

# REPRESENTAÇÃO DE MODELOS RACIONAIS NO PROGRAMA ATP

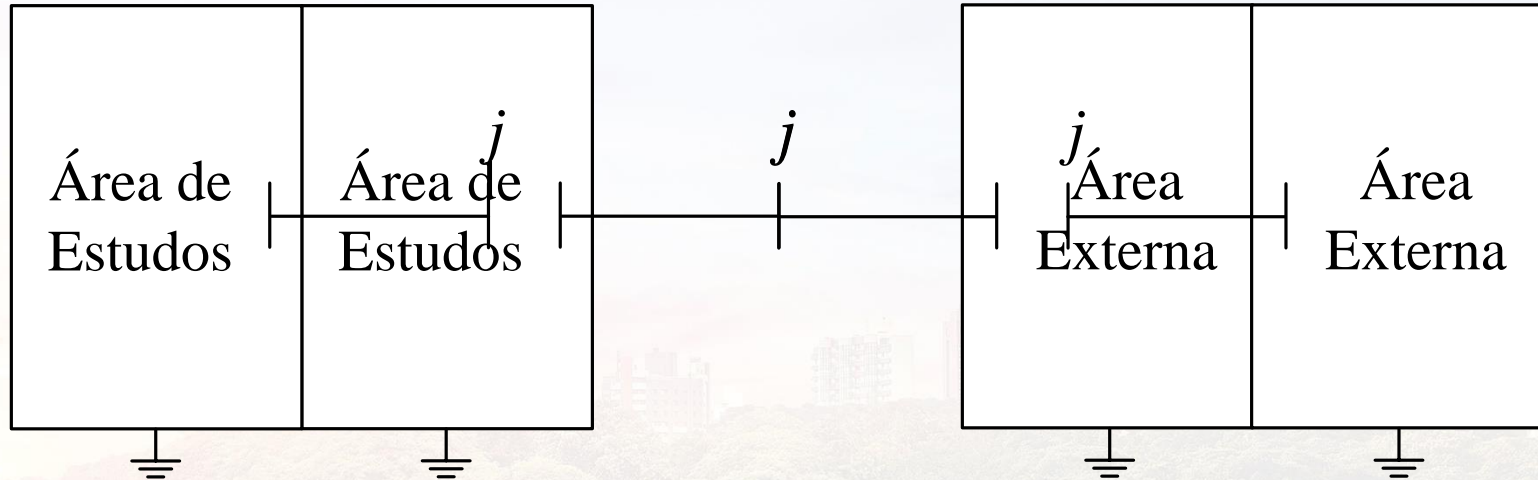
GDS / Sergio Luis Varricchio

# INTRODUÇÃO

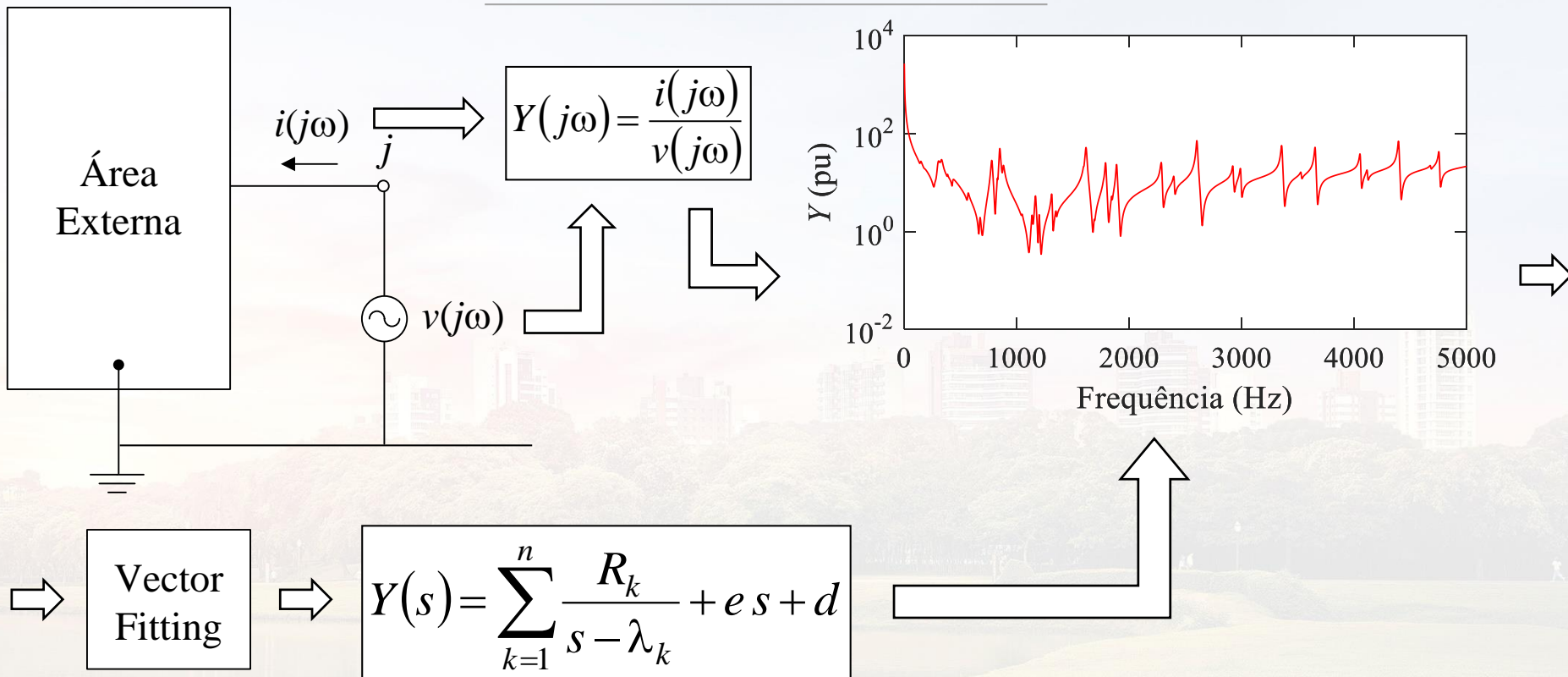
- Transitórios Eletromagnéticos - Concentrados em uma área específica da rede elétrica (área de estudos), onde se deseja analisar algum fenômeno elétrico;
- Procedimento - Dividir a rede elétrica em dois subsistemas: área de estudos, modelada em detalhes, e área externa (restante da rede), representada por um equivalente;
- Equivalentes
  - ❖ Impedâncias de CC - Baixa fidelidade → área de estudos de grande dimensão → muito tempo gasto na preparação dos dados e na obtenção dos resultados;
  - ❖ Modelos Racionais - Alta fidelidade → área de estudos de pequena dimensão → pouco tempo gasto na preparação dos dados e na obtenção dos resultados;
- Vector Fitting – Método mundialmente utilizado para a obtenção eficiente dos modelos racionais.







## METOLOGIA PROPOSTA



## METODOLOGIA PROPOSTA

$$i(s) = Y(s) v(s) \Rightarrow i(s) = \left( \sum_{k=1}^n \frac{R_k}{s - \lambda_k} \right) v(s) + \underbrace{(e s + d) v(s)}$$

$$x_k(s) = \frac{R_k}{s - \lambda_k} v(s) \Rightarrow \boxed{\mathcal{L}^{-1}} \Rightarrow \dot{x}_k(t) = \lambda_k x_k(t) + R_k v(t)$$

$$i_{ed}(s) = (e s + d) v(s) \Rightarrow \boxed{\mathcal{L}^{-1}} \Rightarrow i_{ed}(t) = e \dot{v}(t) + d v(t)$$

