Comparação de técnicas de bordas absorventes na simulação de ondas sísmicas

Lívia de Oliveira Rocha, Danyelle da Silva, Edwin Fagua Duarte, João Medeiros
Departamento de Física Teórica e Experimental - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Copyright 2024, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica
Este texto foi preparado para a apresentação no X Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador, 8 a 10 de outubro de 2024. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do X SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

A simulação da propagação de ondas sísmicas tem se tornado uma das ferramentas mais importantes no processamento de dados sísmicos, uma vez que é usada em técnicas robustas tais como a migração reversa no tempo (RTM pela sigla em inglês de *Reverse Time Migration*) e a inversão completa de formas de onda (FWI pela sigla em inglês de *Full Waveform Inversion*). Portanto, a eficiência dessas técnicas depende da acurácia com a qual a simulação é executada. Um dos principais fatores que afetam a acurácia da simulação de ondas sísmicas é o uso de um domínio computacional finito para simular o comportamento de um meio de propagação que, em princípio, se comporta como um meio infinito. Essa limitação provoca reflexões artificiais nos limites do domínio computacional, que não ocorrem na propagação real. Para contornar esse efeito e reduzir as reflexões indesejadas são aplicadas as condições de contorno absorventes (ABC pela sigla do inglês *Absorbing Boundary Conditions*).Nas ABC 's, o domínio computacional é estendido por uma ou mais células, nas quais são realizadas operações para modificar o campo de onda, permitindo assim amortecer ou eliminar as ondas refletidas pelo limite do domínio computacional. Essa extensão do domínio computacional é conhecida como borda.

As ABC 's se dividem em três categorias principais: na primeira, (técnica referida daqui para frente como CE) ocorre uma modificação na equação de onda na região da borda, direcionando as ondas para fora e evitando reflexões no domínio físico. Essa técnica, proposta por Clayton e Enquist em 1977, utiliza uma borda com apenas uma célula de largura. Na segunda categoria, conhecida como borda esponja, a energia das ondas é gradualmente absorvida dentro da borda estendida. Para isso, a borda deve ter entre 30 e 50 células de largura. Por fim, há a borda PML (sigla em inglês para *Perfectly Matched Layer*), que simula um material capaz de adaptar suas propriedades para absorver a energia de todas as frequências da onda incidente. Esta técnica requer uma menor extensão do que a borda esponja, variando entre 20 e 30 células de largura.

Neste trabalho, é realizada uma comparação da eficácia das bordas mencionadas anteriormente com a estratégia híbrida, proposta por Liu e Sen em 2010, na qual a técnica CE é aplicada em uma borda com múltiplas células. A eficácia é avaliada em duas frentes: eficiência computacional, onde os tempos de execução e o uso de memória são analisados, e resultados físicos, nos quais a energia refletida por cada borda é considerada. Este último aspecto é particularmente relevante no contexto da sísmica 4D, onde as variações de amplitude, resultantes das mudanças no reservatório, são mínimas e comparáveis à energia refletida em cada borda, podendo afetar os resultados da inversão 4D. Todas as avaliações são conduzidas utilizando um modelo de velocidade típico da região do pré-sal brasileiro.