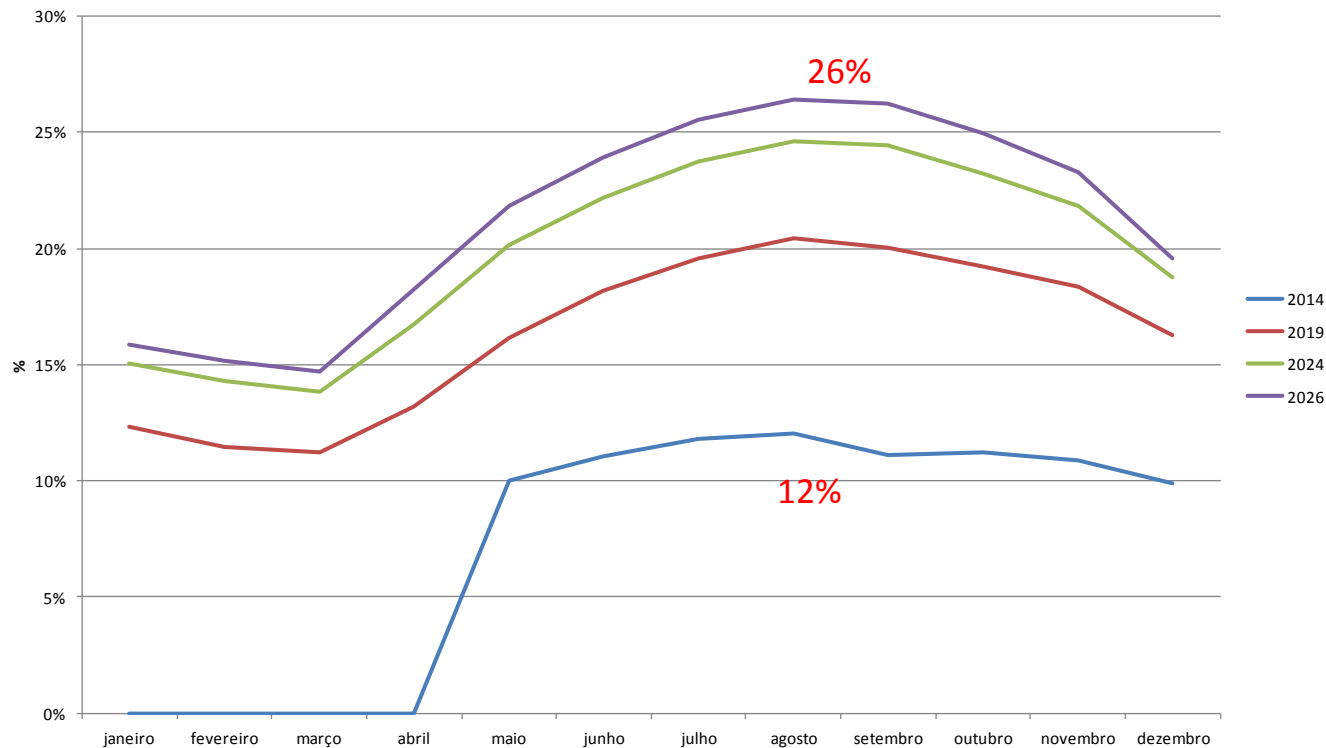
PDE 2024

Expansão Térmica Anual



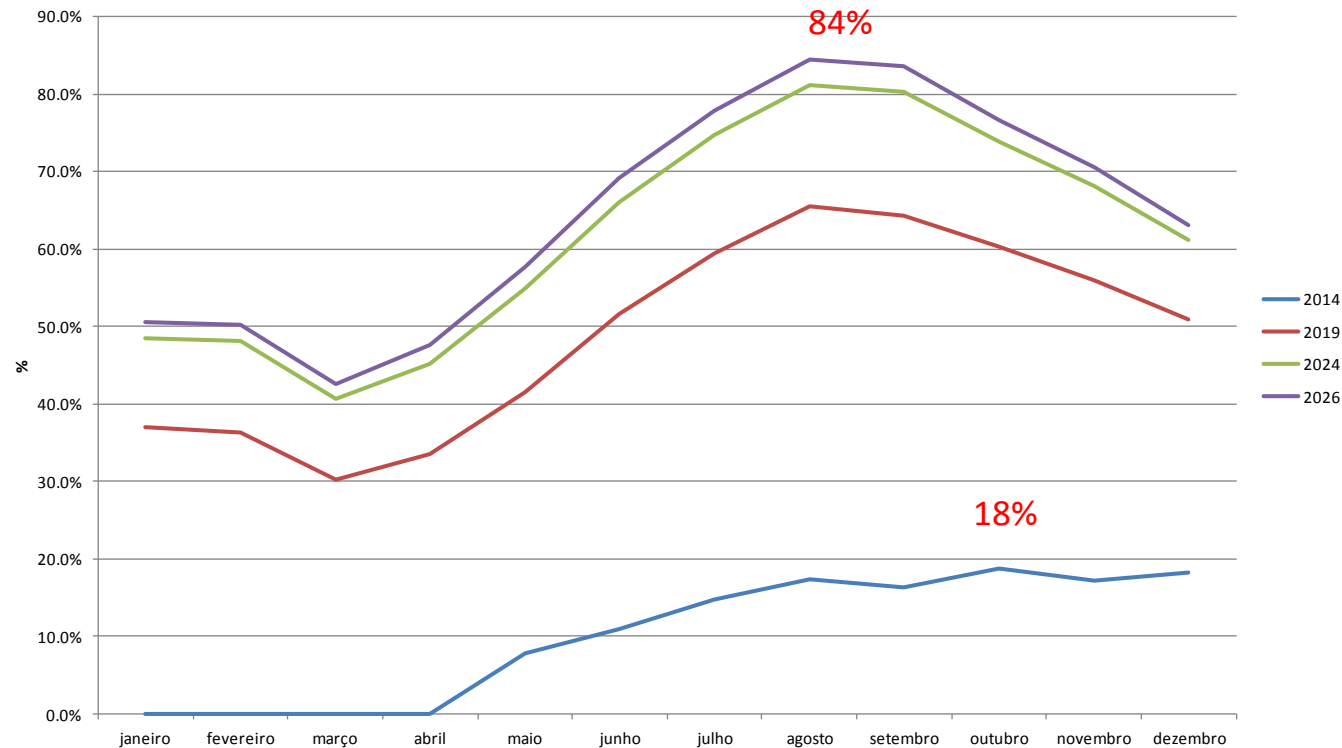
PDE 2024

Razão entre Geração de Pequenas Usinas e Mercado do SIN

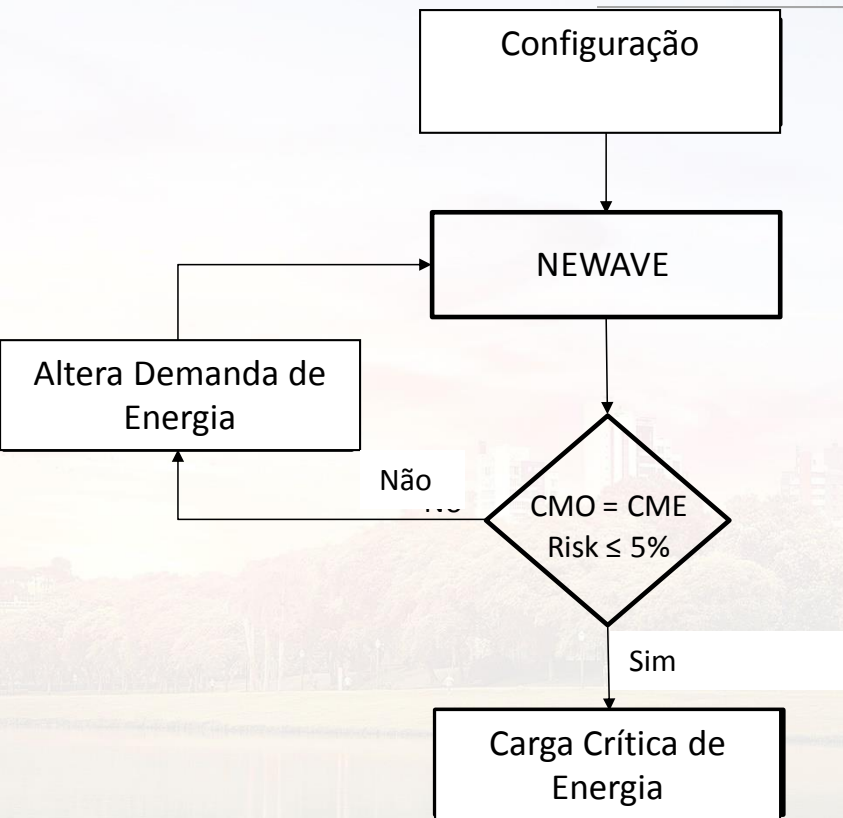


PDE 2024

