

Desafíos en la operación del sistema interconectado brasileño

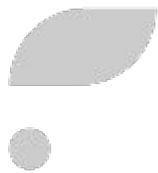
Congreso de Energía MEM

Alexandre Zucarato
Diretor de Planejamento ONS



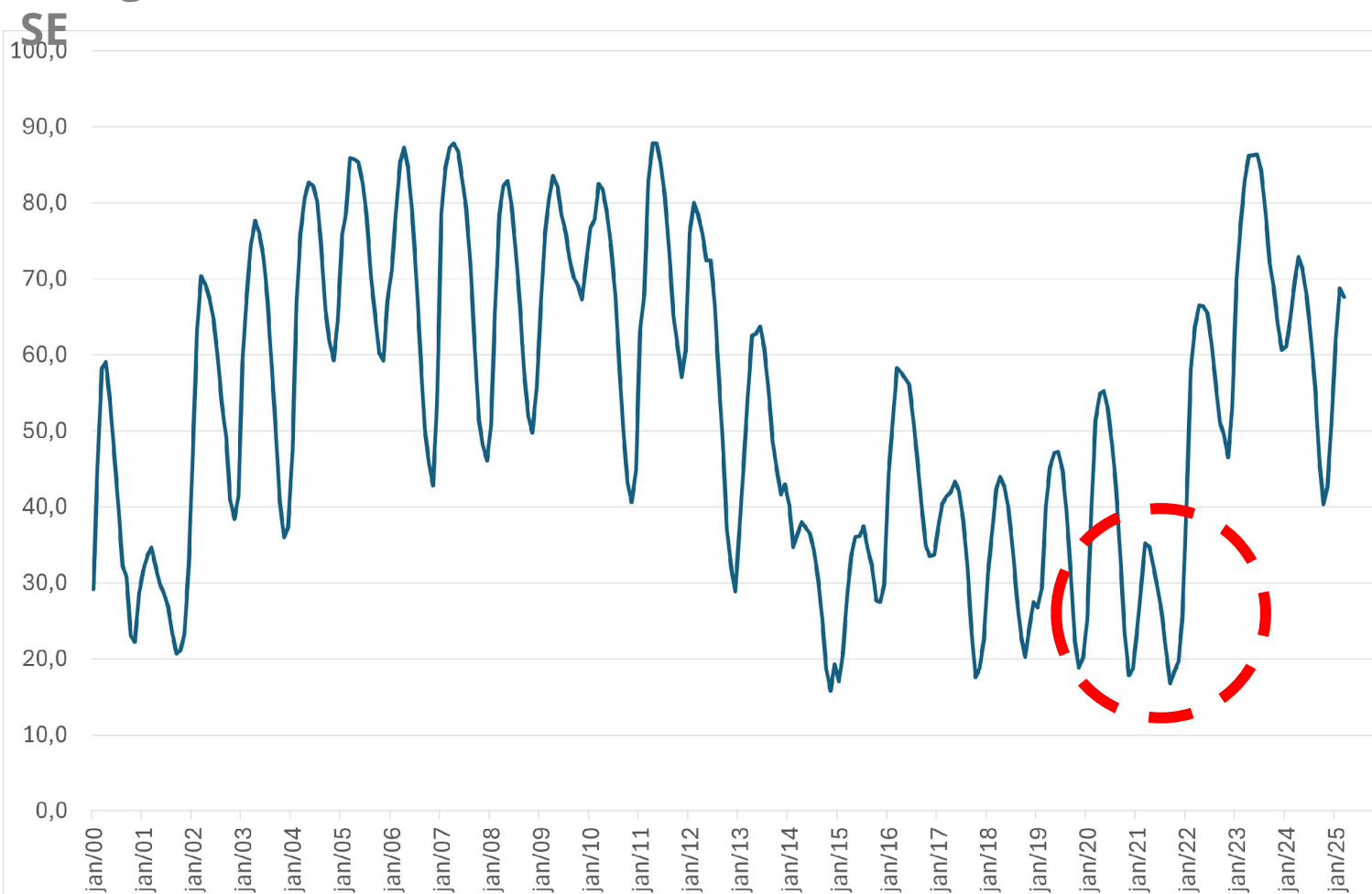
ONS
Operador Nacional
do Sistema Elétrico

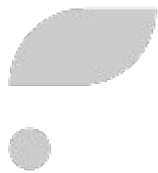
Lecciones aprendidas: Sequía de 2021



La sequía en retrospectiva

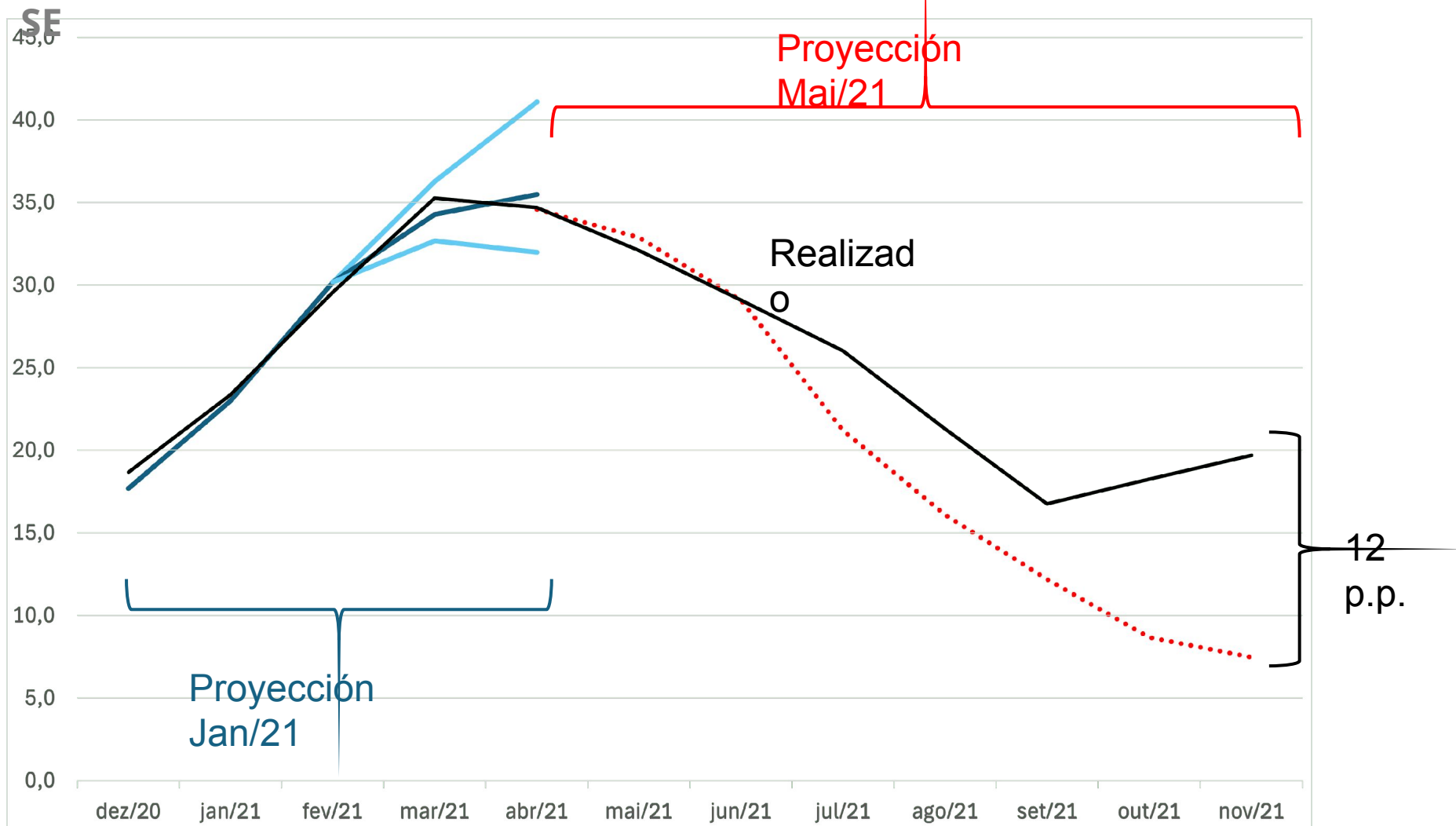
Energia Armazenada –

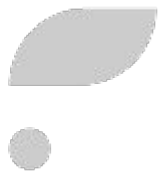




El diagnóstico

Energia Armazenada -

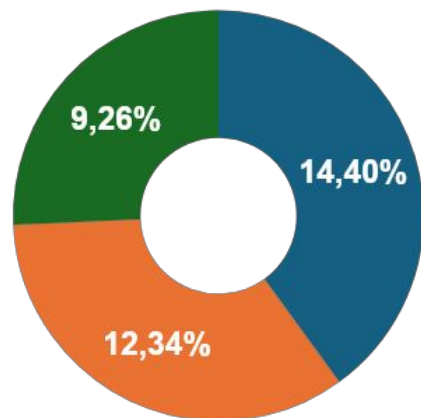




O “playbook”

35 líneas de Acción

■ ONS ■ Setor Elétrico ■ Outros Setores



- Setor Elétrico: MME, ANEEL, ONS, CCEE, EPE, Geradores, Distribuidores e transmissores
- Outros Setores: ANA, IBAMA, Outros setores do Governo Federal, Órgãos Estaduais, Associações



