



Universidade de Brasília (UnB)

Laboratório de Proteção de Sistemas Elétricos (LAPSE)



GPC 17

Localização de Faltas com Conexão para o Terra Baseada na Teoria das Ondas Viajantes:

Uma abordagem de Dois Terminais Independente de Ajustes e da Sincronização de Dados

Felipe V. Lopes, D.Sc.
Kleber M. Silva, D.Sc.

EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE TRANSMISSÃO



Em âmbito mundial
Expansão dos sistemas

Sistemas com maiores dimensões

↑ Susceptibilidade à ocorrência de faltas

SIN em 2017

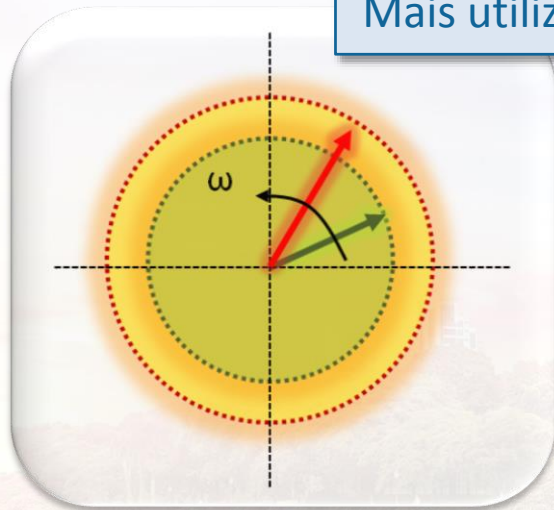
≈ 3,5 VOLTAS NO PLANETA TERRA!!!