Razão entre Geração de Pequenas Usinas e Mercado do Nordeste



EXECUÇÃO DO MODELO NEWAVE



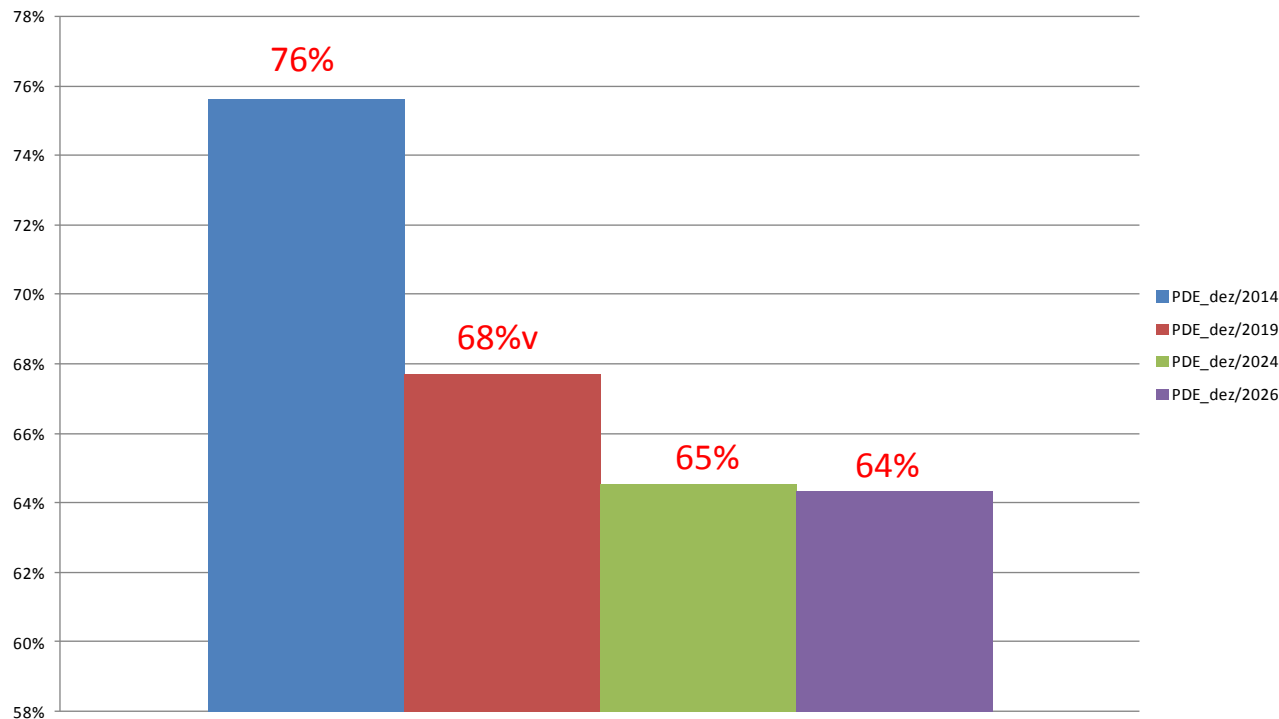
- Critério de garantia de suprimento de energia
 - $CMO = CME = R\$ 139,00 / MWh \pm R\$ 2,00 / MWh$
 - Risco de déficit de energia limitado a 5%