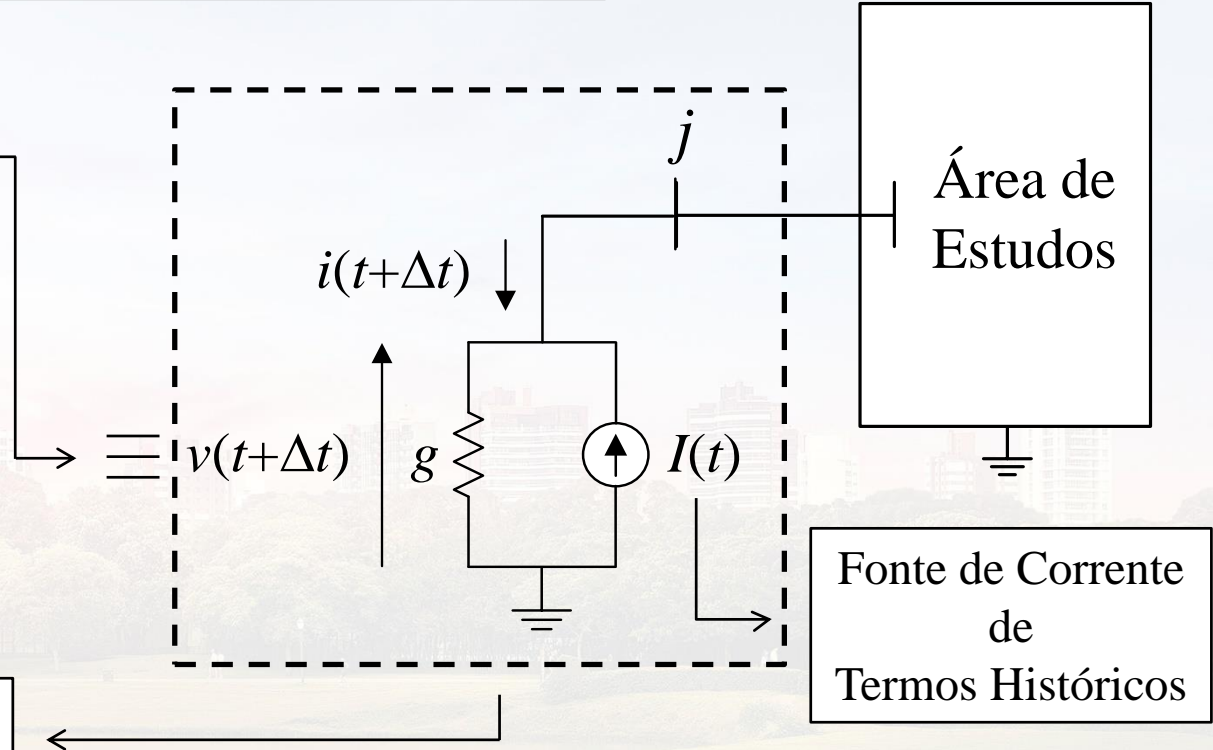
$$\begin{aligned} \dot{x}_k(t) &\Rightarrow \boxed{\text{Integração Trapezoidal}} \Rightarrow x_k(t + \Delta t) \\ i_{ed}(t) &\Rightarrow \boxed{\text{Integração Trapezoidal}} \Rightarrow i_{ed}(t + \Delta t) \end{aligned} \Rightarrow \boxed{\Sigma} \Rightarrow i(t + \Delta t) = g v(t + \Delta t) - I(t)$$

## METOLOGIA PROPOSTA

$$i(t + \Delta t) = g v(t + \Delta t) - I(t)$$

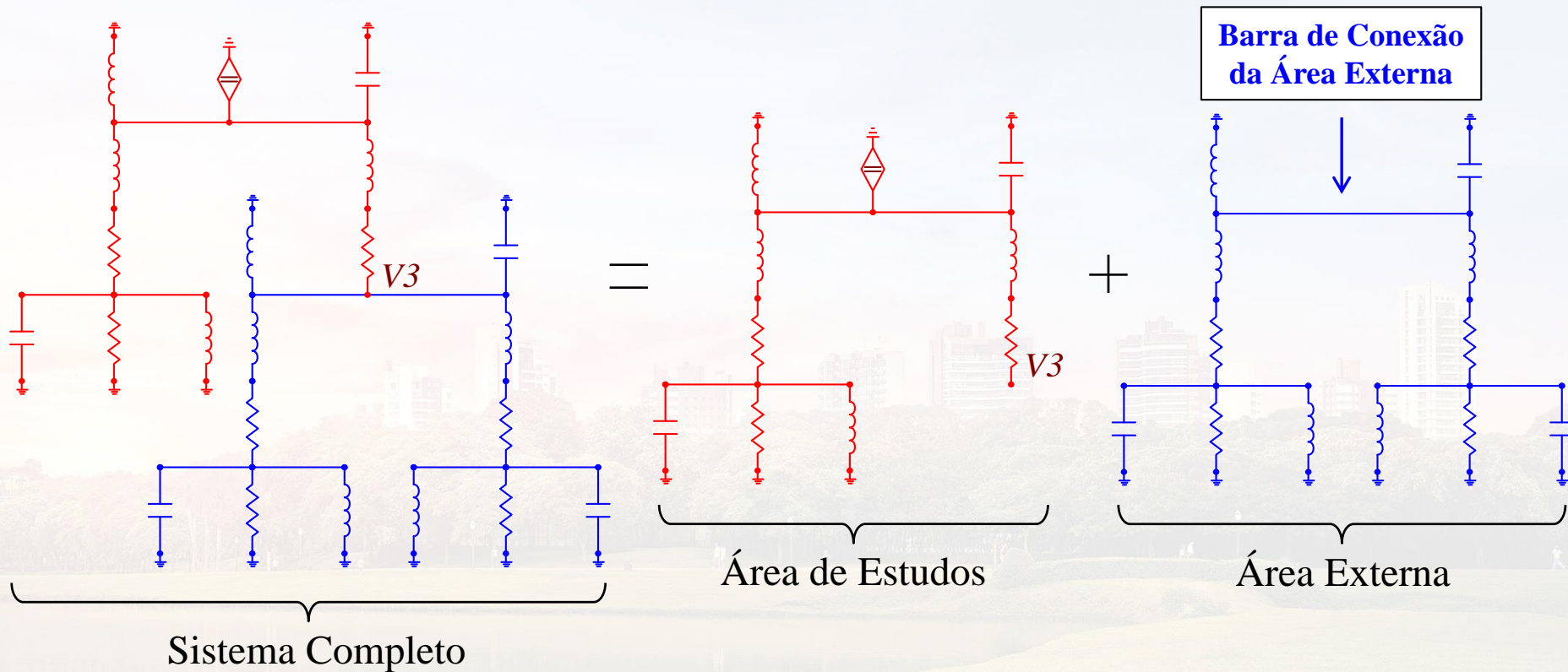
$$g = g(\Delta t, \lambda_k, R_k, e, d)$$