Interesse por redução no tempo de reparo de linhas

LOCALIZAÇÃO DE FALTAS

LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO

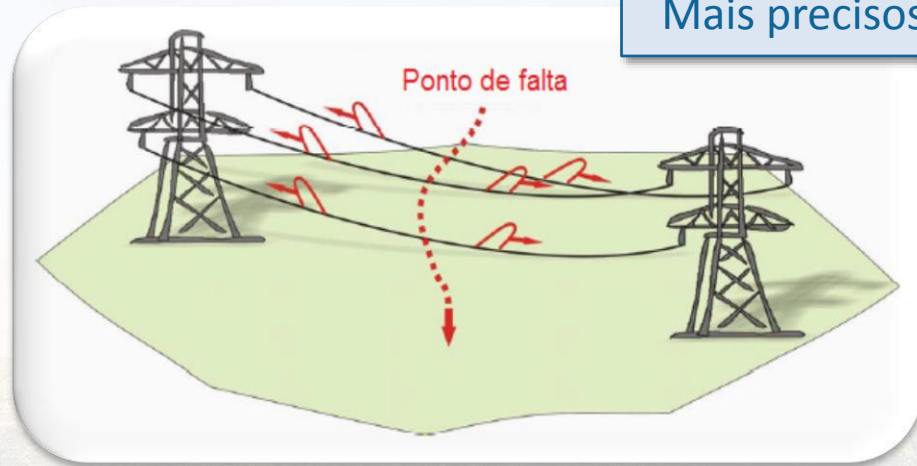
Mais utilizados



Fasores Fundamentais

versus

Mais precisos

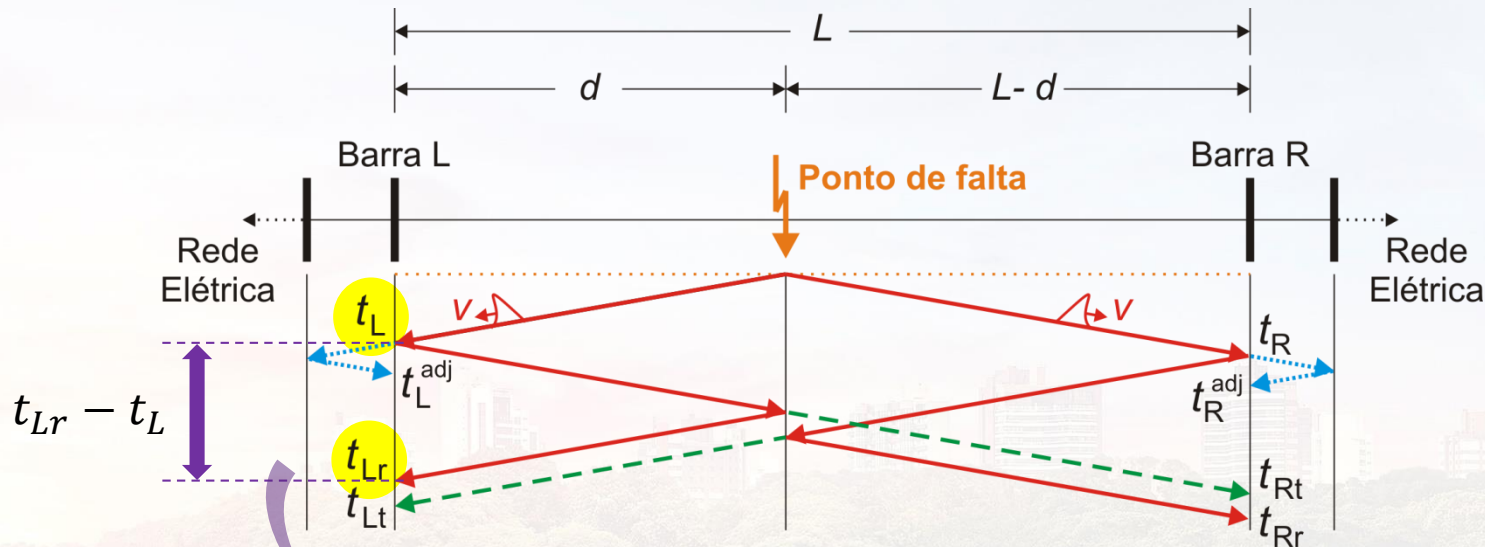


Ondas Viajantes

Fontes de erro?



