



Desempenho Dinâmico da Geração Distribuída Frente a Perturbações no SIN e de Manobras na Rede de Distribuição

O RIO É LIGHT

Histórico do Desenvolvimento



Passos dados

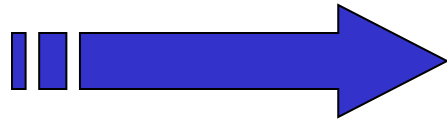
- ▶ **Ciclo 2001/2002** – Simulador para Análise das Dinâmicas de Curto e Longo Prazo em Redes de Subtransmissão e Distribuição com Geração Distribuída
- ▶ **Ciclo 2005/2006** – Desempenho Dinâmico da Geração Distribuída Frente a Perturbações no SIN e de Manobras na Rede de Distribuição
- ▶ **Ciclo 2008/2009** – Pesquisa e implementação de simulação dinâmica trifásica nas redes de distribuição com geração distribuída

10 Anos de Desenvolvimento

Histórico do Desenvolvimento (cont.)

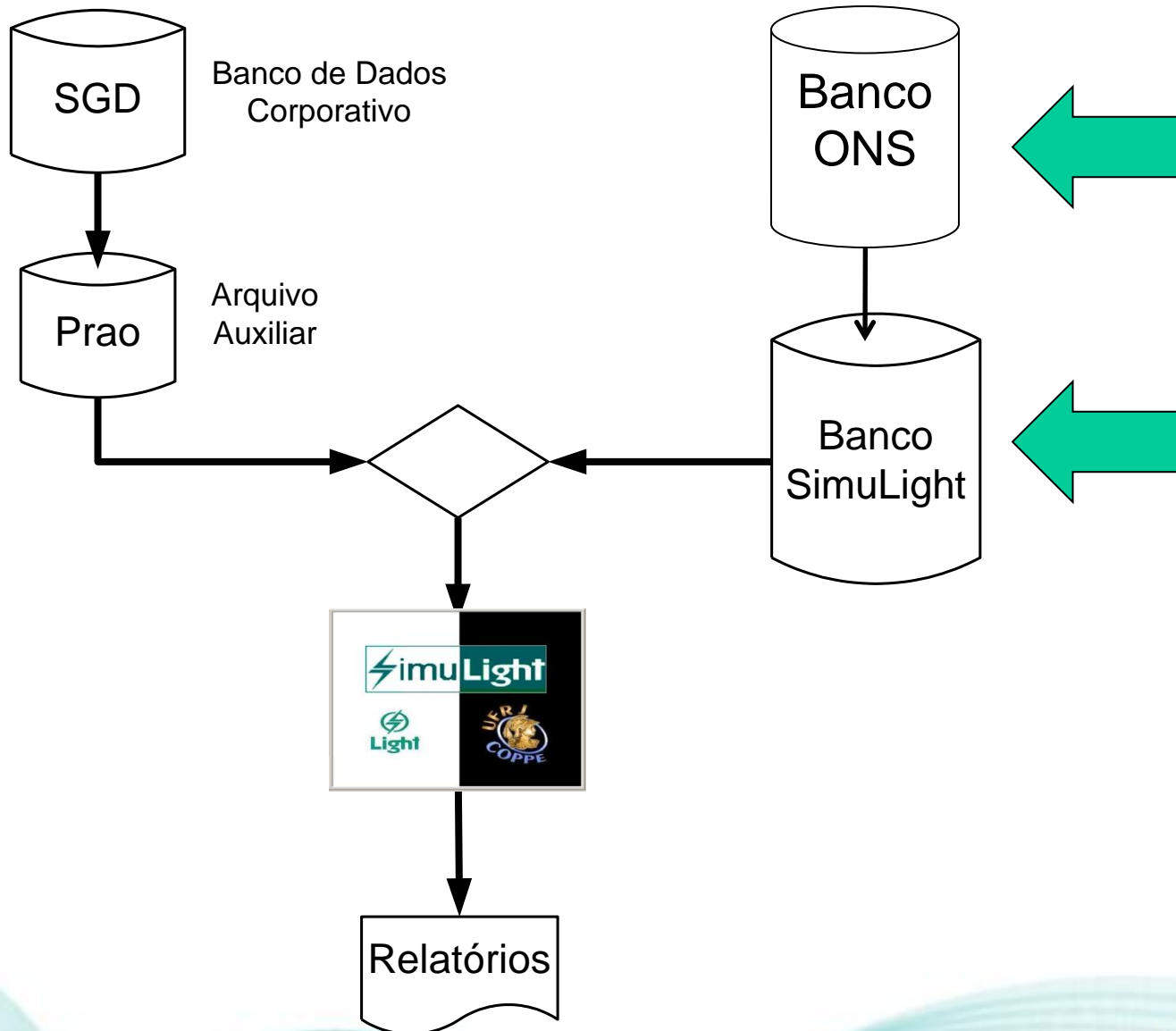
- ▶ **Foco:** Desenvolver uma ferramenta computacional de simulação integrada ao banco de dados corporativo da empresa.
- ▶ **Características da Ferramenta**
 - ▶ **Integração** – análise estática (fluxo de potência) e análise dinâmica (estabilidade transitória)
 - ▶ **Inovação** – simulação de múltiplas ilhas elétricas, representação monofásica/trifásica híbrida, modelagem de relés de proteção
 - ▶ **Visualização** – Interface gráfica amigável padrão Windows

