



Modelagem Unidimensional do MCSEM com Posicionamento Aleatório dos Receptores

Edelson da Cruz Luz & Cícero Roberto Teixeira Régis
Curso de Pós-Graduação em Geofísica – CPGG.
Universidade Federal do Pará – UFPA.

Copyright 2009, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, August 24-28, 2009.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

The Marine Controlled Source ElectroMagnetic (MCSEM) is a new geophysical method that is very promising in the detection of resistive layers in the sediments under the oceanic floor, a useful information for the oil industry. In this paper we simulate the random positioning of the receivers when deployed to the sea bottom. Our results show the level of variations in the amplitude of the signal when the receivers are rotated in relation to the direction of the dipole source. We also show the strong decline in the amplitude of the signal when the receivers are located at off the ideal array line.

Introdução

O Marine Controlled Source ElectroMagnetic (MCSEM) é um método geofísico que tem sido empregado para a detecção de camadas resistivas no sub-solo oceânico e tem se mostrado uma ferramenta promissora para a indústria do petróleo. As sondagens com o MCSEM na detecção de camadas resistivas no subsolo oceânico, as quais estas camadas estão supostamente saturadas com hidrocarbonetos, são feitas por um dipolo elétrico horizontal (DEH) que é rebocado por um barco, próximo do fundo do oceano, emitindo um campo elétrico de baixa frequência que penetra no subsolo e é parcialmente refletido nas interfaces das camadas sedimentares, trazendo informações que são registradas por dipolos receptores como ilustrado na figura 1.

Quando os receptores são lançados à água espera-se que eles se posicionem o mais próximo possível da linha idealizada para as medidas. O posicionamento imperfeito dos receptores em relação àquela linha deve ser levado em conta na análise dos dados do método. Neste trabalho, estudamos as respostas registradas por receptores posicionados fora da linha ideal, bem como rotacionados em relação à direção do eixo do dipolo fonte.

Primeiramente os dipolos elétricos receptores são posicionados em uma linha que idealmente seria reta para que possamos analisar o ruído provocado nessa curva devido a variação na posição. Em nossa modelagem posicionamos o dipolo fonte com o eixo na mesma direção da linha dos receptores (no que é chamado de arranjo radial, ou in-line) ou com o eixo

perpendicular à linha dos receptores (arranjo azimutal, ou broadside), como mostra a Figura 1-2. Em qualquer posicionamento intermediário entre esses dois extremos o campo total pode ser calculado como a soma vetorial daqueles gerados em cada arranjo.

Metodologia

O dipolo elétrico emite um campo tridimensional com uma distribuição espacial complexa. Para o cálculo deste campo, empregamos os potenciais de Schelkunoff, que nos permitem desacoplar o problema em dois modos de propagação, análogos aos modos TE e TM (Harrington, 1961), quando operamos no domínio da transformada de Fourier em relação às variáveis x e y (k_x , k_y , z). O problema de calcular os potenciais se reduz ao de uma difusão unidimensional em dois modos de propagação na direção z . Calculados os potenciais vetoriais, então, basta calcular a transformada de Fourier inversa para x e y e determinar os campos a partir de sua relação com os potenciais.

Em geral, na literatura, toda a camada de água da superfície até o solo oceânico é considerada uniforme com um valor de resistividade em torno de $0.3\Omega.m$, sendo o sedimento com $1.0\Omega.m$ e a camada resistiva com $100.0\Omega.m$ como mostrado em Chave, et al. (1988), Constable and Weiss (2006) and Eidesmo et al. (2002).

No nosso modelo canônico, o oceano tem uma camada d'água de $1000.0m$, a primeira camada de sedimentos com $1000.0m$ e a camada resistiva com $100.0m$ de espessura.

Resultados

Primeiramente variamos a posição dos receptores em cima da linha, até agora só foi utilizado a componente E_x do campo, pois, só foi determinado o arranjo in-line e broadside (puramente radial e puramente azimutal), ou seja perfeitamente em cima das linhas de medidas.