MÉTODO CLÁSSICO DE UM TERMINAL

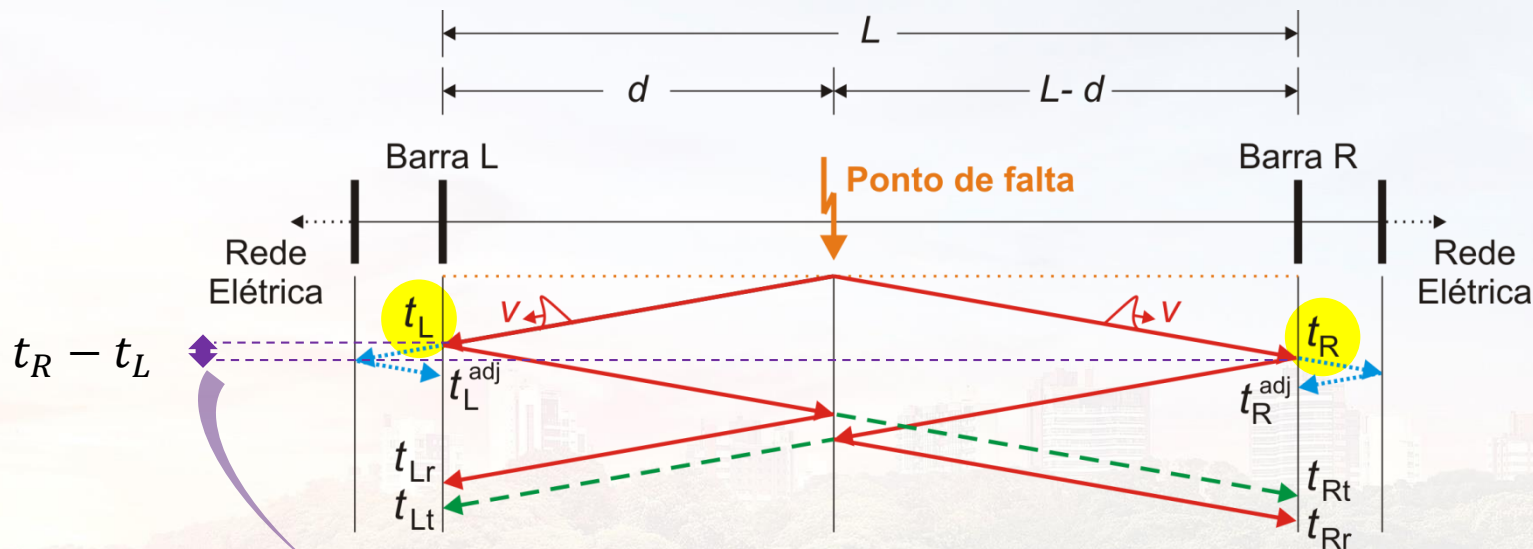


- Não depende da sincronização de dados
- Não depende de L (em km)