O Programa SimuLight™



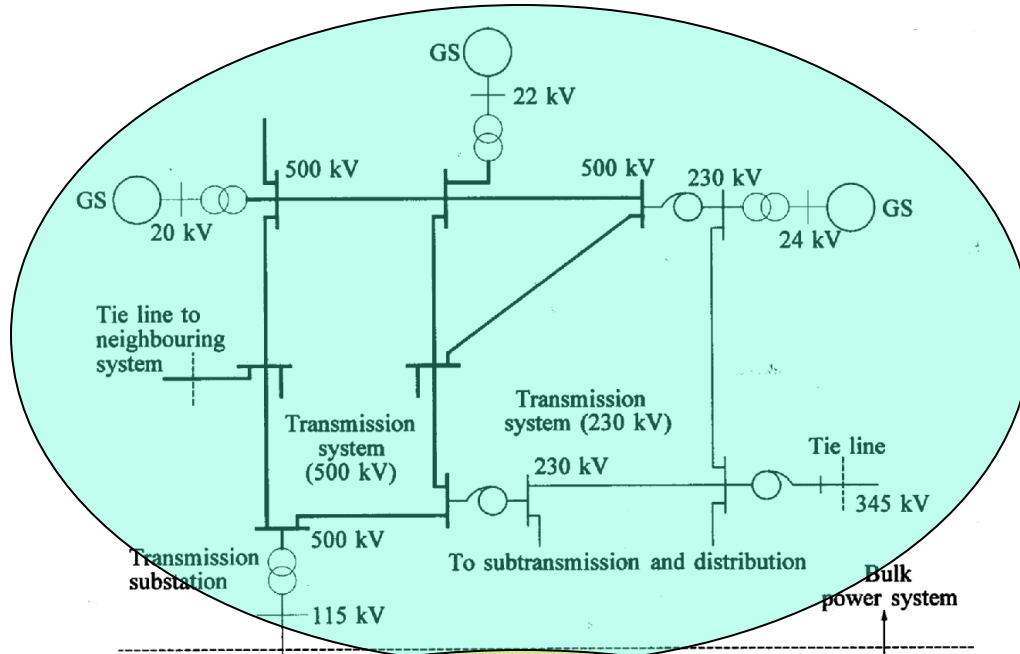
Ferramenta adequada para estudos de avaliação do impacto da GD nos sistemas elétricos