Utilizamos o modelo canônico variamos aleatoriamente primeiro para um ângulo de 0° a 45° (Figura 3) e posteriormente para uma variação angular aleatória de 0° a 80° (Figuras 5).

Observe que para os mesmos pontos aleatórios a variação do campo para um modelo no qual o sub-solo é um semi-espaco homogêneo (que chamamos de background) é igual àquela observada quando o modelo inclui a camada resistiva. Tanto que a Figura 4 mostra o campo elétrico normalizado, sendo que a curva com o campo puramente in-line não se difere da curva com os receptores variando com um ângulo 0° a 45° .

Devido a variação na magnitude do campo apresentada na presença da camada resistiva ser a mesma que

aquela medida no background, vamos apresentar apenas a variação na magnitude do campo devido a presença da camada resistiva, a qual representa os dados recolhidos em campo.

Quando aumentamos a variação do ângulo de 0° a 80° observa-se que a magnitude do campo medido diminui ainda mais como mostra as Figura 5.

A partir do momento que deslocamos os receptores da linha de medidas a magnitude do campo medido decai ainda mais.

Para determinar o campo fora da linha de medidas é necessário a utilização das componentes E_x e E_y . A linha vermelha contínua nas Figura 6 e 7 é do campo puramente radial e azimutal respectivamente, com os receptores posicionados em cima da linha e na direção x e y . A linha azul contínua é o campo composto pelas componentes E_x e E_y com os receptores posicionados em uma linha com um ângulo contínuo de 45° em relação aos eixos x e y , já a linha preta tracejada com bolinhas é exatamente a variação do posicionamento dos receptores entre 0° e 45° .

Por último é feita a modelagem com o posicionamento dos receptores deslocados a uma distância máxima de 500m, tanto para o modelo in-line quanto para o broadside e com uma variação angular de 0° a 45° como mostra as figura 8 e 9.

Conclusão

Os resultados mostram que o posicionamento irregular pode ser uma fonte de ruído para o método, pois as medidas de cada receptor são afetadas por esse posicionamento irregular. O controle do posicionamento dos receptores deve ser levado em conta para o processamento dos dados.

Agradecimentos

Este trabalho foi sugerido pelo Prof. Luiz Rijo. Agradecemos a UFPA/ANP-PRH-06 que parcialmente financiou este trabalho com a bolsa de estudo. Obrigado também a Victor Souza e Marcos Welby, pelas ricas discussões e sugestões que foram muito pertinentes para a conclusão deste trabalho.

Referências

Chave, A. D., S. C. Constable, N. Edwards, 1988, Electrical exploration methods for the seafloor. In: NABIGHIAN, M. N. Electromagnetic methods in applied geophysical theory, Tulsa, Society of Exploration Geophysics, v. 1, p. 931-966.

Constable, S. C., C. J Weiss, 2006, Mapping thin resistors and hydrocarbons with marine EM methods: Insights from 1D modeling. Geophysics, v. 71, n. 2, p. 43-51.

Eidesmo, T., Ellingsrud, S., MacGregor, L. M., Constable, S., Sinha, M.C., Johansen, S., Kong, F.N., and Westerdahl, H. 2002, Sea Bed Logging (SBL), a new method for remote and direct identification of hydrocarbon filled layers in deepwater areas. First Break, v. 20, n. 3, p. 144-152.

Harrington, R. F., 1961, Time-harmonic electromagnetic fields. New York: McGraw-Hill. 496p.

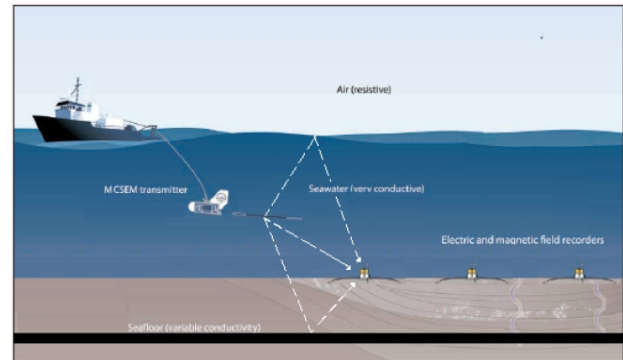


Figura 1: Ilustração da sondagem com o método MCSEM. Fonte: Figura adaptada de Weitemeyer, Constable e Key (2006).

