

Raiter Júnior Barbosa Santos
Orientador: Eduardo Gonzaga da Silveira

INTRODUÇÃO

No Brasil, as concessionárias transmissoras são remuneradas pela disponibilidade dos equipamentos no Sistema Interligado Nacional (SIN) e penalizadas financeiramente pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em casos de indisponibilidades iguais ou superiores a um minuto. Neste contexto, a localização rápida e precisa de faltas em linhas de transmissão (LT) é essencial, e avanços na aquisição de dados, com taxas de amostragem na ordem de MHz, permitem observar os transitórios que viabilizam a aplicação de métodos por ondas viajantes. No entanto, técnicas clássicas possuem erros associados, levando pesquisadores a desenvolverem abordagens alternativas que, embora eficazes, introduzem dificuldades na detecção de ondas refletidas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas discontinuidades, surtos na LT propagam-se sob incidência, reflexão e refração, conforme Figura 1.

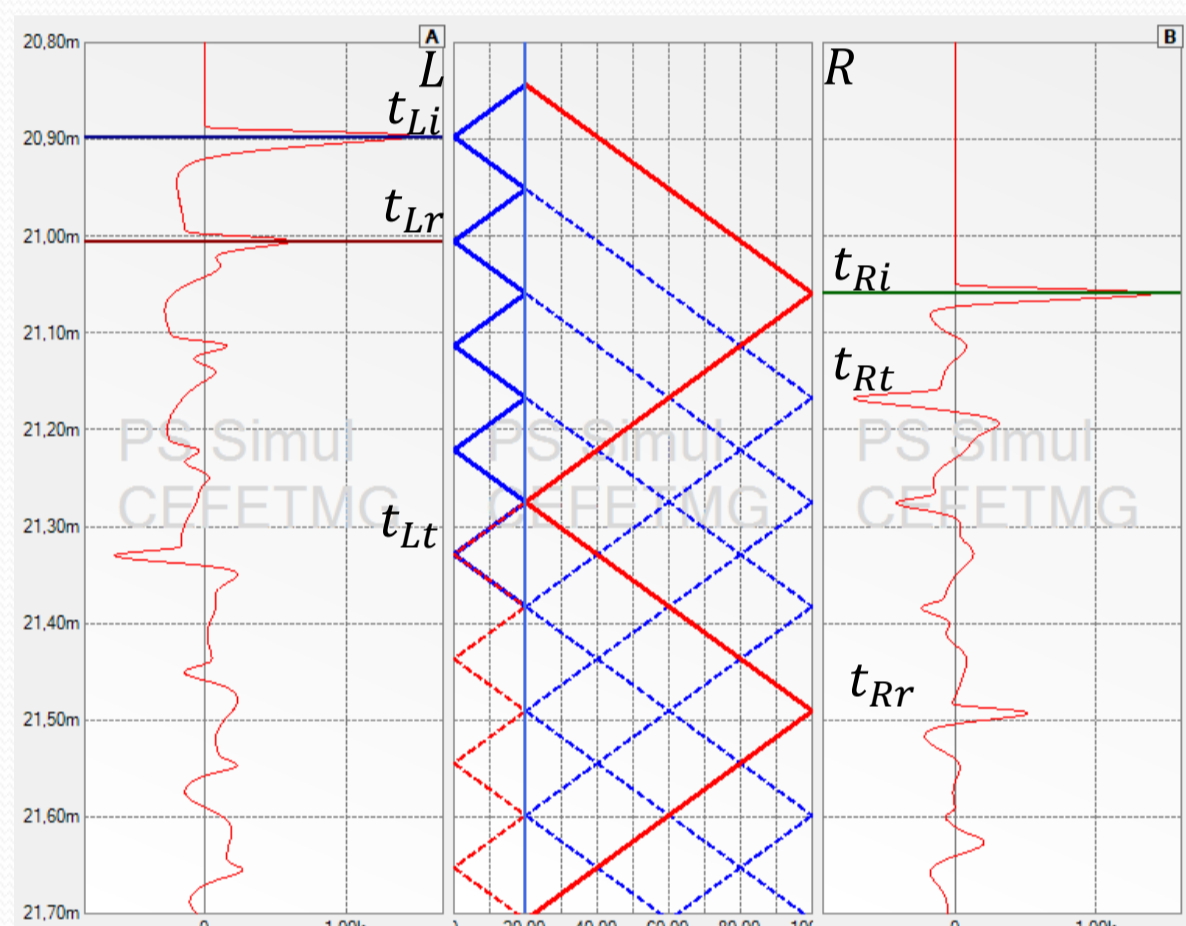


Figura 1: Diagrama Bewley – PS Simul Conprove

A Tabela 1 apresenta as equações utilizadas para a localização de faltas na linha de transmissão.