Integração com o Sistema Cooperativo



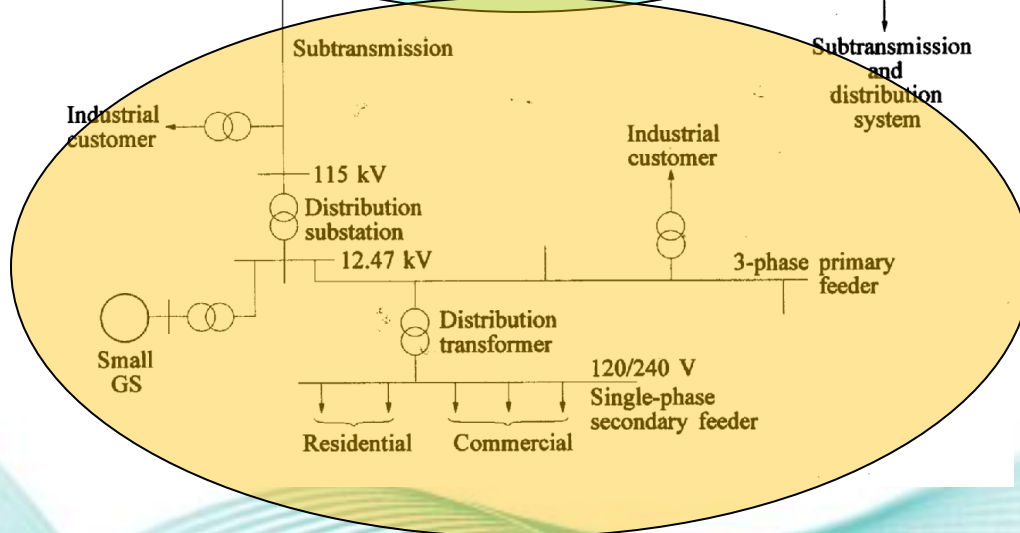
Integração com o Sistema Cooperativo

Transmissão



Arquivo do SIN

Subtransmissão e Distribuição



Arquivo do SGD



A Rede Inteligente

SIN



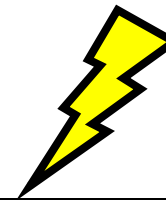
Cargas
Convencionais



Cargas
Controláveis



SE



Armazenagem



Eólica



Microturbinas



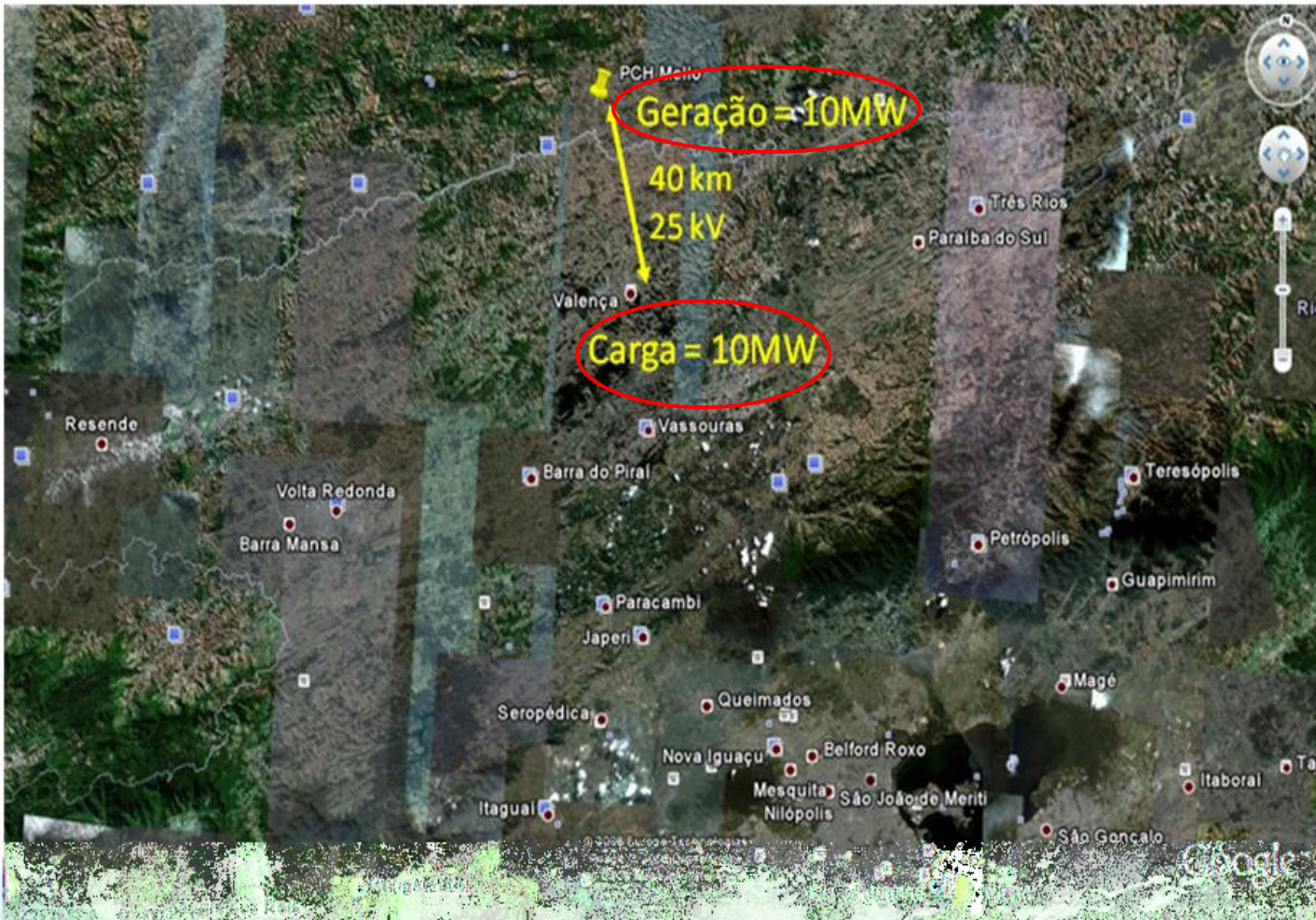
PCH

Casos Reais Analisados com o SimuLight™

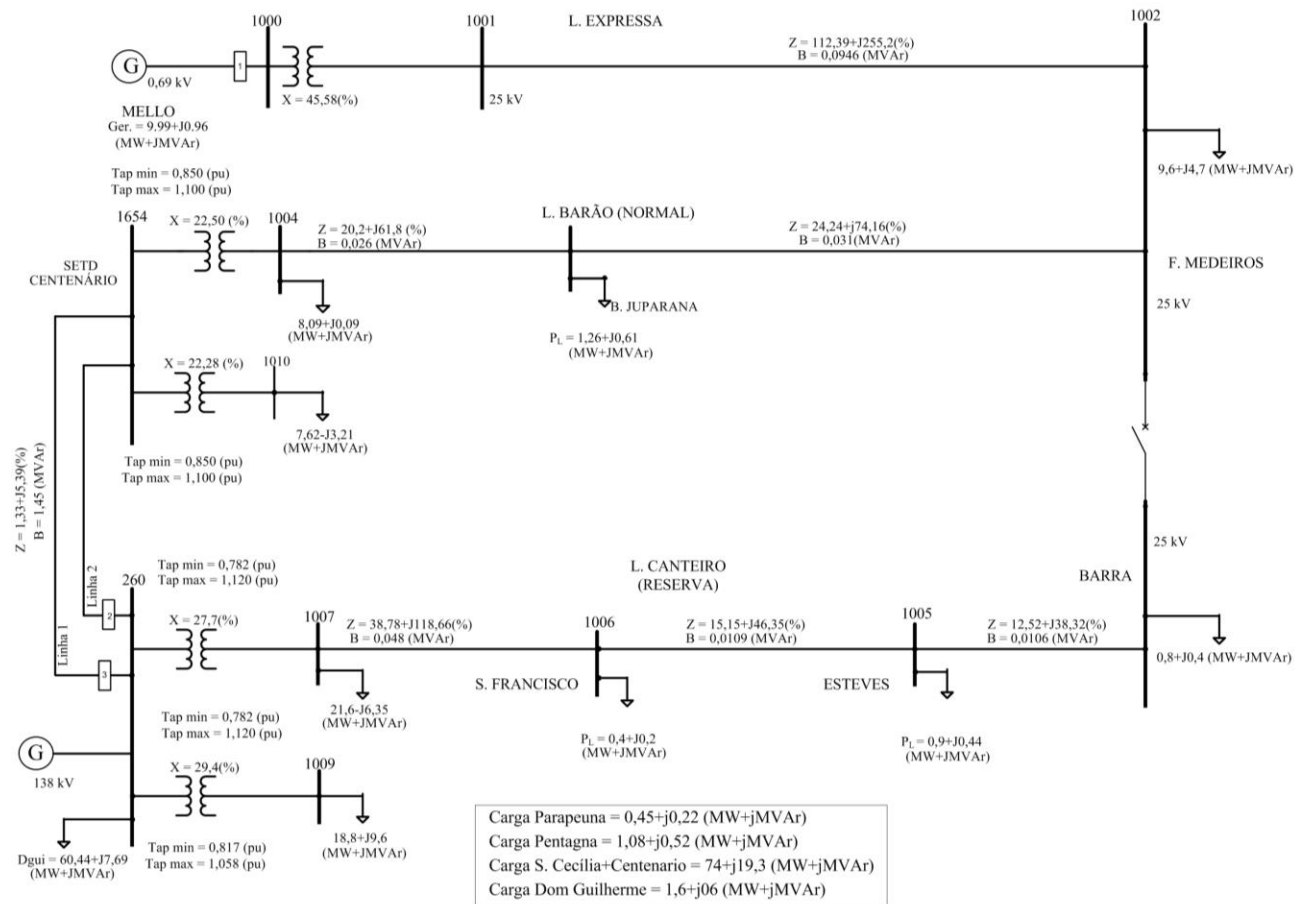
Dinâmica – Proteção – Controle

- ▶ **Caso PCH MELLO:** Melhoria dos indicadores de continuidade através de operação ilhada
- ▶ **Caso CENPES II:** Postergação de reforços na rede elétrica adjacente
- ▶ **Caso AIR LIQUIDE:** Avaliação da proteção existente e proposição de mudanças que beneficiem o cliente (não será apresentado, porém consta no artigo)