CONFIGURAÇÕES SIMULADAS

- **Caso 1 – Caso Estático com a configuração de dezembro/2014 do PDE**
- **Caso 2 – Caso Estático com a configuração de dezembro/2019 do PDE**
- **Caso 3 – Caso Estático com a configuração de dezembro/2024 do PDE**
- **Caso 4 – Caso Estático com a configuração de dezembro/2026 do PDE**

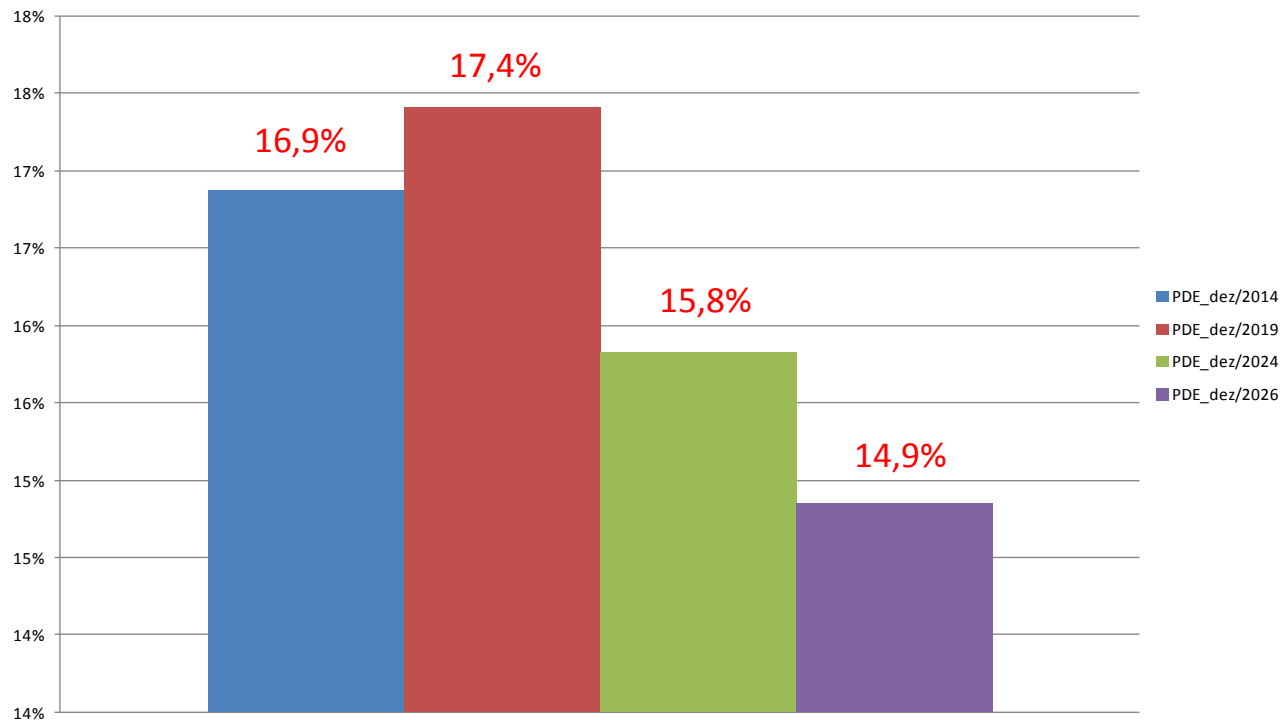
EXECUÇÃO DO MODELO NEWAVE

Razão entre Bloco Hidráulico e Carga Crítica Bruta do SIN



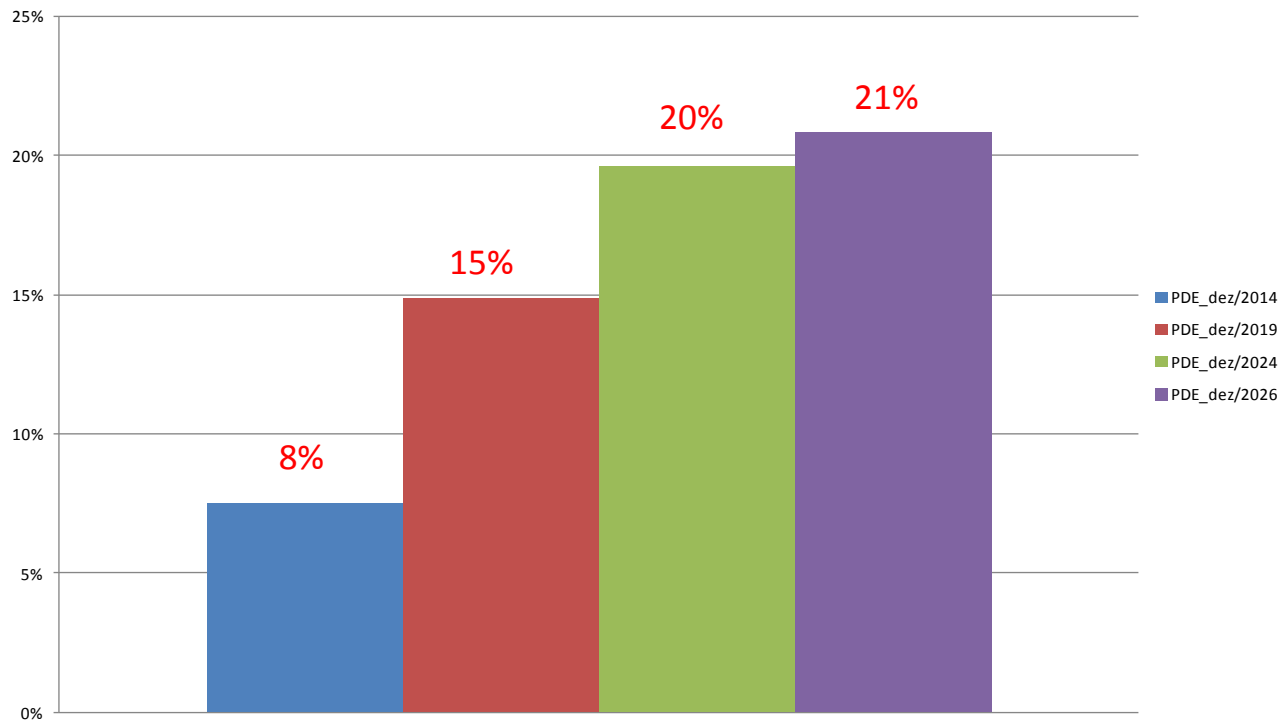
EXECUÇÃO DO MODELO NEWAVE

Razão entre Bloco Térmico e Carga Crítica Bruta do SIN



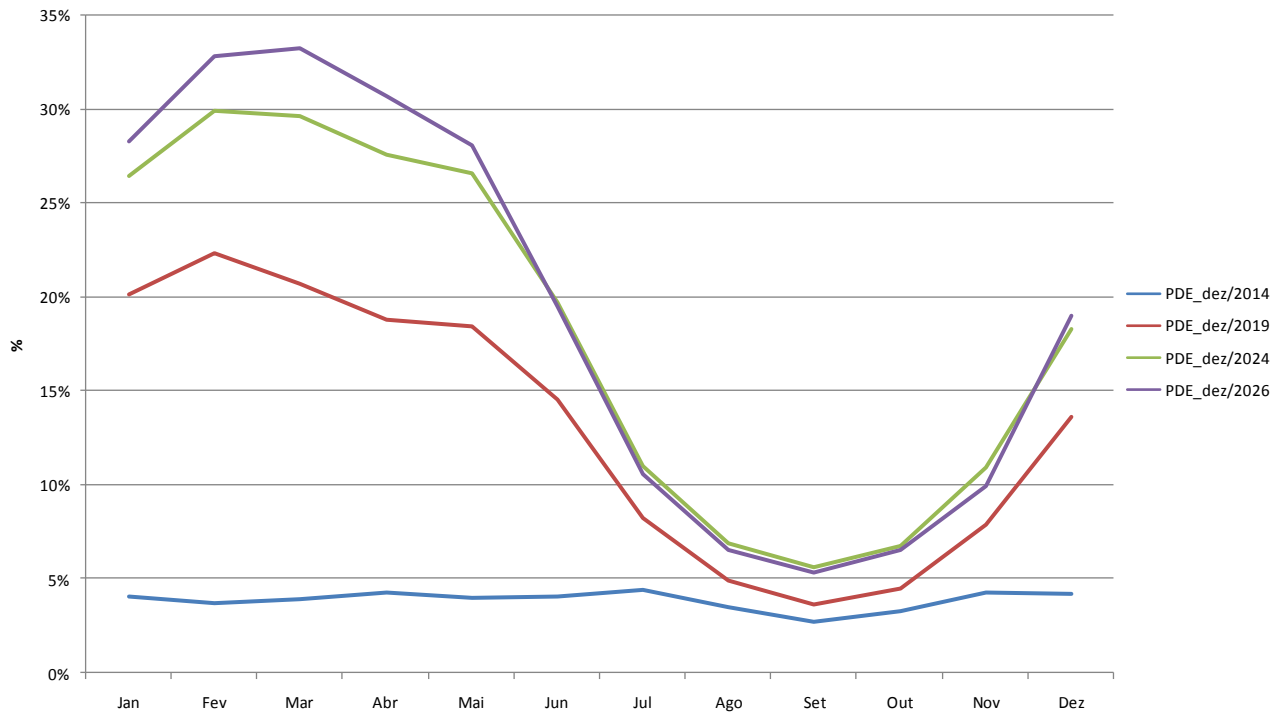
EXECUÇÃO DO MODELO NEWAVE

