



REPRESENTAÇÃO COMPUTACIONAL DE PARQUES EÓLICOS PARA ESTUDOS DINÂMICOS

GDS-Rafael Tavares Motta
- Daniel Dotta

- Introdução;
- Comparação entre modelos genéricos de primeira e segunda geração;
- Descrição de simulações realizadas;
- Resultados obtidos;
- Conclusão

INTRODUÇÃO: MOTIVAÇÃO DO TRABALHO



Modelos genéricos
atualmente disponíveis



Fonte: <http://electraenergy.com.br/site/2017/06/>

Simulações computacionais são extensivamente utilizadas em **estudos de operação e planejamento** de Sistemas de Energia Elétricos (SEEs);



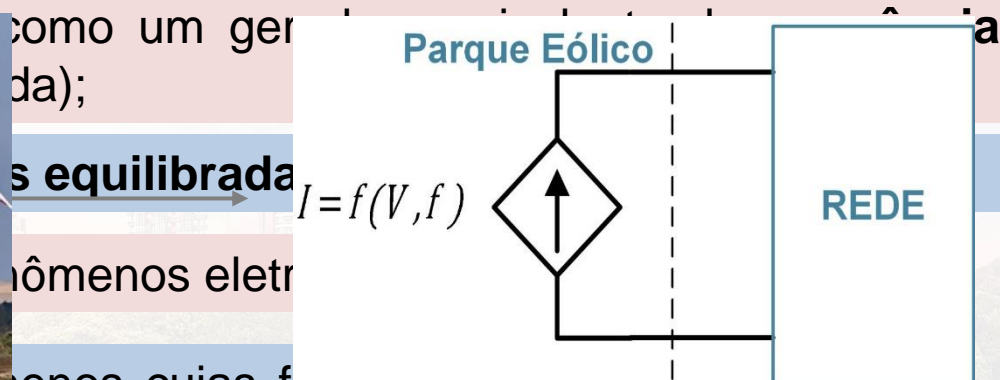
Modelagem detalhada:
elevado número de
parâmetros e alta capacidade
computacional
Frequentemente inviável

Fonte: <http://www.vecgaranhuns.com/2015/11/serra-das-vacas-bndes-libera-2694.html>

Características singulares da geração eólica nos SEEs vêm motivando o desenvolvimento de modelos genéricos e simplificados de parques eólicos.

INTRODUÇÃO: CARACTERÍSTICAS GERAIS

- **Modelo genérico:** “Utilizado por diferentes programas de simulação, de domínio público, independente de especificações de fabricantes e que emulem o comportamento dinâmico de uma variedade de equipamentos”;



- inadequado para análise de fenômenos cujas frequências estejam fora do intervalo especificado (ex: transitórios eletromagnéticos e interações subsíncronas)

<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/copel-caca-ventos-a-3-mil-km-do-parana-6v24l36mtlr1r3683doi8k9g>

MODELOS GENÉRICOS: ASPECTOS QUALITATIVOS

Modelos genéricos de parques eólicos para estudos dinâmicos

➤ Primeira geração

- Resultados das primeiras iniciativas do desenvolvimento de modelos genéricos;
- Acesso restrito a parâmetros de entrada, incompatibilidade entre modelos de diferentes fabricantes, limitações para inclusão de novas tecnologias;

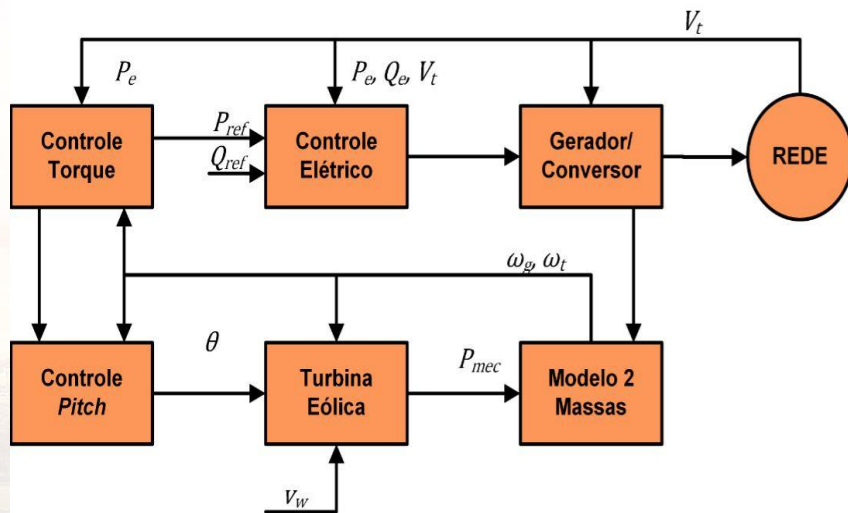
➤ Segunda geração

- Resultado de novas iniciativas organizadas para resolver limitações dos modelos de primeira geração;
- Independente de especificações de fabricantes, disponível em domínio público e organizado em estrutura modular.

