



# Retirada dos Efeitos dos Mantos de Intemperismo pelo Método de Diferença Frequencial

Eliana Márcia de Sousa Silva e Om Prakash Verma

Departamento de Geofísica  
Centro de Geociências – UFPA, Brasil

## Abstract

Presence of partially conducting overburden and the heterogeneities in them highly distort the anomalies of the conducting bodies of interest. Scale model experiments have been conducted to verify the utility of the Frequency Difference Methods in removing these effects. This method functions well in reducing substantially the geologic noise due to heterogeneities of low induction number and also the Ohmic – overburden effects. However, it is most effective at relatively low frequencies.

## INTRODUÇÃO

A presença do manto condutivo na vizinhança do alvo condutivo modifica bastante suas respostas eletromagnéticas. Na região Amazônica, o clima tropical é muito propício à geração do manto de intemperismo condutivo, e de acordo com Palacky & Kaderaru (1979) essa condutância varia entre 0.16 S (solos acima de gnaiesses) e 2.65 S (solos de ultrabásicas) nesta região. Existem diferentes situações geoeletricas entre manto e corpo, e os efeitos nas anomalias variam de acordo com essas situações.

### Manto Indutivo:

Situação em que manto não está em contato galvânico com o corpo. Devido ao manto – indutivo ocorre: a) Mudança na base-referencial dos perfis, b) redução em amplitude, c) rotação horária da fase e conseqüentemente a componente em quadratura inverte, e d) aparecimento de um pico-extra no perfil de quadratura dos corpos semi-planos na baixa inclinação (Silva e Verma, 1986). Conseqüências do efeito do manto-indutivo: o corpo é interpretado como se fosse de maior condutância e em maior profundidade do que os valores reais. O pico-extra na quadratura complica bastante a quantificação da anomalia, notadamente quando estes se encontram nas vizinhanças da reversão. Por outro lado últimos dois efeitos funcionam como indicadores qualitativos dos parâmetros dos corpos e do manto.

### Manto Ôhmico:

Situação em que o manto está em contato elétrico com o corpo. Devido ao manto – ôhmico ocorre: a) rotação anti-horária da fase, b) aumento na amplitude, e c) aparecimento de pico-extra no perfil de quadratura de corpos tipo semi-plano com pequeno mergulho. Conseqüentemente, na interpretação o corpo parece ter menor condutância e estar em menor profundidade do que seus valores reais (Silva, 1997).

### Manto Heterogêneo:

O manto é geralmente bastante heterogêneo. Frequentemente, varia lateralmente tanto a resistividade quanto sua espessura. Anomalias devido a estas variações no manto podem ser confundidas com corpos condutivos. Ruídos causados por heterogeneidade no manto contaminam bastante as anomalias do alvo e dificultam muito sua interpretação.

## MÉTODO DE DIFERENÇA FREQUENCIAL

No método de diferença frequencial, as medidas são feitas em duas ou mais frequências bem afastadas e a diferença entre as respostas (ou sua razão) determinadas. Esse método está baseado no conceito que nas suficientes baixas frequências respostas, das estruturas de baixo número de indução (condutores pobres), em quadratura é proporcional a frequência e quase nula em componente em fase. Assim Kaufman (1978) e Olm (1981), propôs o uso de diferença frequencial para retirada de ruídos usando as seguintes relações :

$$\Delta Q = Q_1 - \frac{f_1}{f_2} Q_2 \quad (1) \quad \Delta I = I_1 - \frac{f_1}{f_2} I_2 \quad (2)$$

onde  $f_1$  e  $f_2$  são baixa e alta frequências que diferem pelo menos por fator dois e  $Q_1$  e  $I_1$ , e  $Q_2$  e  $I_2$  são suas respostas na quadratura e em fase respectivamente. Se o número de indução para todas as unidades condutivas são dentro de uma faixa suficientemente pequena,  $\Delta Q$  será zero. Contudo, se um corpo de alto número de indução está presente, a resposta não vai ser proporcional à frequência e, as anomalias  $\Delta Q$  e  $\Delta I$  serão observadas.

Olm (1981) estudou a aplicação de diferença frequencial na retirada de ruídos geológicos. Ele nota que o efeito de um manto indutivo somente seria removido se a resposta nas altas frequências fossem menores do que poucos por cento da resposta do alvo. Contudo, a técnica funciona muito bem, mesmo na presença de alta anomalia de até 15% pico-pico devido as heterogeneidades do manto.

