



Operador Nacional  
do Sistema Elétrico

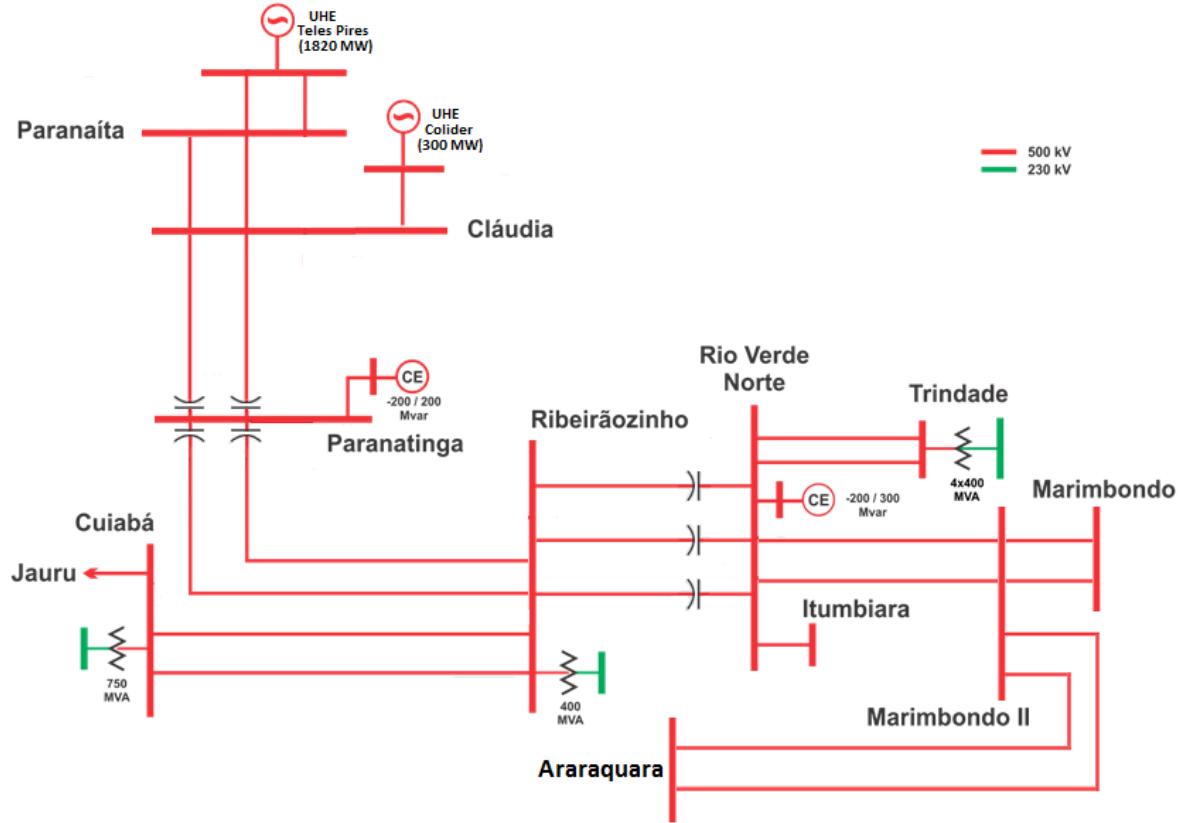
# INTEGRAÇÃO DA UHE TELES PIRES AO SIN - DESAFIOS OPERATIVOS VIVENCIADOS PELO ONS