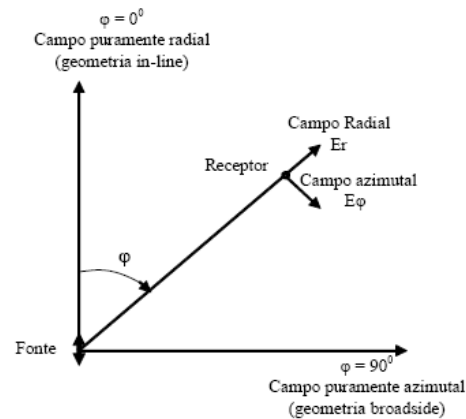


Figura 2: Geometria dos arranjos de receptores para uma investigação com o método MCSEM.

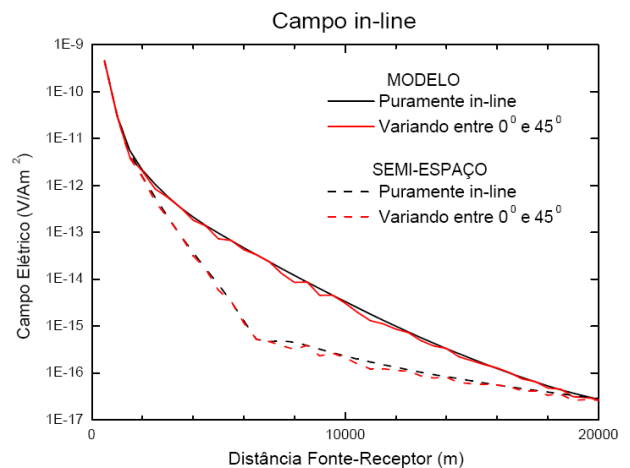


Figura 3: Variação da magnitude do campo in-line com o posicionamento aleatório dos receptores variando de 0° a 45° em cima da linha de medidas.

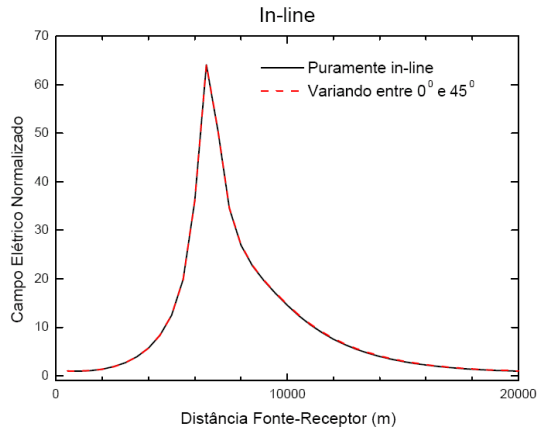


Figura 4: Campo elétrico normalizado com o posicionamento aleatório dos receptores variando de 0° a 45° em cima da linha de medidas.

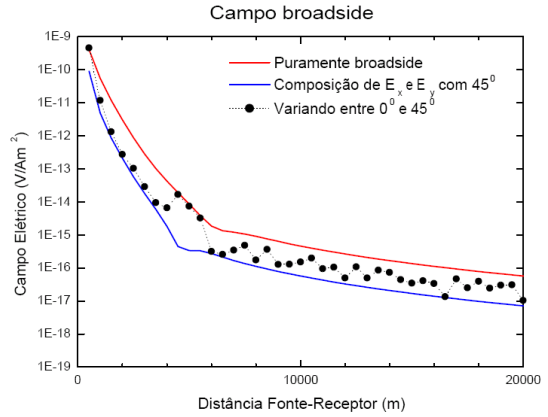


Figura 7: Variação da magnitude do campo broadside com o posicionamento aleatório dos receptores variando de 0° a 45° fora da linha de medidas.