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é estudar capacidade do o método de diferença frequencial em retirar efeitos dos mantos e das heterogeneidades presentes neles nas anomalias de corpos tabulares inclinados.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado pela modelagem analógica em escala reduzida no laboratório. A condição fundamental para a modelagem reduzida é a reprodução precisa de configuração de linhas de força do sistema real no modelo conforme teoria da similitude. A escala de redução está em torno de 600 vezes o sistema real. Nesta escala, os corpos de sulfetos maciços são simulados por chapas de grafite e antracito das respectivas dimensões 40 x 60 cm e 35 x 46 cm; e o manto representado por solução de cloreto de amônia ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) e as heterogeneidades no manto por pedaços de antracito colocados em pontos pré-determinados.

Tabela I – Característica dos materiais utilizados na modelagem

Modelo	Material	Cond. Elétrica $\sigma$ (S/m)	Espessura $t$ ( $10^{-3}$ m)	Condutância $\sigma t$ (S)	Número de Indução , "α"				
					f = 12,5 kHz	25 kHz	50 kHz	100 kHz	200 kHz
Corpo 1	Grafite	$1 \times 10^9$	2	200	2,96	5,92	11,84	23,69	47,37
Corpo 2	Grafite	$1 \times 10^9$	5	500	7,40	14,80	29,61	59,22	118,44
Corpo 3	Antracito	$0,21 \times 10^9$	5	105	1,55	3,11	6,22	12,44	24,87
Manto 1	Ar Livre	0		0	0	0	0	0	0
Manto 2	$\text{NH}_4\text{Cl}$	32,12	150	4,8	0,07	0,14	0,28	0,57	1,14
Manto 3	$\text{NH}_4\text{Cl}$	18	150	2,7	0,04	0,08	0,16	0,32	0,64
Manto 4	$\text{NH}_4\text{Cl}$	8	150	1,2	0,02	0,04	0,07	0,14	0,28

## Medições

O conjunto de modelagem descrito pelo Silva(1997), com poucas modificações, foi utilizado para realizar os experimentos. Os perfis transversais ao corpo foram tomados com arranjo horizontal coplanar (HCP) nas frequências discretas para diversas combinações de corpo e manto. Foram empregadas cinco frequências na faixa de 12.5 kHz e 200 kHz e a separação entre as bobinas foi mantida no valor de  $L = 0,15$  m. As profundidades do topo do corpo foram ajustadas respectivamente  $0,2L$ ,  $0,3L$  e  $0,5L$  em relação à linha que passa pelo centro das bobinas. As medidas efetuadas em componente em-fase e quadratura, são normalizadas em relação ao campo primário obtido na ausência do corpo, porém com o manto.

## Processamento

Com o objetivo de avaliar a capacidade do método de diferença frequencial na retirada dos efeitos dos mantos as respostas foram processadas conforme relação (1) e (2). Ressaltando que o melhor resultado foi alcançado na retirada dos ruídos empregando a razão  $f_1/f_2 = 0,5$ , entre as frequências no processamento dos perfis obtidos, com limite máximo da frequência de 100 kHz (Fig.1).