GOP / Gustavo de Souza Francisco

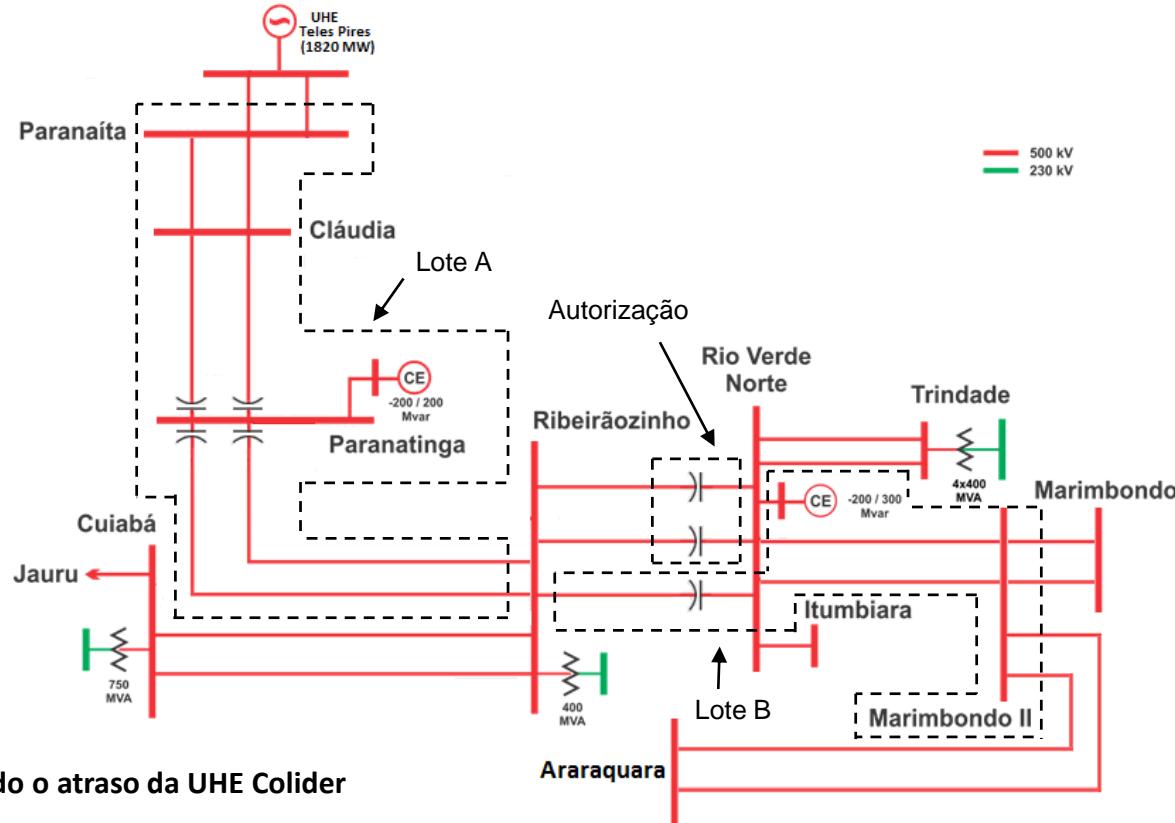
Antônio Felipe C. de Aquino, Antonio Ricardo  
M. Tenório, Edinoel Padovani, Edson Ferreira  
de Oliveira, Gerson Frederico C. Rocha,  
Guilherme Cardoso Junior, Jose Augusto  
Gomes, Karina Stockler Herszterg, Lúcia  
Mariana S. de Abreu, Neyl Hamilton M. Soares



# Aprender com os Desafios Operacionais Sobre o Sistema de Planejamento



# Configuração Planejada



## Configuração Planejada – Desempenho dinâmico

### Condições de rede analisadas:

Completa; atraso Lote B e atrasos do Lote B e dos CER

### Contingências mais severas:

#### Perda dupla das LT 500 kV entre as SE Paranaíta e Ribeirãozinho

**Consequências:** operação isolada da usina e sobretensões dinâmicas devido ao fato de permanecerem energizadas as linhas de 500 kV dos trechos não desligados.

**Ações:** foi definida uma configuração mínima de reatores de barra; ação de desligamento sequencial de circuitos por meio de envio de sinal de TDD e coordenação das proteções sistêmicas (SEP para abertura sequencial de circuitos).

