

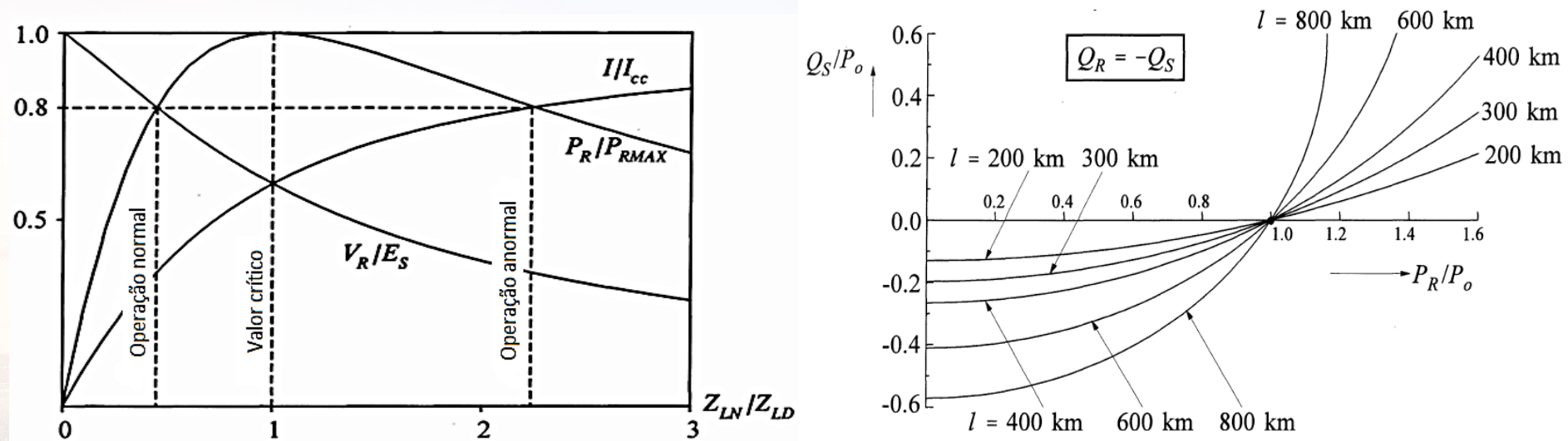
LÓGICA DE REDUÇÃO DE GERAÇÃO DE ITAIPU 60Hz PARA EVITAR COLAPSO DE TENSÃO NO TRONCO 765kV DE FURNAS

**Autores: Alan Bartoski
Robson A. de Oliveira
Rui Jovita G. C. da Silva**



1. Introdução
2. Estabilidade de tensão
3. Equilíbrio carga/geração
4. Lógica de redução do ponto base
5. Simulações de ajuste da lógica
6. Resultados
7. Conclusões