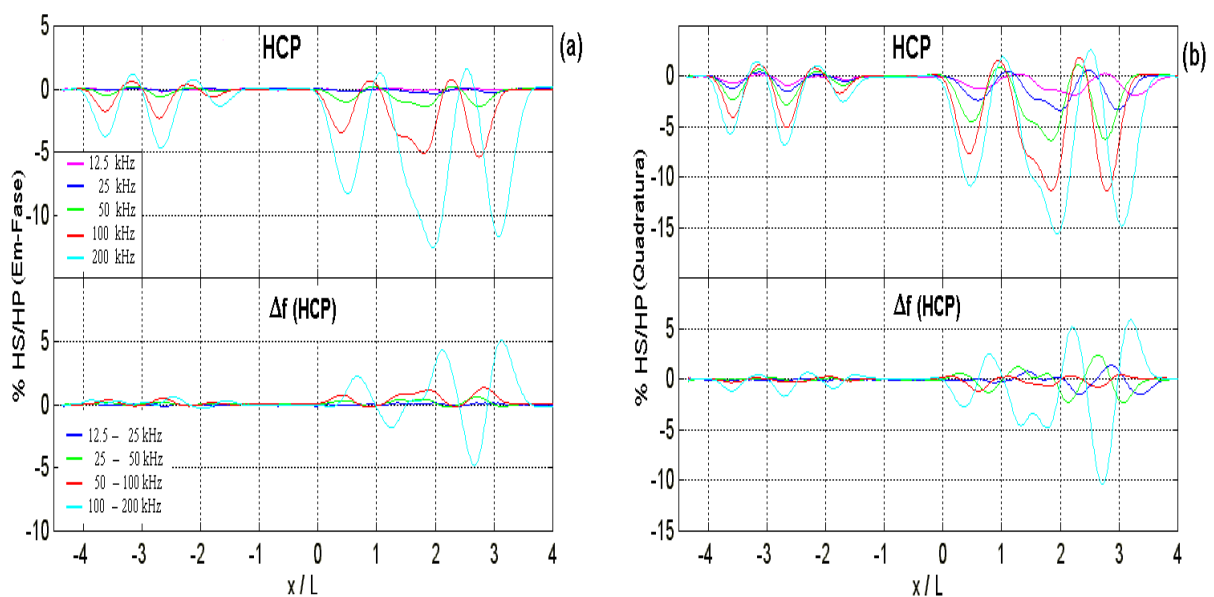


Figura 1 – Respostas em-fase e quadratura apenas das heterogeneidades em diferentes frequências, e os resultados em diferença frequencial.

RESULTADOS

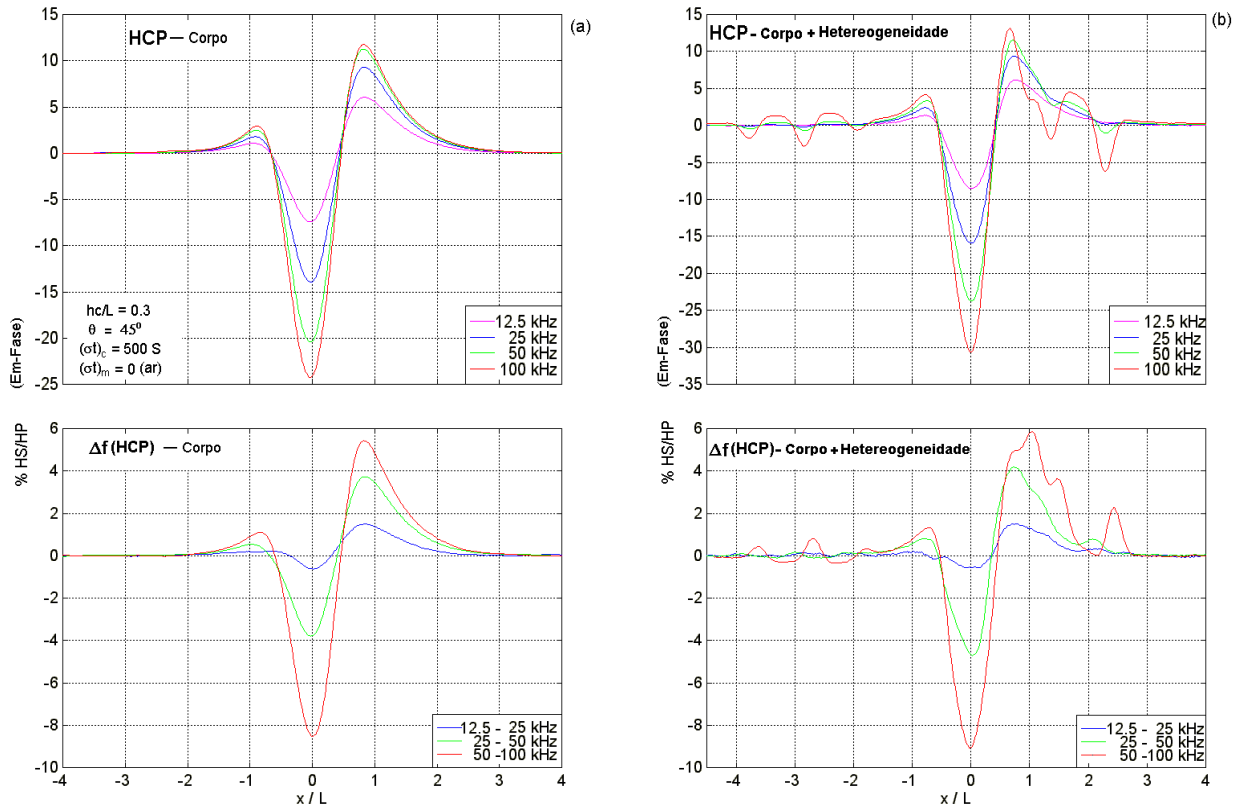


Figura 2 – Respostas em-fase em diferentes frequências (a) Apenas um corpo tabular inclinado, (b) O mesmo corpo na presença de heterogeneidades e suas respectivas respostas em diferença frequencial.