#### Perda simples de circuitos de 500 kV entre as SE Paranaíta e Paranatinga (ger. Máx. Teles Pires)

**Consequências:** perda de sincronismo da UHE Teles Pires

**Ações:** SEP de corte de geração na UHE Teles Pires

## Configuração Planejada – Desempenho Dinâmico

### Perda de Sincronismo da UHE Teles Pires

Contingência LT 500 kV	Configuração de Rede Analisada		
	Completa	Atraso Lote B	Atraso Lote B e CER
LT Paranaíta / Cláudia C1 ou C2	SIM	SIM	SIM
LT Cláudia / Paranatinga C1 ou C2	NÃO	NÃO	SIM
LT Paranatinga / Ribeirãozinho C1 ou C2	NÃO	NÃO	SIM

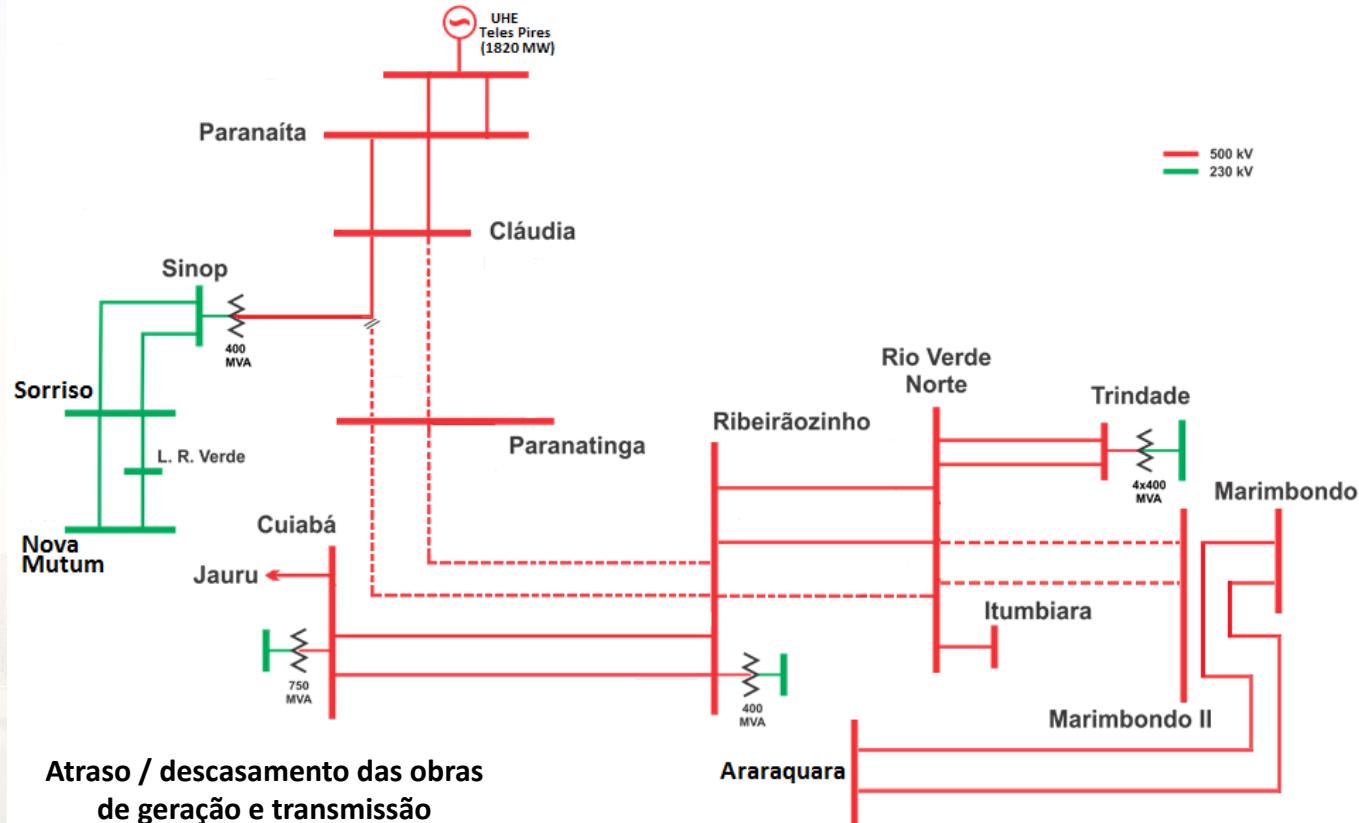
### SEP de Corte de Geração na UHE Teles Pires