$$d_{1class} = \frac{(t_{Lr} - t_L)v}{2}$$



- Requer detecção de OV refletida
- Velocidade de propagação



$$d_{2class} = \frac{L - (t_R - t_L)v}{2}$$

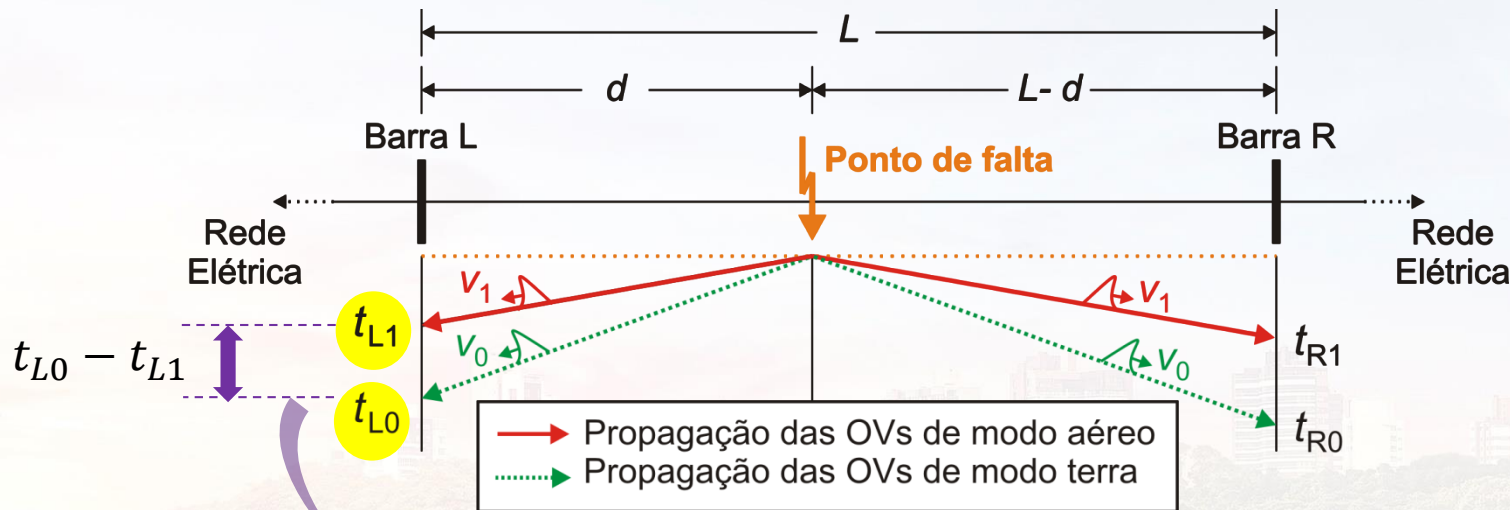


- Não requer detecção de OV refletida



- Depende de L
- Sincronização de dados
- Velocidade de propagação

MÉTODO ALTERNATIVO DE UM TERMINAL PARA FALTAS COM CONEXÃO PARA O TERRA



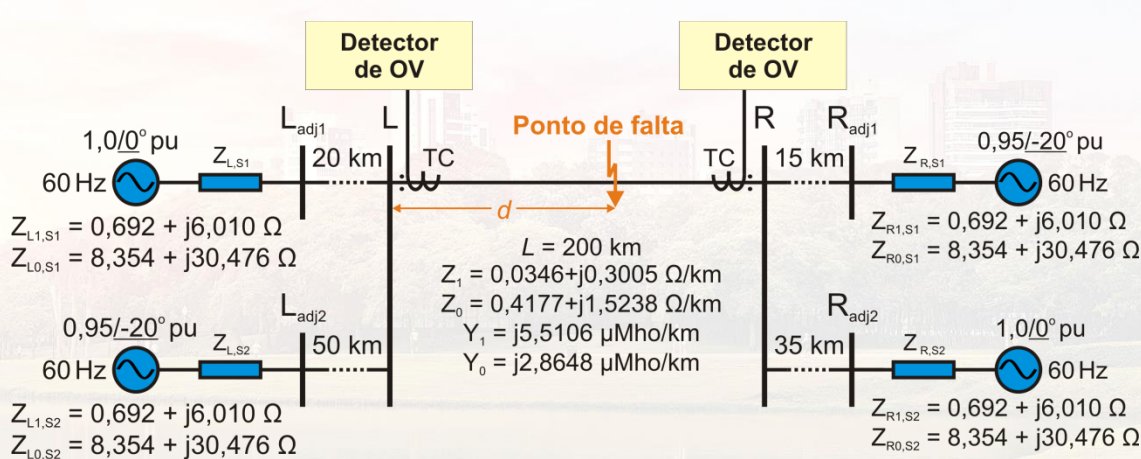
- Não requer detecção de OV refletida
- Não depende da sincronização de dados
- Não depende de L (em km)

$$d_{1terra} = \frac{(t_{L0} - t_{L1})v_0v_1}{v_1 - v_0}$$

- Velocidade de propagação (modo aéreo e terra)

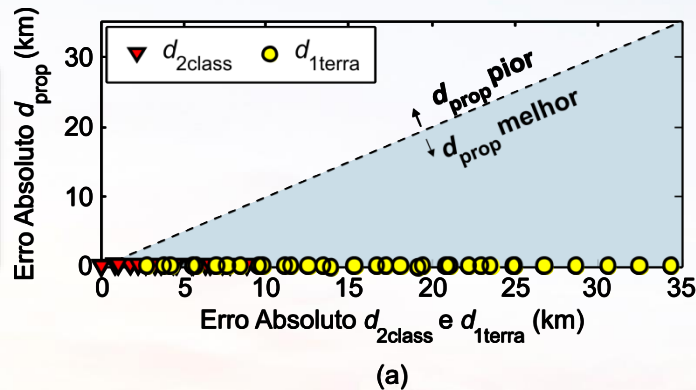
AVALIAÇÃO DO ALGORITMO PROPOSTO (1ª ETAPA)

- Simulações via *Alternative Transients Program* (ATP) → Sistema 500 kV/60 Hz
 - ❑ Frequência de amostragem simulada → 1 MHz + Filtro anti-aliasing $f_c = 400$ kHz
 - ❑ Transf. para Instrumento → Intencionalmente modelados como ideais
 - ❑ OV's modais → Transformação de Karrenbauer + Filtro *Differentiator-Smoother*

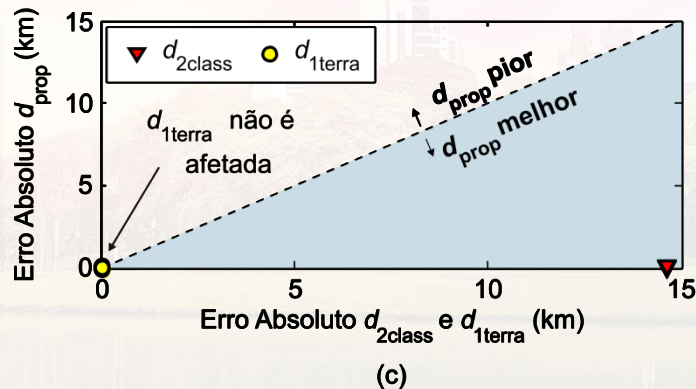


- AT e ABT
- Linhas adjacentes
- $0,1.L < d < 0,9.L$
- L conhecido
- $\theta = 90^\circ / R_f \approx 0$
- Diferentes cenários
- 306 registros