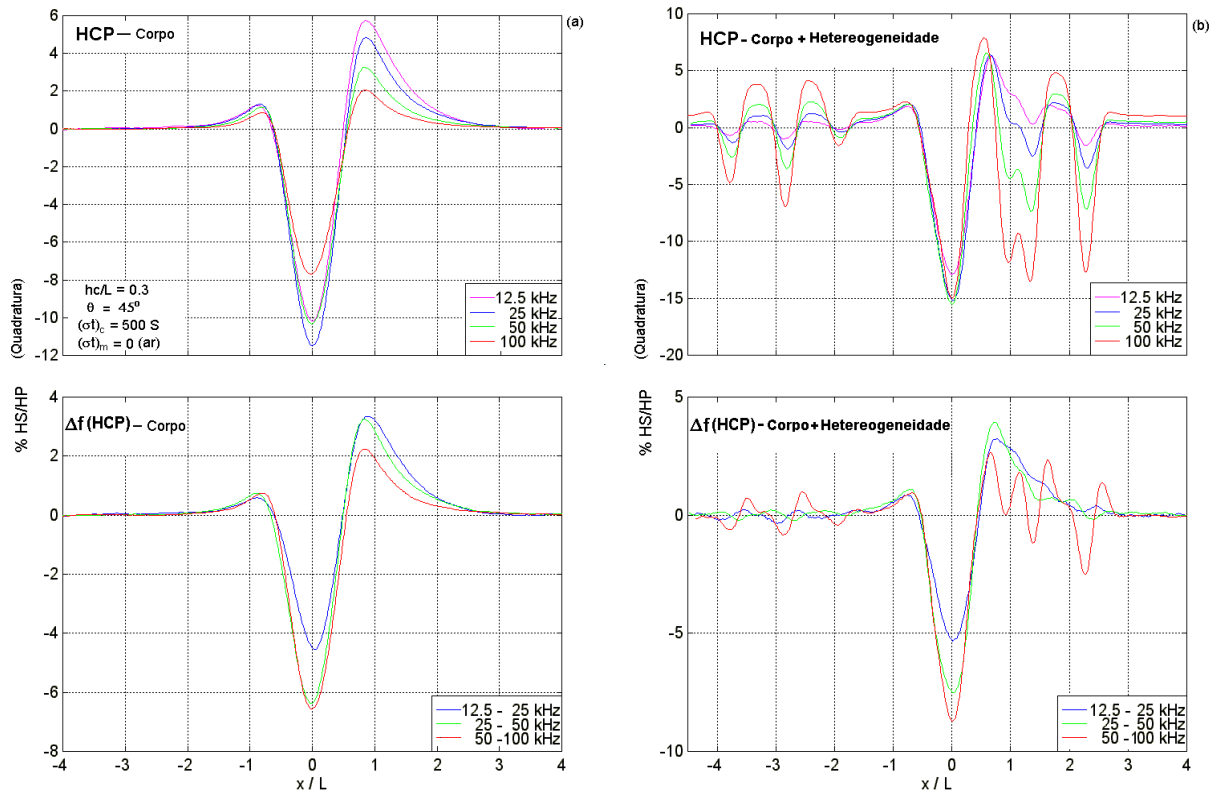


Figura 3 – Respostas em-quadratura em diferentes frequências (a) Apenas um corpo tabular inclinado, (b) O mesmo corpo na presença de heterogeneidades e suas respectivas respostas em diferença frequencial.