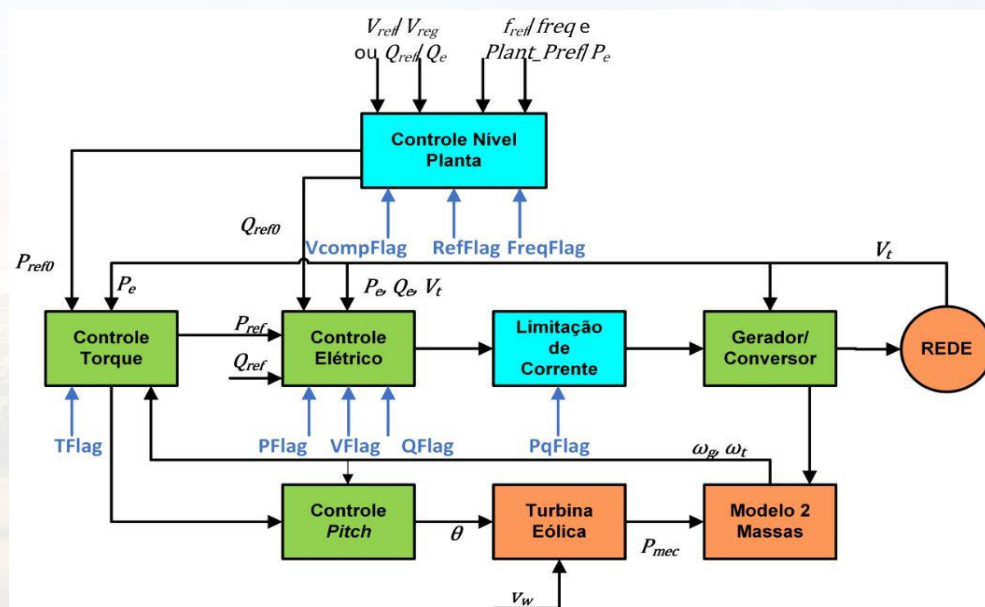
COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS GENÉRICOS

- Neste trabalho, considera-se que todos os aerogeradores são tipo 3.

