



## Comparação da qualidade sísmica obtida por vibradores e dinamite de linha sísmica 2D na porção sudeste da Bacia do São Francisco, Brasil.

Pedro Cáceres (CPGeo), Danilo Ferreira (CPGeo), Rafael Furtado (CPGeo), Fernando Neves (Petra Energia), Lúcio Prevatti (Petra Energia) e Guilherme Castilho (Petra Energia).

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 15-18, 2011.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 12<sup>th</sup> 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 present work makes a comparison of the results obtained through the field survey using dynamite and vibrators as energy source. The objective is to show that both types have advantages and disadvantages and are similar in processing quality. The best choice will depend on the conditions, needs and objectives of different working situations. The study was conducted with data collected in the San Francisco Basin by Global Geophysical Inc. contracted by Petra Energia S/A.

### Introdução

O presente trabalho faz uma comparação dos resultados obtidos através do levantamento de campo utilizando como fontes de energia dinamite e vibradores. O estudo foi realizado com dados da Bacia do São Francisco cedidos pela Petra Energia.

A Bacia do São Francisco localiza-se na região central do Brasil, abrangendo partes dos estados de Goiás, Tocantins, Bahia e Minas Gerais (Figura 1), correspondente a uma área de 350.000 km<sup>2</sup>. A bacia é do tipo intracratônica policíclica pouco deformada em sua porção central e deformada em suas bordas por ser limitada por duas faixas compressionais: a faixa Brasília a oeste e a faixa Araçuaí a leste. A bacia é preenchida, predominantemente, por rochas sedimentares proterozóicas, cobertas por manchas remanescentes de rochas sedimentares permo-carboníferas, e eocretácicas, por rochas vulcânicas neocretácicas e por uma chapada composta por arenitos neocretácicos.

O objetivo deste artigo é mostrar que os dois tipos possuem vantagens e desvantagens e que são similares quanto à qualidade final de processamento.

O levantamento usando fonte vibratória (vibroseis) apresenta algumas vantagens, como: Conhecer a assinatura da fonte, maior facilidade em ser realizado em estradas, pavimentadas ou não, e em áreas densamente povoadas, pode-se selecionar a faixa de frequências que é mais favorável para uma alta relação Sinal/Ruído, menor número de trabalhadores envolvidos em campo e geralmente o levantamento é mais rápido que o utilizando fonte explosiva. Entretanto, possui maior dificuldade nos levantamentos em áreas de mata fechada, em áreas muito acidentadas e as linhas registradas ao longo de estradas geralmente são tortuosas. O levantamento

usando fonte explosiva tem como vantagens: Podem ser detonadas em áreas de difícil acesso e adquirir linhas retas ou menos tortuosas, e como desvantagens: Dificuldade em armazenamento e transporte da carga, assim como a detonação em estradas e áreas povoadas e o envolvimento de maior número de trabalhadores. O estudo faz comparações dos sismogramas no ponto de cruzamento, dos conteúdos de frequência, assim como o cruzamento das seções migradas pré-empilhamento (PSTM).



Figura 1 – Mapa de localização da Bacia do São Francisco destacada em vermelho. As linhas estudadas estão dentro dos limites do quadrado preto. Fonte: Debate sobre gás natural em especial as jazidas o norte de Minas Gerais – 27/03/2008 – Wilson José Guerra.

### Descrição dos dados sísmicos

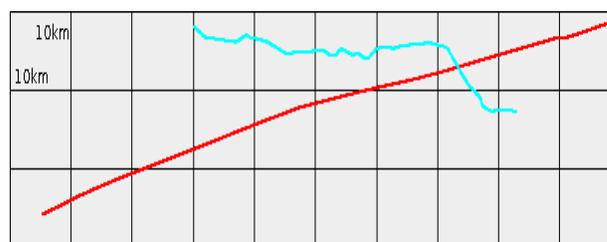


Figura 2 – Mapa de CDP's, em vermelho a linha levantada com dinamite e em azul a linha vibroseis.

