

1 Introdução

O petróleo é conhecido e usado pela humanidade desde os mais remotos tempos, sendo mencionado pelos mais antigos historiadores, porém empregado principalmente como loção ou remédio natural ao invés de combustível. A Bíblia se refere ao uso de piche em construções na Babilônia, no papel de cimento. O primeiro uso do petróleo como combustível foi como querosene para iluminação, substituindo óleos animais e vegetais. Nos dias de hoje, sua função mais ativa é fornecer energia para os mais variados meios de transporte.

Não existe uma certeza quanto à origem do petróleo, mas diversas teorias são apresentadas, e o assunto ainda gera controvérsias. A teoria mais aceita afirma a origem do petróleo em fósseis de plantas, assim como o carvão, o que o classifica como fonte de energia não renovável. Um fato aceito por todos é o limite em suas reservas.

A busca inicial por petróleo geralmente fica a cargo de geólogos, que fazem o levantamento do perfil do solo e análises sísmicas. Poços de teste são perfurados assim que são levantadas suspeitas da presença de reservatórios. Os custos envolvidos nos processos de perfuração são muito altos, o que leva os exploradores a buscarem provas mais fortes antes que esta decisão seja tomada.

A exploração sísmica de petróleo pode ser dividida em três áreas de atuação: aquisição, processamento e interpretação. A aquisição é responsável pela obtenção de traços sísmicos, através da imposição de uma fonte de excitação ao meio (solo ou água) em conjunto com a captação por receptores (geofones ou hidrofones). O processamento engloba diversos algoritmos capazes de transformar a confusa informação obtida nos conjuntos de traços sísmicos (sismogramas) em algo mais compreensível. À interpretação cabe extrair da seção sísmica processada informações sobre as diversas camadas geológicas, como localização de falhas e possíveis formações oleíferas.

A área de processamento compreende diversas fases interligadas, como empilhamento (*CDP*, *CMP*), correções (*NMO* e *DMO*), migração e modelagem.

Aprimorar estes processos significa entregar aos intérpretes um dado com maior detalhamento. O processo de migração é responsável por transformar os dados de um sismograma em uma aproximação do modelo geológico, enquanto a modelagem é uma forma de testar, através do processo inverso, se esta aproximação é válida. A base para a formulação destes recai sobre duas teorias: a teoria de raios e a teoria de ondas.

Sob a perspectiva da teoria de propagação de ondas, os processos de modelagem e migração são submetidos à solução numérica da equação da onda. Esta solução numérica pode ser obtida de várias formas, a mais clássica sendo aquela por diferenças finitas.

Um fator determinante no desempenho computacional desses processos é a quantidade de dados envolvidos, que podem extravasar os limites de memória de uma máquina. Desta forma, a paralelização do cálculo é uma saída válida para este limite, mas levanta um novo problema. A divisão do problema em subdomínios espaciais só transcorre normalmente caso estes permaneçam conectados, em comunicação constante a cada passo de simulação, gerando um novo fator para a demora do processo. A idéia motivadora da solução da equação da onda através da transformada wavelet é a possibilidade de tornar os subdomínios de processamento totalmente desconexos ao longo do processo.

Neste trabalho é composto um algoritmo de modelagem acústica 2D no domínio da transformada wavelet a partir de ferramentas desenvolvidas neste trabalho e das utilizadas por Wu & McMechan (1998), Dessing & Wapenaar (1995) e Beylkin (1993). São estabelecidas as condições para a independência entre os subdomínios de processamento e para a solução em meios heterogêneos. Através de diversos exemplos, seu desempenho é avaliado com comparações à solução via diferenças finitas. Tais soluções são ainda submetidas ao processo de migração, inverso ao de modelagem, baseado em um terceiro modo de solução, como forma avançada de avaliação.

No capítulo 2 são expostos os processos de modelagem e migração sísmicas, fundamentados no princípio da propagação da onda acústica. Os métodos para a solução computacional desta equação da onda são citados nas seções subsequentes.

No capítulo 3 estão as explicações pertinentes à realização do algoritmo de modelagem utilizando a transformada wavelet. Através das seções é apresentada a

matemática por trás do cálculo da transformada wavelet. O capítulo apresenta como operar a diferenciação no domínio desta transformada, seguido das soluções da equação da onda acústica para meios com velocidade constante (homogêneos) ou variante (heterogêneos). Esta solução necessita de um modo especial de distribuir os valores do modelo pelos subespaços da transformada wavelet. São feitas também as considerações sobre o tratamento de borda, assim como as contribuições pessoais ao processo de modelagem wavelet (inclusão do termo forçante na equação da onda e a reconstrução parcial do campo para a extração da linha de aquisição). No fim do capítulo é descrito o algoritmo conforme foi implementado.

No capítulo 4 são discutidos os resultados da pesquisa, com a análise do desempenho do algoritmo, abordando a precisão dos sismogramas e a eficiência computacional. É feita também a comparação dos resultados com os obtidos pelos métodos clássicos de solução. Toda a programação foi desenvolvida em MATLAB rodando em plataforma Linux.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões, com discussões sobre as partes do processo que merecem maior atenção em projetos futuros.