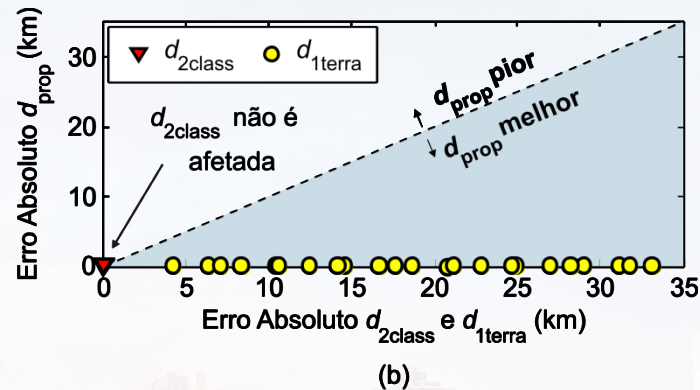
Cenário 1)
Erro $\pm 10\%$
Parâmetros
Seq. + /
Dados Sinc.



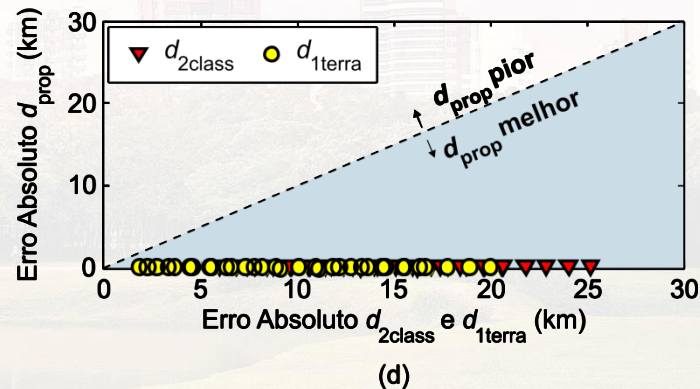
Cenário 3)
Parâmetros
Seq. + e 0
corretos /
Erro Sinc.
 $\pm 100 \mu s$



Cenário 2)
Erro $\pm 10\%$
Parâmetros
Seq. 0 /
Dados Sinc.



Cenário 4)
 Erro $\pm 10\%$
 Parâmetros
 Seq. + e 0 /
 Erro Sinc.
 $\pm 100 \mu s$