Autor	Formulação
Clássico	$d = 0,5 \cdot [LL - (t_{Ri} - t_{Li}) \cdot v_{p1}]$
Mahmoud Gilany	$d = \frac{LL}{2} \cdot \frac{(t_{Lr} - t_{Li})}{[(t_{Lr} - t_{Li}) + (t_{Ri} - t_{Li})]}$
Felipe Lopes	$d = LL \cdot \frac{(t_{Lr} - t_{Li})}{[(t_{Lr} - t_{Li}) + (t_{Rr} - t_{Ri})]}$

Tabela 1: Métodos de Localização por Ondas Viajantes

DESENVOLVIMENTO

Simulação no software PS Simul Conprove Engenharia, com licença estudantil, variando distância de falta, ângulo de incidência, resistência de falta e tipo de falta.

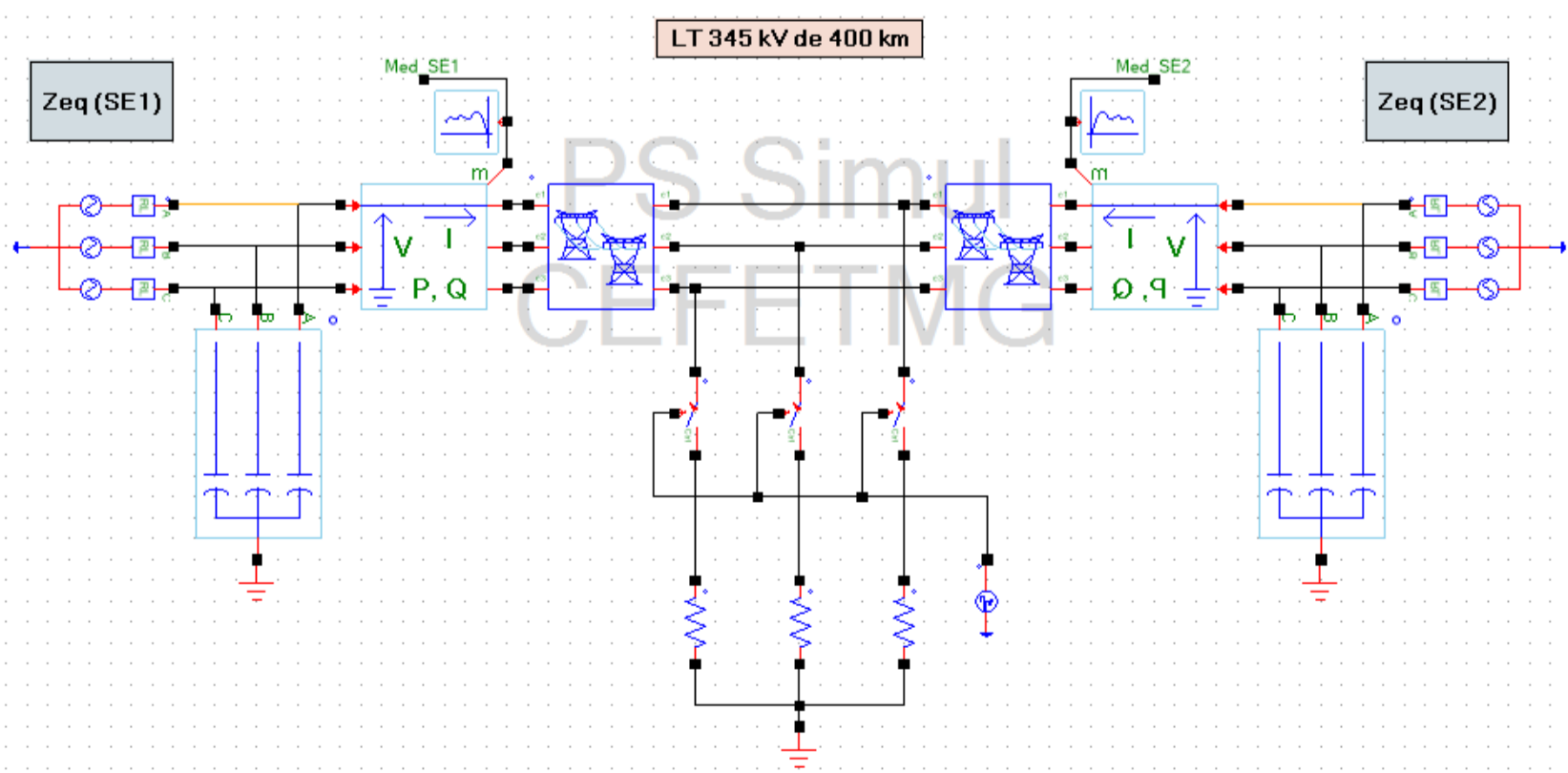


Figura 2: Modelagem do Sistema – PS Simul Conprove

Métodos para identificar os tempos de onda:

- Filtro Butterworth
- Transformada de Wavelet

A Figura 3 ilustra a identificação das ondas de surto por meio da transformada Wavelet.

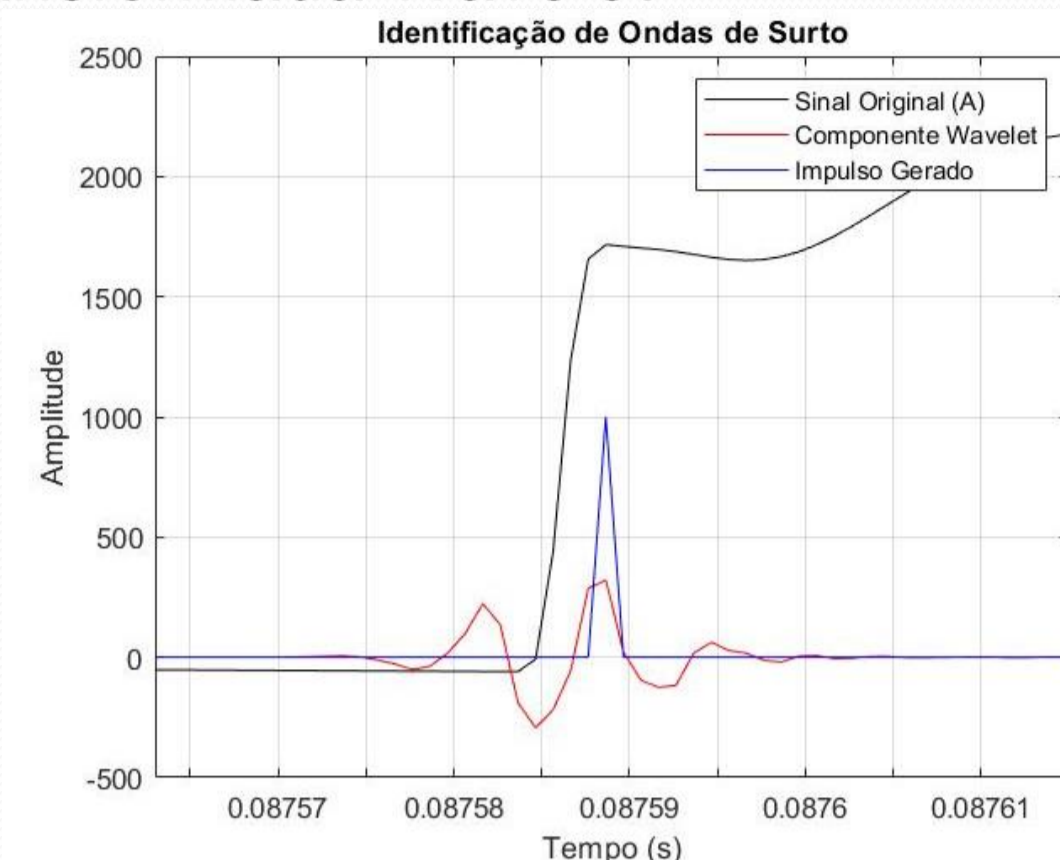


Figura 3: Impulso para Identificação do Tempo de Onda
A Figura 4 apresenta a identificação dos tempos das ondas incidente, refletida e transmitida.