O dado sísmico, utilizando dinamite, teve como parâmetros de aquisição: A carga variando entre 2 kg e 3 kg, intervalo entre estações de 40 m, intervalo entre tiros de 40 m, resultando em um intervalo entre CDP's de 20 m, com 96 canais e cobertura de 48 traços. O dado foi adquirido nos anos 80 e hoje se encontra público e disponível no BDEP. Para este trabalho foi escolhido um trecho de 15,9 km.

A linha sísmica, utilizando vibradores, teve como parâmetros de aquisição: A freqüência de vibração entre 6 hz e 88 hz, intervalo entre estações de 25 m, intervalo entre pontos vibradores de 50 m, resultando em um intervalo entre CDP's de 12,5 m, com 400 canais e cobertura nominal de 100 traços. O dado foi adquirido em 2011, e assim como na linha anterior, foi escolhido um trecho de 18.1 km. Vale salientar que esses trechos foram escolhidos em torno do cruzamento entre elas.

Para uma comparação mais justa, no processamento dos dados, foram selecionados os traços dos registros do vibroseis, limitando o número de canais a 80 e tomando um traço a cada duas estações, simulando o intervalo entre estações para 50 m, assim resultando em uma cobertura de 40 traços.

A Tabela 1 mostra de forma mais detalhada os parâmetros de aquisição das duas linhas.

Parâmetros de Aquisição	Dinamite	Vibroseis	Vibroseis Simulado
Número de canais	96	400	80
Intervalo entre fontes	40 m	50 m	50 m
Intervalo entre receptores	40 m	25 m	50 m
Intervalo entre CDP's	20 m	12.5 m	25 m
Cobertura	48	100	40
Filtros corta baixa	8 Hz	Out	Out
Filtros corta alta	128 Hz	Out	Out
Filtros notch	60 Hz	Out	Out
Tempo de registro	5 s	5 s	5 s
Razão de amostragem	2 ms	2 ms	2 ms
Profundidade de carga	1 a 3 m	0 m	0 m

Tabela 1 – Parâmetros de aquisição das linhas sísmicas levantadas com dinamite, vibroseis e vibroseis simulado.

Na linha de vibroseis foram realizadas quatro varreduras para o mesmo ponto de vibração. As Figuras 3 (A), 3 (B), 3 (C) e 3 (D) representam essas varreduras já com a correlação cruzada e 1,5 segundos. A Figura 3 (E) é a soma dessas quatro varreduras.

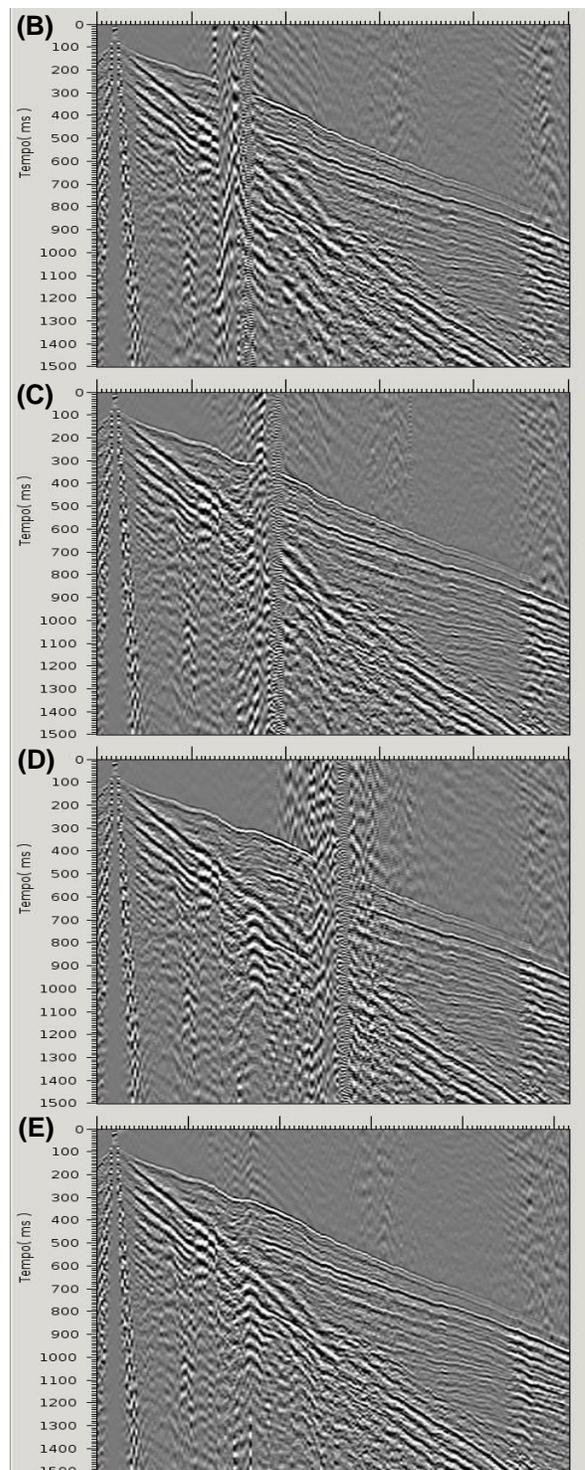
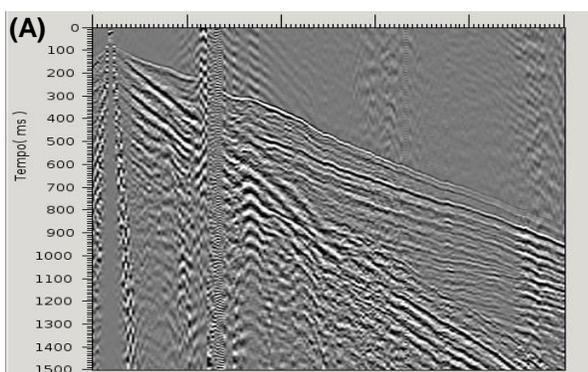