Caso PCH Mello



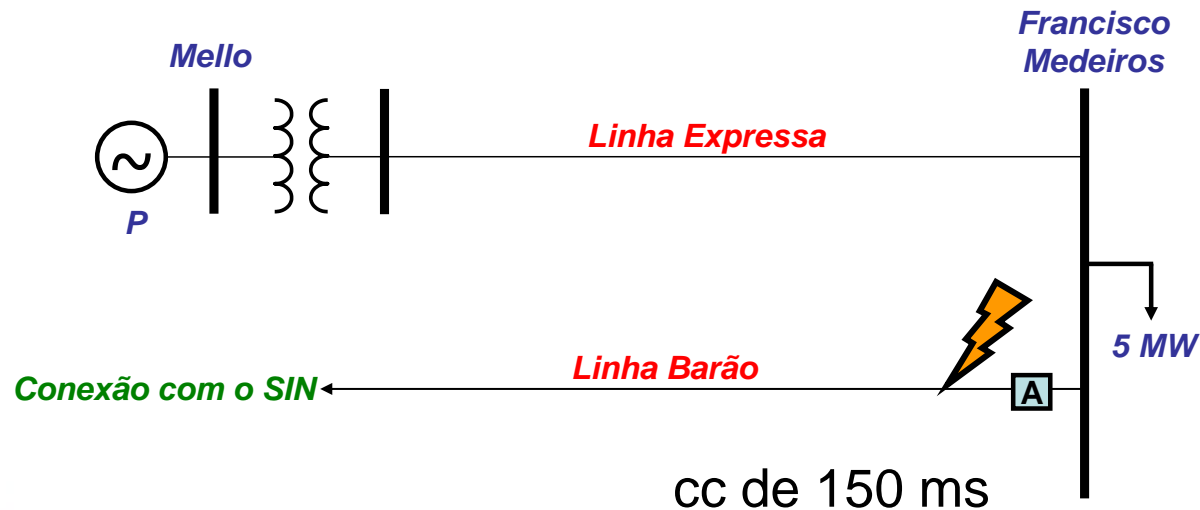
Caso PCH Mello



Caso PCH Mello – Estudo de Ilhamento

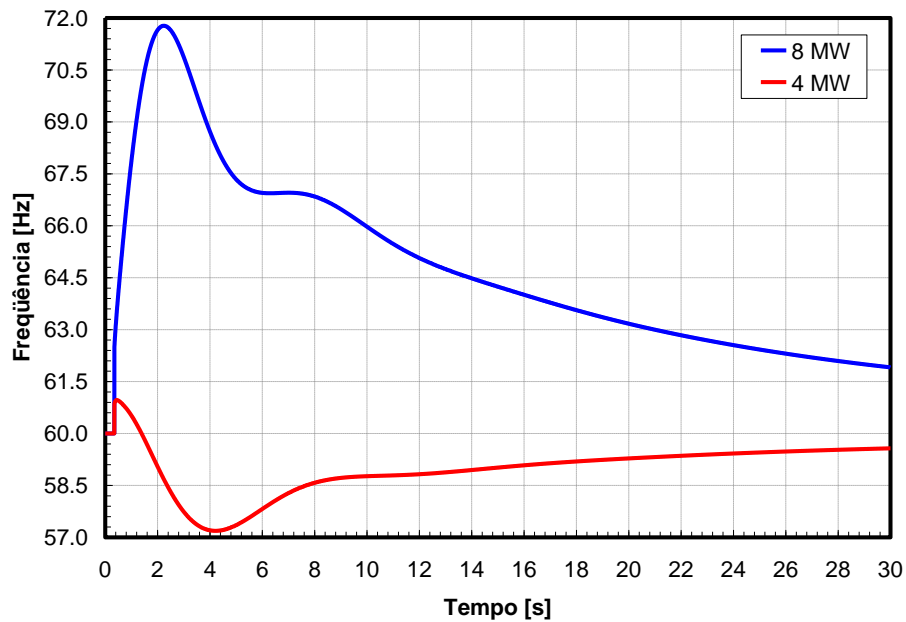
Modelagem

- ▶ Geradores com efeito subtransitório
- ▶ Regulador de tensão *brushless*
- ▶ Turbina e regulador de velocidade
- ▶ Proteções de sub e sobrefrequência