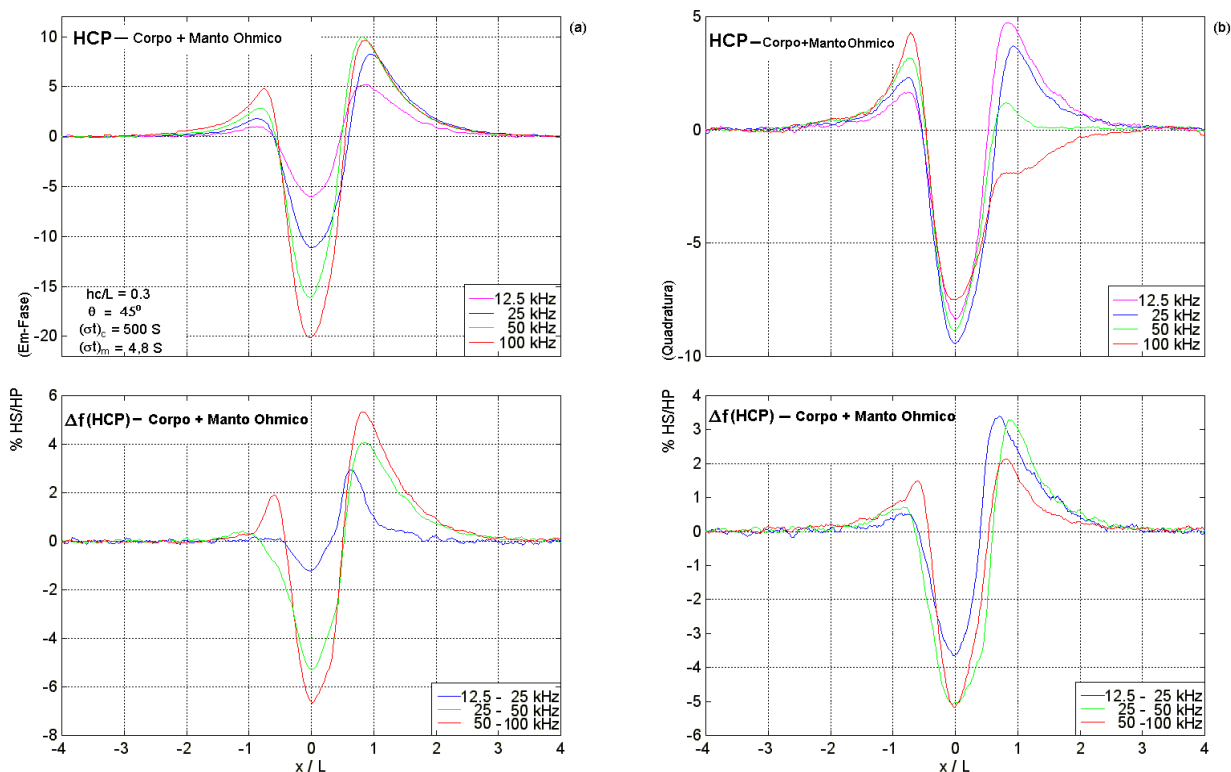


Figura 4 - Respostas em-fase e quadratura de corpo tabular inclinado na presença do manto-ohmico; e suas respectivas respostas em diferença freqüencial.

Presença de heterogeneidade no manto distorce muito as anomalias de corpos tabulares inclinados, em particular na componente em quadratura, veja Figuras 2 e 3. Entretanto, até certo grau estas distorções foram retiradas aplicando método de diferença freqüencial. Na presença do manto-ohmico, observa-se também uma boa eficácia deste método na retirada dos seus efeitos nas anomalias, compare as respostas na Figura 4 com as respostas do corpo nas Figuras 2 e 3.

## CONCLUSÕES

Método de diferença freqüencial é muito eficaz em retirar ruídos geológicos de corpos de baixo número de indução, assim como heterogeneidades do manto; e também na retirada de efeitos de manto-ohmic. Este método mostra melhor resultado relativamente nas baixas freqüências.

## REFERÊNCIAS

- Kaufman, A. A. – 1978 – Resolving capabilities of inductive methods of electroprospecting: *Geophysics*, 43 (7), 1392-1398.
- Olm, M. C. – 1981 – Electromagnetic scale model study of the dual frequency differencing technique: M. Sc. Thesis, Colorado School of mines, 291p.
- Palacky, G. J. & Kadecaru, K. – 1979 – Effect of tropical weathering on electrical and electromagnetic measurements: *Geophysics*, 44 (1), 69-88.
- Silva, L. M. C. & Verma O. P. – 1986 – Efeitos do manto de intemperismo sobre anomalias eletromagnéticas geradas por corpos tabulares inclinados: *Revista Bras. de Geociências*, 16 (3), 285-293.
- Silva, R. C. A. – 1997 – Anomalias eletromagnéticas de corpos inclinados em contato com o manto de intemperismo usando diferentes arranjos de bobinas – Modelamento Analógico : Tese de Mestrado, Universidade Federal do Pará, 107p

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela bolsa de mestrado concedida a Eliana Márcia de Sousa Silva.