Figura 3 – Para o mesmo ponto: (A) Primeira varredura, (B) segunda varredura, (C) terceira varredura, (D) quarta varredura e (E) soma das quatro varreduras.

Nota-se que quando somadas as varreduras há uma boa atenuação nos ruídos aleatórios. Esse método de varias varreduras para o mesmo ponto é constantemente usado no vibroseis, diferentemente da aquisição com dinamite.

As Figuras 4 (A) e 4 (B) mostram os sismogramas de campo da linha sísmica adquirida com dinamite e com vibroseis no ponto de cruzamento.

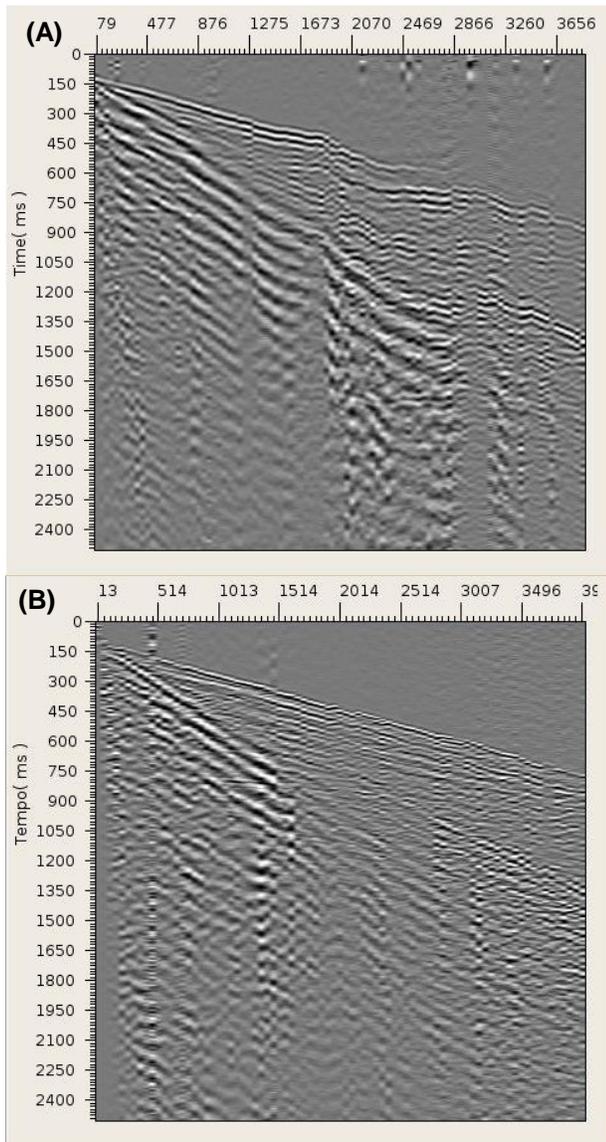


Figura 4 – No ponto de cruzamento: (A) Sismograma referente ao levantamento usando dinamite. (B) Sismograma referente ao levantamento usando vibradores.