Aumento del suministro



Flexibilización de las restricciones hídricas



Gestión de la demanda



Ampliar límites de transmisión



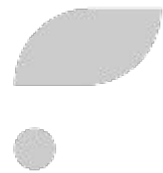
Ampliar importaciones



Mejora de los modelos de despacho



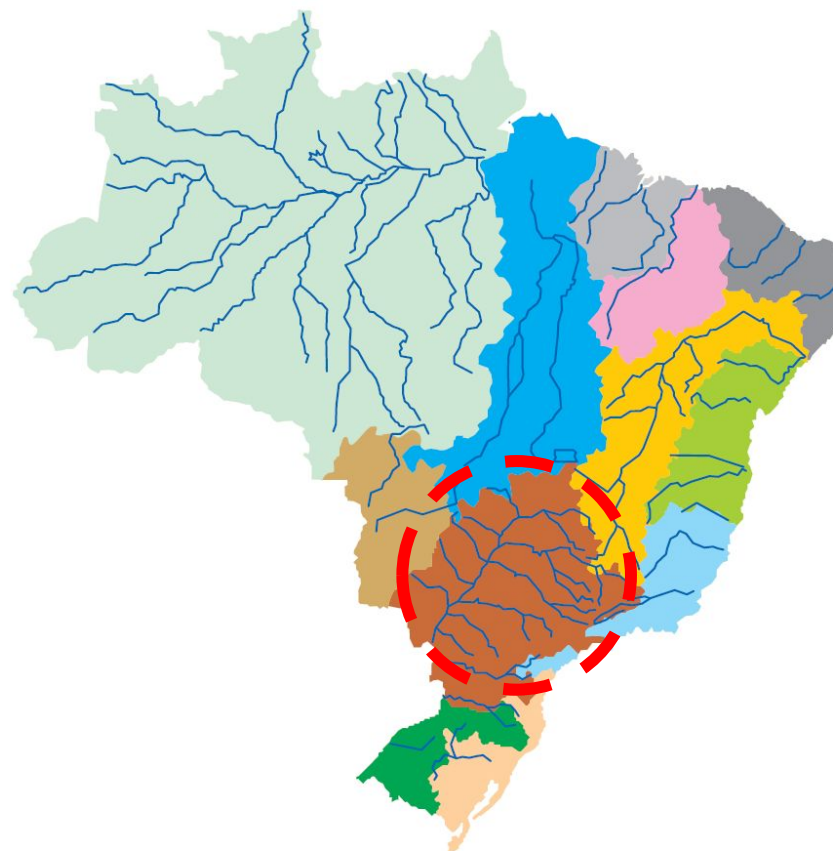
Acciones de comunicación

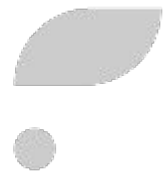


Principales cuencas brasileñas

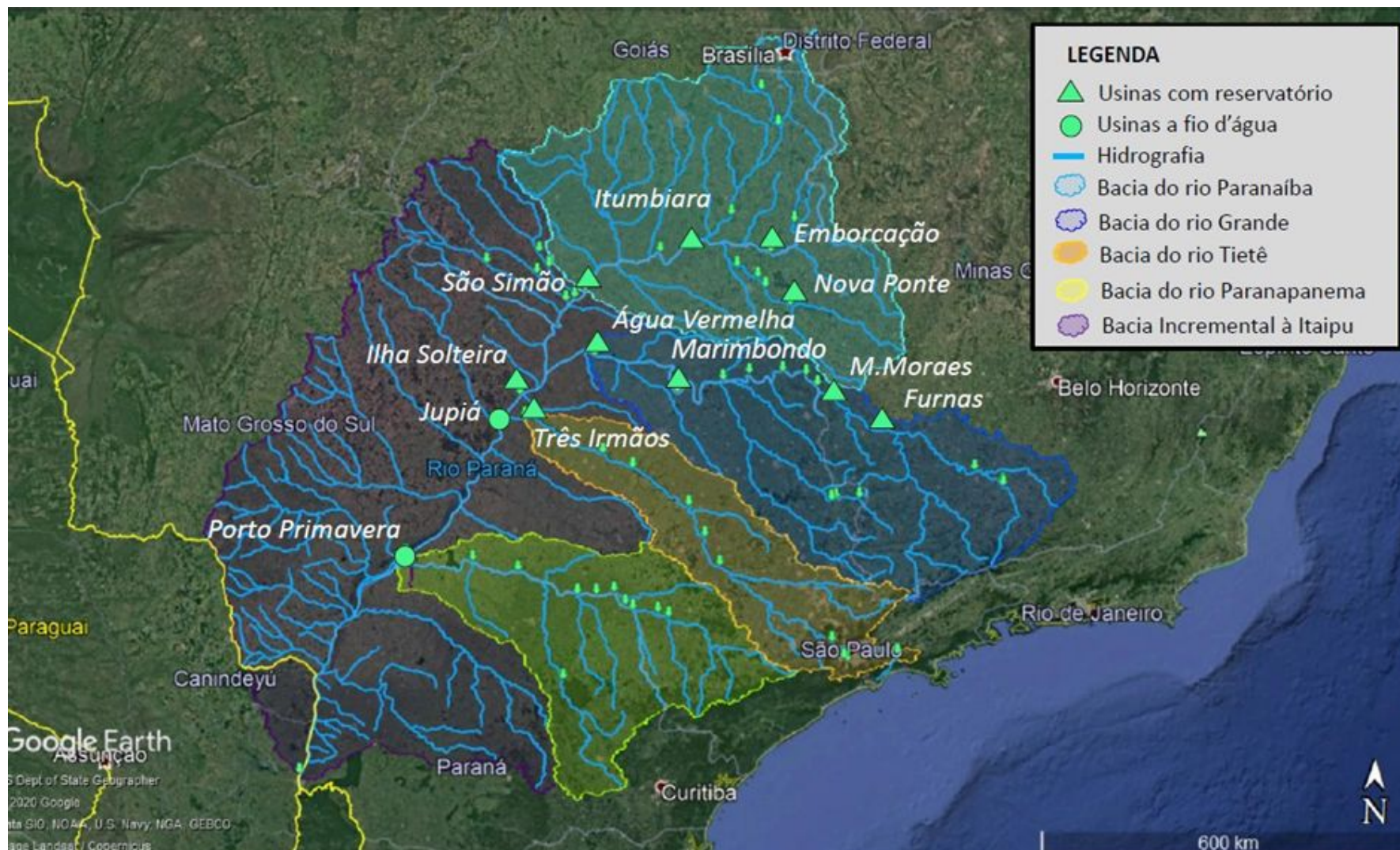
Amazonas	
Atlântico NE Ocidental	
Atlântico NE Oriental	
Parnaíba	
Tocantins-Araguaia	
São Francisco	
Atlântico Leste	
Atlântico Sudeste	
Atlântico Sul	
Paraguai	
Paraná	
Uruguai	

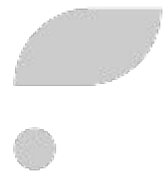
Código de cores das usinas



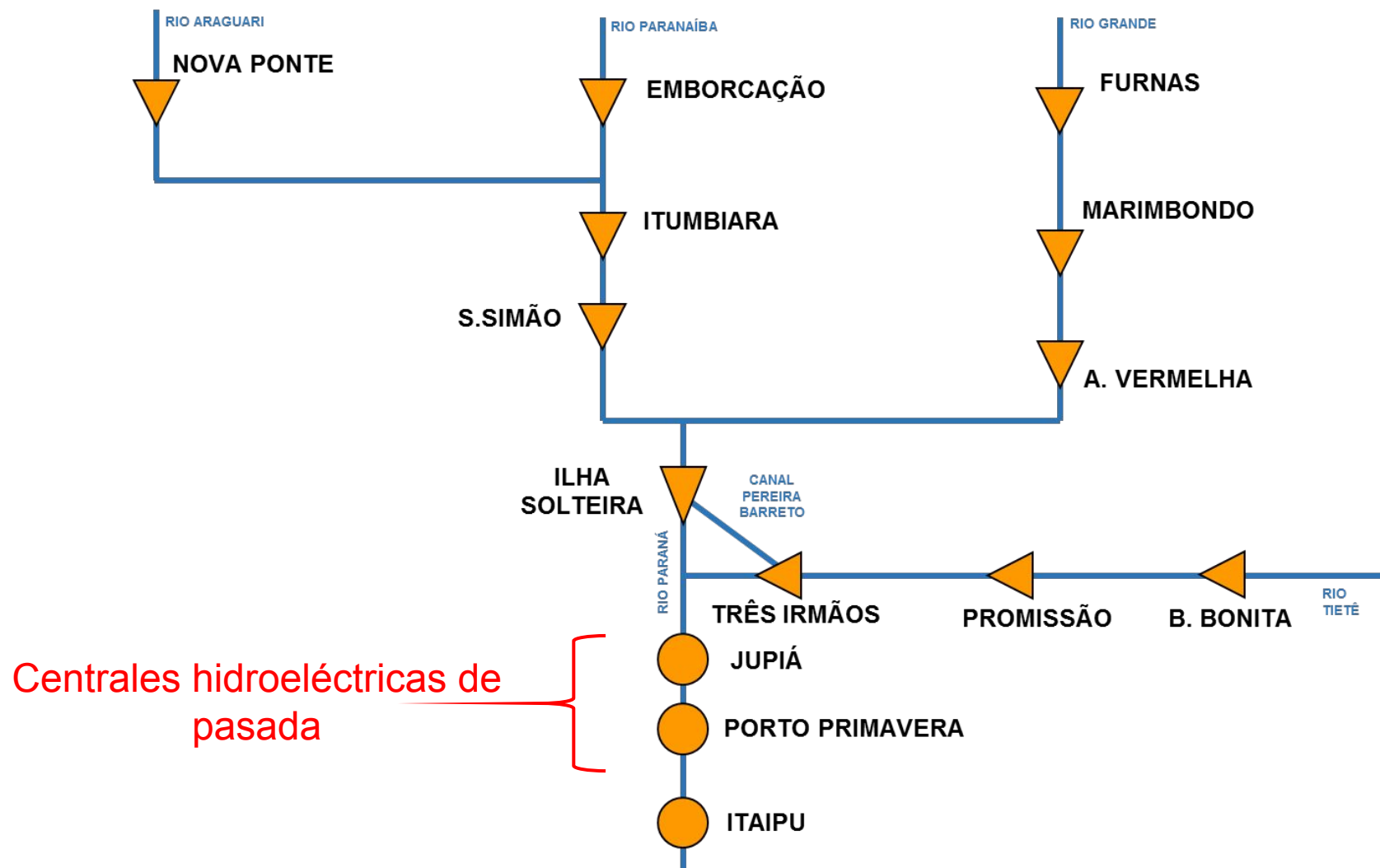


Cuenca del Paraná





Cuenca del Paraná





O maior desafio

Situação em 02/março/2021	
Reservas aguas arriba	25.888 hm ³
Caudal promedio (mar-sep)	3.750 m ³ /s
Evaporación + consumo	496 m ³ /s
Caudal mínimo de salida	4.600 m ³ /s
Saldo diario	-1.526 m ³ /s ou -132 hm ³ /dia
“Autonomía”	196 dias
Colapso hidráulico	14/09/2021

