

### Introdução

As funções de localização e a classificação de faltas em linhas de transmissão são procedimentos importantes quando há ocorrência de um defeito em uma linha de transmissão. A precisão e a rapidez na execução dessas funções tem influência direta no tempo de deslocamento das equipes e, portanto, no tempo de restabelecimento da energia, em especial para linhas longas ou localizadas em terrenos de difícil acesso. As técnicas de localização utilizadas neste estudo baseiam-se na morfologia matemática, que é uma técnica desenvolvida a partir da teoria de conjuntos e da geometria integral, capaz de extrair informações da característica geométrica e forma dos sinais através de operações com um elemento estruturante (EE). O algoritmo implementado para a localização de faltas utiliza o filtro conhecido como gradiente morfológico (GM), que utiliza operações básicas denominadas dilatação e erosão, extraindo informações dos sinais no domínio do tempo e apenas com operações simples de adição e subtração acompanhadas de máximos e mínimos de conjuntos discretos.

### Metodologia

Os sinais de corrente transitórios da falta foram obtidos pela simulação de um sistema de linhas de transmissão através do software ATP, em seguida os dados foram tratados no MATLAB para o desacoplamento das fases através da transformada de Clarke e posterior aplicação dos filtros morfológicos no modo aéreo um desse resultado.

O objetivo da utilização dos filtros morfológicos é determinar os instantes de tempo que as ondas viajantes chegam às barras terminais da linha, e juntamente com a velocidade de propagação, calcular a distância até o ponto de falta.

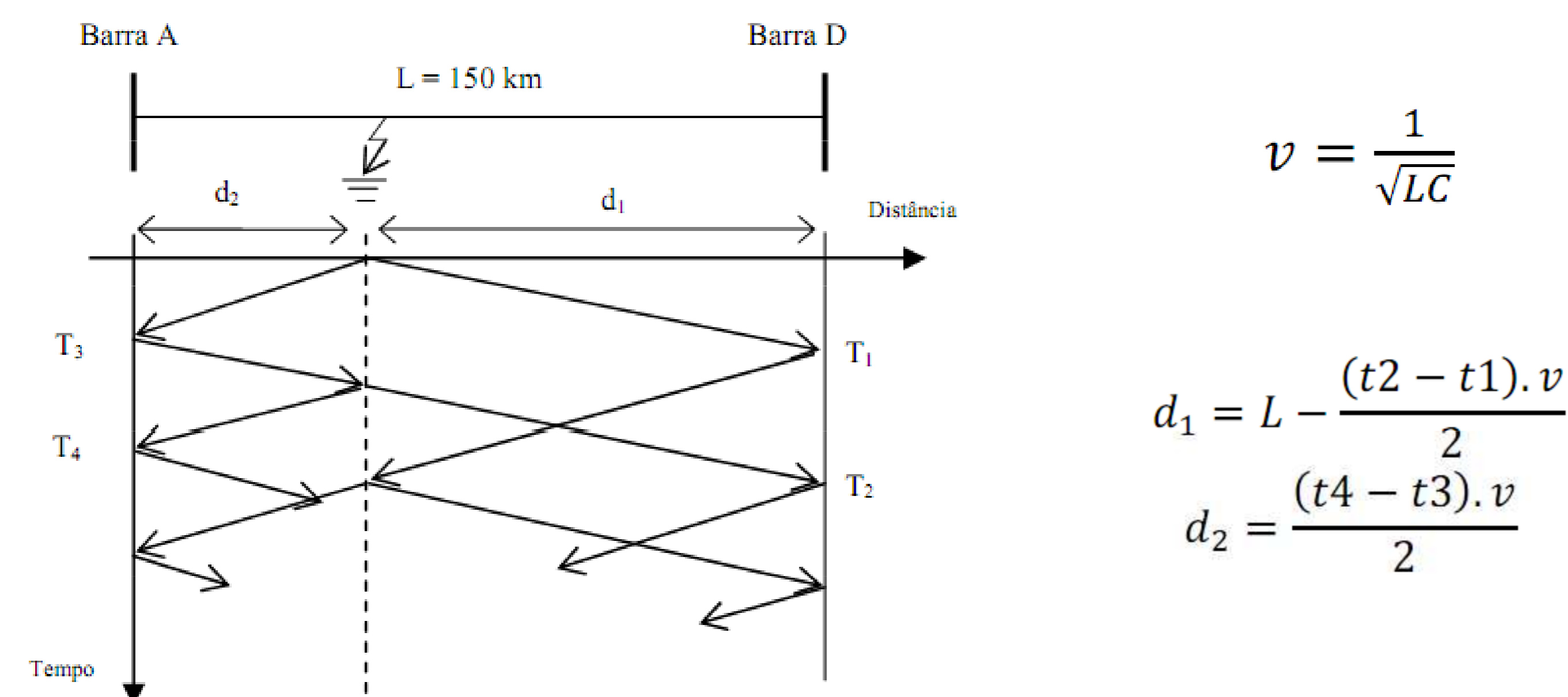


Figura 1: Diagrama Lattice da linha que ocorre a falta e fórmulas para cálculo da distância