Percebe-se que o dado com levantamento usando fonte vibratória sofreu menos efeito da topografia e da zona de baixa velocidade, o que é explicado devido à diferença de topografia nas duas direções. Para melhor comparação, as Figuras 5 (A) e 5 (B) mostram os mesmos dados das Figuras 4 (A) e 4 (B) respectivamente, corrigidas de estática e com exatamente os mesmos parâmetros de pré-processamento (ganhos e filtros), apresentando qualidade similar.

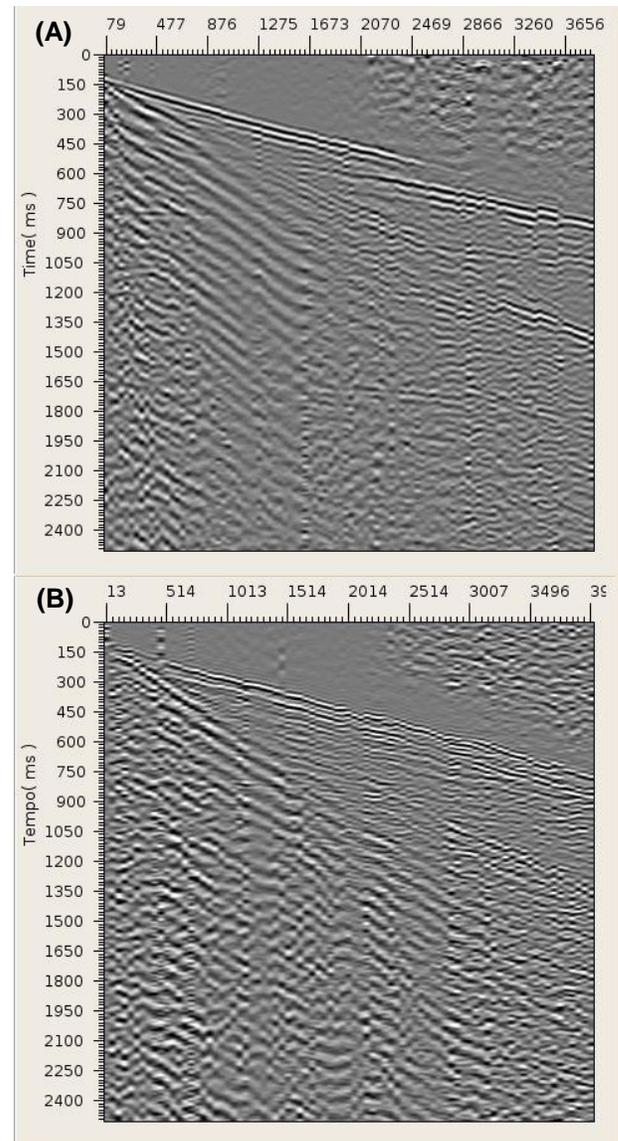


Figura 5 - No ponto de cruzamento: (A) Sismograma referente ao levantamento usando dinamite, corrigidos de estática e pré-processados. (B) Sismograma referente ao levantamento usando fonte vibratória, corrigidos de estática e pré-processados.

As Figuras 6 (A) e 6 (B) mostram os respectivos espectros de amplitude obtidos antes do pré-processamento. Observa-se claramente que o decaimento de energia em direção as altas frequências é bem menor para os dados dos vibradores, dentro da mesma faixa de frequências. O filtro noch de 60 Hz aplicados nos registros do levantamento com dinamite interfere na comparação com os registros do vibroseis nessa faixa de frequência.