**Fundamental reducir los caudales
mínimos de salida para superar la
estación seca!!**



**Y limitar los caudales máximos de salida
para reponer el agua en la siguiente
temporada de lluvias**

Resultados obtenidos con el enfoque de gestión adoptado



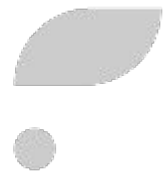
**Informe oficial del
Gobierno con las
lecciones
aprendidas**

- ✓ Iniciamos la temporada seca de 2022 con el nivel de almacenamiento más alto en la región Sudeste desde 2012
- ✓ Recuperación de los niveles de almacenamiento en el Sur
- ✓ Fin del despacho térmico para garantizar la seguridad energética
- ✓ Anticipación del restablecimiento del Canal Tietê-Paraná
- ✓ La mejora de los caudales de entrada, junto con la gobernanza, la planificación y la gestión, fueron fundamentales para garantizar las condiciones de suministro



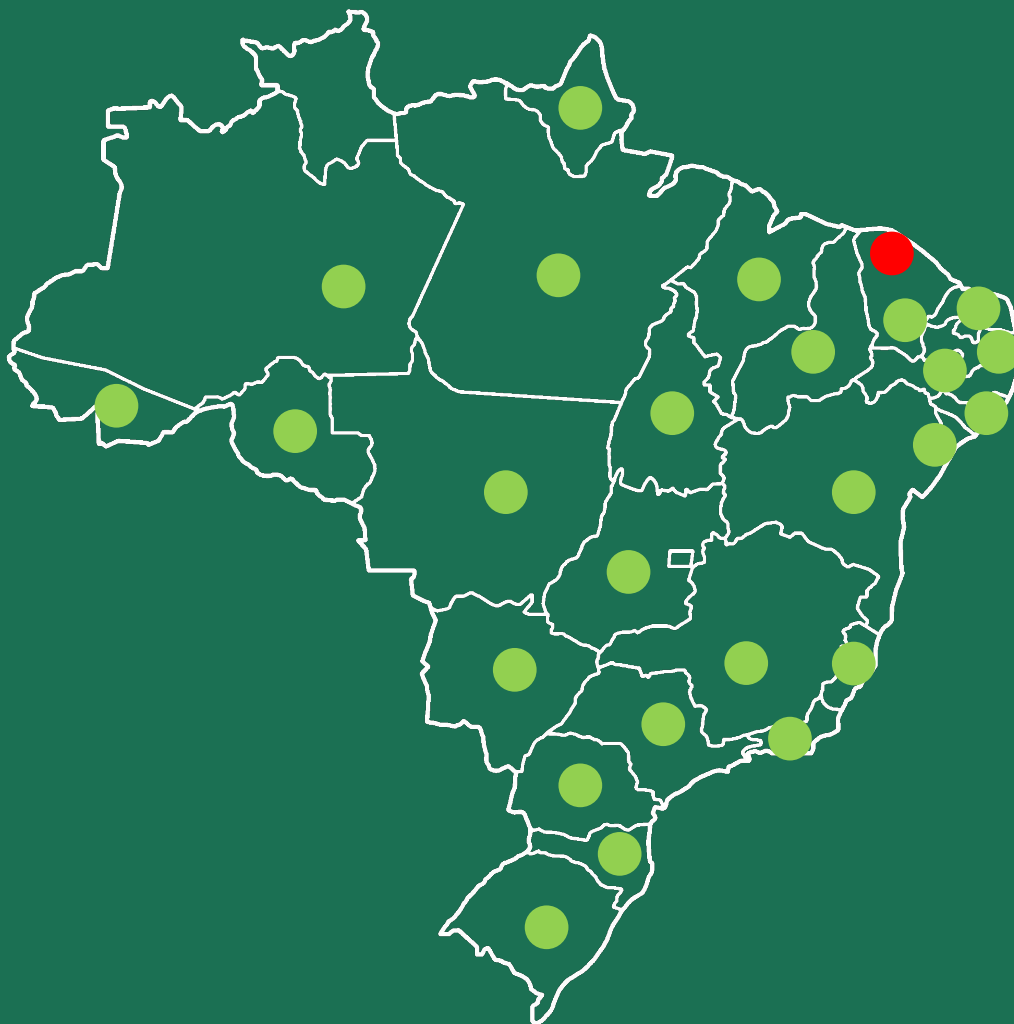
ONS
Operador Nacional
do Sistema Elétrico

Lecciones aprendidas: Apagón de 2023



Descripción General

Dia 15/08/2023 às 08h30min



● Início del evento:
LT 500 kV Fortaleza II – Quixadá

● Área afectada por el apagón

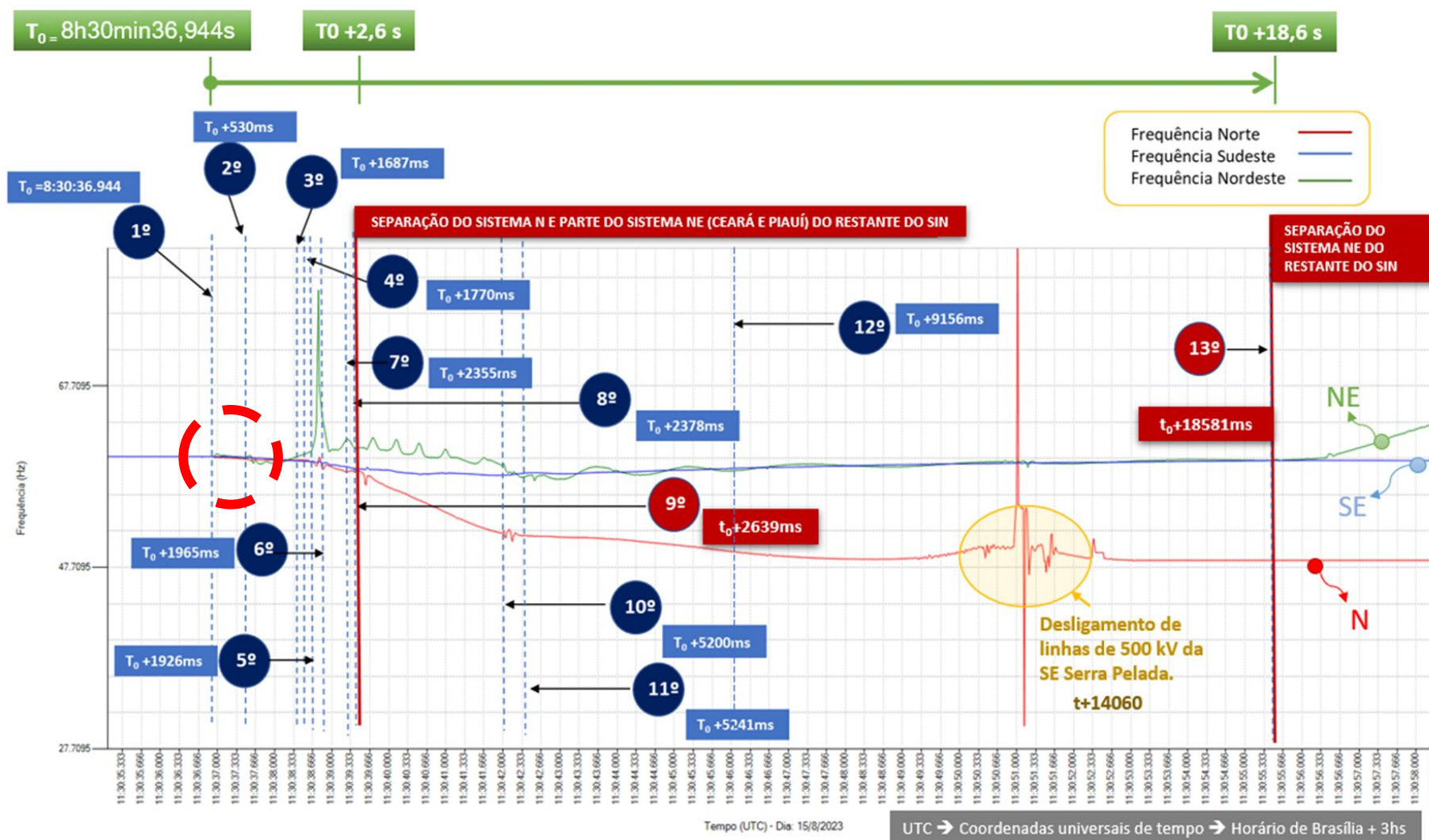
Corte de carga total $\approx$ 22.547 MW