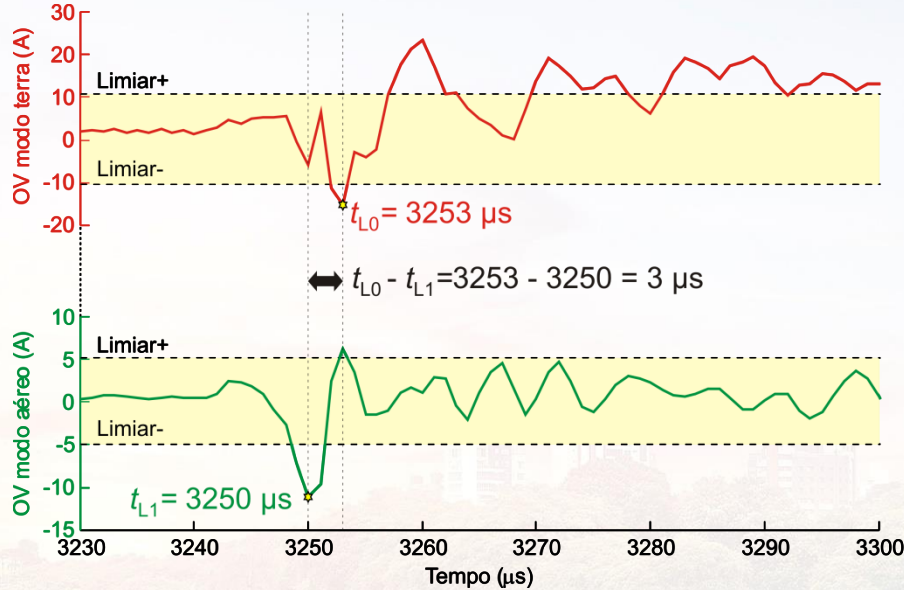


- Registos oscilográficos reais → **Sistema 220 kV/50 Hz**
 - ❑ Sistema elétrico da China → $L = 93,11$ km
 - ❑ Dispositivos localizadores baseados em OV's
 - ❑ Frequência de amostragem → 1 MHz
 - ❑ Sinais avaliados → Saídas de filtros passa-altas
 - ❑ *Hard Threshold* → % do valor máximo dos sinais filtrados
- Dois casos avaliados
 - ❑ ABT, 18,82 km
 - ❑ ABT, 51,31 km

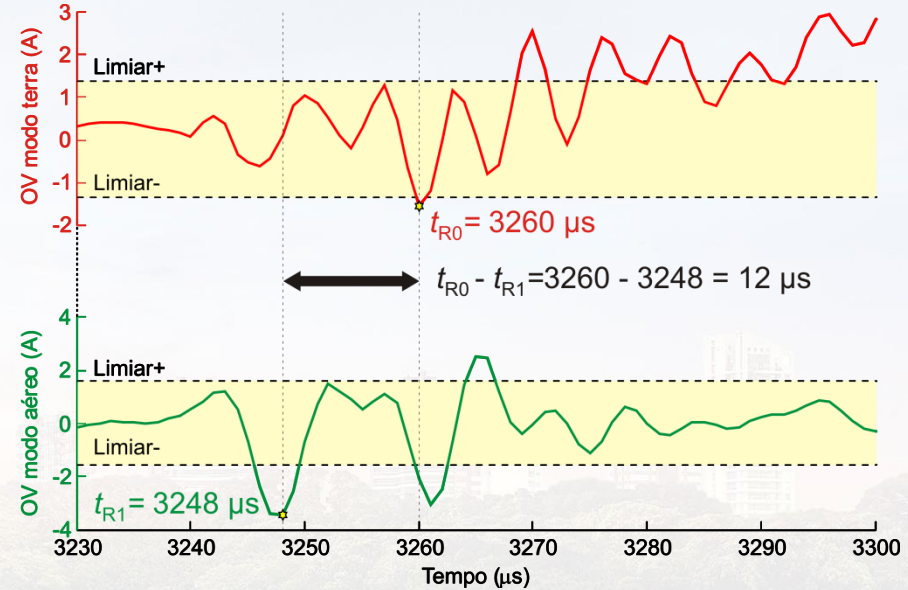


UnB/LAPSE

CASO 1: ABT, 18,82 km



Terminal Local



Terminal Remoto

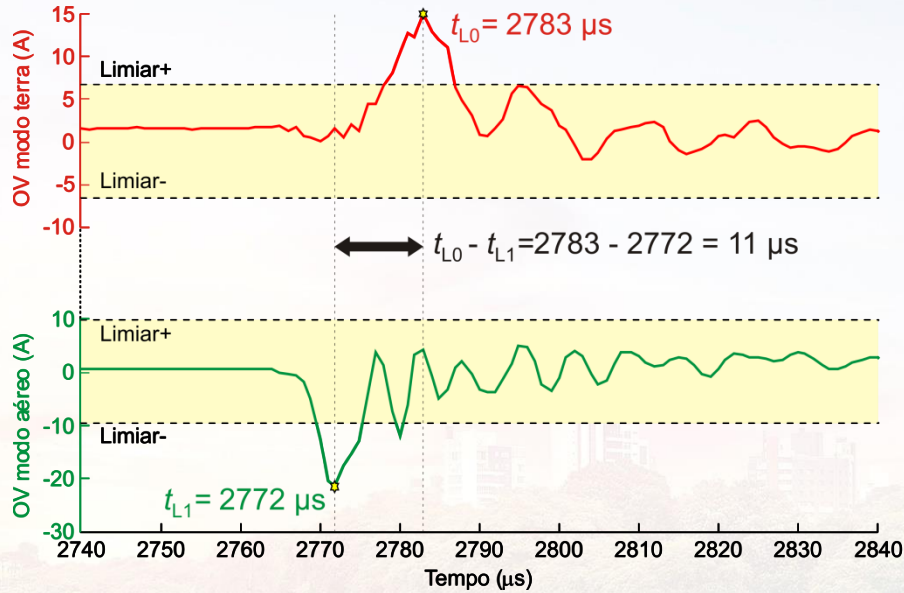
$$d_{prop(km)} = d_{prop(pu)} L = \frac{(t_{L0} - t_{L1})}{(t_{L0} - t_{L1}) + (t_{R0} - t_{R1})} L = \frac{3 \mu}{3 \mu + 12 \mu} 93,11 = 18,62 \text{ km}$$

