

## Simulação de Propagação de Ondas em Meios Heterogêneos

Marceliano Eduardo de Oliveira<sup>1\*</sup>, Francisco Leandro de Oliveira Rodrigues<sup>2</sup>

1. Professor do Depto. de Física da UEA, Parintins / AM; \*[marcelianooliveira@gmail.com](mailto:marcelianooliveira@gmail.com)

2. Doutorando do Depto. de Física da UFC, Fortaleza / CE;

Palavras Chave: *Propagação de Ondas; Operador de Bloqueio; Heterogeneidades*

### Introdução

O objetivo central deste trabalho é estudar a propagação de ondas em meios heterogêneos, usando um modelo computacional desenvolvido com o Método de Diferenças Finitas, (MDF).

A equação utilizada para a simulação da propagação de ondas é a equação de onda abaixo,

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \nabla^2 u.$$

Tanto o operador de derivação temporal de segunda ordem, quanto o operador laplaciano, foram discretizados usando diferenças finitas centrais.

### Resultados e Discussão

Foi possível introduzir o bloqueio total e parcial de alguns pontos no domínio bidimensional utilizando apenas um operador linear, que denominamos operador de bloqueio. Este operador é construído usando uma máscara em arquivo de texto, na qual se pode colocar valores que alteram a dinâmica temporal das propriedades em estudo no domínio, os valores inseridos neste arquivo podem variar entre 0 e 1, sendo que para 1 a dinâmica do ponto estudado é a dinâmica convencional de um domínio ausente de bloqueio; para o valor 0, o ponto com este valor permanecerá bloqueado durante a simulação, e para valores intermediários como por exemplo 0.5, a propriedade sofre modificação da dinâmica variando seu valor em função do tempo mais lentamente do que para os demais pontos do domínio.

### Conclusões

O estudo de ondas frequentemente é realizado, utilizando as relações de D'Alambert. Nossa opção foi por simular o comportamento de propagação de uma onda em um domínio bidimensional utilizando diretamente a equação da onda.

A introdução de obstáculos através do uso de um operador de bloqueio mostrou-se bastante eficaz e versátil, pois este operador pode atuar diretamente na equação discretizada e modificar o código computacional minimamente.

A máscara utilizada para construir o operador de bloqueio funciona de maneira bastante intuitiva, permitindo a escolha direta dos valores entre 0 e 1 dos pontos heterogêneos do domínio permitindo recriar as situações adversas de um domínio irregular com bastante praticidade.

### Agradecimentos

Os autores agradecem as diferentes fontes de trabalho que deram suporte aos estudos e que possibilitaram a confecção deste:

UEA – Universidade do Estado do Amazonas;  
UFC - Universidade Federal do Ceará;  
FAPEAM – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas;  
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;  
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos;  
CNPq – Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia  
Petrobrás S/A.