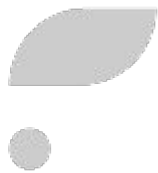
N/NE $\approx$ 12.264 MW

S/SE/CO $\approx$ 10.283 MW

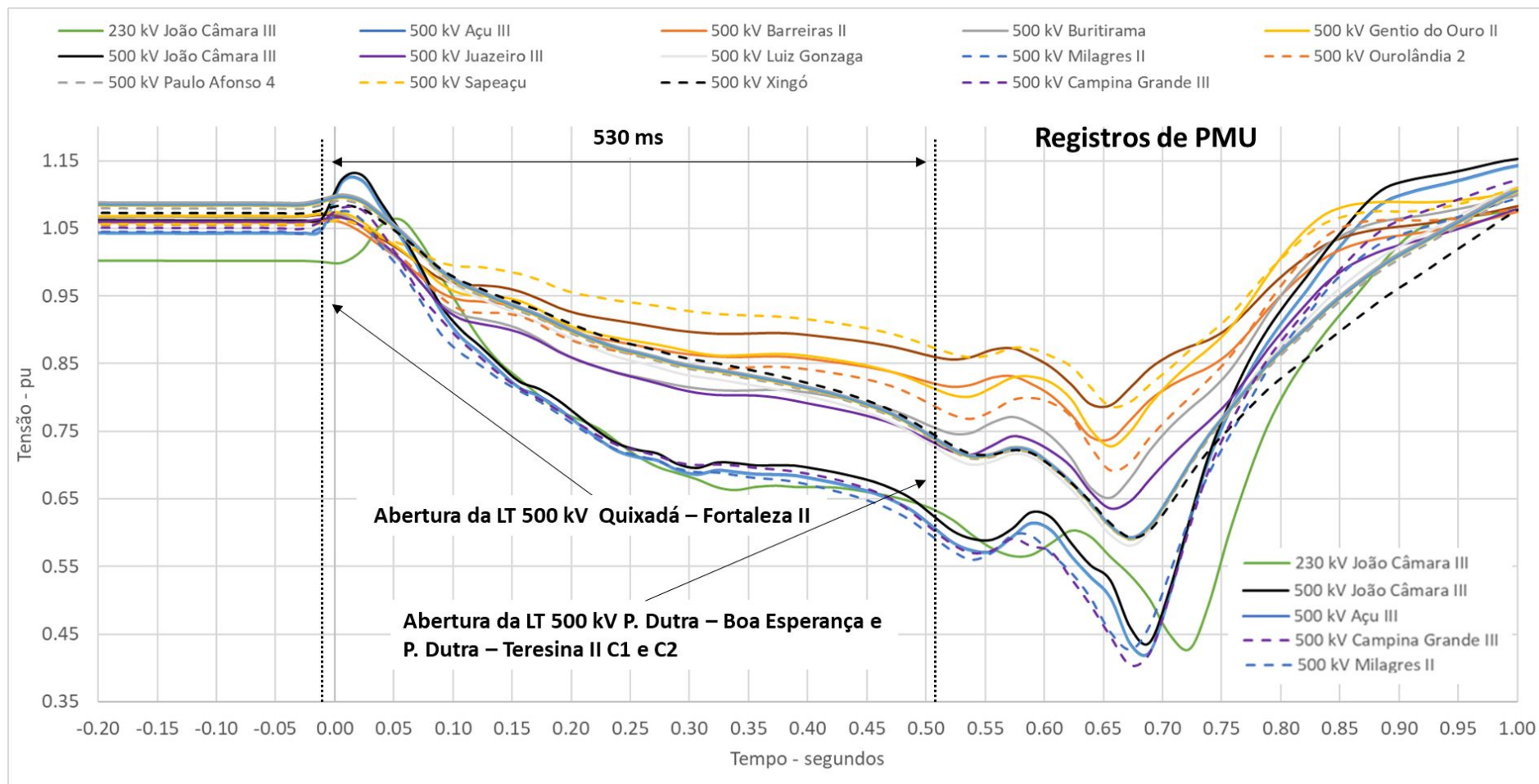


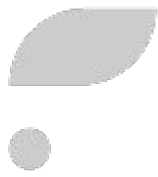
Secuencia de eventos



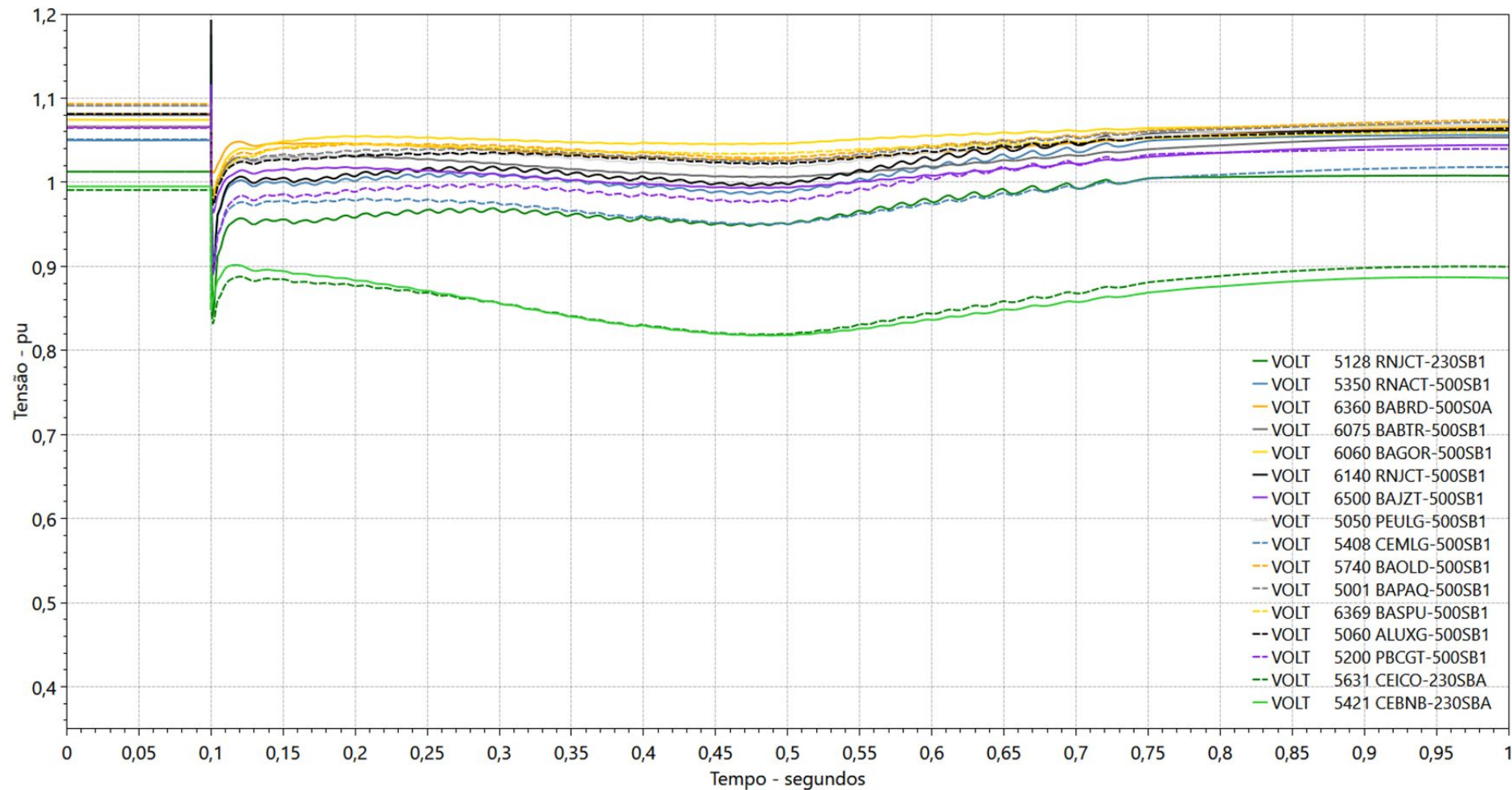


Los primeros 500ms

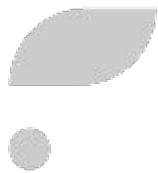




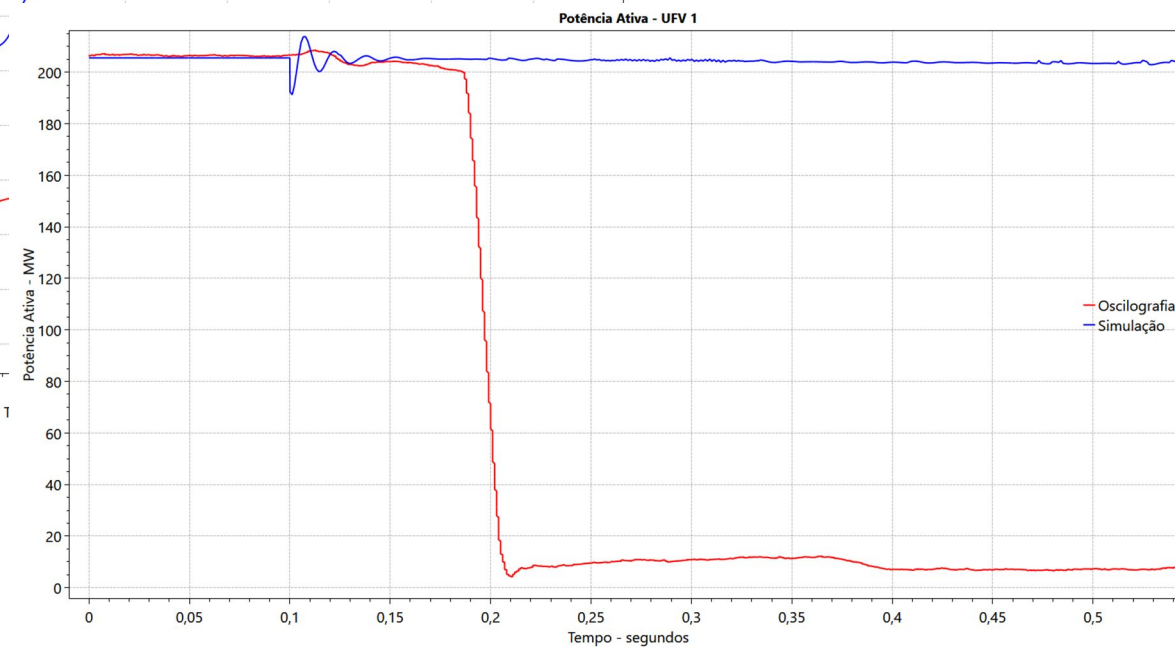
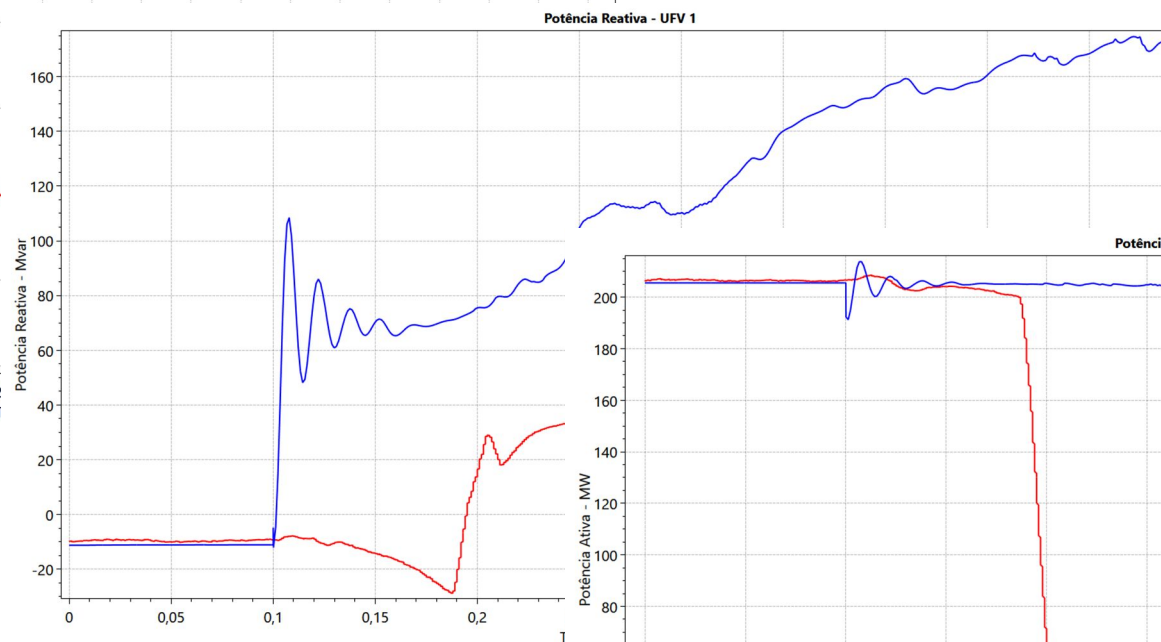
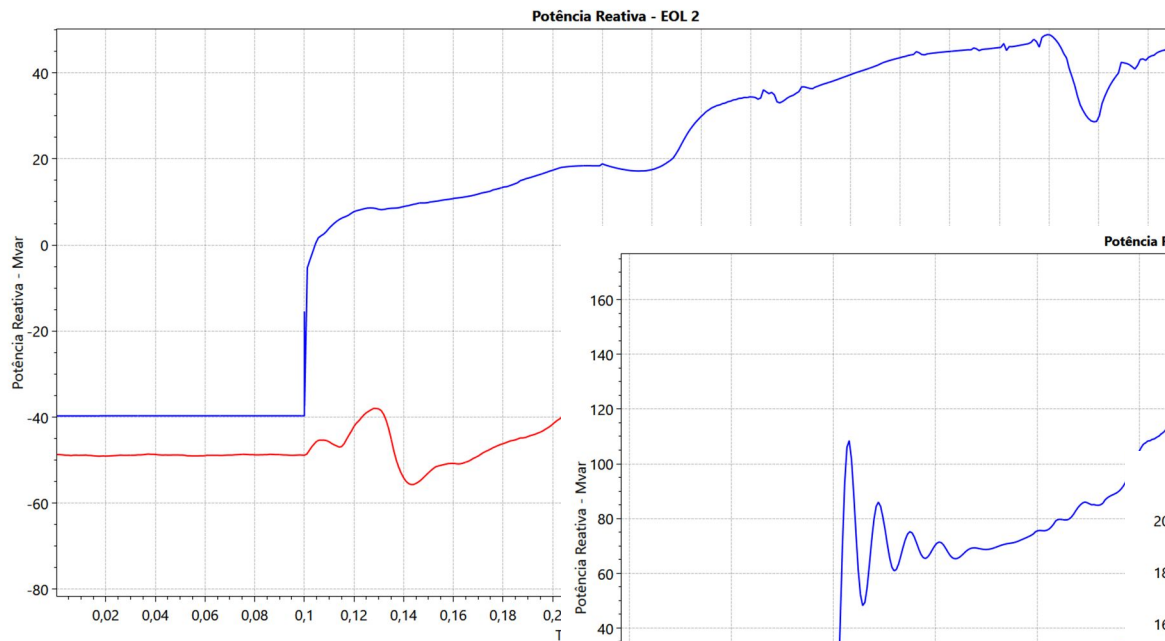
La Simulación del Evento



Simulación del punto de operación inmediatamente anterior a la perturbación con base de datos oficial disponible en ese momento