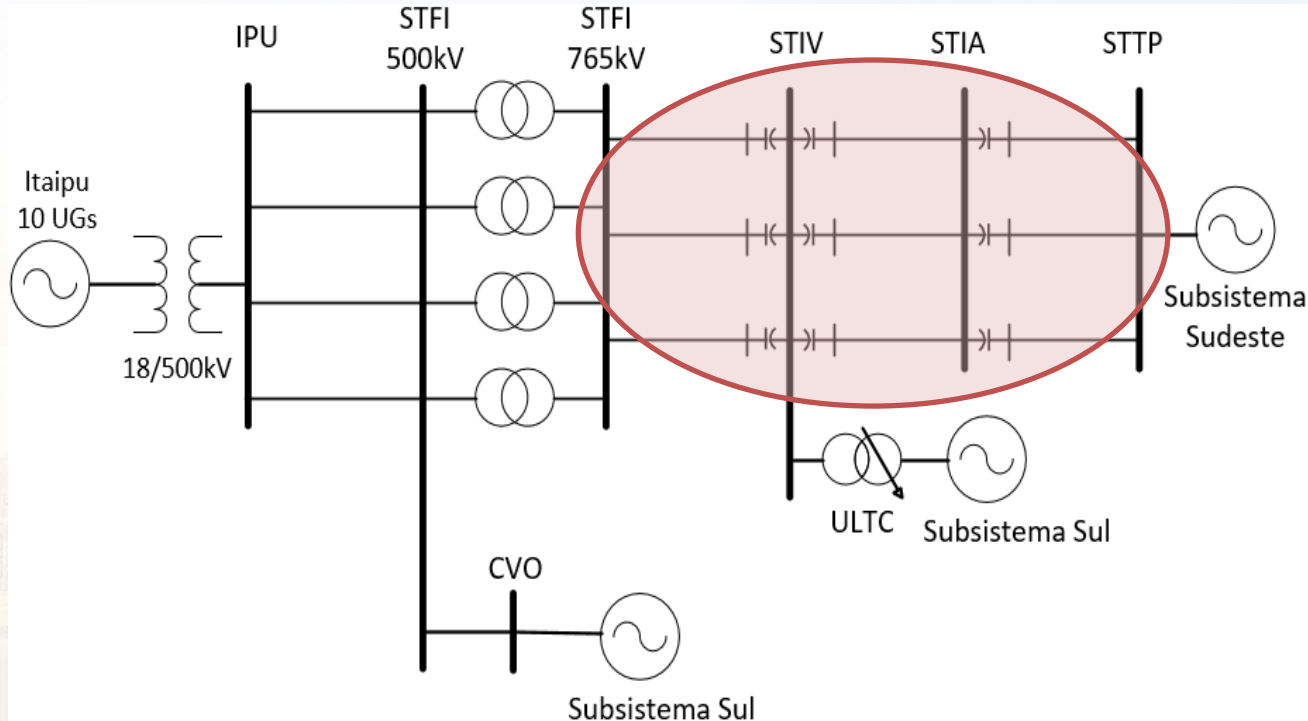
- O que é a lógica de redução do ponto base?
- Utilidades práticas desta lógica:
 - Proteção sistêmica – tensão;
 - Automatização – auxílio para os operadores.
- O que se pretende com este trabalho?
- Aspectos a serem considerados na realização do ajuste:
 - Estabilidade de tensão;
 - Equilíbrio carga/geração.



