

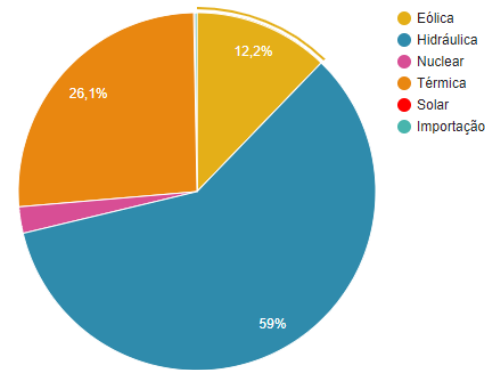


# **AVALIAÇÃO DE MODELOS DE AEROGERAADORES QUANTO A EFICIÊNCIA, PRECISÃO E ROBUSTEZ NA SIMULAÇÃO DE ESTABILIDADE ELETROMECAÂNICA**

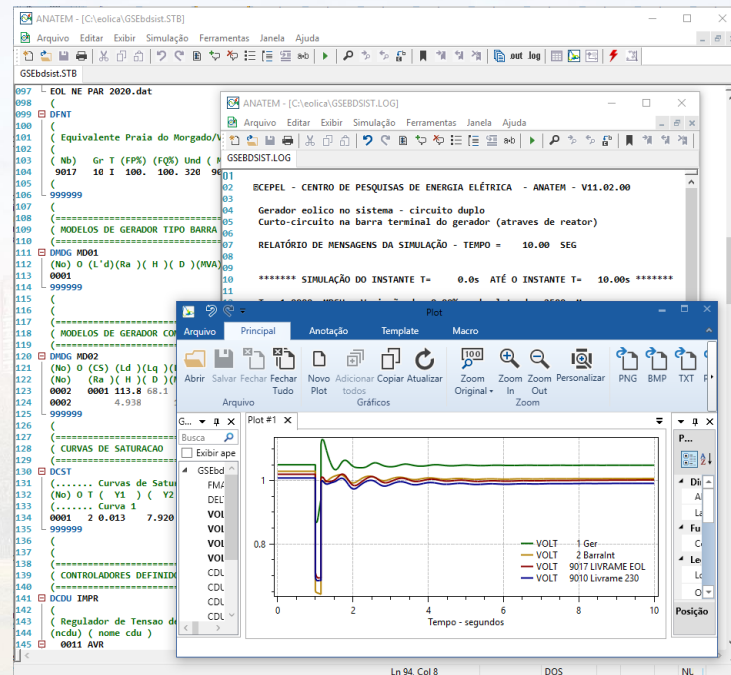
GAT / Fabricio Lucas Lirio

# INTRODUÇÃO

- Crescimento da participação de energia eólica na matriz energética brasileira.
- Representação dos aerogeradores em programas de simulação.
- Dinâmica dos aerogeradores tem influência no amortecimento das oscilações do SIN.

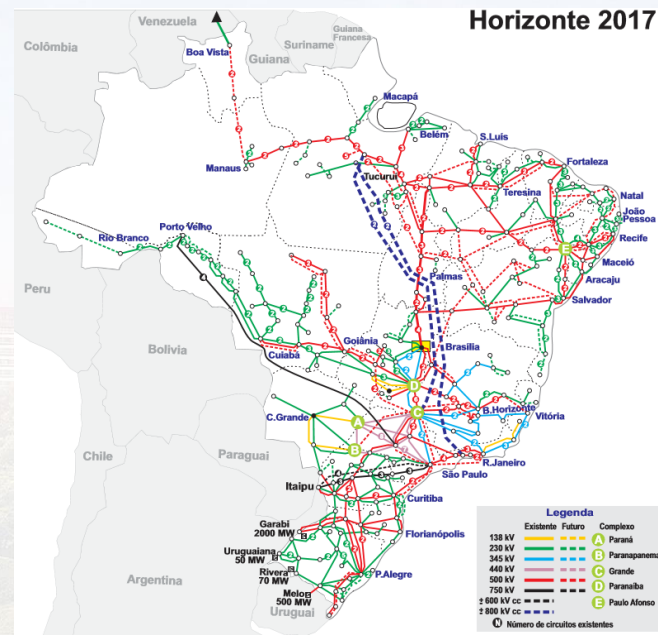


- Modelos de aerogeradores em programas de estabilidade eletromecânica - Anatem.
  - Modelos predefinidos (2006).
  - Fonte shunt controlada por CDU.
  - Modelo ZIP para geração
- Neste artigo apresenta:
  - Análise dos modelos disponíveis.
  - Representação utilizando modelo ZIP.
  - Retirada do modelo da turbina.
  - Modelos com grau de complexidade variáveis.





