



Sísmica de Refração no Domo de Pitanga

João Carlos Dourado, IGCE/DGA/UNESP, Brasil
Walter Malagutti Filho, IGCE/DGA/UNESP, Brasil

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

This paper presents the results of refraction studies carried out in Domo de Pitanga's structure. This structure is located in the NE São Paulo State, near Rio Claro city.

The refraction section has approximately 14,100 m length with twelve set of geophones-records. The seismic sources are the quarry explosion located at extremities of the section.

The results of tomographic interpretation show that in the area Paraná Basin has a high structural basement between 1,000 and 4,000 m from Pedreira Bonança, they also show a large body of diabase near Pedreira Stavias.

Introdução

O Domo de Pitanga constitui um alto estrutural, que juntamente com outras feições estruturais localizadas na unidade geomorfológica denominada de Depressão Periférica, tem despertado interesse nos geocientistas desde o final século XIX. Este interesse aumentou bastante à partir da década de 20 do século passado, com o aumento participação do petróleo na matriz energética mundial (OLIVEIRA, 1920, 1940) e o conseqüente aumento no interesse econômico.

Essas estruturas, que geologicamente fazem parte da borda leste-nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, além do interesse inicial da indústria petrolífera, tem despertado o interesse dos pesquisadores, uma vez que constituem testemunhos da evolução tectônica regional. Dessa forma, a região e em particular essas estruturas já foram objeto de vários estudos, cujo enfoque principal sempre foi o condicionamento geológico-estrutural e tectônico dessas estruturas. A presente pesquisa pretende contribuir para o conhecimento do Domo de Pitanga, acrescentando dados de sísmica de refração profunda com o objetivo de determinar as espessuras dos sedimentos da Bacia do Paraná e o comportamento do embasamento cristalino na área.

Neste trabalho é apresentado o perfil interpretado através do método tomográfico.

Método de Campo

Para a realização da seção de refração sísmica foi escolhido um perfil localizado entre duas pedreiras: a Pedreira Stavias e a Pedreira Bonança, como mostra a imagem da Figura 1.

O perfil ensaiado possui um comprimento de aproximadamente 14100m, sendo que a Pedreira Stavias localizada na parte SW do perfil extrai brita de uma intrusão de diabásio da Formação Serra Geral e a Pedreira Bonança extrai calcário dolomítico da Formação Irati.

A escolha deste perfil teve como finalidade utilizar as explosões, necessárias para o desmonte da rocha, como fonte de ondas sísmicas para os estudos de refração.

Os equipamentos utilizados para a aquisição de campo constituem de 12 conjuntos de registradores-digitalizadores TEXAN Modelo 125a da REFTEK com geofones da Mark Inc. de 4 Hz de frequência natural.

Os critérios utilizados para determinar o sítio de instalação para cada um dos 12 geofones com os respectivos registradores levaram em conta:

- distância e espaçamento: os pontos de aquisição devem estar aproximadamente equidistantes entre si e espaçados de forma a cobrir todo o perfil estudado.

- acessibilidade: o local de instalação de ser de fácil acesso, pois se necessita instalar os equipamentos no menor tempo possível.

- segurança: na rotina de aquisição de dados está previsto que os equipamentos poderão ficar instalados por vários dias, portanto o local deve ser seguro tanto do ponto de vista das condições climáticas como do ponto de vista da possibilidade de roubo ou vandalismo.

Com estes critérios estabelecidos procurou-se primeiramente locais ao longo de estradas municipais, porém houveram pontos que foram instalados em propriedade privada, sendo necessário o consentimento prévio dos proprietários.

A foto da Figura 2 mostra um exemplo da instalação de um conjunto de geofone e registrador-digitalizador, que ficaram enterrados protegidos por um tudo de PVC de 20 cm de diâmetro.

Processamento e análise dos sinais

Para que fosse possível fazer os registros dos sinais sísmicos, foram feitos contatos com os administradores das duas pedreiras citadas, de forma que os equipamentos fossem instalados com um período de tempo suficiente para realizar a gravação dos sismogramas.

Ressalta-se que devido a problemas climáticos (chuvas) e a imprevistos técnicos nem sempre foi possível registrar os sinais sísmicos como o esperado, podendo-se dizer que esta é a parte mais difícil do projeto.

Os sinais registrados no Texan foram inicialmente convertidos para o formato segy através de rotina fornecida pela REFTEK e posteriormente convertido para o formato sac. Os sinais foram então processados e analisados nos programas PQL, SAC, GSAC e Seisgram, de forma a melhorar a relação sinal/ruído, possibilitando uma melhor definição dos tempos de propagação das ondas de interesse.