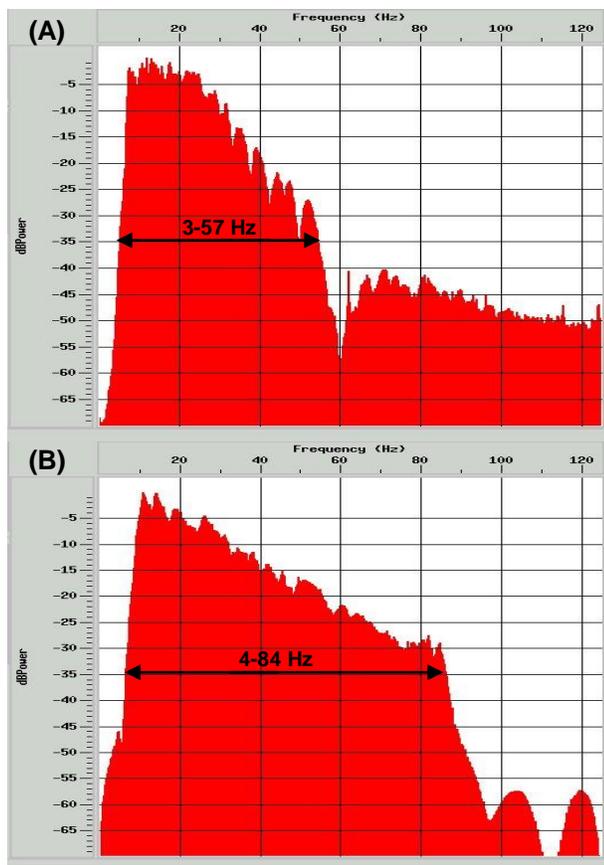


Figura 6 – (A) Espectro de frequência do dado utilizando como fonte de energia dinamite. (B) Espectro de frequência do dado utilizando como fonte de energia vibroseis.

**Processamento**

Os dados de campo vibroseis já vieram com a correlação cruzada, ou seja, a assinatura da fonte possui fase zero. Nas duas linhas foi aplicado o seguinte fluxograma de processamento: geometria, edição de traços, correções estáticas, correção da divergência esférica, atenuação de ruídos coerentes, deconvolução, balanceamento espectral, análises de velocidades, correções estáticas residuais, migração pré-empilhamento, empilhamento e filtros finais.

A linha dos vibradores foi levantada ao longo de uma estrada tratando-se, portanto de uma linha tortuosa (*crooked*). Na Figura 7 pode ser visto a grande dispersão dos CDP's causada pelas curvas da estrada e a trajetória escolhida para fazer o empilhamento da linha. A linha branca corresponde aos CDP's, a cor azul corresponde aos afastamentos mais curtos, portanto mais próximos à linha de aquisição, e em vermelho aos afastamentos mais longos. A maior dispersão foi de 1 km. Ao invés de limitar a faixa de domínio dos CDP's para empilhamento, foi desenvolvido um algoritmo de migração pré-empilhamento 3D projetando os dados migrados na linha de CDP's.

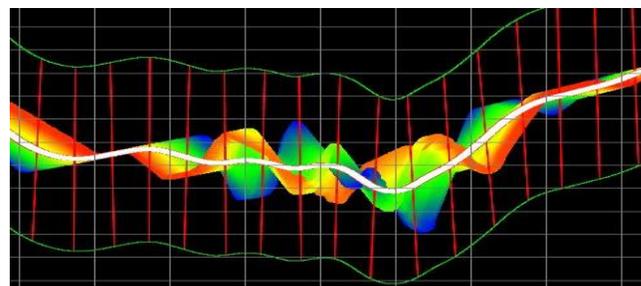


Figura 7 – dispersão dos CDP's. Em azul as menores dispersões e cada retângulo equivale a 500 m.

As Figuras 8 (A) e 8 (B) representam os dados processados, e migrados pré-empilhamento (PSTM) das linhas levantadas com dinamite e vibroseis respectivamente. A linha em vermelho representa o ponto de cruzamento entre as linhas.