La causa raíz

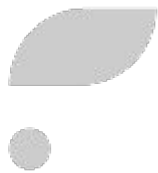


Conclusión del Informe de Análisis

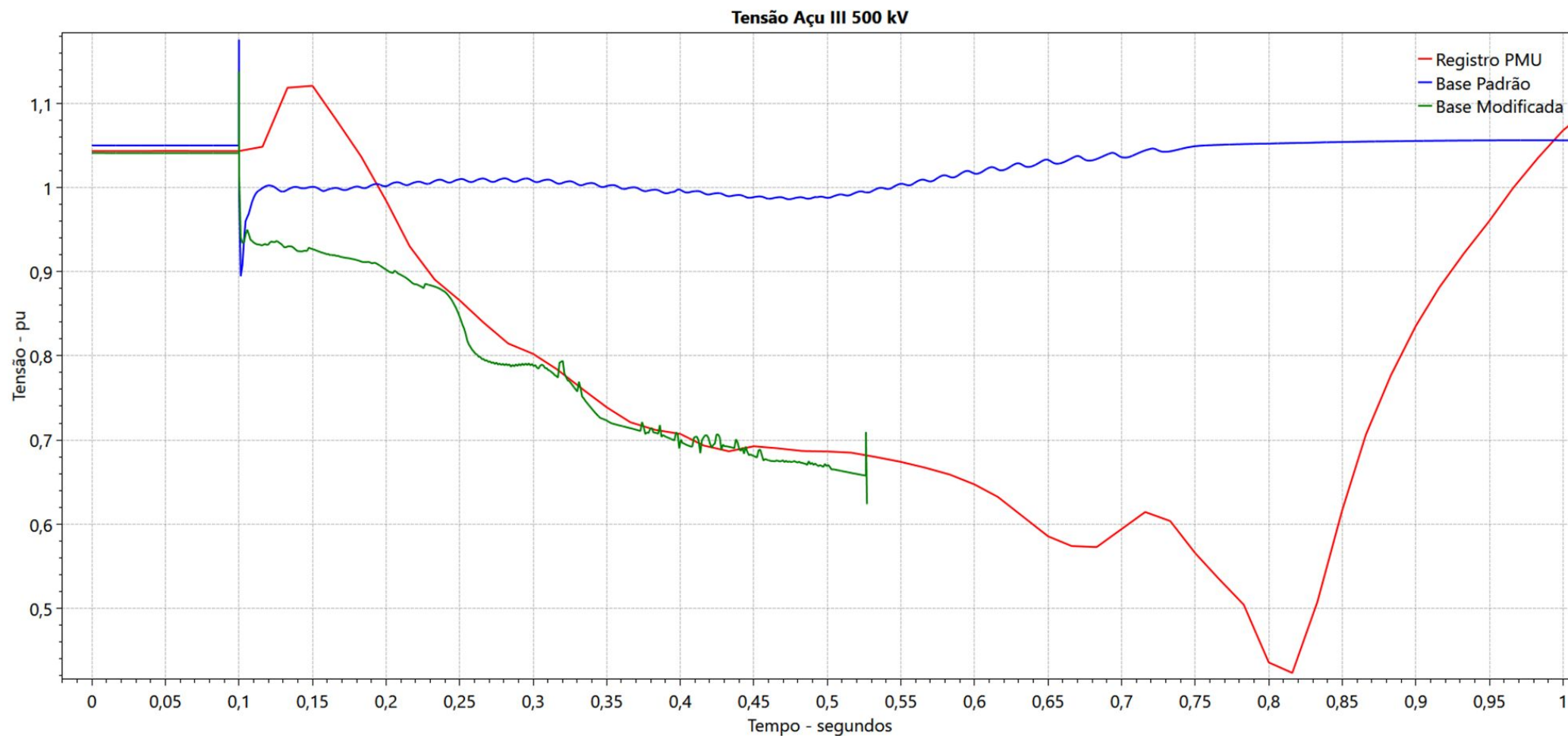
"El análisis de la perturbación reveló que el desempeño de los controles de campo en las plantas eólicas y fotovoltaicas, especialmente en lo que respecta a la capacidad de soporte de potencia reactiva dinámica, estuvo muy por debajo de los modelos matemáticos proporcionados por los agentes y representados en la base de datos oficial de transitorios electromecánicos de la ONS."