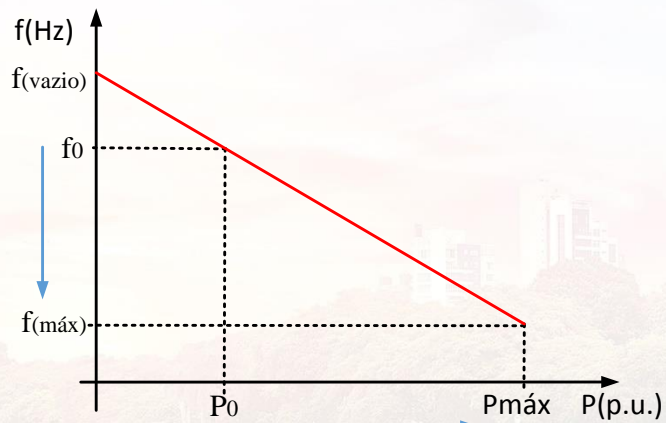
Fonte: Kundur, 1994

Estabilidade de Tensão

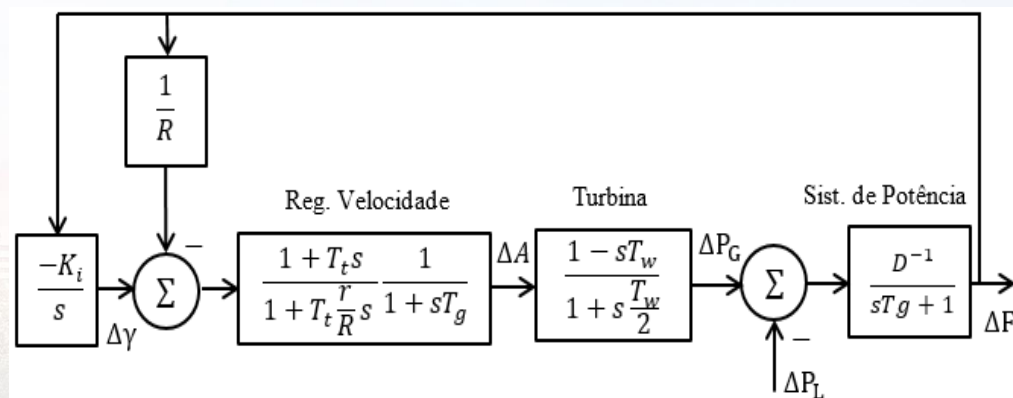
Análise do tronco 765kV de Furnas



Regulação Primária



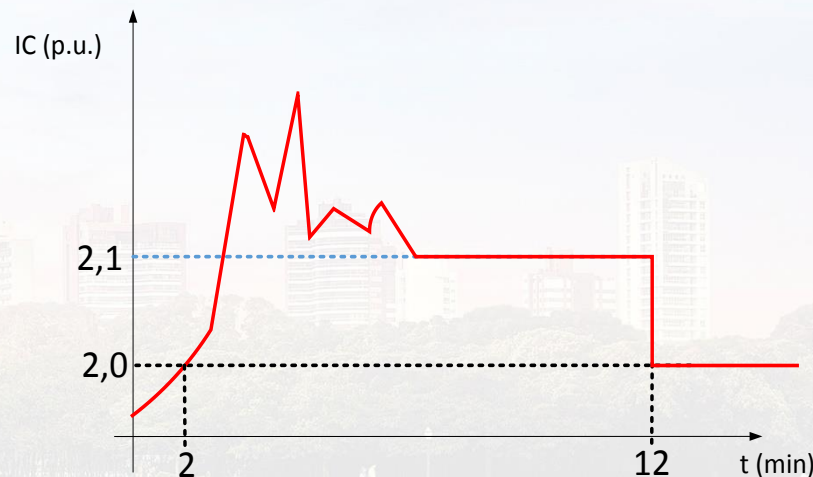
Regulação Primária + Regulação Secundária



Lógica de Redução do Ponto Base

Atuação dos limitadores de corrente de campo

- Limitador de tempo inverso;
 - Integral acima da região de 2,1 p.u.;
 - Reduz para o limite térmico temporário;
 - Manutenção por no máximo 10min.
- Limitador de tempo definido:
 - Redução abrupta após 10min;
 - Limite de 2,0 p.u. (base de 1714A);
 - Queda na produção de reativos – instabilidade de tensão.