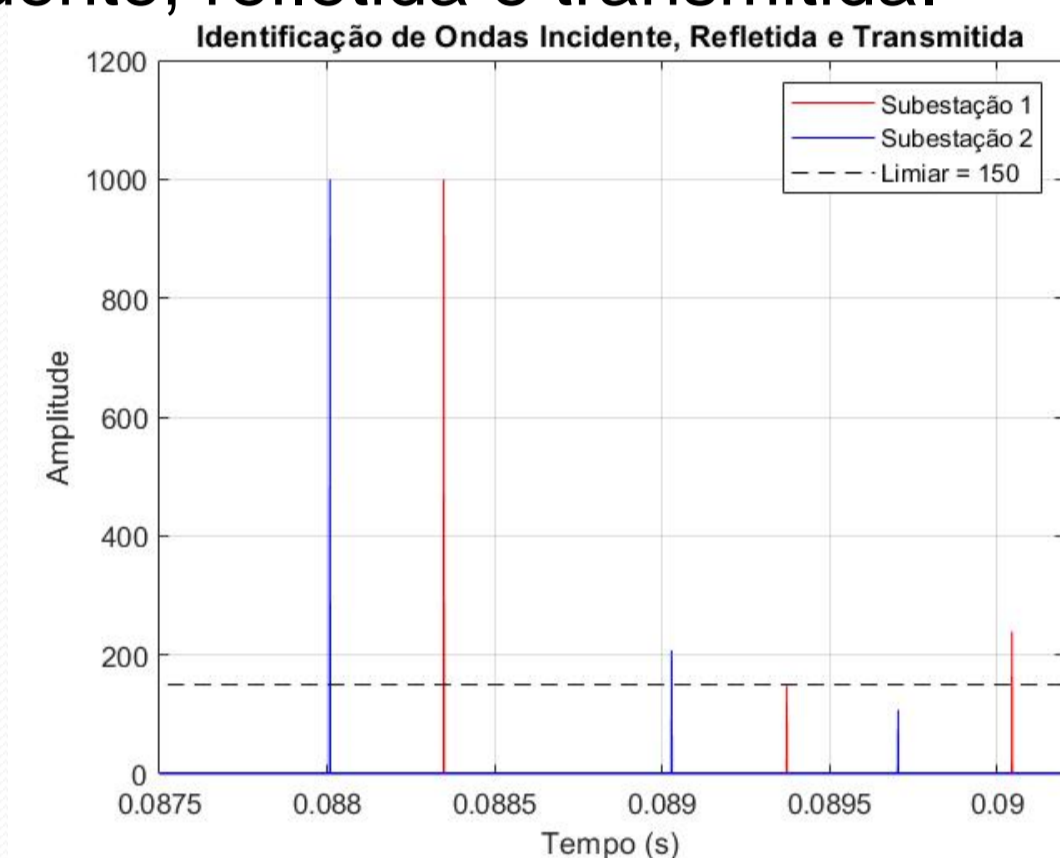


Figura 4: Sequência de Ondas

RESULTADOS

A Figura 5 apresenta os erros absolutos na variação da posição de falta com filtro Butterworth e Wavelet.

