

Análise de velocidades em meios homogêneos VTI com curva moveout racional não hiperbólica

Lehilson Pantoja Vieira¹

FAMAT/UFPA, Cametá, PA

Nilcilene da Silva Coelho²

PPGME/UFPA, Belém, PA

Rubervaldo Monteiro Pereira³

FAMAT/UFPA, Cametá, PA

Na sismica de reflexão, considerando geometria de aquisição CMP (*common-depth-point*), as curvas NMO (*normal moveout*), em meios homogêneos VTI (*vertical transversely isotropic*), tradicionalmente são não-hiperbólicas e polinomiais, como a expansão em série de Taylor. Contudo, o uso de aproximações racionais (como Padés) para aproximar tais curvas têm sido sugeridas por [1], por se mostrarem mais precisas como na comparação feita por [2]. Neste trabalho, realizamos análise de velocidades por semblance, de reflexões em interface plana-horizonta, de ondas P, em meios homogêneos VTI, utilizando curvas de sobretempo não-hiperbólicas racionais (Padé) para estimar a velocidade NMO, v_{NMO} e o parâmetro de anelipticidade, η .

Segundo [3], o processamento sísmico tem como objetivo a obtenção de informações litológicas das camadas em subsuperfície, como a velocidade sísmica, para a obtenção de modelos iniciais que possam produzir uma boa imagem da subsuperfície. No processamento sísmico tradicional, supõe-se que a subsuperfície seja isotrópica e a velocidade seja estimada na fase inicial do processamento sísmico, conhecida como análise de velocidades. Nessa etapa, utiliza-se a geometria de aquisição chamada CMP e são utilizados os dados de tempo de trânsito e tempo zero-*offset* (t_z). Assim, a velocidade NMO (v_n) é estimada por semblance maximizando o funcional [4]:

$$S(t_z, v) = \frac{\sum_{\tau=t_z-T/2}^{t_z+T/2} [\sum_x \mathbf{D}(\tau, x)]^2}{N \sum_{\tau=t_z-T/2}^{t_z+T/2} \sum_x \mathbf{D}^2(\tau, x)}, \quad (1)$$

sendo N o número total de traços sísmicos em um conjunto CMP, τ o tempo de trânsito duplo vertical em uma janela temporal, T centrada em um dado t_z e $\mathbf{D}(\tau, x)$ o dado amostrado corrigido por uma curva de sobretempo $t(\tau, v_n)$.

Já no processamento em meios anisotrópicos, a curva de sobretempo é uma função não-hiperbólica da velocidade NMO e dos parâmetros elásticos. No caso de anisotropia VTI, esta depende de v_n e do parâmetro de anelipticidade η [5]. No entanto, [6] observaram instabilidades numéricas nesse método ao estimar diretamente o parâmetro. Portanto, eles reformularam a aproximação não hiperbólica em termos das velocidades NMO (v_{Pn}) e horizontal v_{Px} para obter o parâmetro η .

Por outro lado, [1] desenvolveram uma aproximação da curva de sobretempo para longos afastamentos utilizando aproximantes de Padé com base nos coeficientes da série de Taylor de ordem

¹leilsonpantojavieira@gmail.com

²nilcilenedasilvacoeelho@yahoo.com.br

³rubenp@ufpa.br

superior para meios VTI. Eles encontraram uma boa acurácia nas aproximações em que a ordem do numerador é maior do que a do denominador em uma unidade.

Realizamos análise de velocidades, baseado em semblance tradicional, com a aproximação não hiperbólica de Padé [7/6] [1] em uma seção CMP sintética (Figura 1), com tempos de trânsito obtidos por traçamento de raio. O modelo de subsuperfície é o folhelho VTI Greenhorn com interface refletora localizada a uma profundidade $z = 1,0 \text{ km}$, com tempo vertical $t_z = 0,6464 \text{ s}$, e cujos parâmetros exatos $v_{Pn} = 2,9336 \text{ km/s}$, $v_{Px} = 3,8045 \text{ km/s}$ e $\eta = 0,3409$. O tempo de trânsito foi amostrado à $\Delta t = 2 \text{ ms}$ e a assinatura da fonte usada foi um pulso Ricker com frequência dominante $f = 20 \text{ Hz}$. Observa-se neste sismograma a ausência de variação na amplitude e fase, bem como eventos livres de ruído.

No experimento para razão *offset*/profundidade $x/z = 4,0$ (Figura 2) verificamos que: (a) O valor de máximo semblance é aproximadamente 1,0 para todas as estimativas, obtendo-se boa estimativa de η , (b) A aproximação racional de sobretempo Padé [7/6], mostra-se precisa na estimativa de v_{Pn} e v_{Px} e de η para grandes valores de x/z , pois o erro relativo está na faixa de 1,0%.

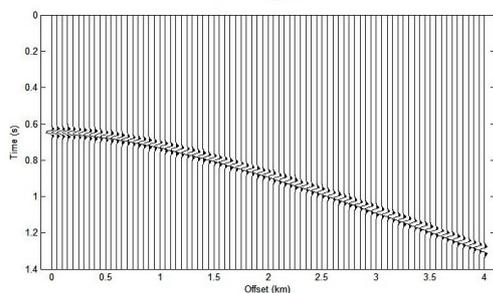


Figura 1: Sismograma Sintético.
Fonte: Os autores.

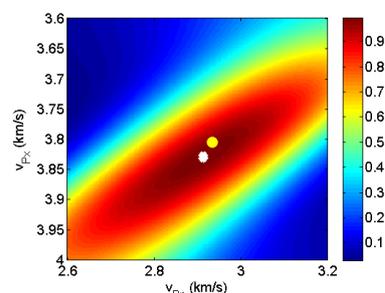


Figura 2: Sismograma Sintético.
Fonte: Os autores.

Referências

- [1] S. Hanjie, G. Yingjie, Z. Jinhai e Y. Zhenxing. “Long-offset moveout for VTI using Padé approximation”. Em: **Geophysics** 81.5 (2016), pp. C219–C227.
- [2] N. S. Coelho e R. M. Pereira. “Estimativas de Parâmetros em meios homogêneos VTI com equações moveout racionais não hiperbólicas”. Em: **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**. 2021, pp. 010118-1–2.
- [3] M. S. De Souza. “Determinação automática da velocidade de empilhamento e obtenção da seção zero-offset”. Tese de doutorado. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, 2014.
- [4] M. T. Taner e F. Koehler. “Velocity spectra-digital computer derivation applications of velocity functions”. Em: **Geophysics** 34.6 (1969), pp. 859–881.
- [5] T. Alkhalifah e I. Tsvankin. “Velocity analysis for transversely isotropic media”. Em: **Geophysics** 60.5 (1995), pp. 1550–1566.
- [6] V. Grechka e I. Tsvankin. “Feasibility of nonhyperbolic moveout inversion in transversely isotropic media”. Em: **Geophysics** 63.3 (1998), pp. 957–969.