

FÓRMULAS DE IMPEDÂNCIA E RECUPERAÇÃO DE ATRIBUTOS SÍSMICOS

Palavras-Chave: IMPEDÂNCIA, REFLEXÃO, ZOEPPRITZ

Autores(as):

Victor Regio Vasconcelos de Lima, IFGW – UNICAMP

Prof. Dr. Lucio Tunes dos Santos , IMECC - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Este trabalho de IC visa estudar a reflexão/transmissão de ondas do tipo P na interface entre dois meios distintos por meio da análise do comportamento do coeficiente de reflexão R_{pp} para diferentes ângulos de incidência. Em especial, determina-se o coeficiente de reflexão exato por meio das equações de Zoeppritz e, com o intuito de se obter resultados um pouco mais simplificados e ainda assim satisfatórios, são feitas algumas aproximações condizentes com cada situação tais como a aproximação de contraste fraco, usada quando a diferença entre os parâmetros dos dois meios é muito pequena. Tanto o coeficiente de reflexão R_{pp} quanto o R_{ps} podem ser obtidos através deste estudo, porém o foco desse trabalho restringe-se ao estudo de R_{pp} . O estudo desses coeficientes é importante pois é possível obter informações gráficas relevantes que sugerem (ou não) a possibilidade de encontrar petróleo/gás exatamente abaixo dos meios em estudo.

METODOLOGIA, RESULTADOS E DISCUSSÃO :

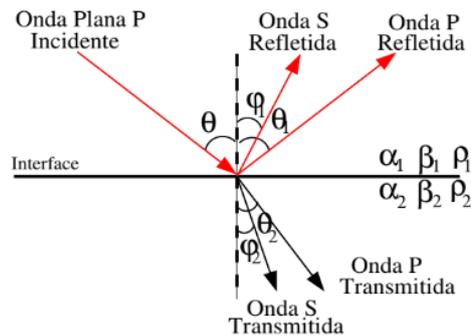
Inicialmente foi feita uma breve introdução à propagação de ondas, dando-se ênfase principalmente na equação de onda da forma :

$$\rho \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial t^2} = (\lambda + 2\mu) \nabla(\nabla \cdot \mathbf{u}) - \mu \nabla \times (\nabla \times \mathbf{u})$$

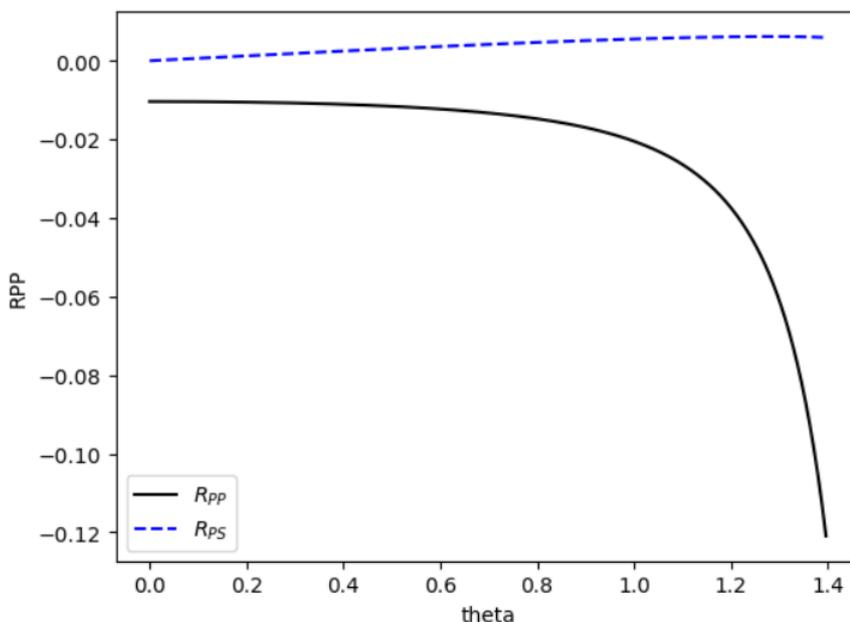
Onde ρ é a densidade do meio, λ e μ são os parâmetros de Lamé. A solução da equação acima (o vetor de onda \mathbf{u}) é usada para descrever ondas que se propagam em meios elásticos, isotrópicos e homogêneos. A solução pode ser encontrada fazendo $\mathbf{u} = \nabla \varphi + \nabla \times \boldsymbol{\psi}$, onde φ e $\boldsymbol{\psi}$ são dois potenciais criados para nos auxiliar a encontrar o vetor de onda (Tal qual o potencial elétrico é criado para auxiliar a encontrar o campo elétrico). O operador nabla atua como gradiente no potencial escalar φ e como rotacional no potencial vetor $\boldsymbol{\psi}$. Inserindo a expressão para \mathbf{u} na equação geral de onda e separando as equações, percebe-se que as soluções para os potenciais φ e $\boldsymbol{\psi}$ são encontradas por meio da conhecida equação de onda