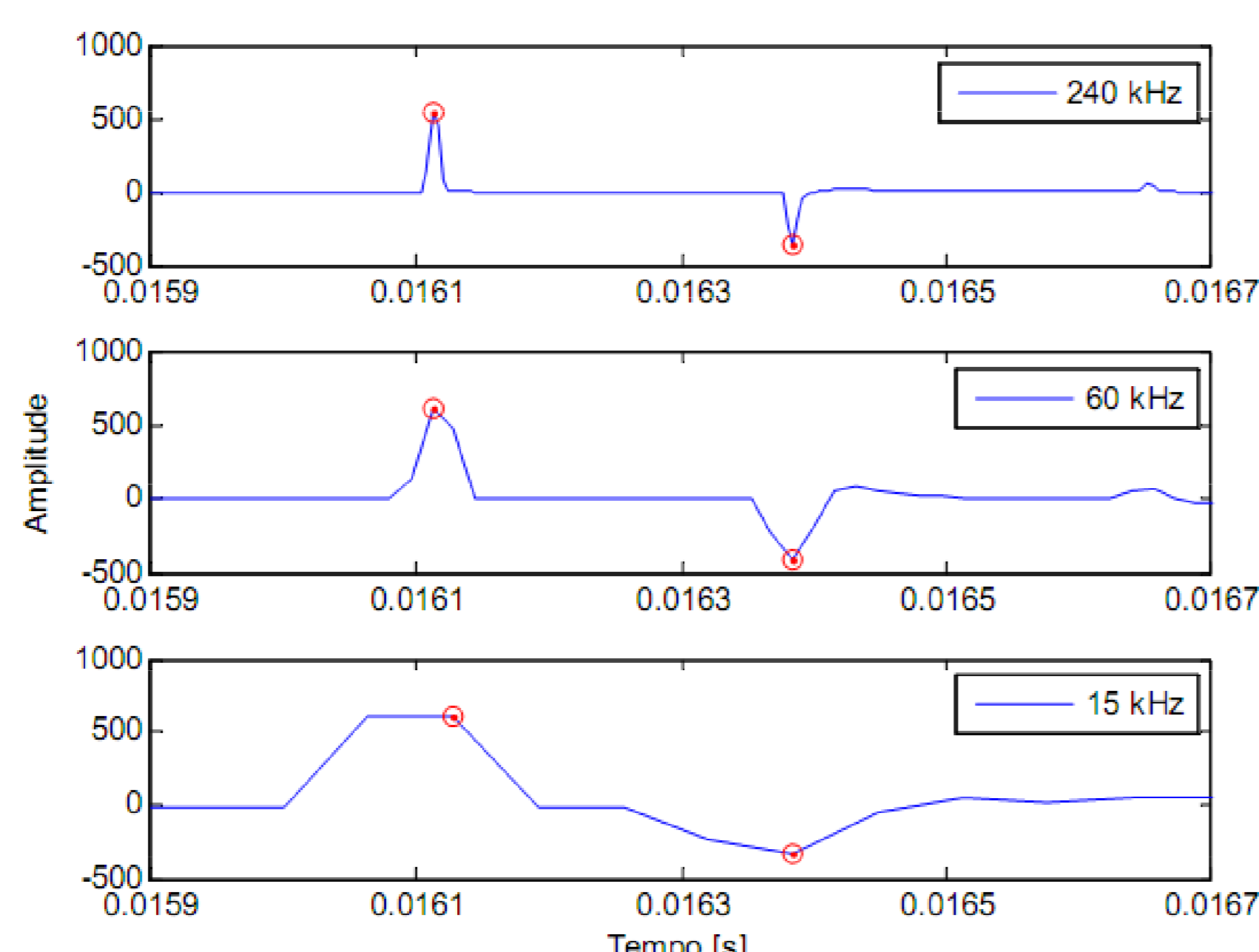


Figura 2: Vista em detalhe do sinal após aplicação do filtro GM

### Resultados

Alterações diversas foram aplicadas para verificar o desempenho dos filtros morfológicos nesse método de localização, como o tamanho do elemento estruturante (EE), a resistência da falta, o ângulo de incidência da falta e a taxa de amostragem do sinal. A tabela abaixo mostra resultados para o filtro GM, com uma falta a 40 km da barra A.

Tabela 1: Distâncias da falta calculadas para cada barra no filtro GM

	Barra A	Distância (km)	Erro (%)
EE	[-1 0 -1]	39,87	0,32
	[-2 -1 0 -1 -2]	39,87	0,32
	[-3 -2 -1 0 -1 -2 -3]	41,04	2,60
R	100 Ω	39,87	0,32
	500 Ω	39,87	0,32
Ângulo	0°	39,87	0,32
	45°	39,29	1,77
	90°	39,87	0,32
Frequência	15 kHz	46,91	17,27
	60 kHz	42,22	5,55
	240 kHz	39,87	0,32

	Barra D	Distância (km)	Erro (%)
EE	g1	110,13	0,12
	g2	110,71	0,65
	g3	110,71	0,65
R	100 Ω	110,13	0,12
	500 Ω	110,13	0,12
Ângulo	0°	110,13	0,12
	45°	110,71	0,65
	90°	110,13	0,12
Frequência	15 kHz	112,47	2,25
	60 kHz	110,13	0,12
	240 kHz	110,13	0,12

### Conclusão

Ao longo do trabalho foi observado que o uso da morfologia matemática na detecção das ondas viajantes e, conseqüente, na localização de faltas é uma abordagem interessante e que tem grande facilidade de aplicação. As simulações realizadas em diferentes condições de falta mostraram um bom comportamento do método, que consegue localizar satisfatoriamente as faltas mesmo com baixos ângulos de incidência e também com resistências de falta elevadas. Entretanto, o aspecto negativo da metodologia estudada é a necessidade de taxas de amostragem elevadas, visto que esta exerce papel fundamental na qualidade dos resultados. Os resultados indicam também que a morfologia matemática possui grande potencial para utilização em relés digitais comerciais no futuro.