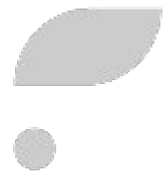


Informe de análisis
de la perturbación

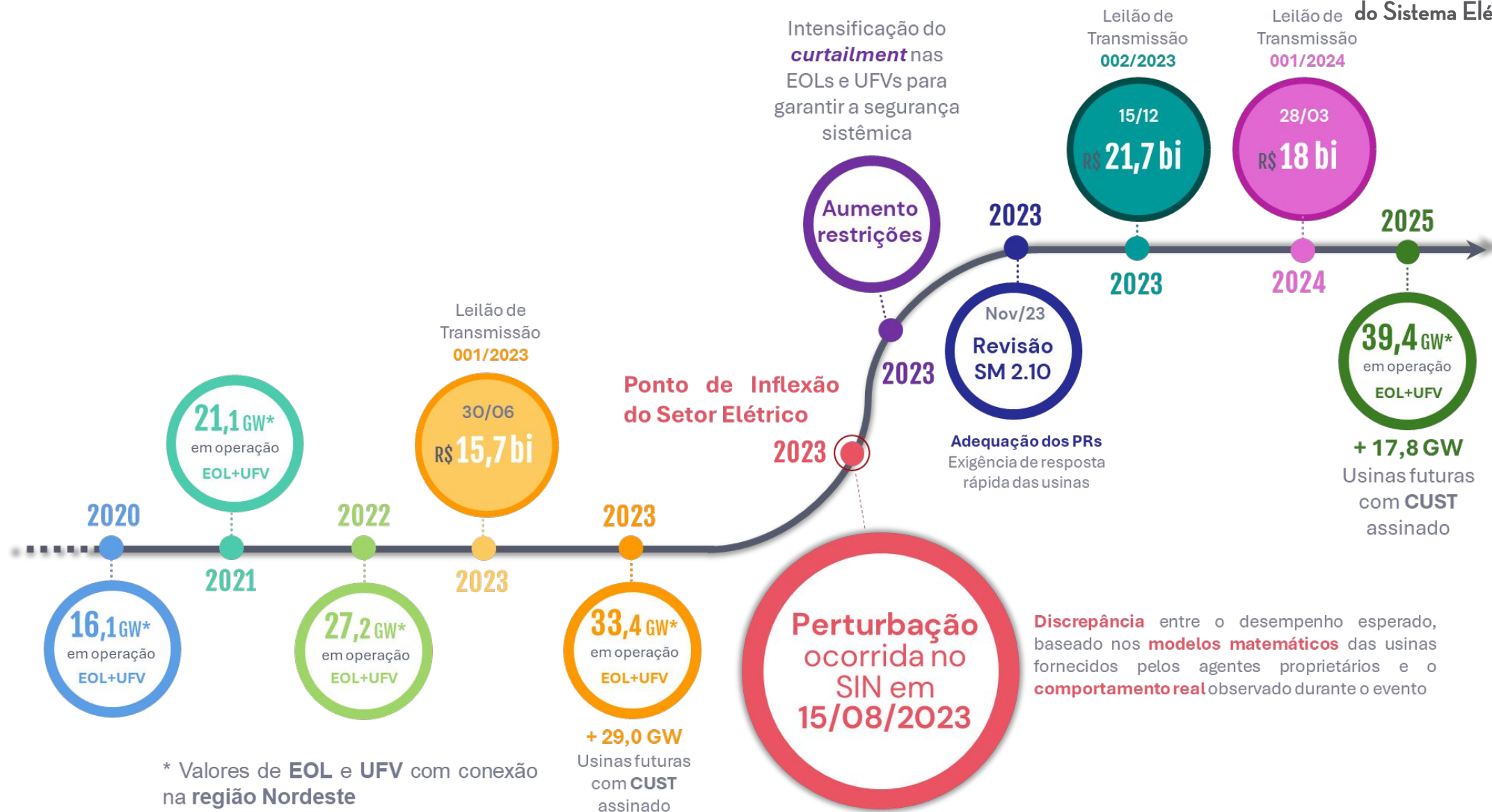


Ajuste en la base de datos



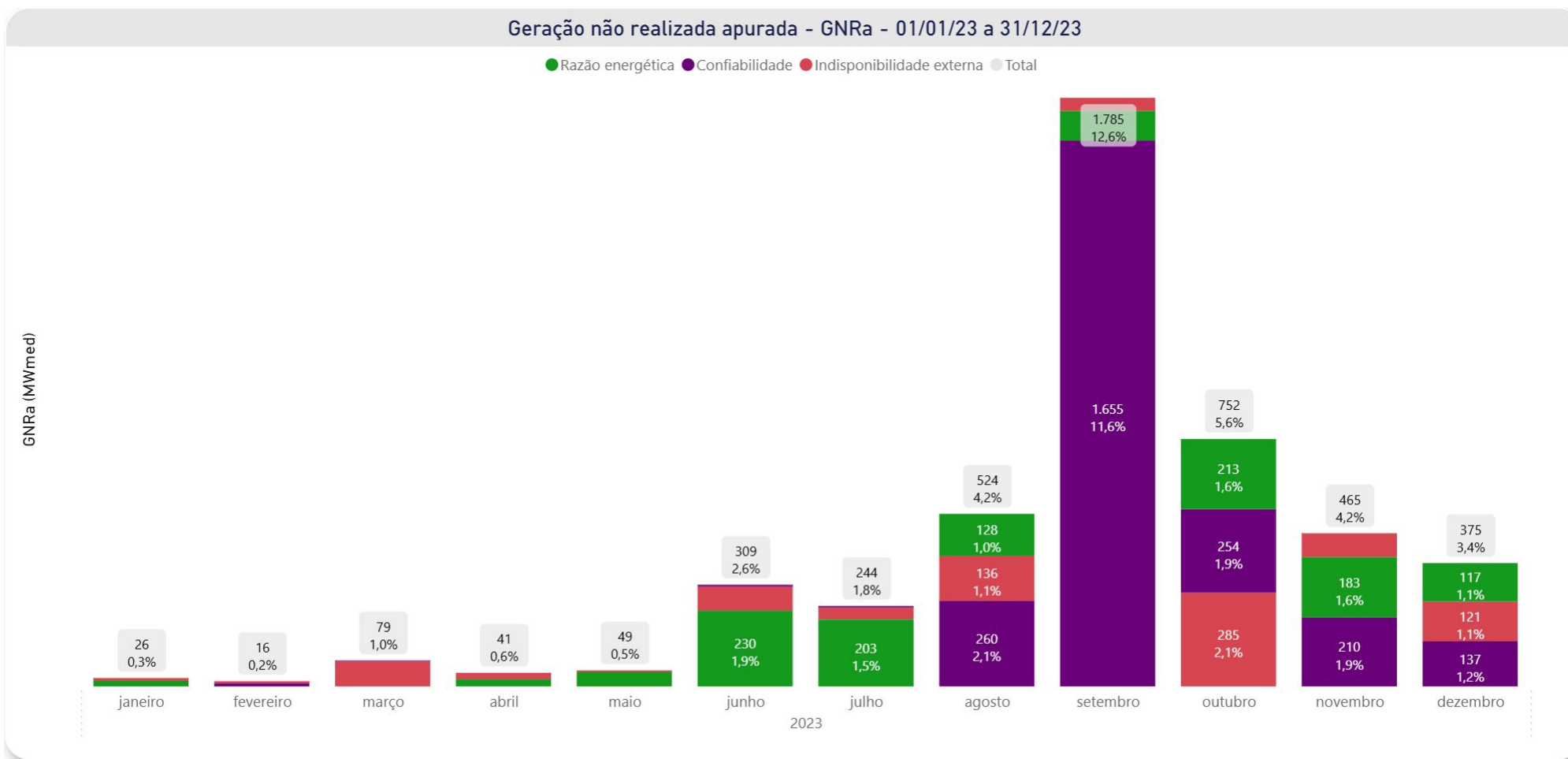


Contexto y consecuencias





Cortes de geração se intensifica

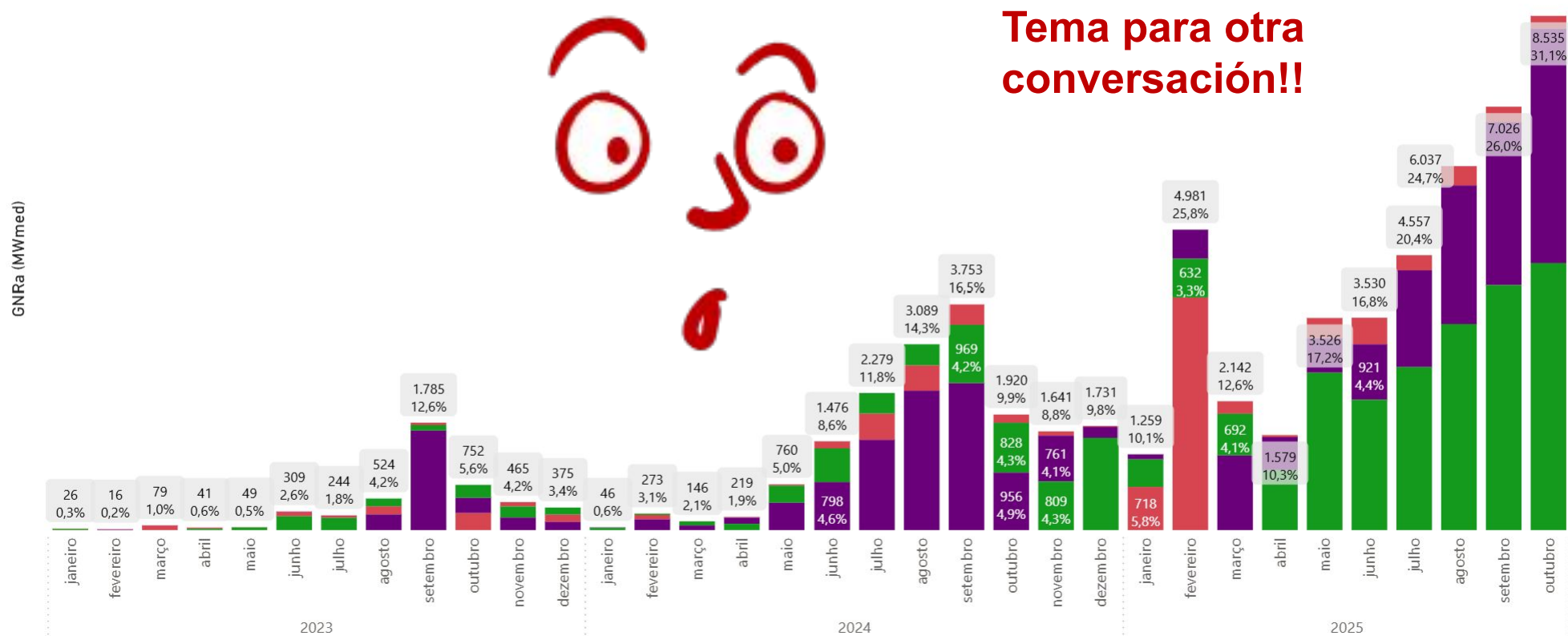


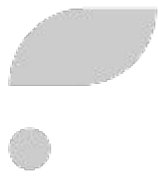


Cortes de geração em retrospectiva

Geração não realizada apurada - GNRa - 01/01/23 a 28/10/25

● Razão energética ● Confiabilidade ● Indisponibilidade externa ● Total

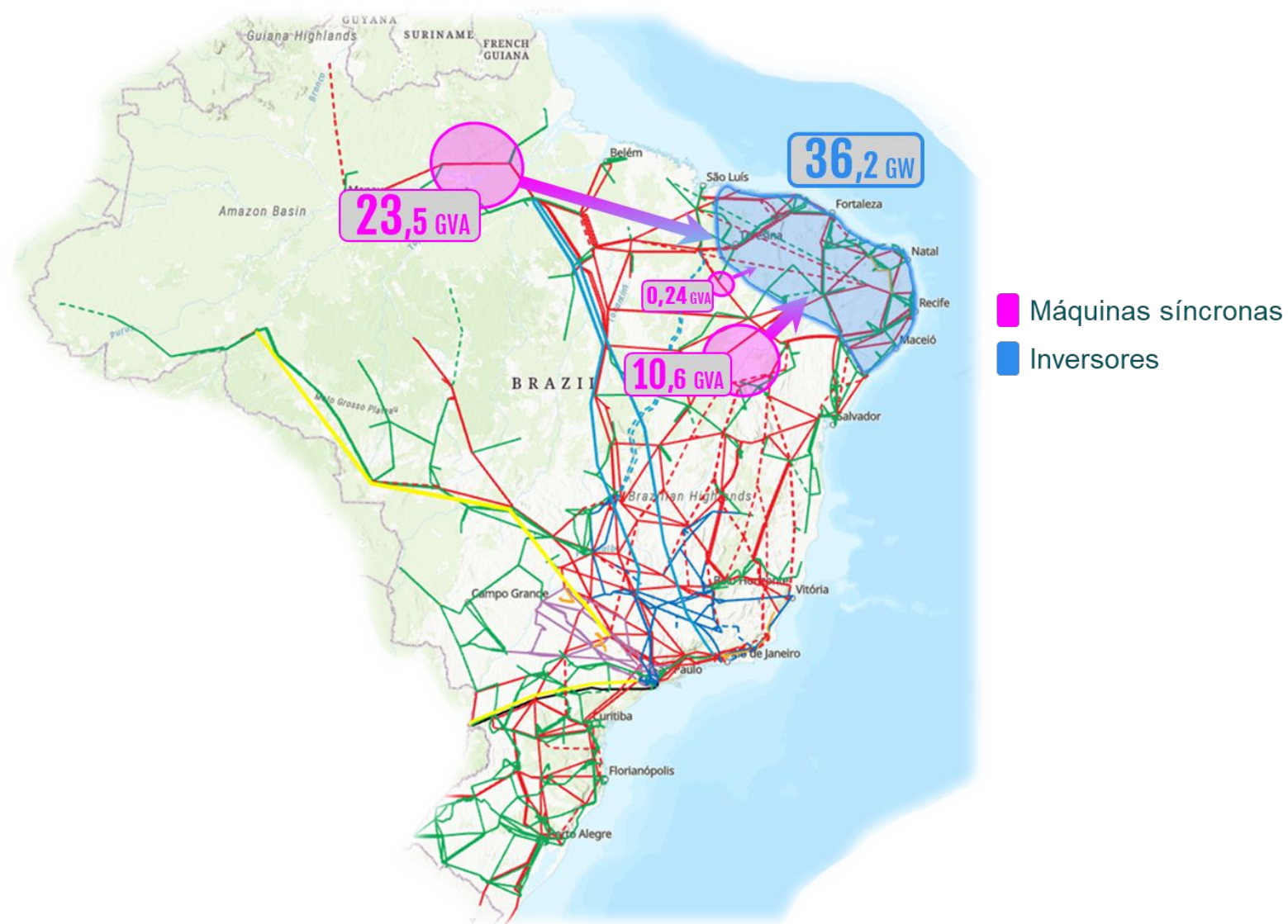


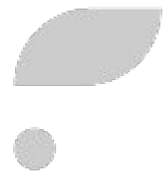