A Figura 3 mostra um sismograma obtido com o programa GSAC através da rotina PRS (plotrecordsection) que mostra os traços sísmicos de um tiro localizado na Pedreira Stavias, próximo do ponto de registro g12 (Figura 1).

A Figura 4 mostra um gráfico tempoxdistância para os tempos de viagem correspondentes às primeiras chegadas das ondas P nos geofones, juntamente com os tempos calculados no processo tomográfico, como os resíduos apresentaram-se grandes, novos tiros precisam ser registrados para se confirmar a interpretação realizada.

Tomografia

Dentre as técnicas utilizadas na interpretação de um perfil de refração sísmica, a tomografia sísmica é uma das mais recentes.

Dentre os métodos utilizados para se obter uma seção de velocidade, baseadas na propagação de ondas, o utilizado neste trabalho envolve a criação de um modelo inicial. Com este modelo inicial é então calculado o tempo de propagação entre a fonte e o geofone através de um algoritmo de *ray tracing* e comparado com o tempo adquirido por meio do ensaio de campo. Com base nos resultados obtidos o modelo é reajustado e o processo vai iterativamente calculando novos valores até que a diferença entre o tempo obtido experimentalmente e o medido atenda a níveis desejados.

O algoritmo utilizado tem por objetivo encontrar o tempo mínimo de propagação entre cada par de fonte-receptor. Isto é conseguido pela solução do trajeto do raio e pela vagarosidade (inverso da velocidade). Uma vez que não se conhece nenhum destes parâmetros, o problema está sub determinado, necessitando, portanto de um processo iterativo de ajustamento por mínimos quadrados.

A Figura 5 mostra o resultado da seção de refração sísmica obtida pelo método tomográfico, considerando os blocos de velocidades obtidos após 10 iterações.

A Figura 6 mostra as mesma seção após a mesma passar por um processo de smooth, juntamente com o traçado dos raios sísmicos.

Discussão dos Resultados

Como se pode observar na seção sísmica da Figura 6, existe um alto estrutural no embasamento da Bacia do Paraná, localizado entre 1.000 e 4.000 metros da Pedreira Bonança.

Este alto estrutural é consistente com modelamento gravimétrico realizado por FERNANDES, 2007, nas proximidades da seção estudada.

Pode-se também avaliar que este alto do embasamento pode estar associado ao alto da descontinuidade da Moho, que foi determinado para esta região através da função do receptor para a estação sismológica de Rio Claro - RCLB, por DOURADO et al., 2007.

Outra feição notável nesta seção sísmica é a presença de um grande corpo de diabásio que é aflorante na Pedreira Stavias.

As dimensões do corpo do diabásio encontrado precisa ainda ser confrontado com dados de magnetometria, pois outra hipótese que pode ser levantada é que as velocidades encontradas correspondam ao próprio embasamento cristalino.

Conclusão

Os resultados obtidos até o momento, embora em fase inicial, mostram que os ensaios de refração podem ser de grande utilidade no estudo de feições importantes para a caracterização geológica-estrutural de uma área.

As maiores dificuldades encontradas neste tipo de levantamento geofísico, estão relacionadas com a comunicação com as pedreiras, pois algumas pedreiras não tem uma programação de desmonte regular, podendo passar meses sem que haja detonações.

Embora as diferenças entre os tempos calculados e observados sejam grandes, o modelo obtido mostra-se consistente com outros dados regionais. Espera-se que novas aquisições de dados de refração refinem o modelo apresentado.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao suporte financeiro da FAPESP ao projeto de pesquisa -Processo nº 2006/01468-2. Agradecem também ao técnico Francisco Barrera (Paco) pelo auxílio aos trabalhos de campo

References

DOURADO, J. C.; ASSUMPÇÃO, M. S.; MALAGUTTI FILHO, W. and BIANCHI, M. B. . Feições crustais determinadas pela análise azimutal da Função do Receptor, na região da estação sismológica de Rio Claro

(RCLB). Revista Brasileira de Geofísica. , v.25, p.399 - 411, 2007

FERNANDES, M. A. – 2007 – Levantamento Gravimétrico na região do Domo de Pitanga. Trabalho de Formatura, Curso de Graduação em Geologia – Rio Claro – SP, 50p.

OLIVEIRA, E.P. – 1920 - Rochas petrolíferas do Brasil. Rio de Janeiro, Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, p.101-102.

OLIVEIRA, E.P. – 1940 - História da pesquisa de petróleo no Brasil. Rio de Janeiro, Serviço de publicidade agrícola, 208p.

