



Análise de dados do mCSEM no domínio do tempo obtidos através de modelagem 1-D.

Diego C. Miranda¹, Cícero Roberto Teixeira Régis², UFPA

Copyright 2008, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 26 a 28 de novembro de 2008. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do III 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

Modelamos o *marine controlled-source electromagnetic* (mCSEM) no domínio da frequência em ambiente unidimensional. Em seguida, utilizamos a Transformada Inversa de Fourier para obter resultados no domínio do tempo. O propósito deste trabalho é averiguar o comportamento do campo elétrico transiente partindo de resultados modelados no domínio da frequência em ambientes de águas profundas. Nossos resultados mostraram que o sinal captado é dominado pela resposta do meio geológico em seus tempos iniciais, ficando em seguida sob a influência da resposta proveniente do mar, apresentando diferença para modelos com e sem hidrocarbonetos.

Introdução

O *marine controlled-source electromagnetic* (também conhecido como *Sea Bed Logging* - SBL), é uma técnica que pode ser utilizada na detecção e caracterização de hidrocarbonetos presentes em reservatórios localizados usualmente em regiões de águas profundas (Edeismo, Ellingsrud, 2002). Consiste em uma fonte móvel do tipo dipolo elétrico horizontal, transportada próximo ao assoalho marinho no qual se encontra um arranjo de receptores de campos eletromagnéticos. O dipolo transmissor emite um sinal de baixa frequência que se propaga tanto na água quanto nos sedimentos abaixo dela, que é captado pelos receptores, que medem fase e amplitude, as quais dependem da resistividade elétrica do subsolo oceânico.

O trabalho de modelagem do método mCSEM, geralmente é feito utilizando o domínio da frequência, desde sua formulação teórica, até a interpretação dos resultados. No entanto, dados no domínio do tempo podem em princípio, oferecer informação equivalente sobre a geofísica da subsuperfície aos dados no domínio da frequência (Constable, 2007).

Abordagens no domínio do tempo mostram-se muito bem adaptadas em explorações em terra, onde as formações geológicas estão no lado condutivo do sistema ar/subsuperfície (Constable, 2007). Em ambientes marinhos, o sistema é invertido e a região de interesse passa a ser a mais resistiva, no caso, o subsolo oceânico, que é mais resistivo que a água do mar (Chessman, Edwards, 1987).

Neste trabalho, procuramos analisar as respostas do mCSEM no domínio do tempo a partir das respostas no domínio da frequência para modelos unidimensionais contendo ou não a camada resistiva que representa a existência de hidrocarbonetos.

Procedimento Experimental

Para o problema unidimensional, utilizamos a formulação baseada na decomposição do sinal primário em ondas planas e valendo-se dos potenciais de Schelkunof para obtenção do campo elétrico nos receptores (Ward and Hohmann, 1988). Partimos das equações de Maxwell no domínio da frequência, obtendo valores que representam o campo elétrico radial.

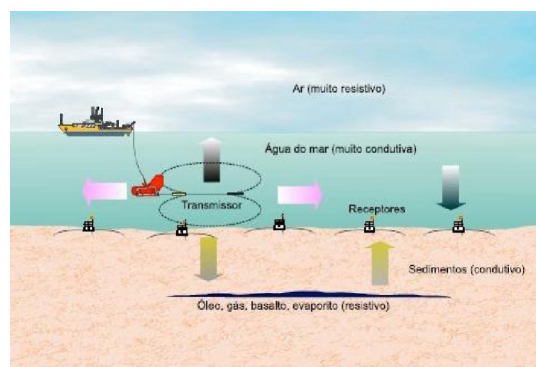


Figura 1. Layout conceitual do método mCSEM (Souza, 2007).

Utilizamos o modelo 1-D apresentado por Constable e Weiss (2006), ilustrado na figura 2. Nele, temos o reservatório de hidrocarbonetos de resistividade elétrica de $100\Omega\text{m}$ e espessura de 100m enterrado a uma profundidade de 1000m entre sedimentos de resistividade igual a $1\Omega\text{m}$. Para o mar, usamos resistividade de $0.3\Omega\text{m}$ e profundidade de 1000m . Para o cálculo do campo no domínio do tempo, utilizamos os dados no domínio da frequência, calculados em um intervalo de frequências de 10^{-06}Hz a 10Hz e em seguida, aplicamos a Transformada Inversa Discreta de Fourier.

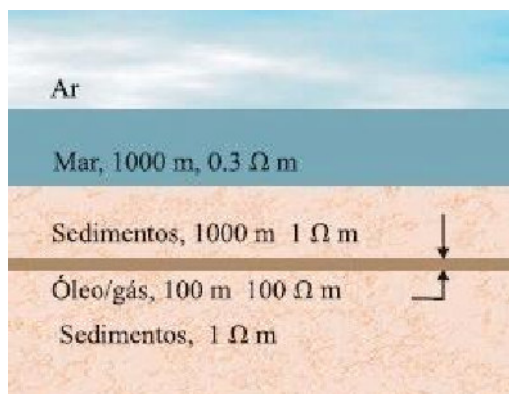


Figura 2. Modelo canônico 1-D. (Constable & Weiss, 2006)

A figura abaixo mostra as partes real e imaginária do campo elétrico radial no domínio da frequência para um receptor a uma distância de 2000m da fonte eletromagnética.