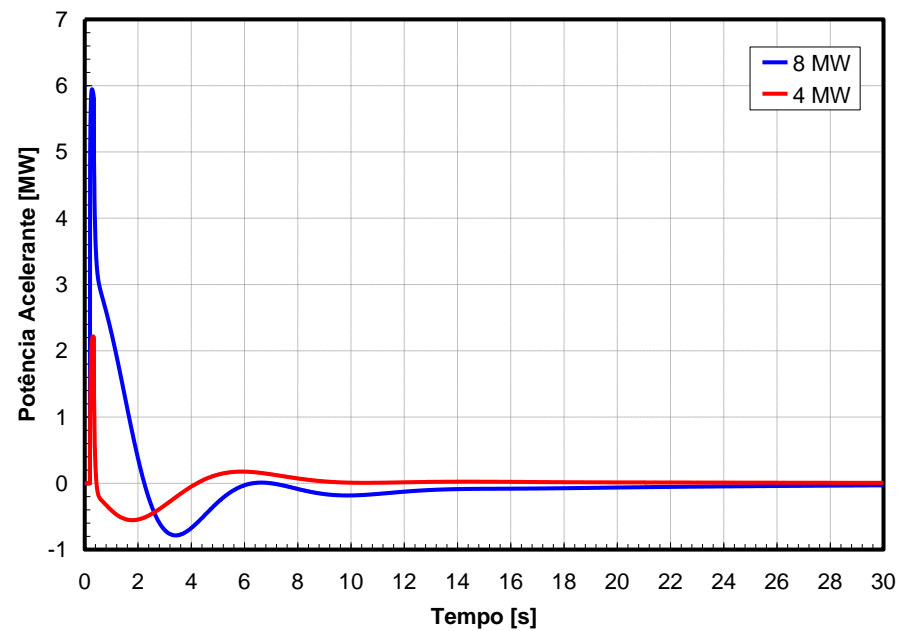


Caso PCH Mello – Estudo de Ilhamento

Frequência



Potência Acelerante



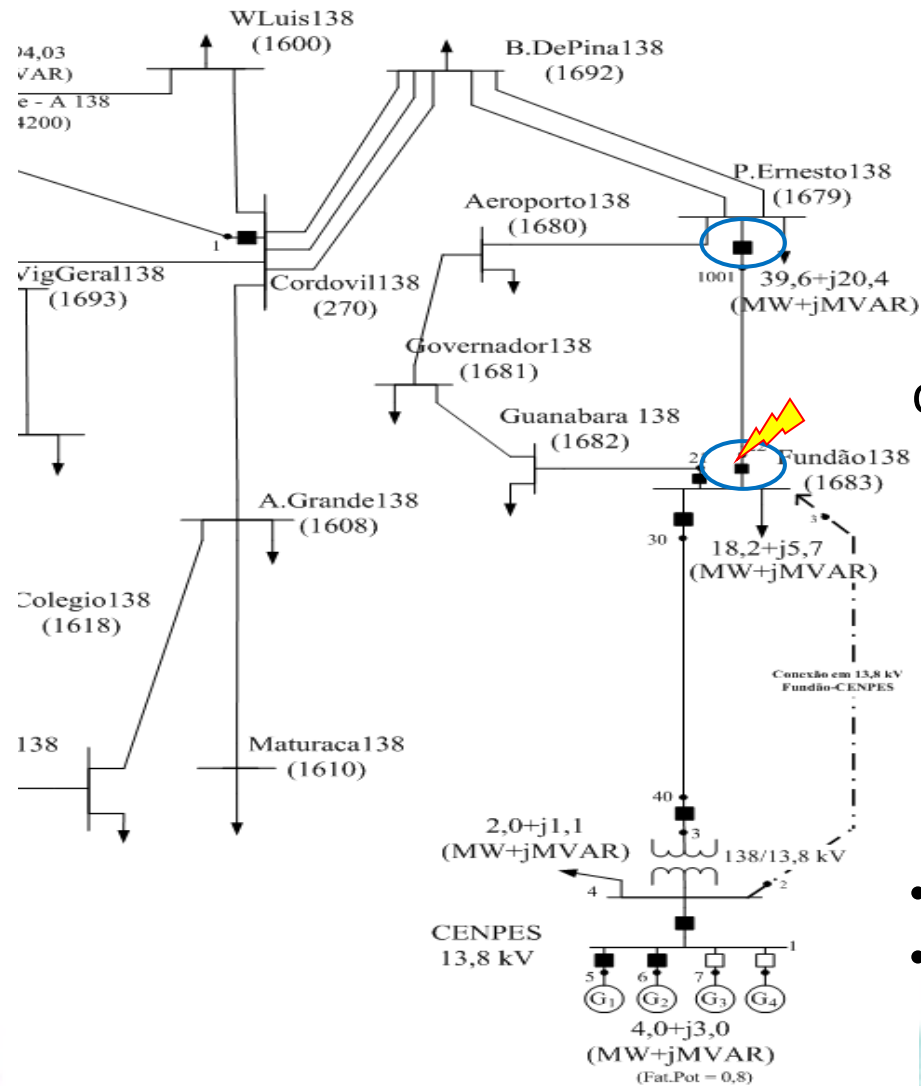
Caso CENPES II – Estudo de esforços torcionais

Modelagem

- ▶ Geradores com efeito subtransitário
- ▶ Regulador de tensão
- ▶ Turbina e regulador de velocidade
- ▶ Proteções de sub e sobrefrequência
- ▶ 2 unidades térmicas à gás totalizando 7MW



Caso CENPES II

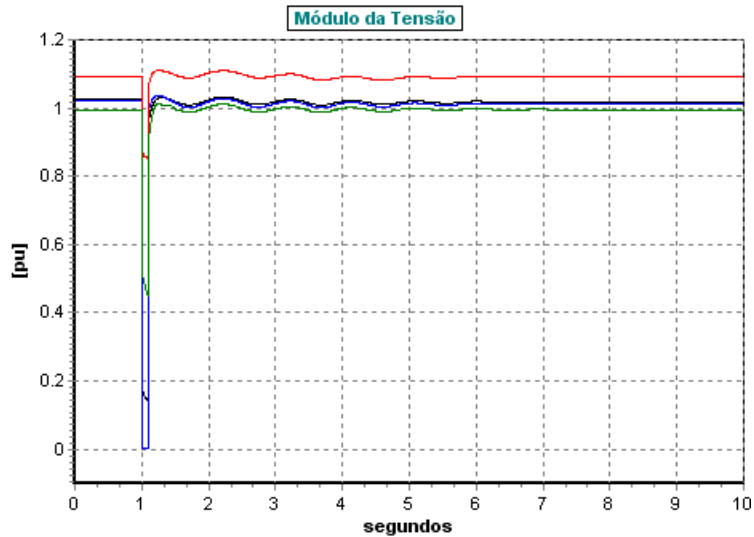


cc de 100 ms

2 casos analisados:

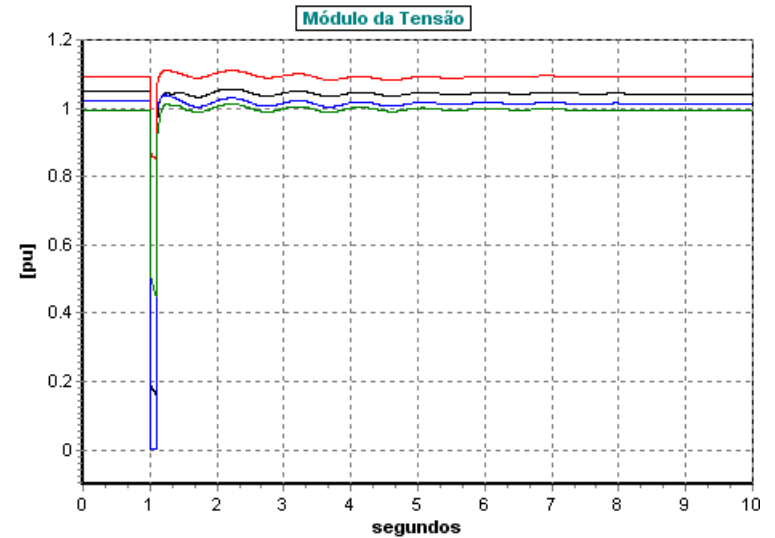
- $P_{ger} = 2\text{MW}$
- $P_{ger} = 6\text{MW}$

Pger = 2 MW

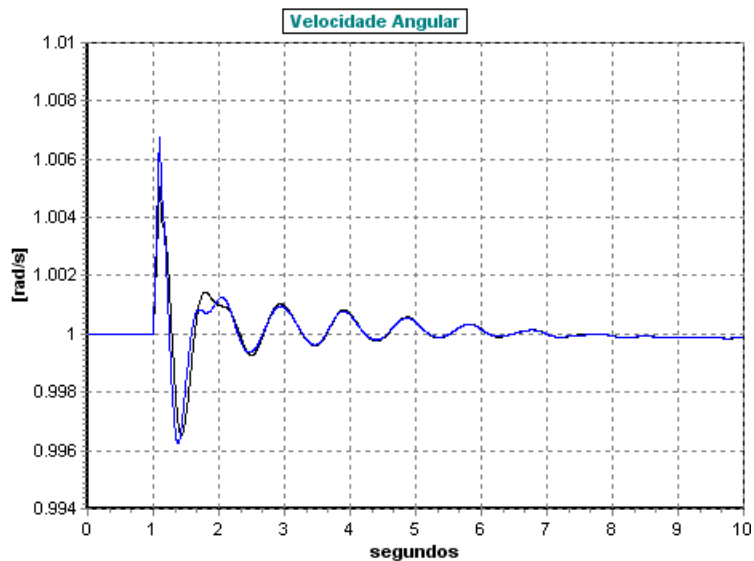


[CENPES] VOLT:4 [FUNDAO---138] VOLT:1683
[ANGRA---500] VOLT:105 [AIR LIQUIDE] VOLT:AIR-Lq

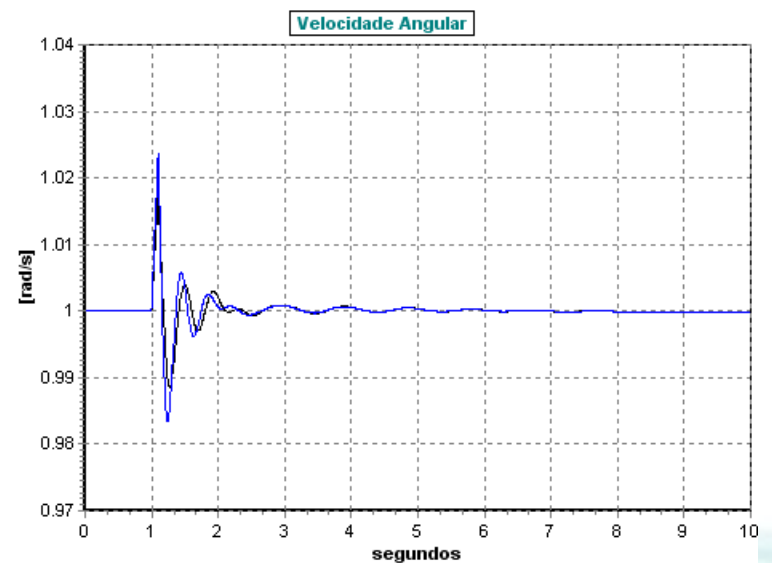
Pger = 6 MW



[CENPES] VOLT:4 [FUNDAO---138] VOLT:1683
[ANGRA---500] VOLT:105 [AIR LIQUIDE] VOLT:AIR-Lq



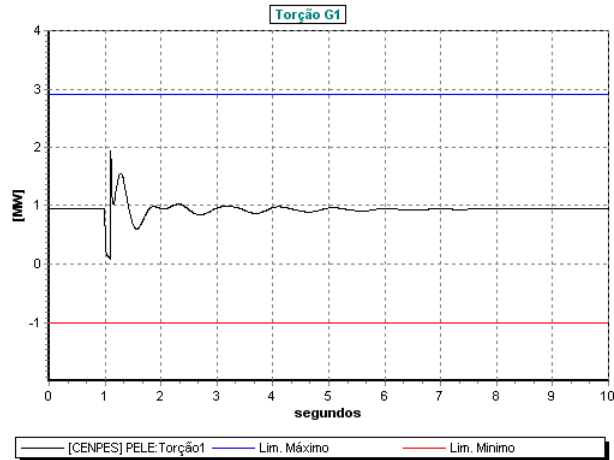
[CENPES] W:G1_CENPES [CENPES] W:G2_CENPES