Razão entre Geração de Pequenas Usinas e Carga Crítica Bruta do SIN

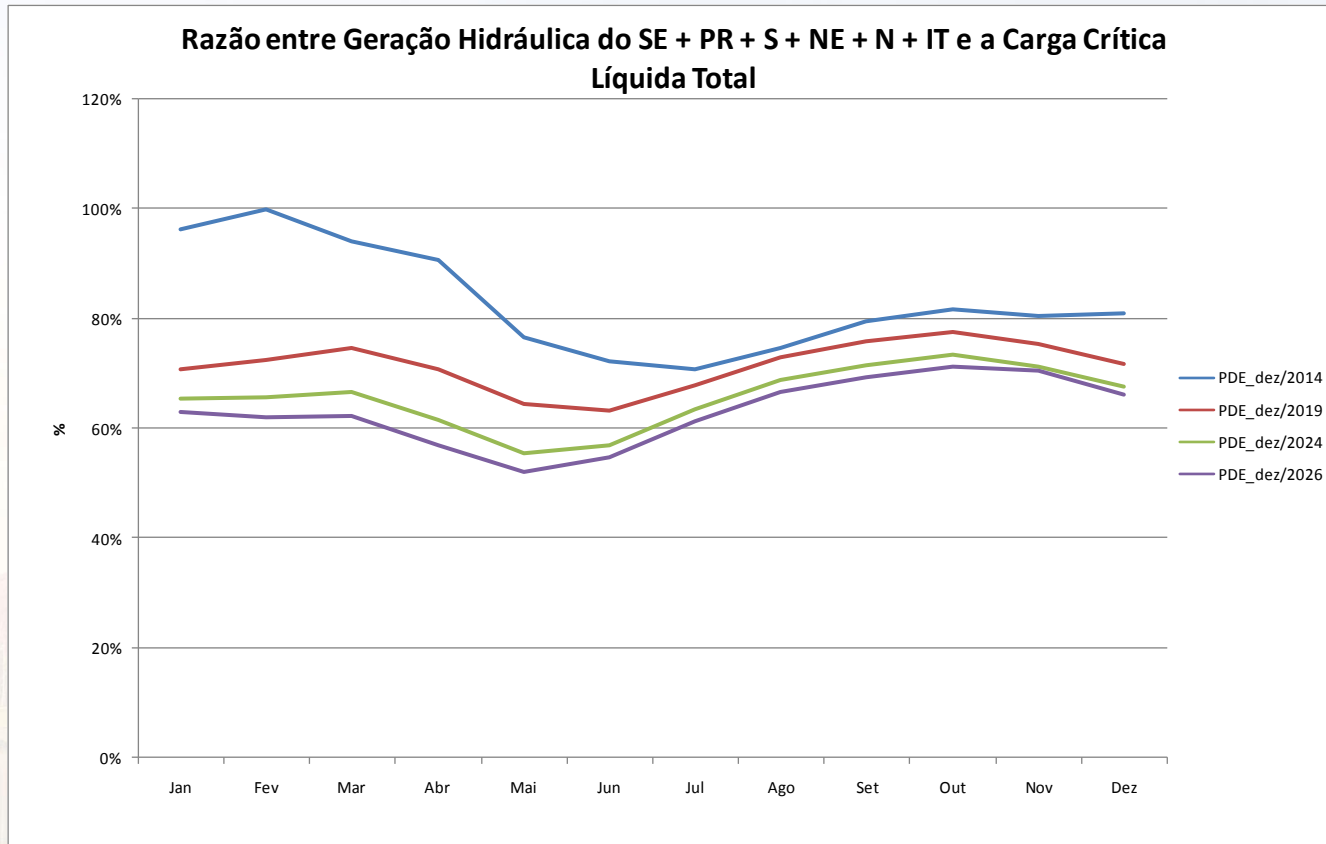


EXECUÇÃO DO MODELO NEWAVE

Razão entre Geração Hidráulica de BM + TP + AC e a Carga Crítica Líquida Total

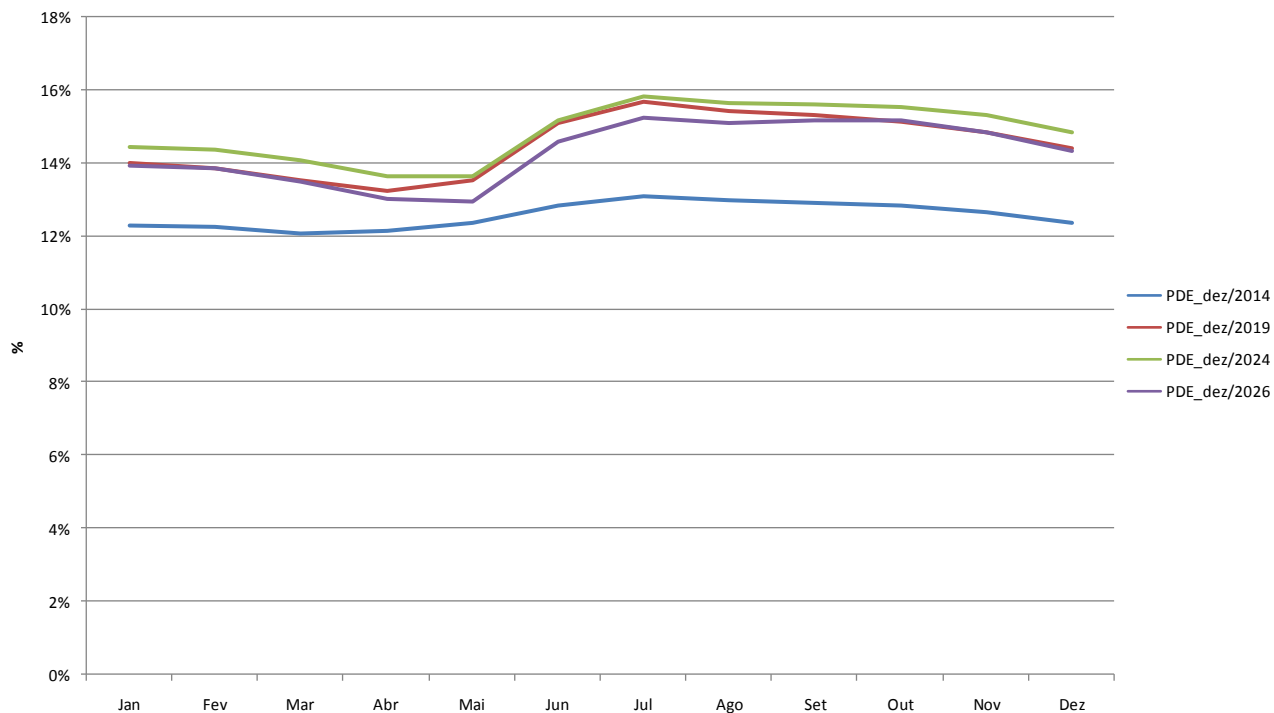


EXECUÇÃO DO MODELO NEWAVE



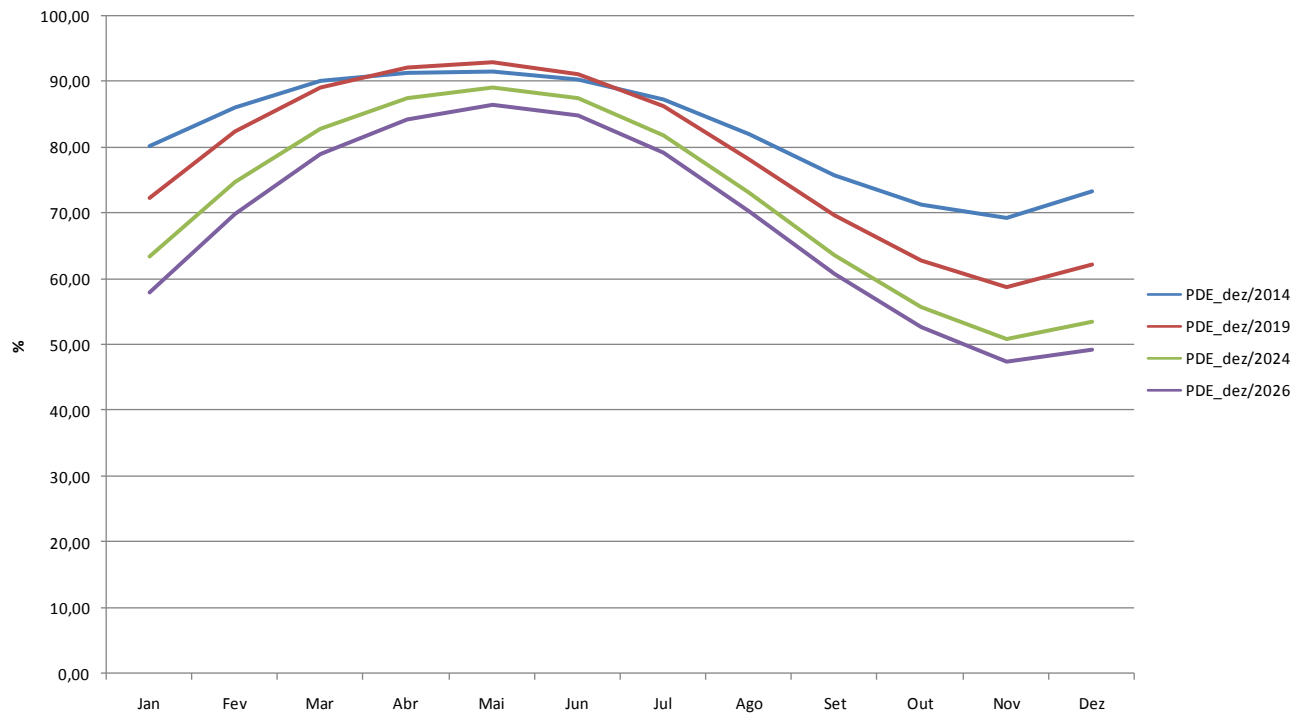