Configuração	Medição de Fluxo	Atuação de SEP	Tempo máximo		
Lote A e Lote B	$F_{PA-CL} \geq 1675 \text{ MW}$	Corte de 1 gerador	150 ms		
Atraso do Lote B	$F_{PA-CL} \geq 1575 \text{ MW}$				
Indisponibilidade dos CER					

A proposta de arquitetura do SEP considerou:

- a monitoração de fluxo nas LT 500 kV Paranaíta / Claudia ( $F_{PA-CL}$ );
- o estado de disjuntores e seccionadoras de todo o tronco de 500 kV entre as SE Paranaíta e Ribeirãozinho; e
- a utilização de um centralizador (Master) de informações que processa as lógicas necessárias, determinando quantas unidades geradoras deverão ser cortadas para cada contingência.

## Configuração Provisória



## Configuração Provisória

### Histórico e Fatos Relevantes

- Em dezembro de 2014, a ANEEL solicita ao MME a elaboração de análise econômica de uma conexão provisória através da LT 500 kV Paranaíta / Claudia / Paranatinga, em circuito simples, com uma derivação no trecho entre Claudia e Paranatinga, para a SE Sinop, o que viabilizaria a exploração da geração produzida pelas primeiras unidades disponíveis na UHE Teles Pires face o atraso das obras do sistema de transmissão e a expectativa de conclusão da UHE Teles Pires.
- No período, o país passava por um período de longa estiagem e a disponibilização da geração de uma nova usina não poderia ser ignorado.
- No fim de janeiro de 2015, a ANEEL autoriza a implantação dos reforços necessários a esta configuração e o ONS teve que tomar diversas ações em um tempo bastante curto, indicando a necessidade de estudos que comprovassem que a operação do sistema nesta configuração não causaria riscos para os equipamentos, identificando possíveis problemas que poderiam afetar o desempenho da rede de 230 kV, além da realização dos estudos pré-operacionais.
- Em meados de 2015, com praticamente todos os estudos concluídos para a Configuração Planejada, ocorreu a sinalização do comissionamento do primeiro gerador da UHE Teles Pires.
- Em novembro de 2015, a primeira UG da UHE Teles Pires entrou em operação através da Configuração Provisória proporcionando benefícios à operação do sistema do norte do Mato Grosso face à indisponibilidade do CER da SE Sinop.

## Configuração Provisória

### Desempenho Dinâmico

#### Contingências analisadas:

##### **Perda simples de LT 500 kV entre a UHE Teles Pires e a SE Sinop**

**Consequências:** operação isolada da usina, sobretensões dinâmicas e sobrefreqüência dos geradores.

**Ações:** SEP para abertura sequencial de circuitos quando da abertura da LT 500 kV Cláudia / Sinop, por comando manual ou atuação automática de proteção ou recepção de TDD em Cláudia, com comando para abertura sequencial do disjuntor da LT 500 kV Cláudia / Paranaíta, em Cláudia e envio de sinal de TDD para o terminal de Paranaíta.

##### **Perda simples na rede de 230 kV do Norte do Mato Grosso**

**Consequências:** carregamentos elevados nos circuitos remanescentes, notadamente na carga leve e despacho máximo de Teles Pires e nas PCH da região. Contingências críticas: LT 230 kV Sinop / Sorriso C2 e Sorriso / Nova Mutum.

**Ações:** Esquema de Alívio de Carregamento da LT 230 kV Sinop / Sorriso C1; medidas operativas – monitoração do Fluxo Sorriso.