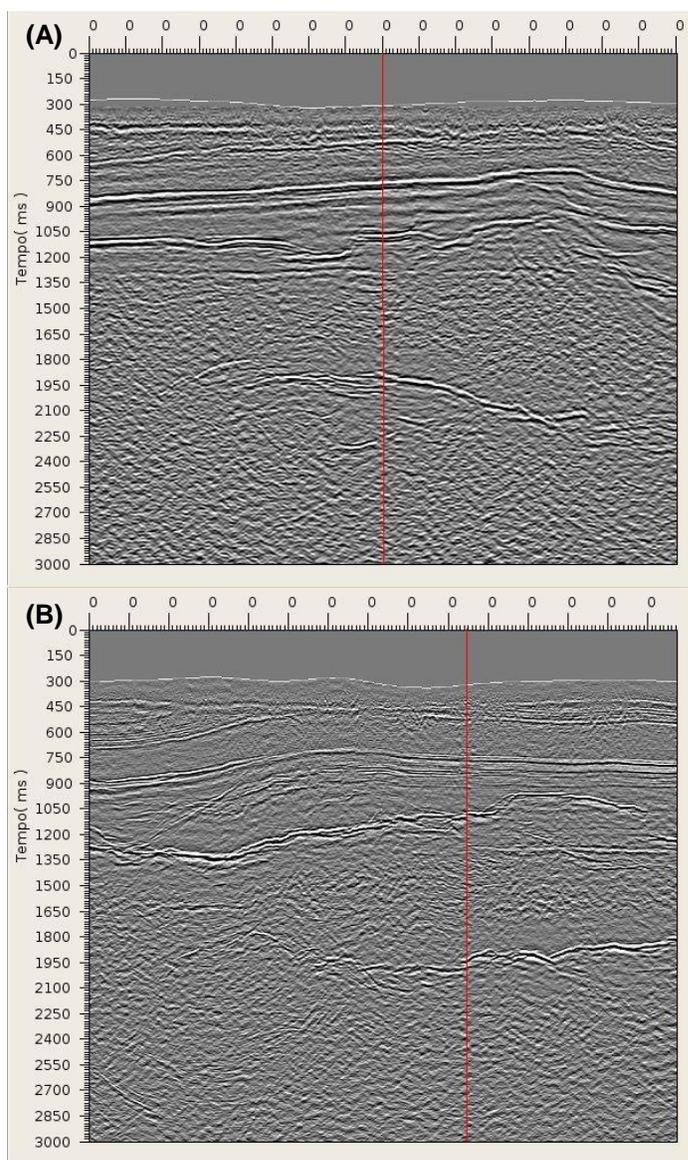


Figura 8 – (A) Seção sísmica migrada pré-empilhamento do dado levantado com dinamite. (B) Seção sísmica migrada pré-empilhamento do dado levantado com vibroseis.

## Cruzamento

Foi realizado um teste convertendo a fase do vibrador de zero para fase mínima e depois aplicada a deconvolução *spike*, Figura 9 (A), em seguida comparou-se com o processamento fase zero e balanceamento espectral, Figura 9 (B). Nos cruzamentos das duas linhas, do lado esquerdo está a linha vibroseis, e do lado direito a linha adquirida com dinamite.