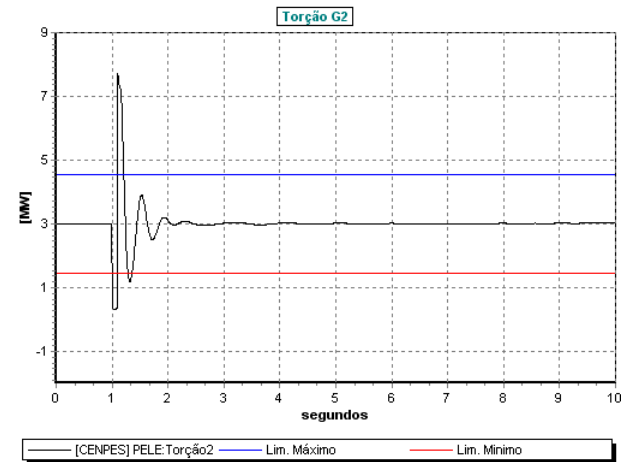
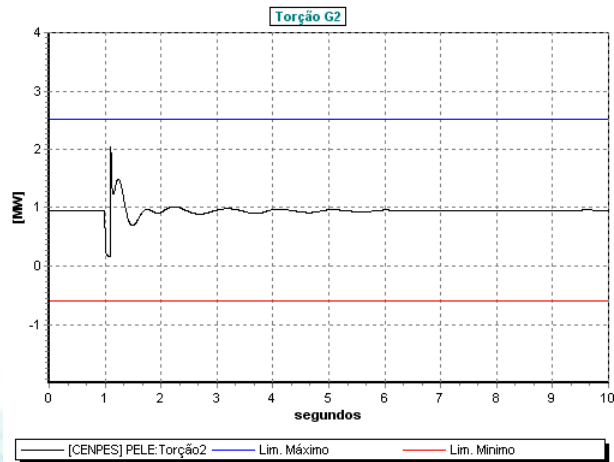
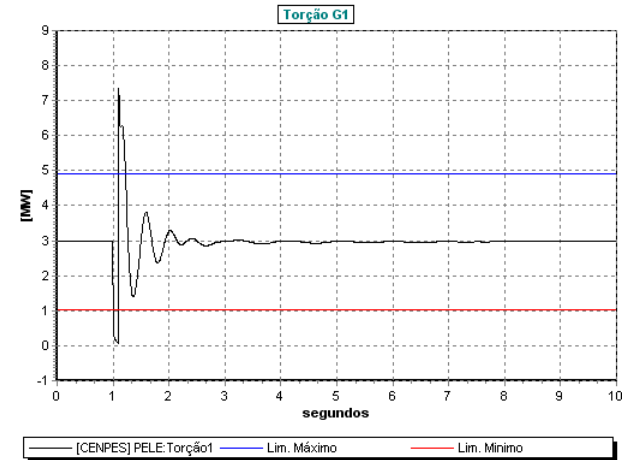
[CENPES] W:G1_CENPES [CENPES] W:G2_CENPES

Caso CENPES II – Análise dos esforços torcionais

Pger = 2 MW

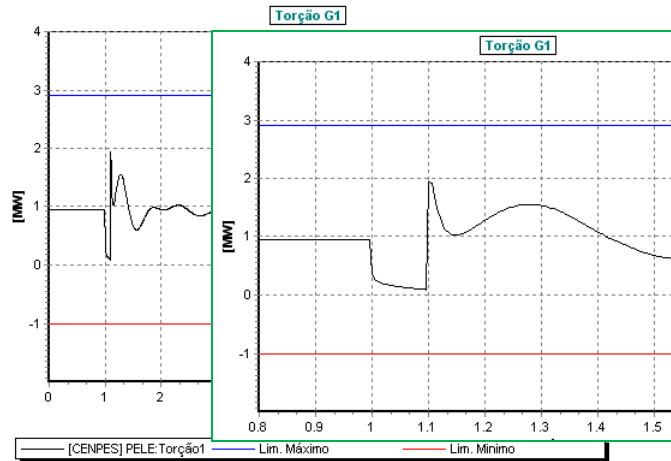


Pger = 6 MW

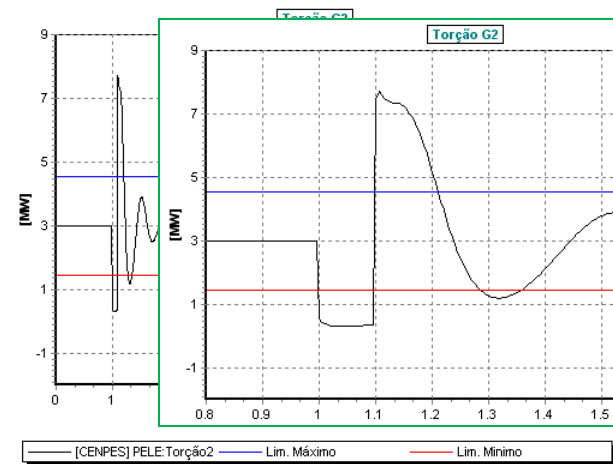
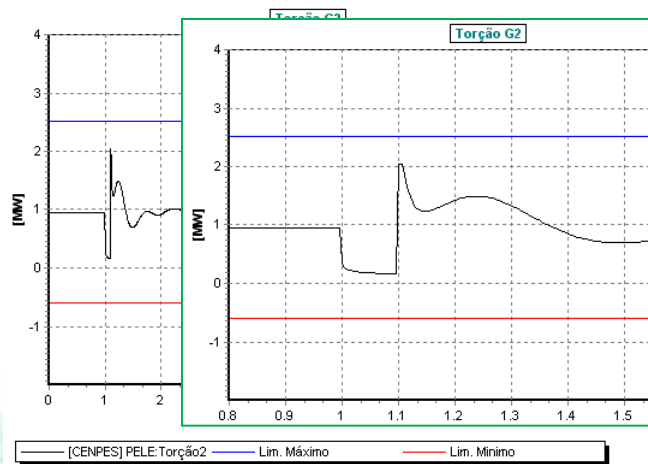
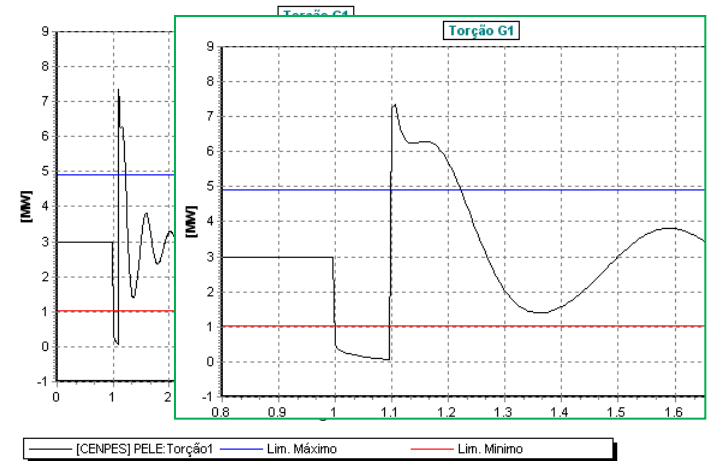