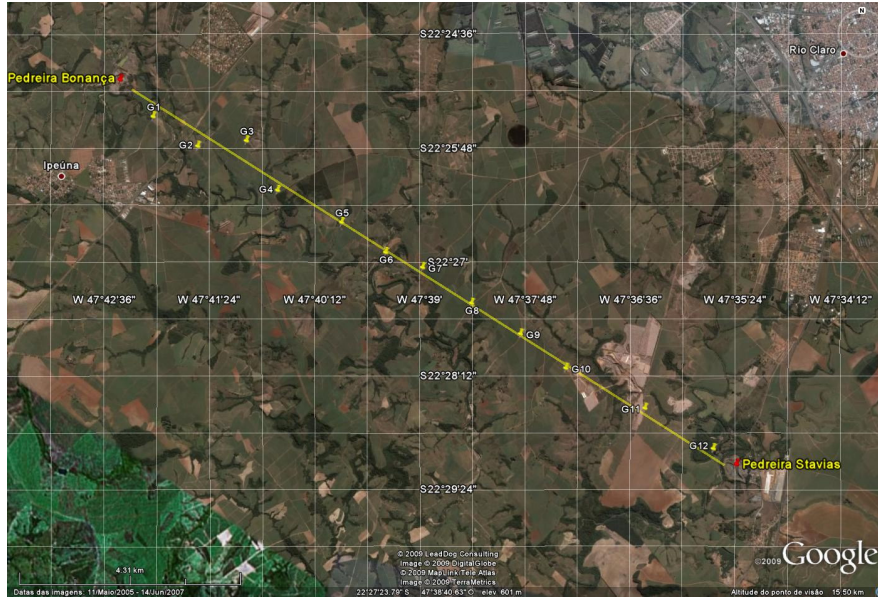


Figura 1 Imagem com a localização do perfil ensaiado mostrando as localizações dos doze geofones e das duas pedreiras. Pedreira Bonança localizada a NW e Pedreira Stavias localizada na extremidade SE da seção.



Figura 2 – Foto do geofone e do registrador Texan instalados dentro da perfuração e protegidos pelo tubo de PVC.

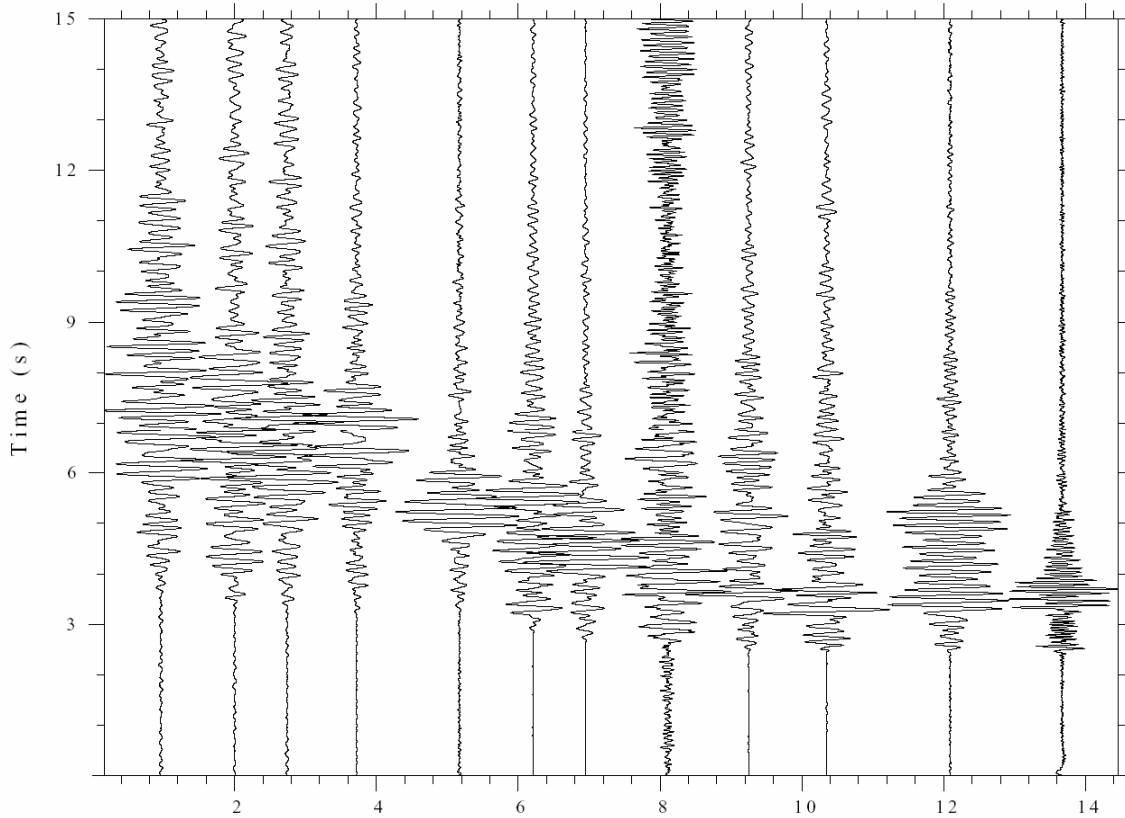


Figura 3 – Sismograma obtido da explosão da Pedreira Stavias, que se localiza próxima do geofone 12. O eixo x corresponde às distâncias em quilômetro.