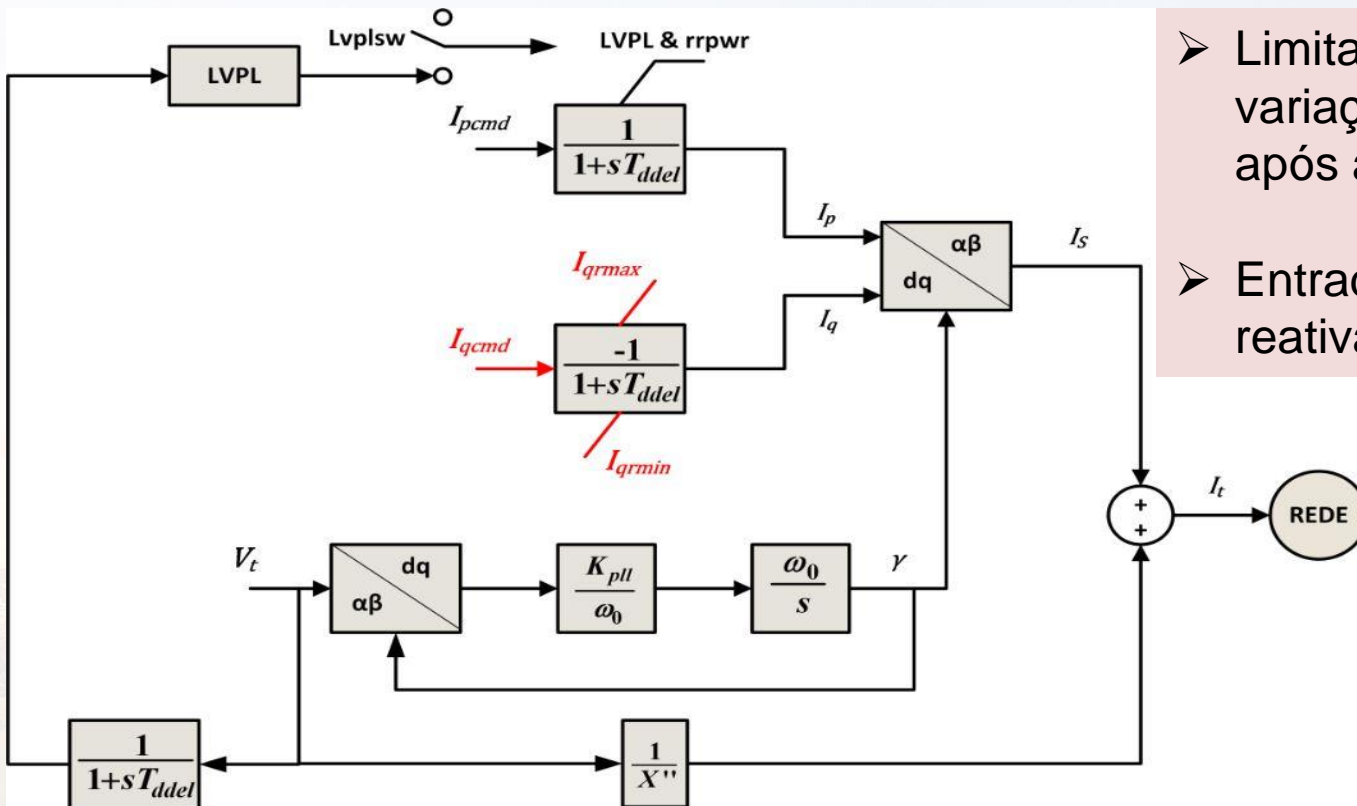
Primeira geração



Segunda geração

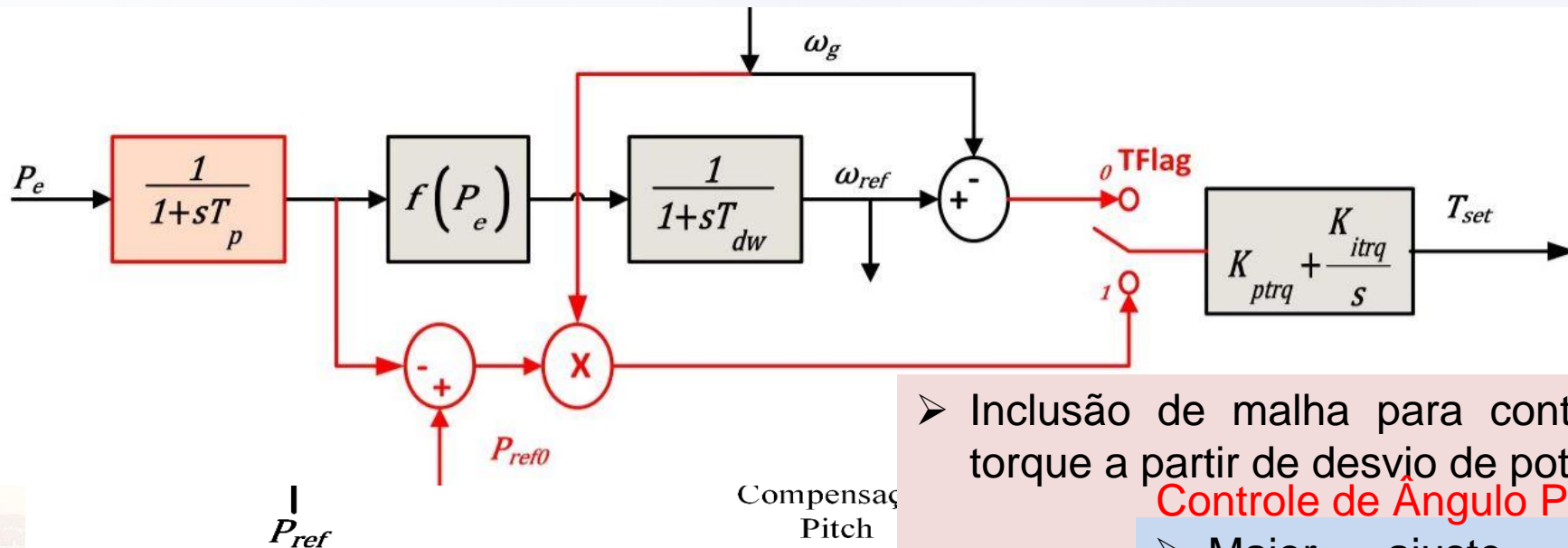


PRINCIPAIS DIFERENÇAS: MODELO GERADOR-CONVERSOR



- Limitante na taxa de variação de potência reativa após a eliminação de faltas;
- Entrada em corrente reativa, não tensão reativa.