EXECUÇÃO DO MODELO NEWAVE

Razão entre Geração Térmica do SIN e Carga Crítica Líquida Total



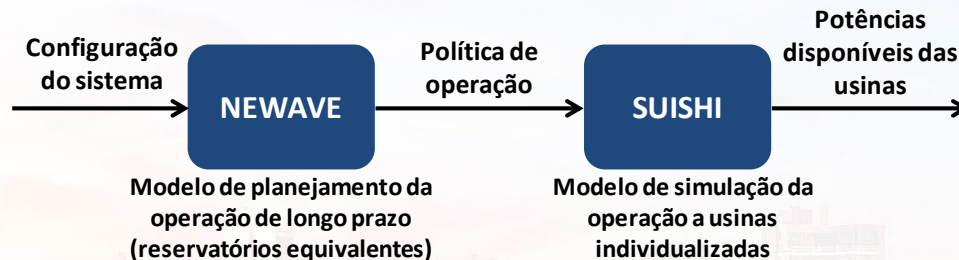
EXECUÇÃO DO MODELO NEWAVE

Energia Armazenada Final Percentual - SIN



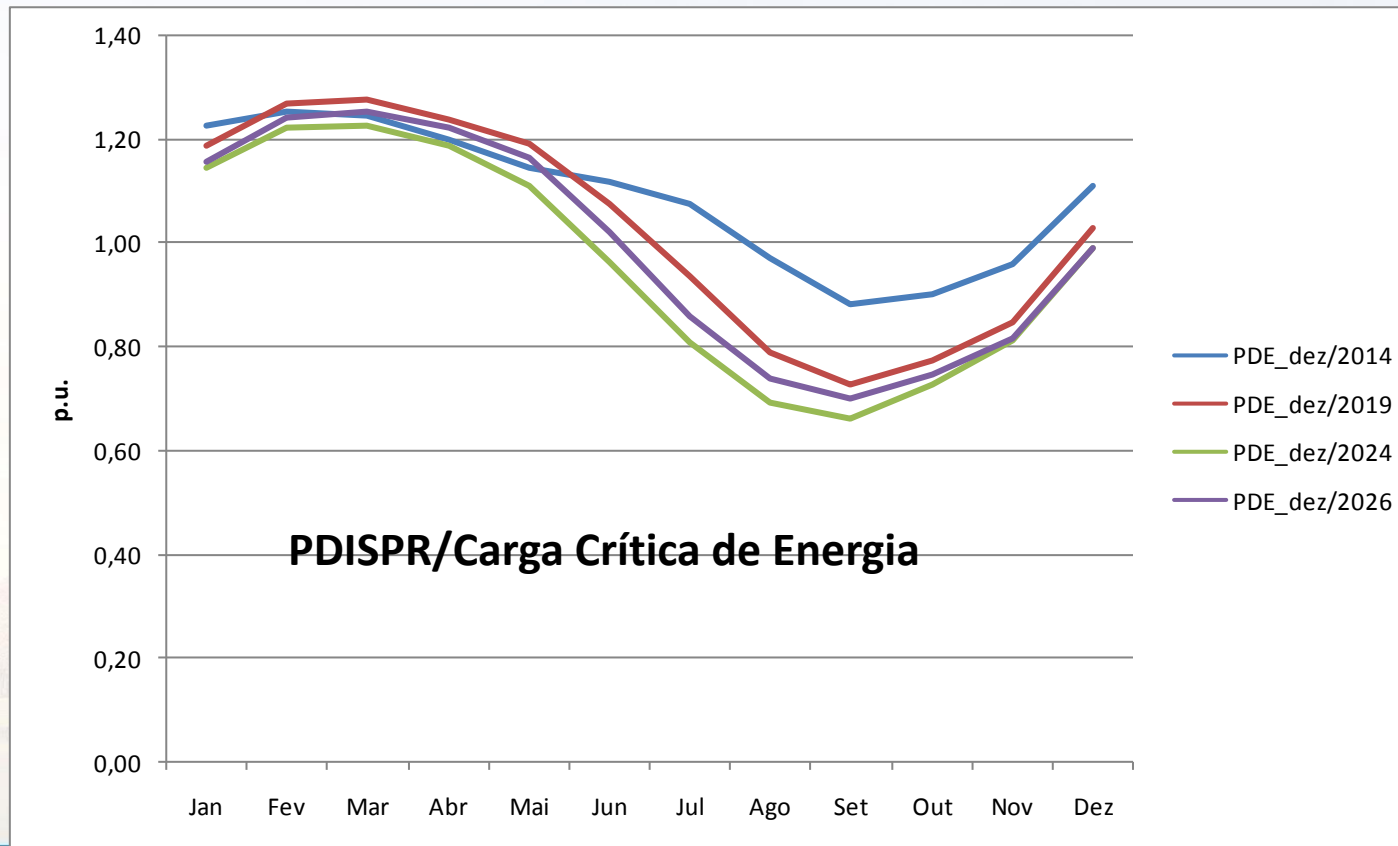
EXECUÇÃO DO MODELO SUISHI

Potência Disponível Revisada: [SNPTEE 2013 – GPL 13]