$$I = I(t, \Delta t, \lambda_k, R_k, e, d)$$



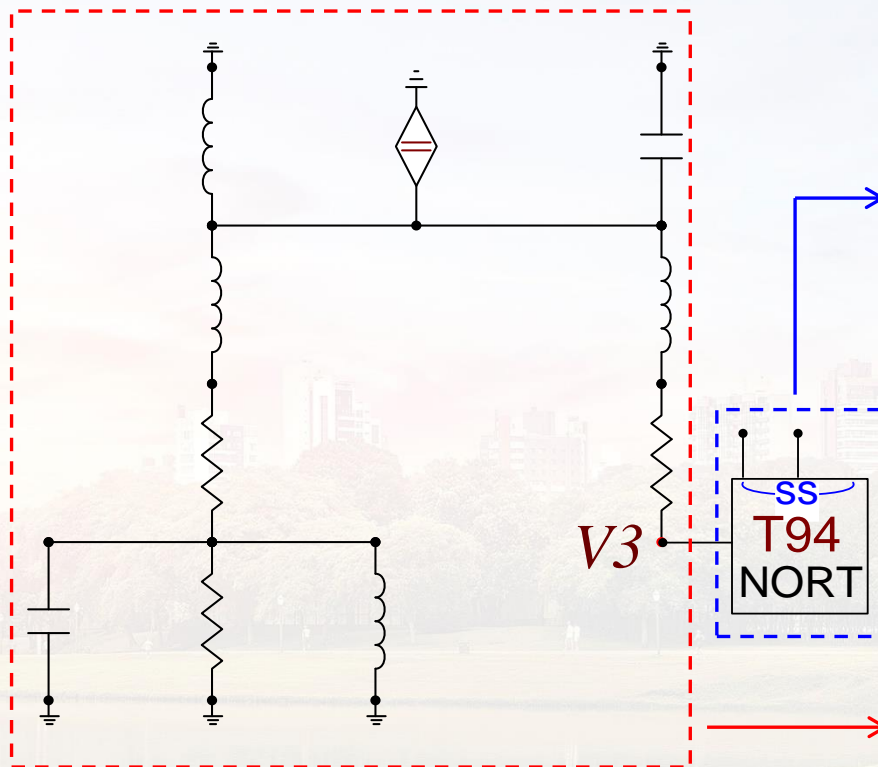
Implementação no ATP: Models  
Type-94 Norton Component