PRINCIPAIS DIFERENÇAS: CONTROLE DE ÂNGULO *PITCH* E CONTROLE DE TORQUE



Controle de Torque

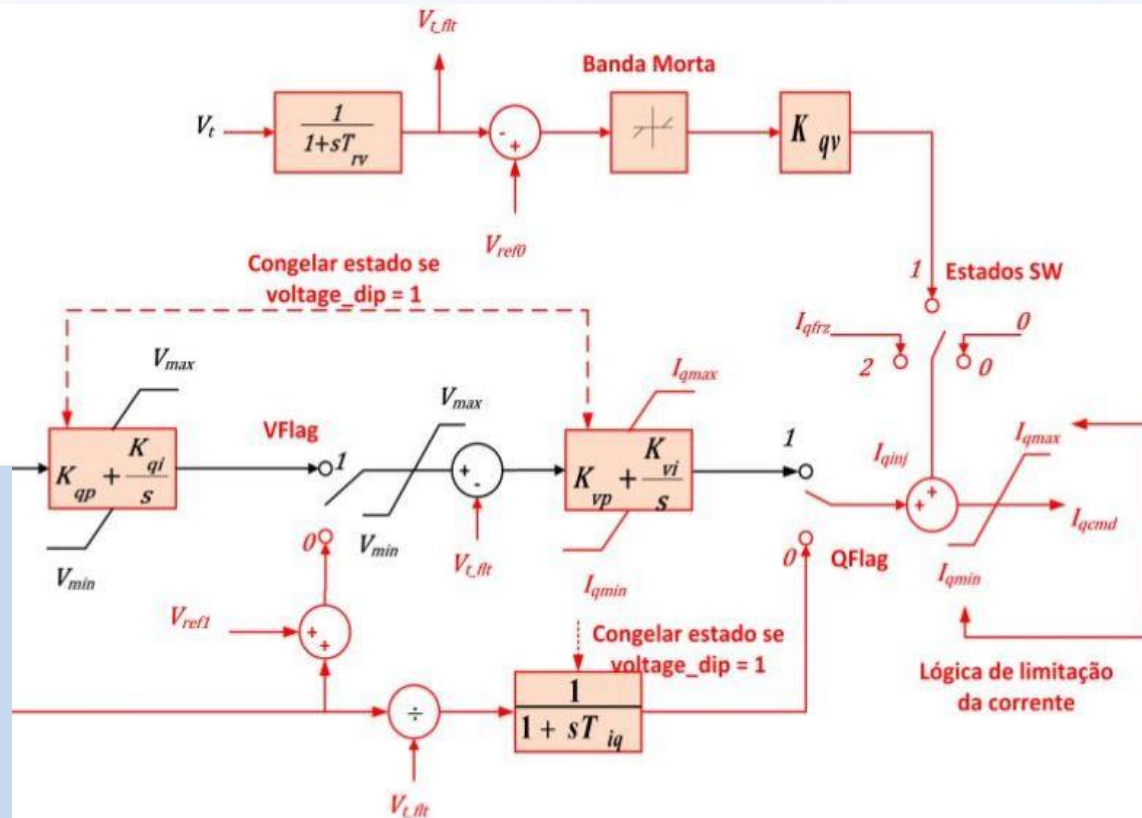
- Inclusão de malha para controle de torque a partir de desvio de potência;
- Filtragem da potência ativa;
- Caracterização da curva de potência;
- Maior ajuste no ângulo de passo com aumento do desvio de potência ativa

PRINCIPAIS DIFERENÇAS: CONTROLE ELÉTRICO DE POTÊNCIA ATIVA E REATIVA

- Suporte reativo adicional;
- Possibilidade de by-pass de controladores;
- Congelamento da ação de controladores;