plana, onde se tem soluções harmônicas do tipo $\varphi = A \cdot \exp(i\mathbf{k} \cdot \mathbf{x} - i\omega t)$. O mesmo vale para o potencial ψ , porém com 3 componentes já que este último é um vetor.

Abaixo é mostrada especificamente a situação de estudo, onda plana do tipo P incidindo na interface entre dois meios isotrópicos diferentes e sofrendo reflexão/refração devido à descontinuidade do meio. Perceba que ondas do tipo P e S são refletidas e transmitidas mesmo que apenas ondas do tipo P estejam sendo incididas.



Usando as soluções encontradas posteriormente para os potenciais auxiliares e aplicando as condições de contorno exigidas na interface entre os meios, chega-se nas chamadas equações de Zoeppritz, das quais é possível extrair os valores exatos dos coeficientes de reflexão e transmissão considerando a onda P incidente e a onda P (ou S) refletida/transmitida. Como dito posteriormente, o foco desse trabalho é o estudo de R_{pp} (onda P incidente e onda P refletida). Encontra-se, então, o resultado exato de R_{pp} em função do ângulo de incidência θ . O comportamento de R_{pp} exato é mostrado abaixo na curva preta, enquanto R_{ps} é mostrado na curva azul :



Como dito anteriormente, a equação exata para o coeficiente de reflexão R_{pp} pode ser aproximada para certas situações, por exemplo, quando a diferença entre as densidades dos dois meios (e/ou a diferença de velocidades das ondas nos dois meios) é muito pequena, levando a equação exata a ser reescrita de maneira mais simples. Alguns desses casos particulares são analisados ao longo do trabalho.

CONCLUSÕES:

Durante o período de estudo, foi possível compreender não só a parte matemática por trás da reflexão/transmissão de ondas (equações diferenciais envolvidas no processo) mas também a maneira como as ondas do tipo P e S se propagam em meios isotrópicos e principalmente, o que ocorre na interface entre esses meios (na descontinuidade/ fronteira). O estudo do comportamento do coeficiente de reflexão R_{pp} (e R_{ps}) em função do ângulo de incidência, bem como suas aproximações, mostram-se extremamente úteis para a verificação da possibilidade de existência de petróleo/gás abaixo do solo, devido aos padrões já conhecidos de alguns tipos de rochas.

BIBLIOGRAFIA

1. K.I. Aki & P.G. Richards, Quantitative Seismology, W.H. Freeman and Co., 1980.
2. A. Davolio, Aproximações para o Coeficiente de Reflexão e Análise de AVO, Dissertação de Mestrado, IMECC – UNICAMP, 2006.
3. J.P. Castagna & M.M. Backus, Offset Dependent Reflectivity – Theory and Practice of AVO, SEG, 1993.