$\epsilon_{ABS} = 200 \text{ m}$

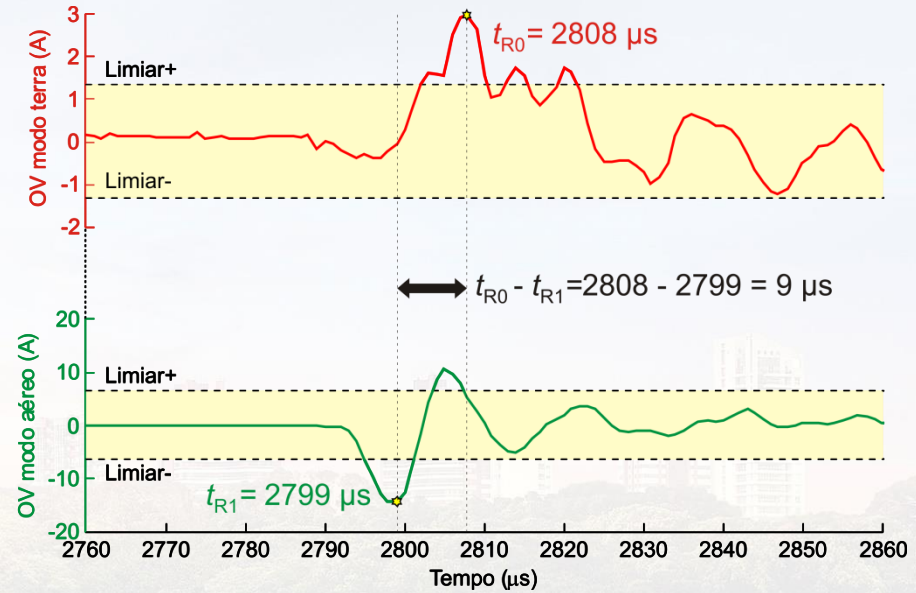


UnB/LAPSE

CASO 2: ABT, 51,31 km



Terminal Local



Terminal Remoto

$$d_{prop(km)} = d_{prop(pu)} L = \frac{(t_{L0} - t_{L1})}{(t_{L0} - t_{L1}) + (t_{R0} - t_{R1})} L = \frac{11 \mu}{11 \mu + 9 \mu} 93,11 = 51,21 km$$

$\epsilon_{ABS} = 100 m$

- Algoritmo proposto → Facilidades não verificadas em métodos clássicos
 - ❑ Apenas ondas incidentes
 - ❑ Registros não-sincronizados
 - ❑ Independente de ajustes
- Apresentou bom desempenho
 - ❑ Registros simulados → Erros < 40 m
 - ❑ Registros reais → Erros < 200 m
 - ❑ Demais métodos comprometidos por: Erros de sinc. e incertezas nos parâmetros
- Outros desenvolvimentos e trabalhos futuros
 - ❑ Generalização para todos os tipos de falta

OBRIGADO!

FELIPE V. LOPES, D.Sc.



(61) 98134-8285



(61) 98134-8285



felipevlopes@unb.br



www.ppgee.unb.br