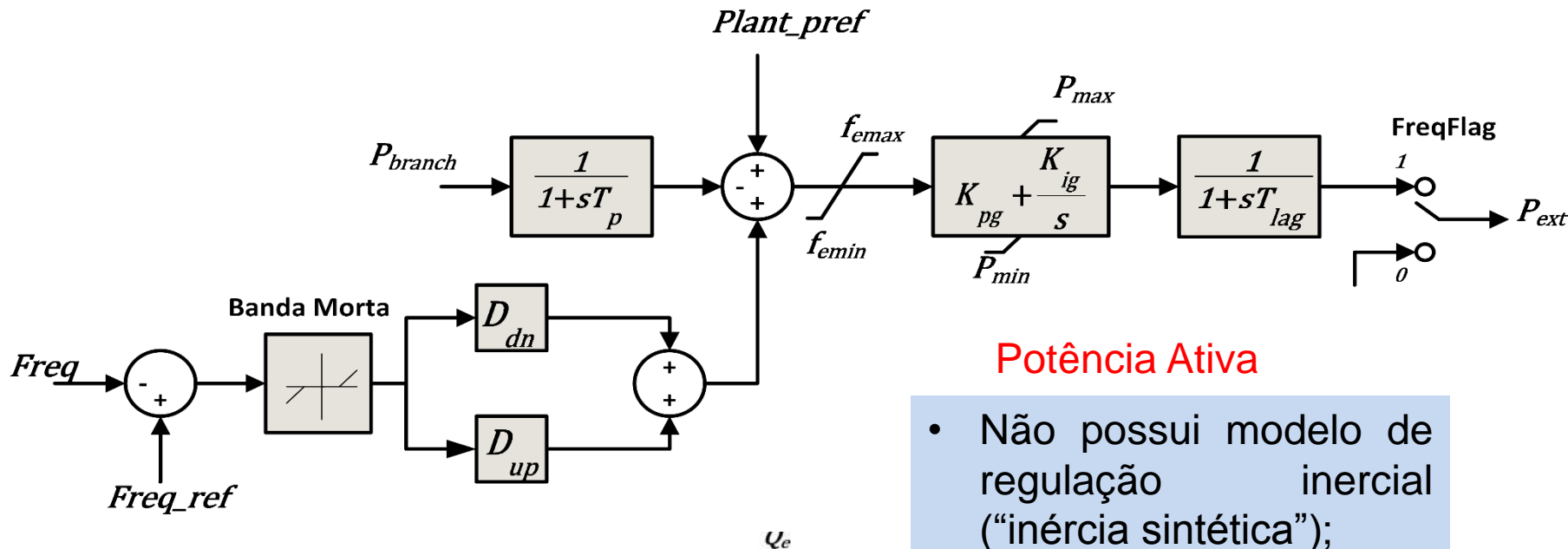
- Emulação opcional de torque mecânico;
- Congelamento da ação do atuador;
- Alteração na lógica de limitação de corrente.



PRINCIPAIS DIFERENÇAS: CONTROLE SUPERVISÓRIO DE POTÊNCIA ATIVA E REATIVA

- Implementado somente no modelo de segunda geração. Habilitação opcional;

Potência Reativa



Potência Ativa

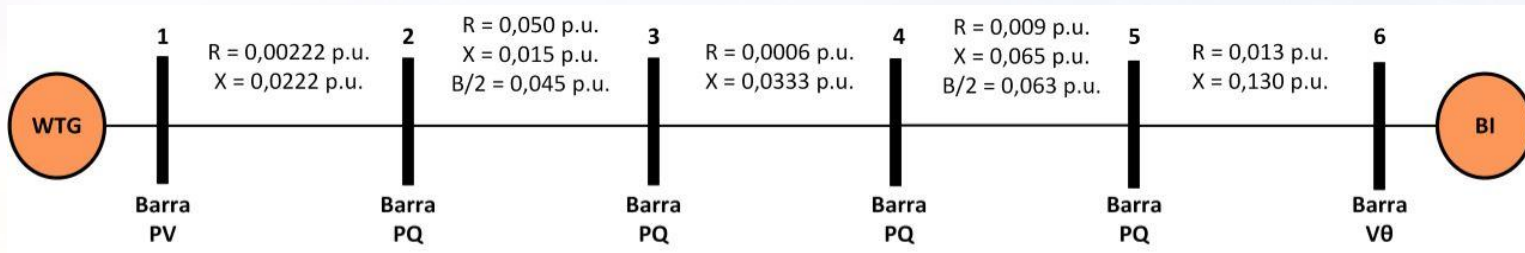
- Não possui modelo de regulação inercial (“inércia sintética”);