- Necessidade de ferramentas de análise para geração eólica no SIN surgiu com a implantação de parques no SIN.
- Grupo de Trabalho, coordenado pelo Cepel e envolvendo empresas do grupo Eletrobrás e ONS, definiu os modelos prioritariamente desenvolvidos.
  - Gerador de indução convencional conectado diretamente à rede CA (GIDC).
  - Gerador de indução com dupla alimentação (GIDA).
  - Gerador síncrono conectado à rede CA por conversores de tensão (GSE).



## TIPO DE AEROGERADORES

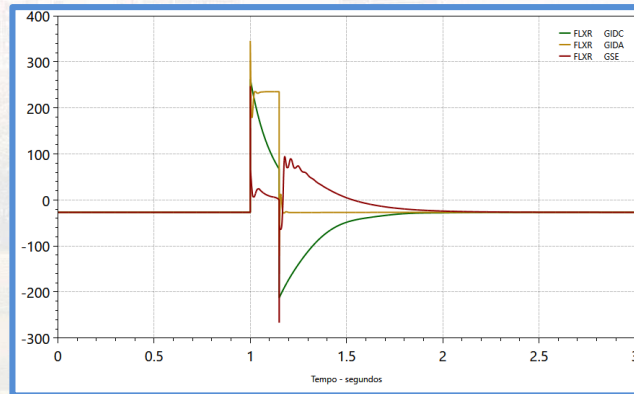
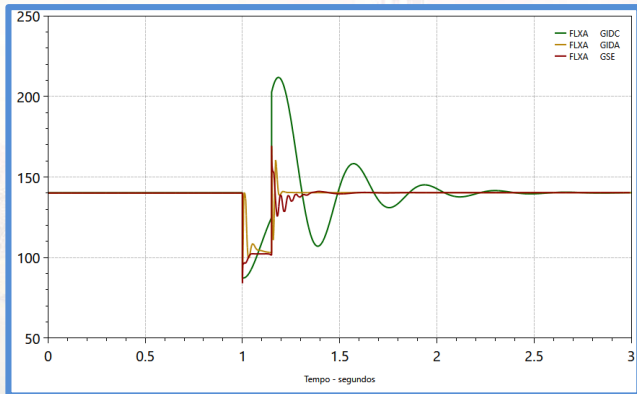
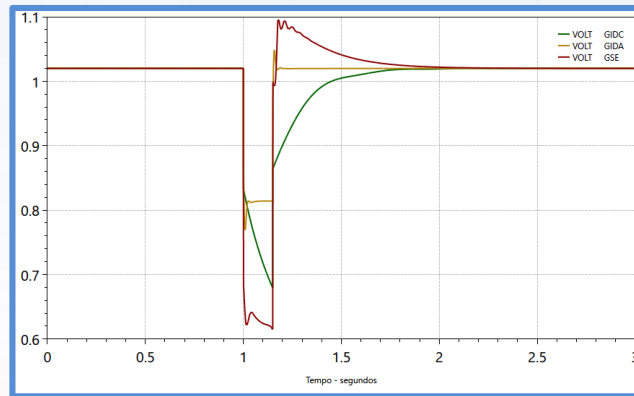
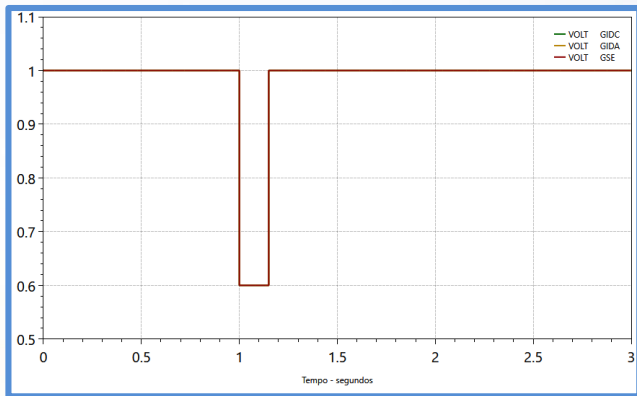
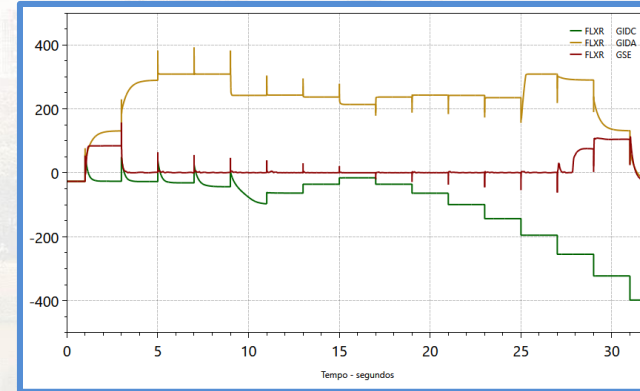
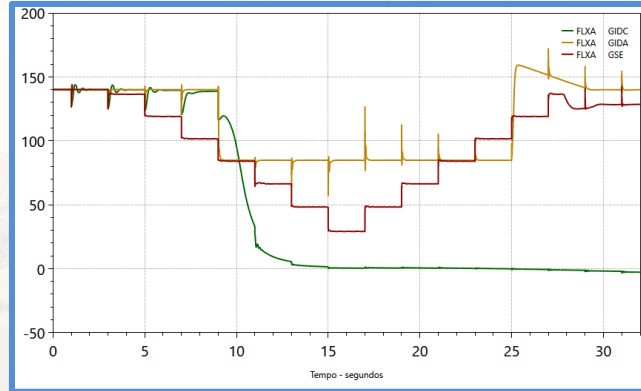
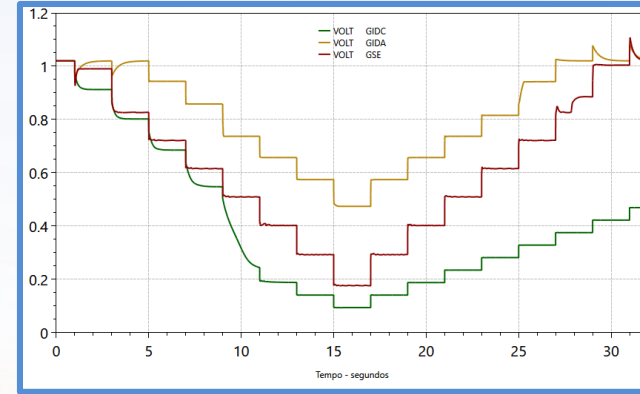
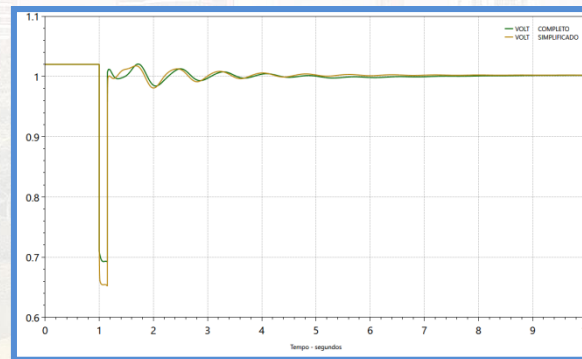
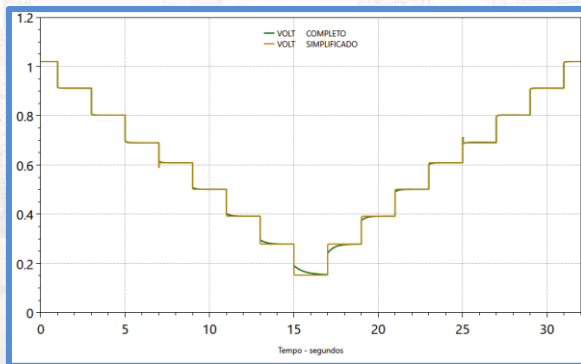
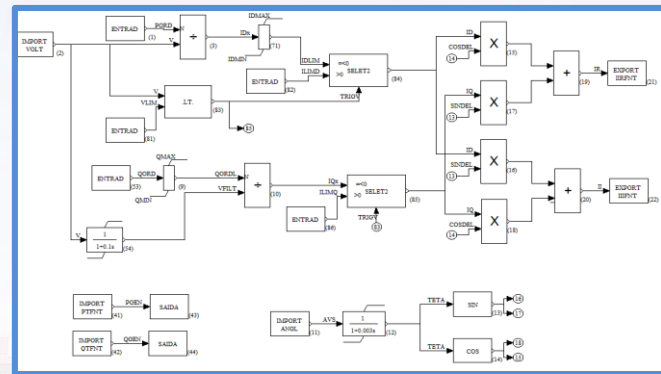