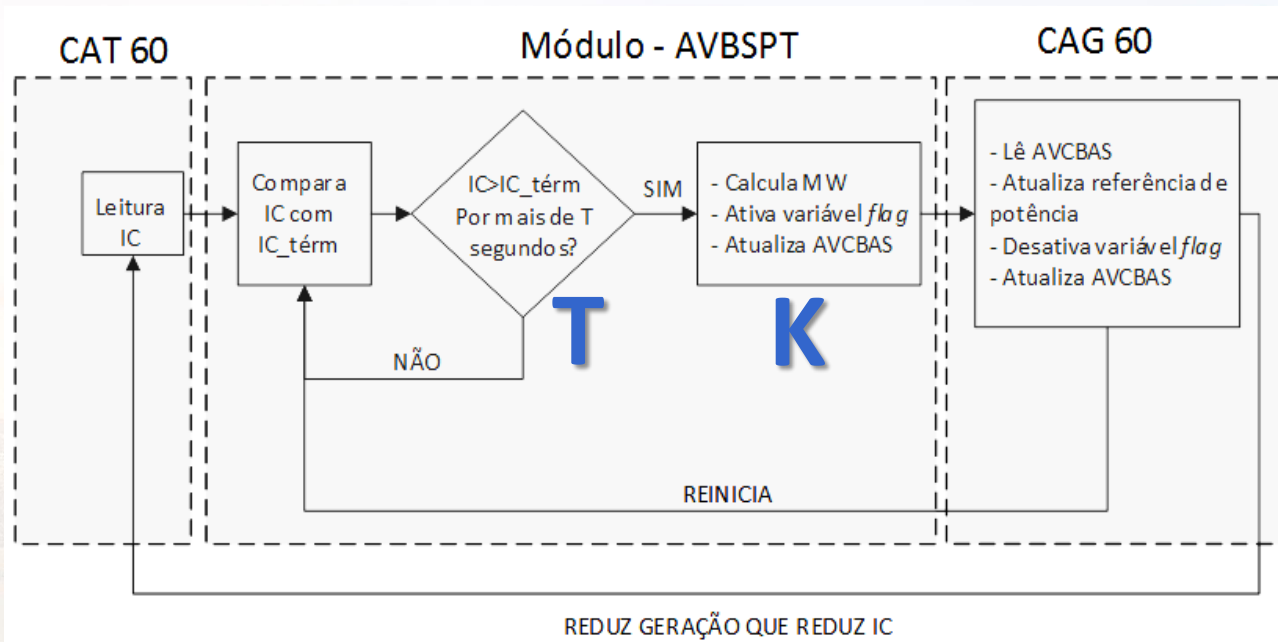
Lógica de Redução do Ponto Base LRPB

Objetivos da criação da lógica:

- Redução da corrente de campo por meio da redução de geração;
- Evitar a atuação do limitador de corrente de tempo definido;
- Evitar instabilidade de tensão pela limitação de potência reativa gerada;
- Auxílio aos operadores pela automatização.

Lógica de Redução do Ponto Base

Digrama esquemático da lógica implementada no SCADA/EMS



- Aplicativos envolvidos;
- Módulo de tomada de decisão;
- Parâmetros de ajuste da LRPB;
- Variáveis de apoio;
- Nº de máquinas necessárias.

Ajuste da LRPB

Eventos selecionados para realizar o ajuste:

- **Evento 1:** curto-circuito FI-765kV + desligamento duplo de linhas (FI-IV) em carga pesada;
- **Evento 2:** curto-circuito FI-765kV + desligamento simples de linha (FI-IV) + bloqueio de um polo com 1500MW do elo CC de Furnas em carga leve;
- **Evento 3:** bloqueio de dois polos do elo CC de Furnas perda de 3000MW em carga leve.

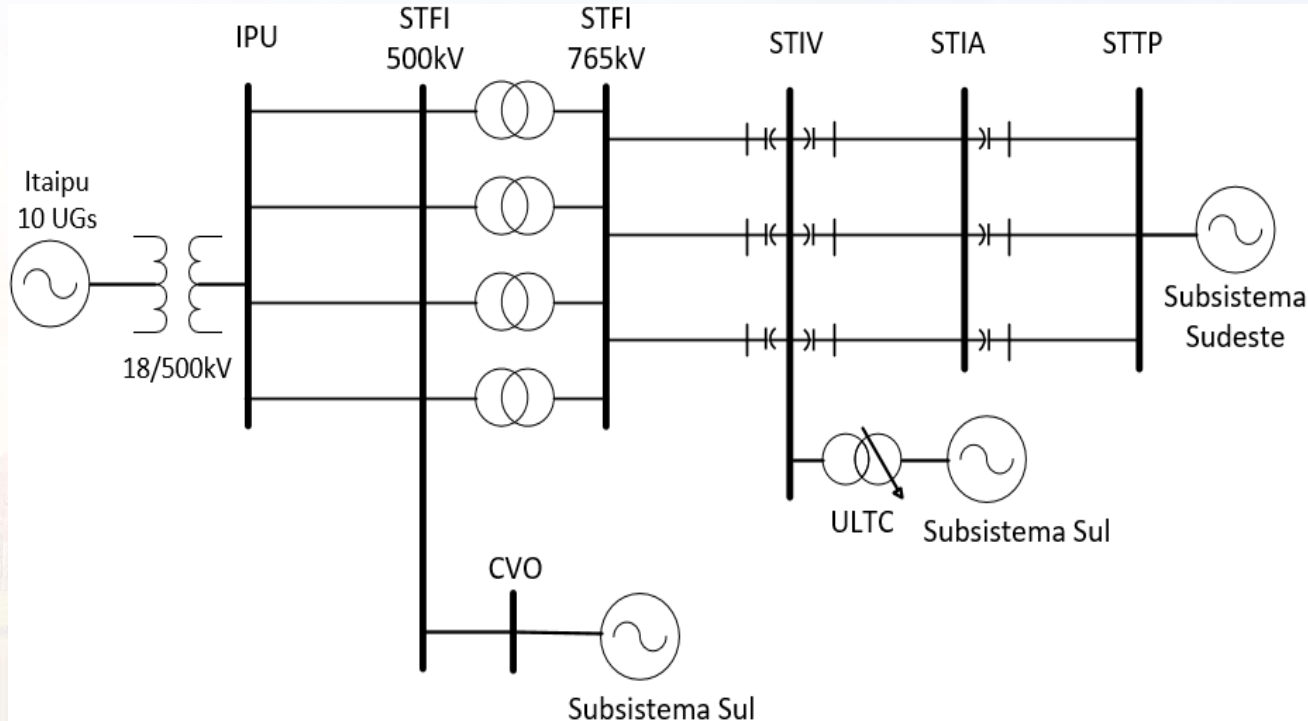
Justificativas:

- Carga pesada – maior consumo de reativos, limites operacionais e subtensão sistêmica;
- Carga leve no SIN-BR – intensificar o efeito da regulação primária.

Casos base – ONS: Fevereiro de 2016 – carga pesada e Agosto de 2016 – carga leve.

Estabilidade de Tensão

Análise do tronco 765kV de Furnas



Ajuste da LRPB

Resultados dos ajustes iniciais – Equivalente Dinâmico

- Menor tempo de simulação com a utilização do E.D.;
- Varredura de parâmetros “K” e “T”:
 - K entre 0,20 e 2;
 - T entre 20 e 200s.
- Parâmetros de desempenho:
 - Erro T = $600 - t_{IC=2 \text{ p.u.}}$;
 - Erro IC = $IC_{(t=600s)} - 2$;
 - Erro G = $P_{GERADA}(800s) - P_{REF}(800s)$.

Para todo valor de “T” é possível encontrar um ganho “K”

Ajuste da LRPB

Resultados – Sistema completo

- Escolha do valor para “ $T = 60s$ ”;
- Critérios para corrente – eventos 1 e 2:
 - IC regime de 2,02 e 2,10 p.u.;
 - Garantir eficácia em grande parte da faixa;
 - Erro menor que abanda morta de 6MW das UGs;
 - Ativação por erro de medição.

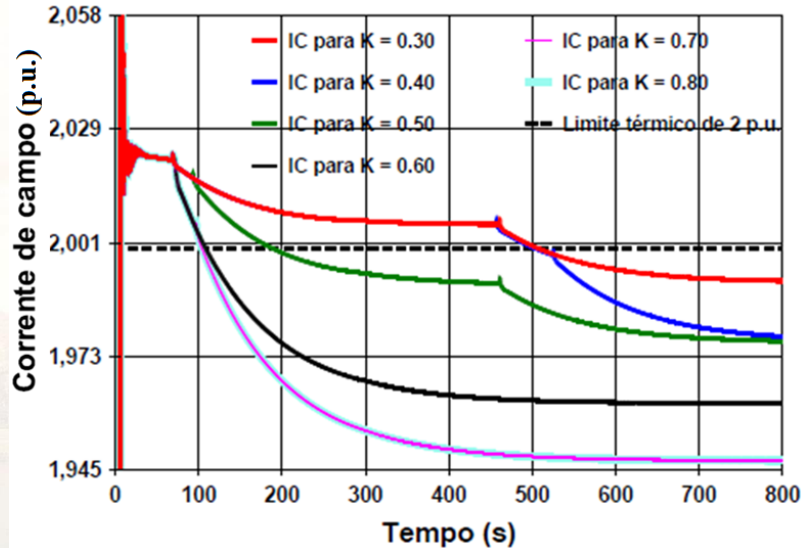
Critérios de performance:

- $IC(600) < 2$ p.u.;
- $(T_{IC} < 2,0) < 540s$;
- ΔP menor possível.