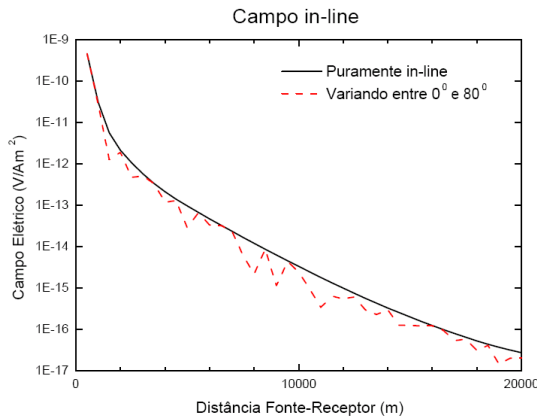


Figura 5: Variação da magnitude do campo in-line com o posicionamento aleatório dos receptores variando de 0° a 80° em cima da linha de medidas.

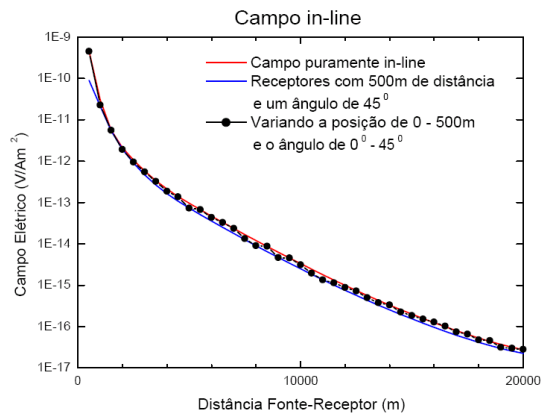


Figura 8: Variação da magnitude do campo in-line com o posicionamento aleatório dos receptores variando de 0 a 500m fora da linha de medidas e com uma variação angular de 0° a 45°.

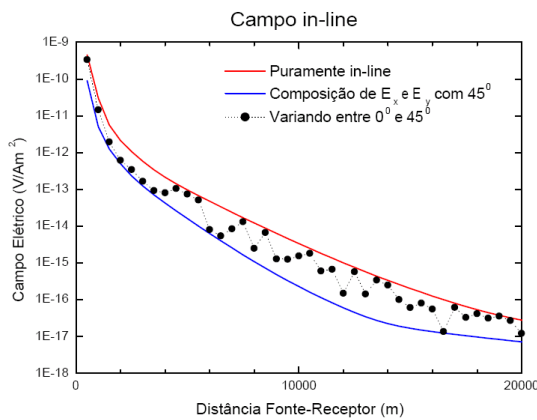


Figura 6: Variação da magnitude do campo in-line com o posicionamento aleatório dos receptores variando de 0° a 45° fora da linha de medidas.

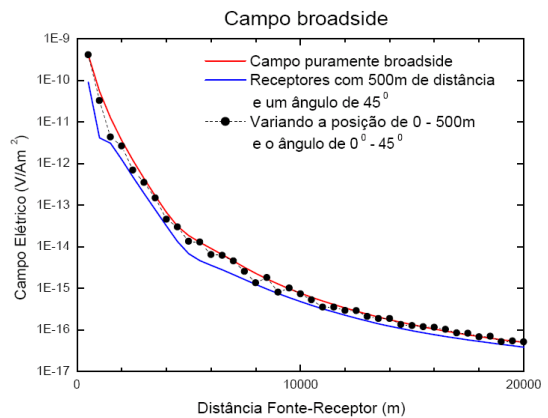


Figura 9: Variação da magnitude do campo broadside com o posicionamento aleatório dos receptores variando de 0 a 500m fora da linha de medidas e com uma variação angular de 0° a 45°.