O “playbook”

- Puesta en operación de proyectos de transmisión (~R\$ 60bi)
- Nuevos condensadores síncronos
- Depuración de la base de datos
- Optimización de los controles en campo

Nuevos condensadores síncronos

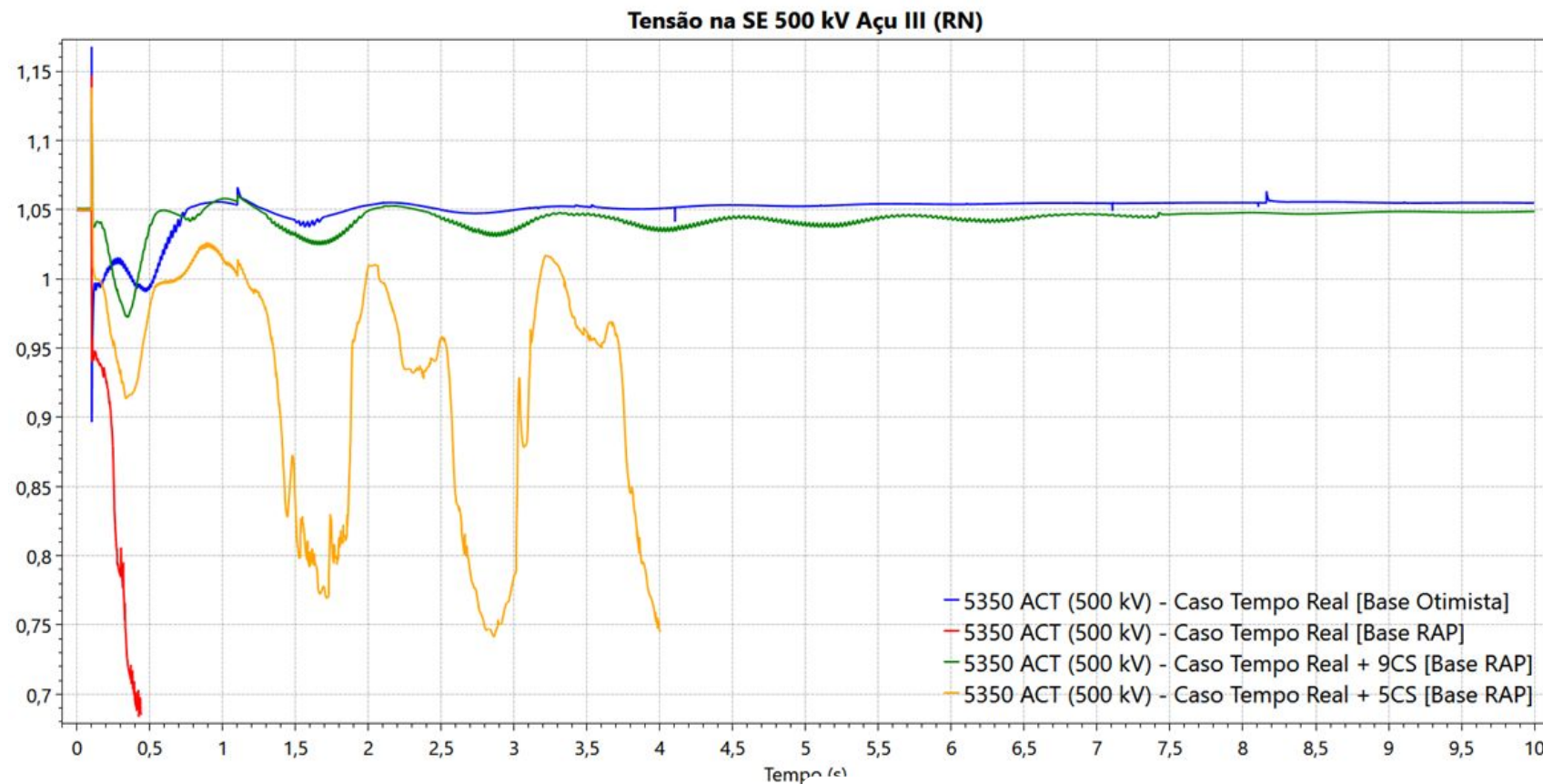




Prueba de concepto CSs



PARPEL 2024
Vide Capítulo 9

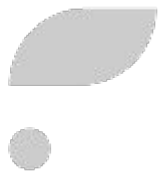


Base Otimista

Base de dados para estudos de estabilidade utilizada pelo ONS até o dia 15/08/2023, que apresentava um comportamento otimista na representação das EOLs e UFVs, especialmente na resposta dinâmica da potência reativa dos IBRs.