λ_{ext}

de
e
a

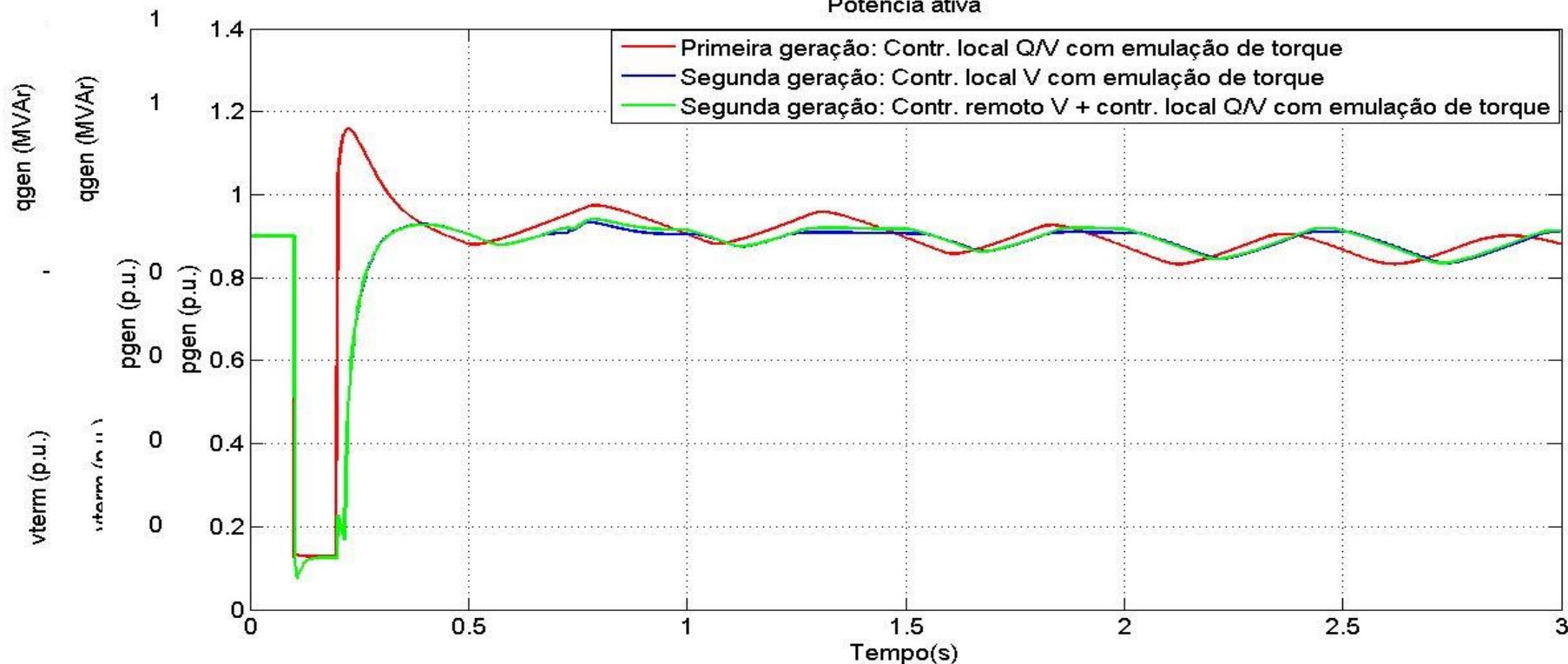
SIMULAÇÕES REALIZADAS

- Sistema teste: Rede radial Gerador-Barra Infinita. Valores na base 100MVA.



- Distúrbio: Falta trifásica equilibrada na barra 5 aplicada no instante $t = 100ms$, eliminada após 100ms.
- Objetivos:
 - Comparação entre os modelos de primeira e segunda geração;
 - Comparação de diferentes estratégias de controle no modelo de segunda geração.

Potência ativa



CONCLUSÃO

➤ Resultados obtidos:

- Suporte de reativos foi mais efetivo nos modelos de segunda geração;
- Alterações mais expressivas observadas nos primeiros ciclos após a eliminação da falta;
- Convergência para condição de regime mais lenta para estratégias que empregam controle em cascata.


➤ Trabalhos futuros:


- Abordagem de um número maior de estratégias de controle;
- Inclusão de modelos de inércia sintética;
- Extensão do trabalho para aerogeradores tipo *Full Converter*;
- Aplicação de técnicas de controle para otimização dos parâmetros dos controladores conforme estratégia adotada.

RAFAEL TAVARES MOTTA

 (11) 2693-2475

 (11) 94285-5225

 rafaeltm@dsee.fee.unicamp.br

 <https://www.linkedin.com/in/rafael-tavares-b12a898/>