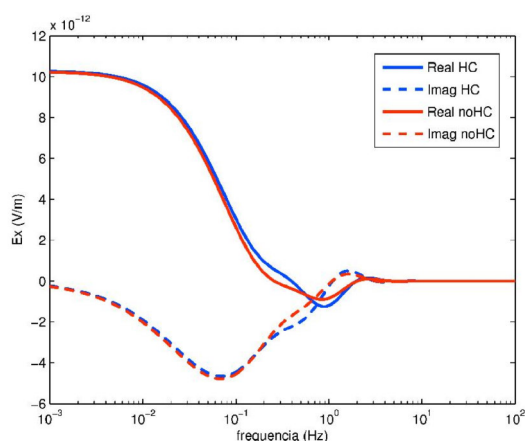


Figura 3. Partes real e imaginária do campo elétrico radial no domínio da frequência com presença do reservatório (HC) e na ausência do reservatório (NoHC).

No entanto, neste trabalho precisamos incluir a Transformada de Fourier da função que representa a corrente elétrica na fonte. Para os resultados mostrados aqui, modelamos aquela corrente como uma delta de Dirac no tempo, ou seja, a Transformada de Fourier é um valor constante para a fonte no domínio da frequência. Normalmente a amplitude do campo é normalizada pelo momento de dipolo da fonte.

O resultado da aplicação da transformada inversa de Fourier nesses dados está mostrado na figura 4. Ela mostra a amplitude do campo elétrico radial no domínio do tempo para distâncias de 2000m e 4000m nos modelos com e sem a camada de hidrocarbonetos.

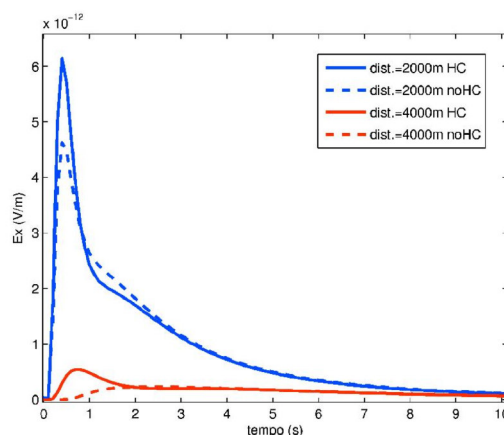


Figura 4. Amplitudes do campo elétrico no domínio do tempo obtidos através da transformada discreta de Fourier com presença do reservatório (HC) e na ausência do reservatório (NoHC).

Conclusão

Os resultados mostraram diferenças na amplitude dos campos elétricos no domínio do tempo para modelos com e sem hidrocarbonetos. Notamos que para a fonte aqui utilizada, a influência do meio geológico se dá nos tempos iniciais de decaimento do campo, sendo este posteriormente predominado pela resposta do mar, o que é razoável, devido a menor resistividade da água do mar. Investigaremos ainda o comportamento desses campos para outros modelos, incluindo modelos geológicos bidimensionais, além de outras formas de fonte, afim de analisar que tipos de informações podemos obter através dessa abordagem.

Referências

Chessman, S. J., Edwards, R. N., Chave, A. D., 1987. On the theory of sea floor conductivity mapping using transient electromagnetic systems. *Geophysics*, vol. 52, p 204-217.

Constable, S. C. and Srnka, L. J., 2007, An introduction to marine controlled-source electromagnetic methods for hydrocarbon exploration: *Geophysics*, vol. 72, pWA3- WA12.

Constable, S. C. and Weiss, C. J., 2006, Mapping thin resistors and hydrocarbons with marine EM methods: Insights from 1D modeling: *Geophysics*, Vol.71.

Eidesmo, T., Ellingsrund, S., MacGregor, L. M., Constable, S., Sinha, M. C., Johansen, S., Kong, F. N. AndWesterdahl, H., 2002, Sea Bed Logging (SBL), a new method for remote and direct identification of hydrocarbon filled layers in deepwater areas: *First Break*, 20, p144-152, 2002.

Nesta seção apresentamos a modelagem numérica do método mCSEM em três dimensões. Para isto, o problema (Constable and Weiss, 2006) será formulado em termos dos potenciais acoplados vetor magnético e escalar elétrico (Badeal et al, 2001; Biró e Preis, 1989).

Souza, V. C. T., 2007, Modelagem de dados mCSEM 3D usando computação paralela, Tenth International Congress of The Brazilian Geophysical Society.

Ward, S. H. and Hohmann, G. W., 1988 Electromagnetic theory for geophysical applications. In: *Electromagnetic methods in applied geophysics-theory*, vol 1 (Ed. Nabighian, M. N.). Society of Exploration Geophysics, p130-311.