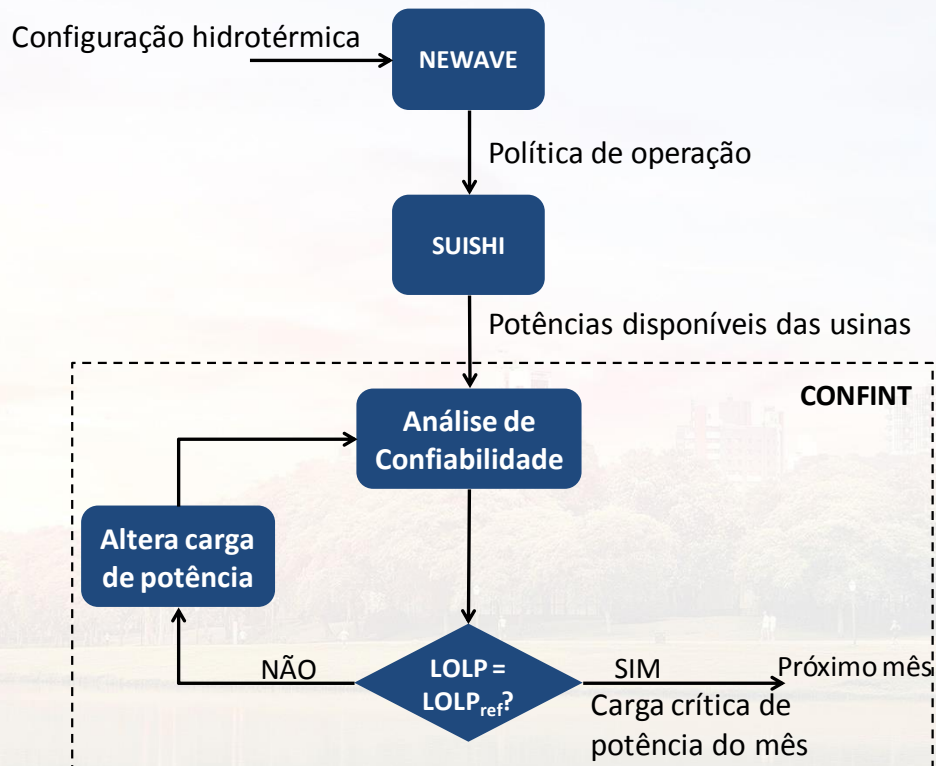


- A quantidade de água disponível para turbinamento da usina é determinada considerando a vazão máxima que pode ser defluída pelas usinas de montante, pela afluência incremental a própria usina, e pelo volume do reservatório da própria usina que pode ser desestocado.