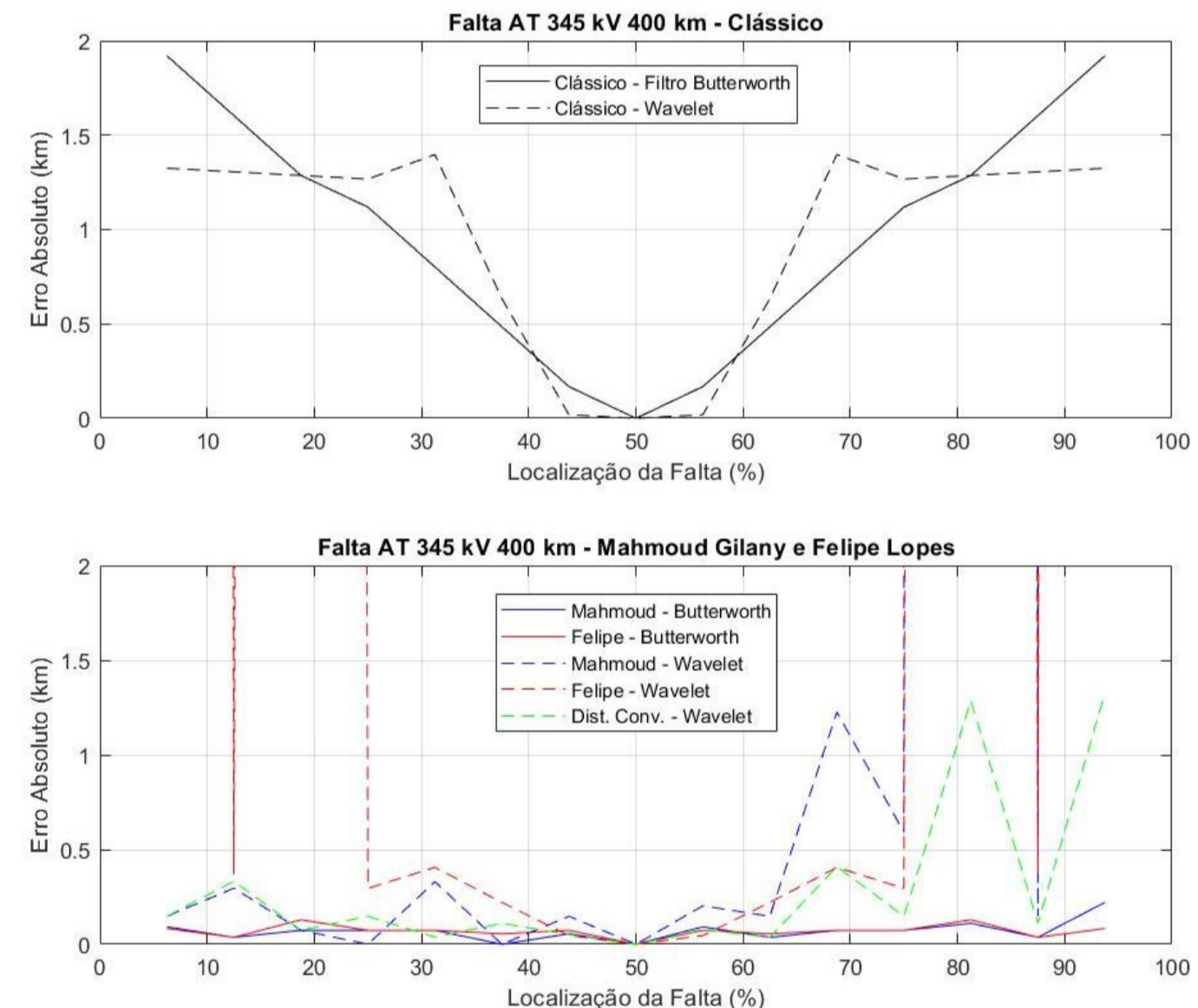


Figura 5: Variação da Distância – Butterworth e Wavelet

Com ângulo de 0°, o Filtro Butterworth torna a localização instável. Nesses casos, a Wavelet determina a localização, exceto em um caso na Tabela 2.

Ângulo de Inc.	Res. de Falta (Ω)	Filtro Butterworth – Erro Abs. (km)			Wavelet – Erro Abs. (km)		
		Falta FT	Falta 2FT	Falta 3FT	Falta FT	Falta 2FT	Falta 3FT
90°	0	0,0737	0,0553	0,0553	0,1475	0,1475	0,1475
90°	50	0,0737	0,0737	0,0737	0,1475	0,1475	0,1475
90°	100	0,0737	0,0737	0,0921	0,1475	0,1475	0,1475
45°	0	0,0737	0,0753	0,0553	0,1475	0,1475	0,1475
45°	50	0,0737	0,0737	0,0737	0,1475	0,1475	0,1475
45°	100	0,0737	0,0921	0,0921	0,0000	0,1475	0,1475
0°	0	11,8376	99,8511	301,6453	0,1660	100,0000	0,166
0°	50	11,8376	0,0737	1,7361	0,0000	0,1475	0,166
0°	100	689,4407	0,0921	1,4165	0,0000	0,1475	0,166

Tabela 2: Ângulo de Incidência e Resistência de Falta

CONCLUSÃO

Ambos os métodos de cálculo de distância apresentam situações de incerteza, que também se refletem nas ferramentas de identificação de ondas. Essa característica ressalta a importância de utilizar os métodos de forma integrada.