Gráfico de tensão (VOLT) versus tempo (segundos) para o sistema GIDC e GSE. O eixo Y varia de 0 a 1.2, e o eixo X varia de 0 a 30 segundos. A tensão GIDC (verde) permanece constante em 1.0 V. A tensão GSE (marrom) varia em degraus, começando em 1.0 V, caindo para 0.2 V entre 15s e 17s, e voltando para 1.0 V após 30s.

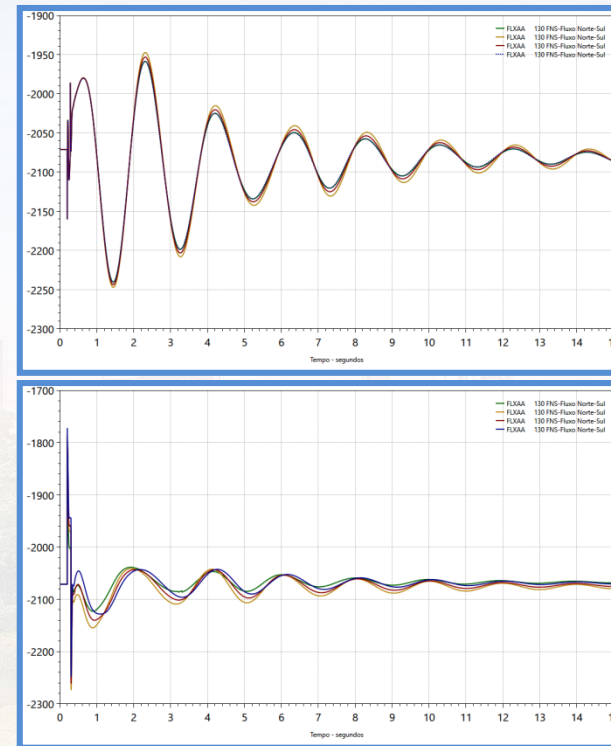


- Flexibilidade do CDU permite o detalhamento das estruturas.
- Modelos extensos com estruturas desnecessárias.
  - Malhas de controle não utilizadas
  - Uso de constantes de tempo de transitórios eletromagnéticos.



- Modelos de geração eólica
  - Modelo detalhado
  - Impedância constante
  - Corrente constante
  - Potência constante
- Local do Defeito
  - Eletricamente próximo das usinas eólicas
  - Eletricamente distante das usinas eólicas

Fluxo Norte - Sul





# DESEMPENHO COMPUTACIONAL

**Tabela 1 – Tempo de simulação e média de Iterações por passo**

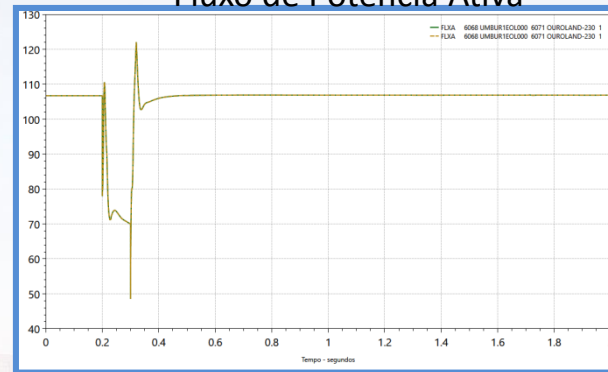
**Modelos Detalhados de Eólicas**      **Impedância Constante**      **Corrente Constante**      **Potência Constante**

Tempo de CPU	16:15.40	08:36.63	06:19.69	07:34.66
Soluções de rede CA por passo	7.77	7.80	7.79	7.79
Iterações modelos CA - rede CA	2.14	2.18	2.17	2.16
Iterações modelos CC - rede CC	6.66	6.94	6.88	6.83
Iterações CC - CA	1.14	1.19	1.17	1.17

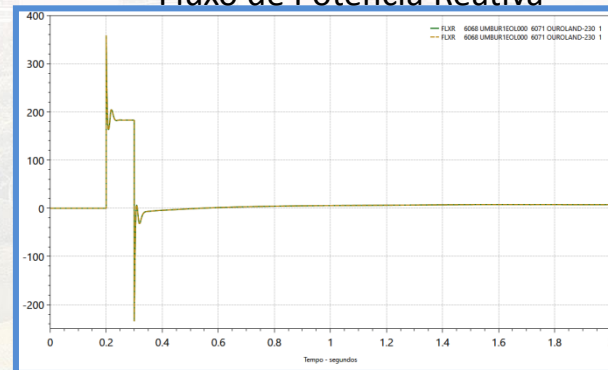
# INFLUÊNCIA DA TURBINA NO COMPORTAMENTO DINÂMICO

- Representação da turbina não causa impacto na dinâmica do sistema elétrico para defeitos e perturbações na rede
- Torque mecânico e velocidade do rotor podem ser considerados constantes

Fluxo de Potência Ativa



Fluxo de Potência Reativa



## CONCLUSÕES

---

- Representação detalhada envolvendo centenas de blocos CDU por parque é exagerada e desnecessária
- Modelos detalhados devem ser utilizados de forma criteriosa
  - Parques mais próximos com modelo detalhado
  - Parques mais distantes com modelo simplificado ou estático
- Esta preocupação auxiliará na robustez das simulações e eficiência computacional


## FABRICIO LUCAS LIRIO

---

 (21) 2598-6325

 (21) 99789-0686

 [fabricao@cepel.br](mailto:fabricao@cepel.br)

 [www.cepel.br](http://www.cepel.br)