EXECUÇÃO DO MODELO SUISHI

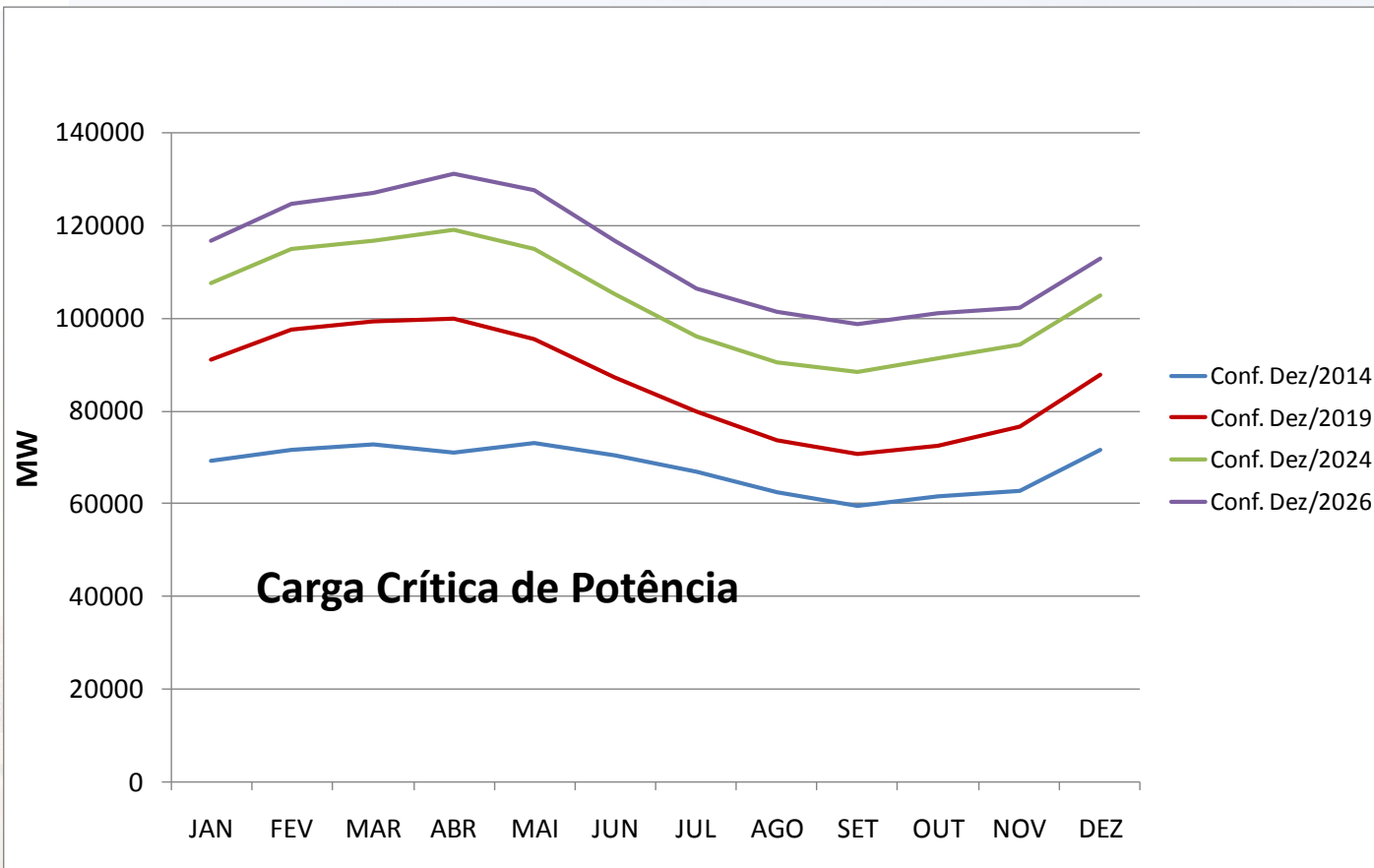


[GPL 9]



- Critério de garantia de suprimento de potência
 - $LOLP_{ref} = 5\%$

RESULTADOS CONFINT



CONCLUSÕES

- Com a entrada em operação das usinas a fio d'água da região Norte e o aumento da participação das fontes não despacháveis (eólica, solar e pch), há uma diminuição da participação hidrelétrica (bloco hidráulico) no atendimento à carga crítica do sistema, a participação do bloco térmico praticamente não se altera, e um considerável aumento da participação das fontes não despacháveis no atendimento a carga crítica.
- Há uma diminuição da participação da soma das gerações dos subsistemas Sudeste, Paraná, Sul, Nordeste, Norte e Itaipu no período úmido do SIN, de modo a acomodar a geração das novas usinas da região Norte (subsistemas Belo Monte, Teles Pires/Tapajós e Acre/Rondônia).

CONCLUSÕES

- Com relação a potência disponível revisada do SIN, verificou-se uma redução no período seco do sistema e uma acentuação do perfil sazonal, conforme a evolução do parque gerador.
- Com relação a carga crítica de potência, também há uma acentuação do perfil sazonal, aumentando a importância de uma avaliação cuidadosa da capacidade de suprimento a ponta do sistema, principalmente durante o período seco.

Luiz G. B. Marzano

 (21) 2598-6065

 metpe@cepel.br

 www.cepel.br