## RESULTADOS





## RESULTADOS

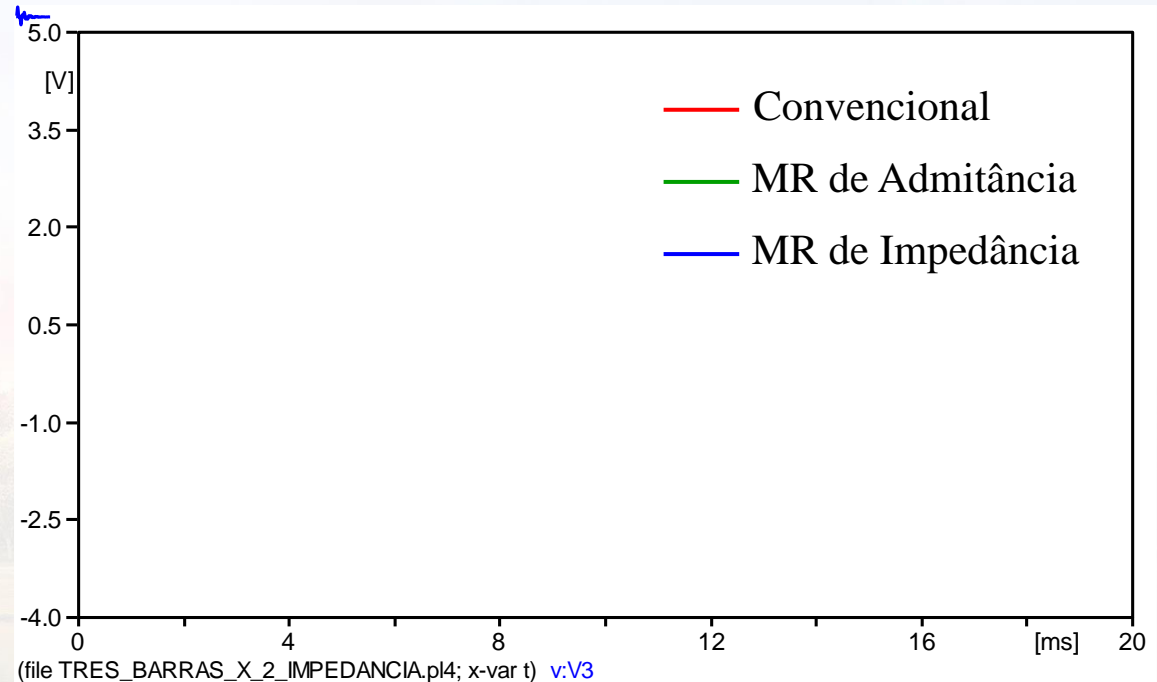
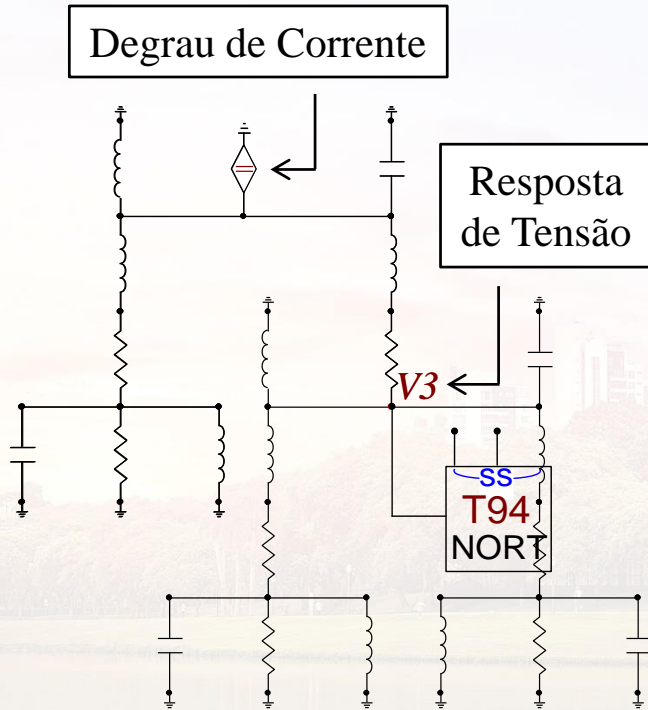


Área Externa: representada pelo Modelo Racional de Admitância ou Impedância (Equivalente de Norton) implementado no ATP utilizando a linguagem Models (Type-94 Norton Component).

Área de Estudos: modelada convencionalmente (em detalhes).

## RESULTADOS

### Tensão na barra de conexão



- Proposição de um método simples e eficiente para a representação de Modelos Racionais (MRs) de admitância e impedância no programa ATP, utilizando o “Type-94 Norton Component” da linguagem Models (aplicável apenas a equivalentes mono-barras);
- A rede externa pode conter elementos de parâmetros distribuídos e/ou concentrados, desde que o modelo racional da rede externa tenha alta fidelidade;
- O método “Vector Fitting”, mundialmente utilizado, pode produzir MRs de alta fidelidade de redes externas de grandes dimensões contendo muitas linhas de transmissão modeladas por parâmetros distribuídos.


## TRABALHOS FUTUROS

- Generalização do método para equivalentes multi-barras;
- Consideração da sequência zero do sistema;
- Implementação computacional do método generalizado (incluído o método “Vector Fitting”) no código do programa HarmZs do CEPEL para geração automática do arquivo contendo o equivalente da rede externa para ser utilizado diretamente no programa ATP.




## Sergio Luis Varricchio

---

 (21) 2598-6214

 slv@cepel.br

 <https://sites.google.com/site/sergioluisvarricchio>