## Configuração Provisória

### Desempenho Dinâmico

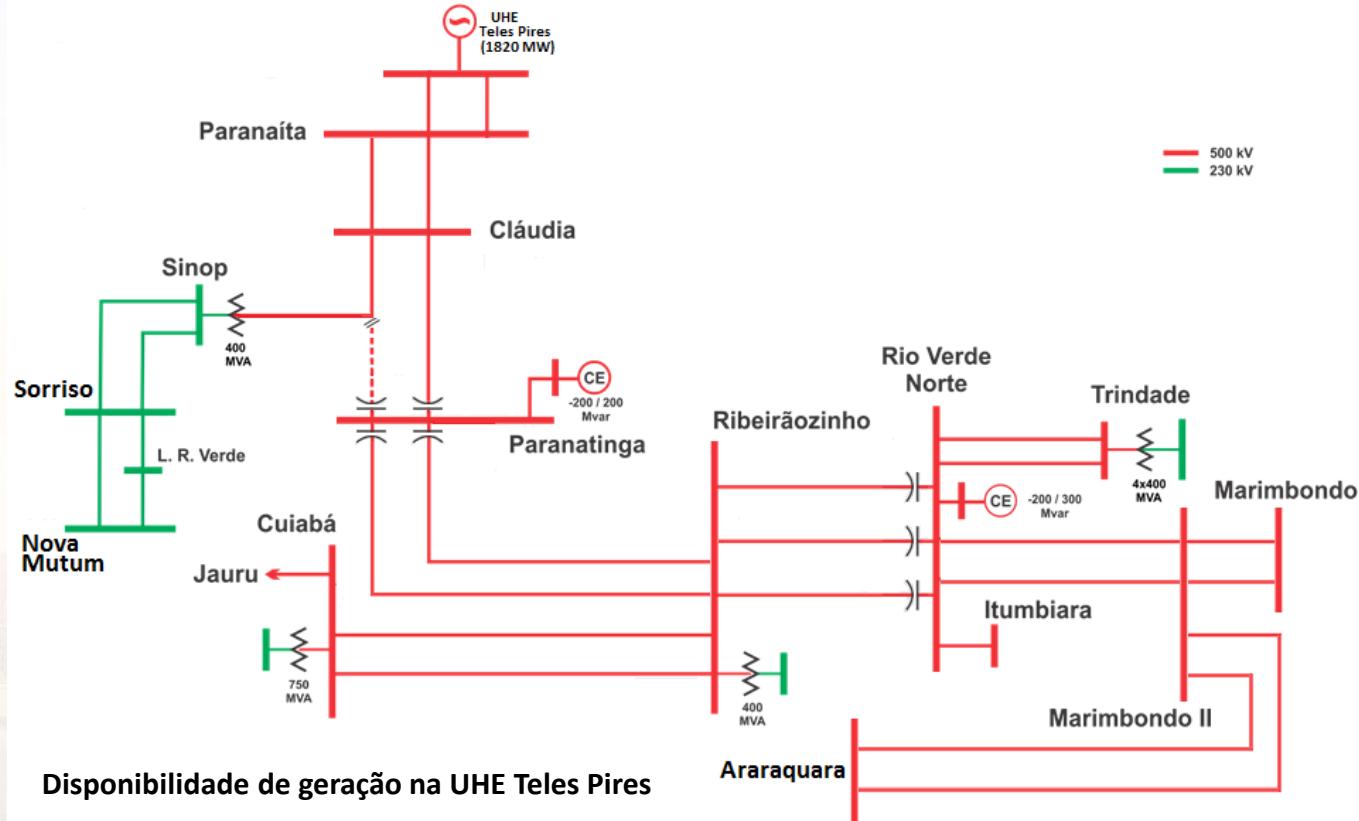
#### Esquema de Alívio de Carregamento da LT 230 kV Sinop / Sorriso C1

Para o controle do carregamento da LT 230 kV Sinop / Sorriso C1 quando da perda da LT 230 kV Sinop / Sorriso C2 foi recomendada a implantação de um SEP com a seguinte filosofia de operação: caracterizada a sobrecarga na LT 230 kV Sinop / Sorriso C1, valor ajustado em 600 A, através da atuação de relé direcional de sobrecorrente, no terminal de Sinop, deve ser realizada a abertura do disjuntor do lado de alta do ATR 500/230 kV da SE Sinop em 10s, o que leva ao isolamento de Teles Pires.

#### Implantação de Lógica para Abertura do Disjuntor comum ao ATR da SE Sinop e à LT 500 kV Cláudia / Sinop

Quando da abertura do disjuntor do lado de 230 kV do ATR, por atuação de proteção ou comando manual, foi implantada lógica para comandar a abertura do disjuntor comum do lado de 500 kV para evitar que o ATR da SE Sinop permanecesse conectado em vazio pelo lado de 500 kV.