Caso CENPES II – Análise dos esforços torcionais

$P_{ger} = 2 \text{ MW}$



$P_{ger} = 6 \text{ MW}$



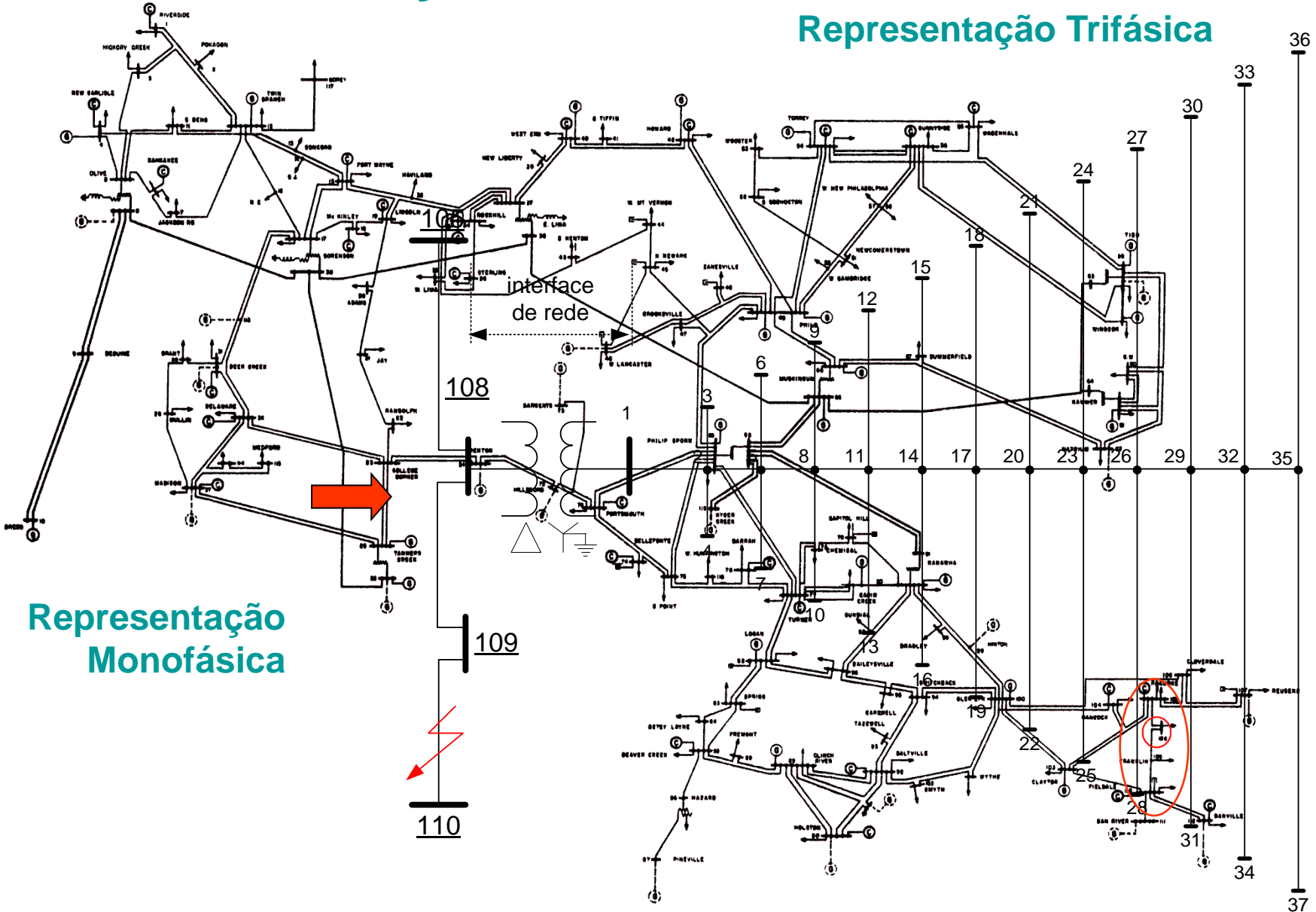
Desenvolvimento em andamento

Simulação híbrida monofásica/trifásica (MonoTri)

- ▶ **Objetivo:** Analisar estática e dinamicamente redes elétricas onde parte da rede é considerada com modelagem monofásica (sequência positiva) e parte da rede com modelagem trifásica desbalanceada.

Simulação MonoTri

Representação Trifásica



Representação Monofásica

Conclusões

- ▶ Uma **análise completa** do impacto da geração distribuída nas redes de distribuição de energia elétrica requer estudos estáticos, **dinâmicos**, de proteção e controle.
- ▶ Uma ferramenta de simulação de fácil utilização e **integrada** à base de dados corporativa da empresa é fundamental para que as análises sejam feitas em **tempo hábil** e livre de erros de digitação.
- ▶ Os resultados de simulação mostraram a possibilidade de **operação ilhada da GD**, melhorando os **índices de continuidade** da empresa. Reforçamos que para isso, estudos minuciosos levando-se em consideração aspectos dinâmicos e de proteção, devem ser realizados.
- ▶ Impactos de perturbações no SIN podem causar **excessivos** efeitos torcionais na GD.