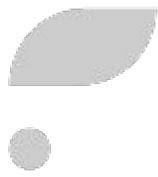
Base Ajustada

Desenvolvida a partir das observações reais do evento, ajustada para refletir um comportamento consistente com os dados das oscilografias e medições de PMU. Ajustada no RAP, para reproduzir adequadamente e de forma sistêmica a perturbação de 15/08/2023.

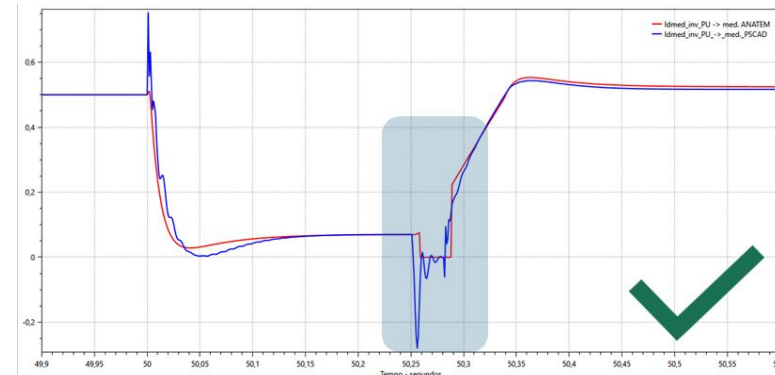
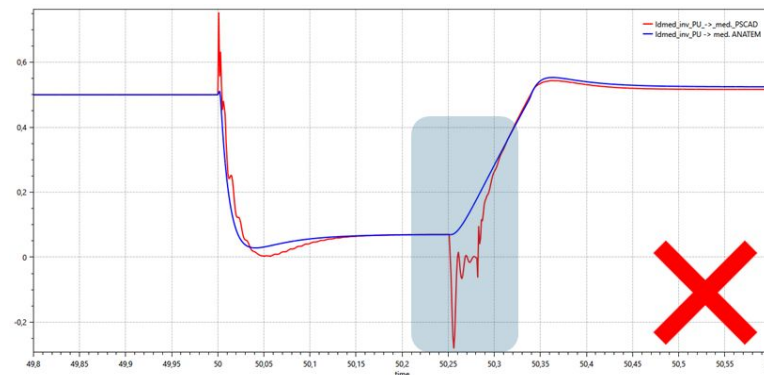
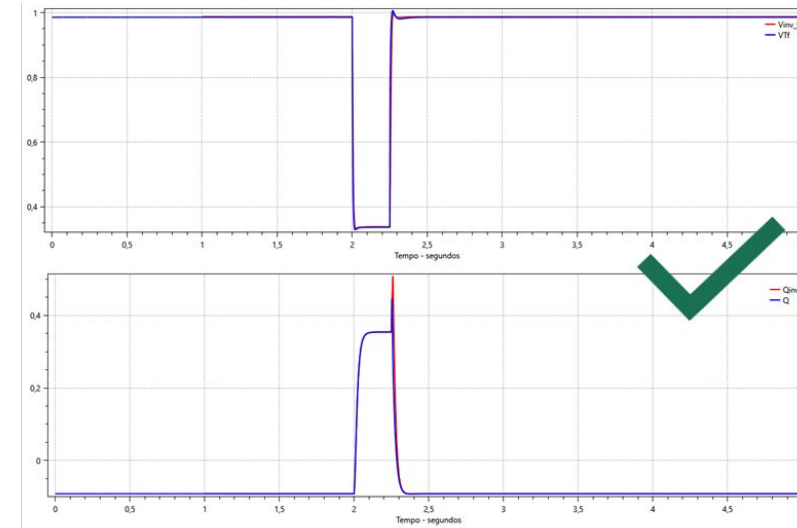
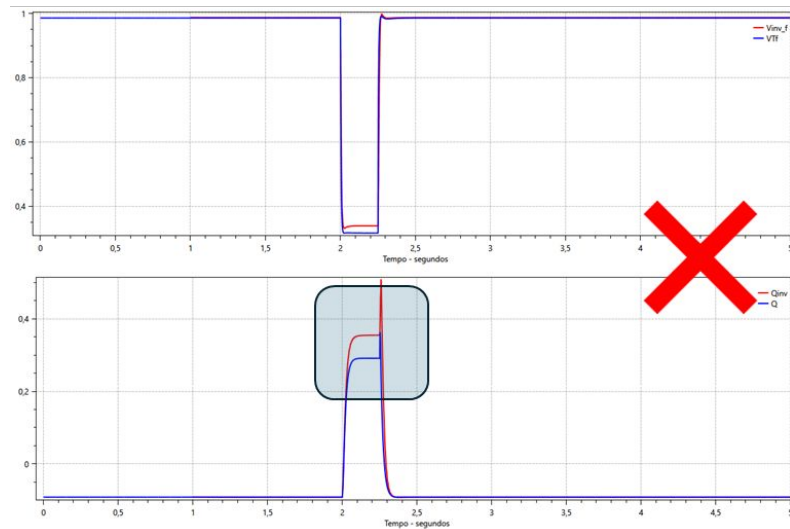


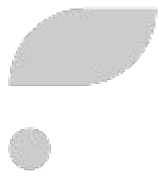
Depuración de la base de datos

- Garantizar la representación fiel de los equipos de campo en la base de datos del ONS
- Validación de tres niveles
 - Nivel 1: Modelo EMT vs. Pruebas de tipo / HIL
 - Nivel 2: Modelo RMS vs Modelo EMT
 - Nivel 3: Pruebas de campo vs. Modelos
- Cambio en lo Código de Red
 - Desde enero de 2025, la validación es obligatoria para COD



Ejemplo Validación N2





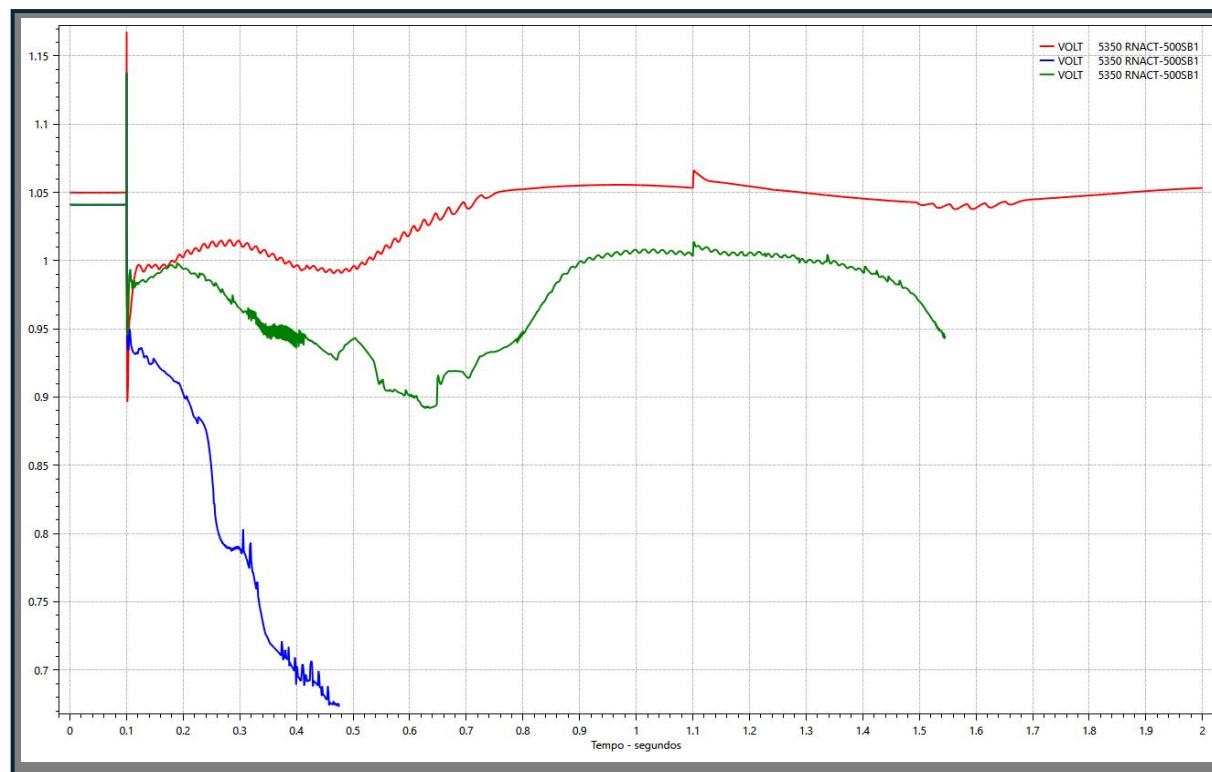
Optimización IBRs en campo

- Uso avanzado de las funcionalidades de control IBR, en coordinación con fabricantes y propietarios, con el objetivo de ampliar la contribución de estas centrales al desempeño dinámico del sistema.
 - Mejorar la respuesta de la inercia sintética para la actuación proporcional a la desviación de frecuencia (droop)
 - Control rápido de la tensión a nivel local (en el inversor)



Prueba de concepto controle rápido de tensión

Tensão na SE Açú III 500 kV



Base Otimista

Base de dados para estudos de estabilidade utilizada pelo ONS até o dia 15/08/2023, que apresentava um comportamento otimista na representação das EOLs e UFVs, especialmente na resposta dinâmica da potência reativa dos IBRs.

Base Ajustada

Desenvolvida a partir das observações reais do evento, ajustada para refletir um comportamento consistente com os dados das oscilografias e medições de PMU. Ajustada no RAP, para reproduzir adequadamente e de forma sistêmica a perturbação de 15/08/2023.



Operador Nacional
do Sistema Elétrico