## Configuração Intermediária



## Configuração Intermediária

### Fatos Relevantes

- Considerando que não houve proponente no Leilão para o terceiro circuito entre as SE Teles Pires e Ribeirãozinho, a proposta de tornar definitivo o atendimento à SE Sinop através do seccionamento de um dos circuitos da LT 500 kV Cláudia / Paranatinga foi bastante discutida. Além disso, a previsão de conclusão das obras de transmissão até a SE Ribeirãozinho e a indisponibilidade do CER Sinop acabaram determinando a Conexão Intermediária.
- As análises de regime permanente para esta configuração identificaram algumas constatações com relação a operação da rede de 230 kV em diferentes cenários de carga e de geração da UHE Teles Pires (períodos úmido e seco da região). Os resultados obtidos apresentaram um acréscimo significativo do fluxo de potência ativa na rede de 230 kV o que determinou a implantação e/ou manutenção de ações indicadas para a operação do sistema de 230 kV na Configuração Provisória, tanto em condição normal de operação como em emergências.

## Configuração Intermediária - Desempenho Dinâmico

### Contingências de linhas de 500 kV entre as SE Paranaíta e Ribeirãozinho

Contingência LT 500 kV	Consequências	Ações Necessárias
LT Paranaíta / Cláudia C1 ou C2	Perda de Sincronismo Teles Pires	Manutenção do Corte de geração na UHE Teles Pires
LT Cláudia / Paranatinga C1	Perda de Sincronismo Teles Pires;	Abertura Sequencial das LT 500 kV Cláudia / Paranaíta e Cláudia / Sinop
LT Paranatinga / Ribeirãozinho C1 e C2	Sobrecarga ATR 500/230 KV Sinop	Abertura Sequencial das LT 500 kV Cláudia / Paranatinga, Cláudia / Paranaíta e Cláudia / Sinop

### Contingência da LT 500 kV Cláudia / Sinop ou do ATR Sinop

**Consequências:** Identificada perda de sincronismo da UHE Teles Pires estando indisponíveis os BCS da SE Paranatinga;

Severos problemas de tensão, principalmente quando da indisponibilidade do CER da SE Sinop

**Ações:** Procedimentos operativos através da monitoração do Fluxo Sinop e limitá-lo em 1600 MW.

$$\text{Fluxo Sinop} = F_1 + F_2$$

F1 é o total da geração despachada na UHE Teles Pires e

F2 é o fluxo de potência ativa no ATR 500/230 kV da SE Sinop.

### Contingência de linhas de 230 kV do Norte do Mato Grosso

**Consequências:** contingências entre as SE Nova Mutum e Sinop podem acarretar carregamentos elevados nos circuitos paralelos, quando da perda das LT 230 kV Sinop / Sorriso C2 e Sorriso / Lucas do Rio Verde.

**Ações:** Manutenção do Esquema de Alívio de Carregamento da LT 230 kV Sinop / Sorriso C1; medidas operativas – monitoração do Fluxo Sorriso e limita-lo em 320 MW.

## Conclusões

---

- Os estudos pré-operacionais desenvolvidos pelo ONS, para a integração da UHE Teles Pires e sistema de transmissão associado, mostraram-se complexos e desafiadores frente às diferentes configurações que foram estabelecidas.
- A filosofia adotada na concepção dos SEP previstos para a Configuração Planejada ao considerar a possibilidade de adequações frente às mudanças de topologia garantiu a sua implementação frente aos atrasos das obras e permitiu as alterações necessárias para garantir a efetividade dos mesmos nas demais Configurações, com rápida implantação.
- As ações automáticas concebidas pelo ONS e implantadas pelos Agentes minimizaram as restrições de geração da UHE Teles Pires, liberando o despacho máximo da usina (1.820 MW), com efeitos benéficos à operação do SIN.

## Gustavo de Souza Francisco

---

 (21) 3444-9871

 (21) 99218-2187

 [gustavo@ons.org.br](mailto:gustavo@ons.org.br)

 [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br)