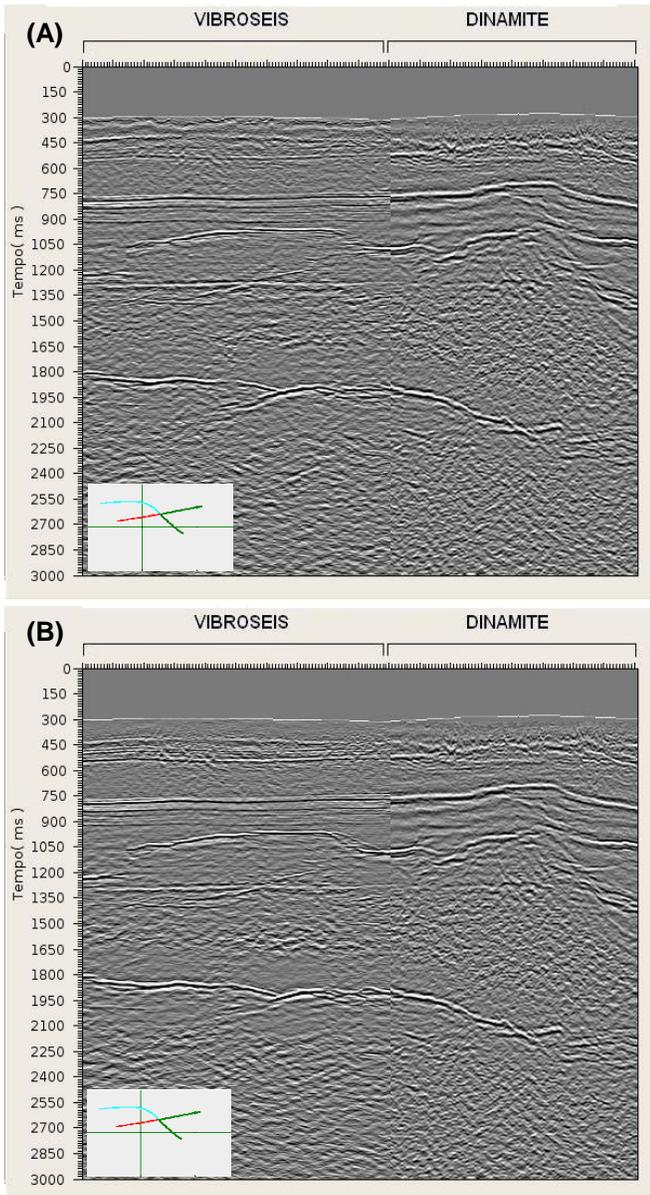


Figura 9 – Os cruzamentos ocorreram no trecho destacado em verde no mapa de CDP's. Do lado esquerdo a linha vibroseis, e do lado direito a linha levantada com dinamite. (A) Cruzamento da linha vibroseis processada com fase mínima e depois aplicada a deconvolução *spike* com a linha adquirida com dinamite. (B) Cruzamento da linha vibroseis processada com fase zero e balanceamento espectral com a linha adquirida com dinamite.

## Conclusões

Apesar da dispersão dos CDP's, o processamento da linha vibroseis teve boa qualidade, fato comprovado pela seção migrada pré-empilhamento e pelos cruzamentos com a linha de dinamite.

Comparando-se a resolução vertical, constatou-se que a linha vibroseis apresentou melhor qualidade que a levantada com dinamite, devido a maior banda de frequências.

A resolução horizontal, devido as linhas sísmicas terem um intervalo entre CDP's diferentes, desfavorece uma comparação justa, mesmo a linha vibroseis tendo sido simulada para parâmetros próximos.

Apesar das diferenças, a razão Sinal/Ruído das duas linhas é muito semelhante.

As linhas apresentaram boa qualidade e assim como nos sismogramas, elas foram similares quanto à qualidade do processamento final.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Petra Energia por fornecer os dados para o presente estudo, ao Centro Potiguar de Geociências – CPGeo pelo suporte técnico, e aos profissionais das empresas citadas pelo apoio teórico.

## Referências Bibliográficas

- Alkmin, F. F.; Martins-Neto, M. A. A Bacia intracratônica do São Francisco: Arcabouço estrutural e cenários evolutivos. Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais. Cap. II: 9-30: 2001.
- Leitzke, W. 1985, Uma abordagem a deconvolução vibroseis. Tese de Mestrado em Geofísica, PPPG/UFBA.
- Farias, A. 1989, Deconvolução vibroseis usando regressão de crista de banda limitada. Tese de Mestrado em Geofísica, PPPG/UFBA.
- Pritchett, W. C. 1990, Acquiring better seismic data. Published in the USA by Chapman and Hall. New York NY.
- Romanelli, A. L. R. 2010, Análise do sinal sísmico. Sociedade Brasileira de Geofísica (SBGf). Rio de Janeiro.
- Yilmaz, O. 2000, Seismic data analysis, in cooper, m. r. and doherty, s. m., ed., seismic data analysis vol. 1, 01: Soc. of expl. geophys, 1000: Society of Exploration Geophysicists.
- Zalán, P. V.; Romeiro-Silva, P. C. Proposta de mudança significativa na coluna estratigráfica da Bacia do São Francisco. In: simpósio de geologia do sudeste, 10. 2007, Diamantina. Programação e Livro de Resumos. Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Geologia, 2007. p. 96.