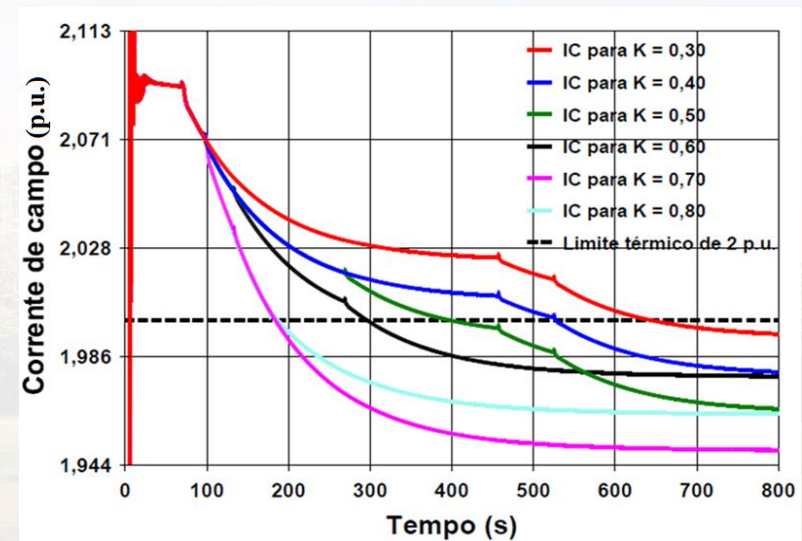
Ajuste da LRPB

Resultados – Evento 1

- IC regime = 2,02pu



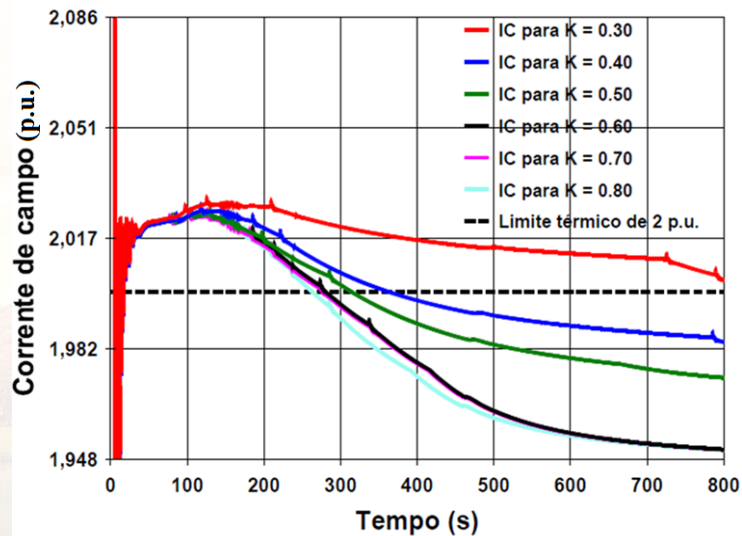
- IC regime = 2,10pu



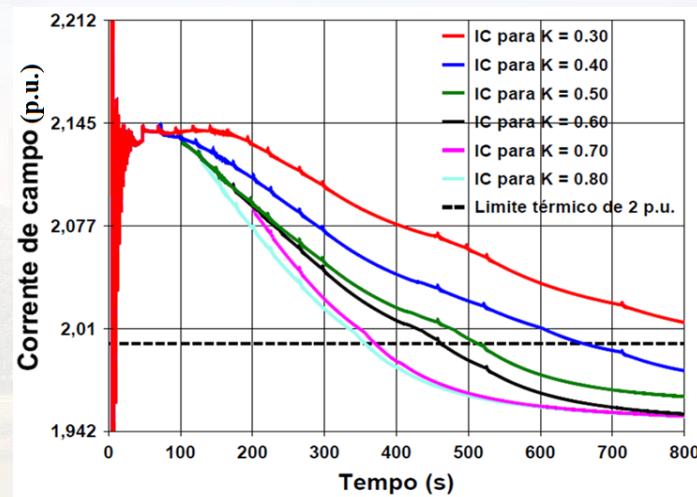
Ajuste da LRPB

Resultados – Evento 2

- IC regime = 2,02pu



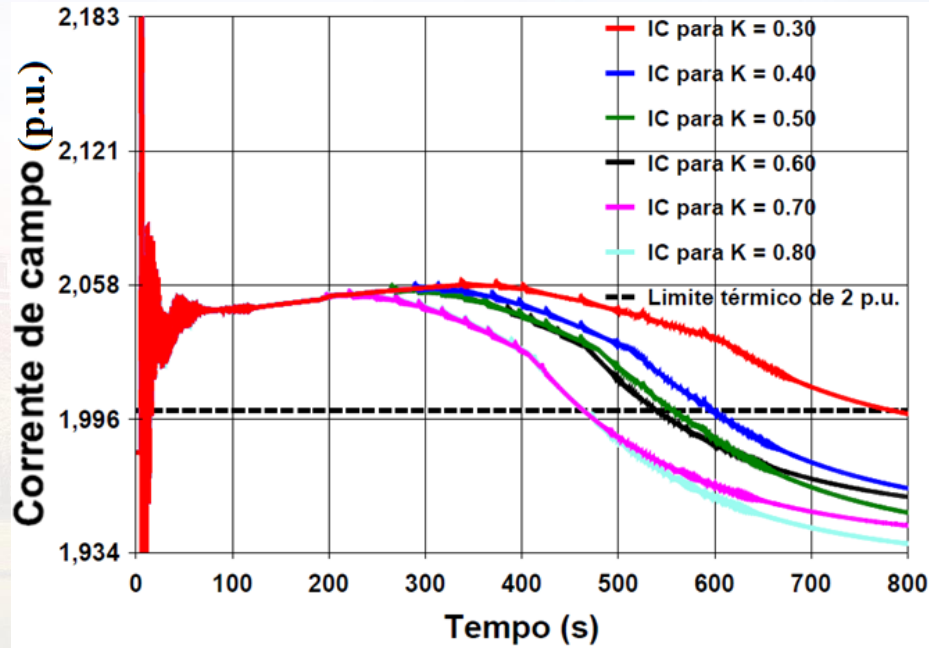
- IC regime = 2,10pu



Ajuste da LRPB

Resultados – Evento 3

- IC regime: 2,06pu



Ajuste da LRPB

- Resultados dos ajustes:
 - Evento 1 – **T = 60s** com **K = 0,50**;
 - Evento 2 – **T = 60s** com **K = 0,50**;
 - Evento 3 – **T = 60s** com **K = 0,60**;
- Ajuste sugerido:
 - **T = 60s** com **K = 0,60**.
- Resultados com o ajuste sugerido:
 - Evento 1:
 - Redução de 350MW;
 - Tempo de redução 300s;
 - Evento 2:
 - Redução de 494MW;
 - Tempo de redução 510s;
 - Evento 3:
 - Redução de 310MW;
 - Tempo de redução 530s.

Conclusões

- O LRPB permite uma redução automática da geração evitando impacto da atuação do limitador da corrente de campo, sem a necessidade de intervenção humana;
- Para todo ajuste de T existe um K que permite a atuação com sucesso da LRPB;
- O ajuste proposto de $T = 60s$ e $K = 0,6$ atende a diversas perturbações.

Robson Almir de Oliveira

 (45) 3520-2597

 (45) 98814-5255

 ralmir@itaipu.gov.br

 www.itaipu.gov.br