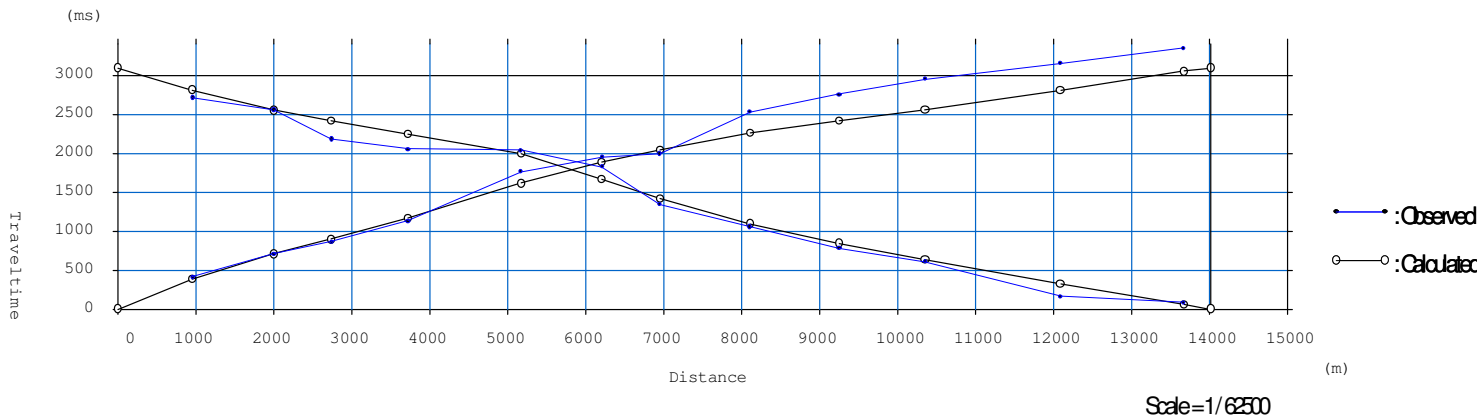


Figura 4 – Gráfico tempoxdistância para duas explosões realizadas pelas pedreiras. No ponto $x = 0$ metros localiza-se o tiro da pedreira Bonança e no ponto 14.020 m o tiro da pedreira Stavias. O traço em azul corresponde aos tempos observados e em preto os tempos calculados pelo método tomográfico utilizado. Como os resíduos apresentaram-se grandes, novos tiros precisam ser registrados para se confirmar a interpretação realizada.

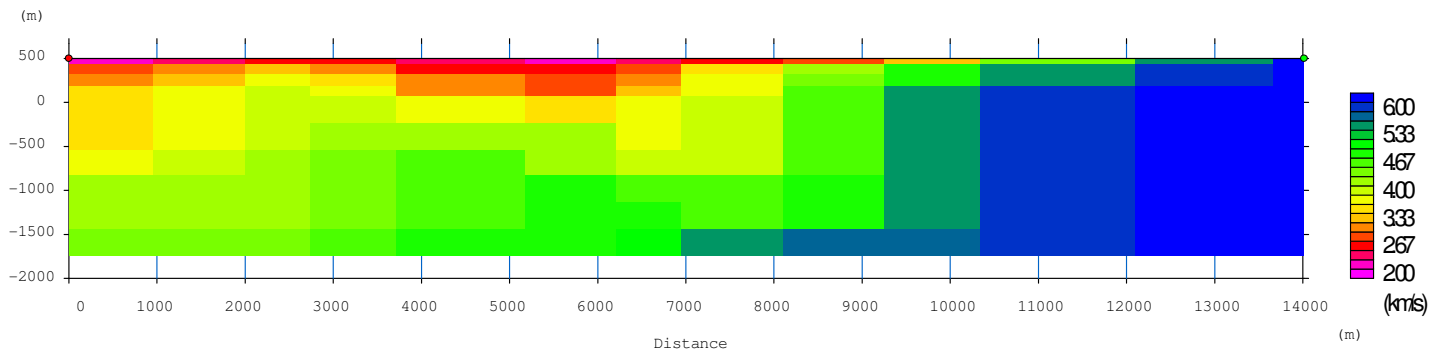


Figura 5 Seção sísmica mostrando as células utilizadas com os valores de velocidades para o modelo final após 10 iterações.

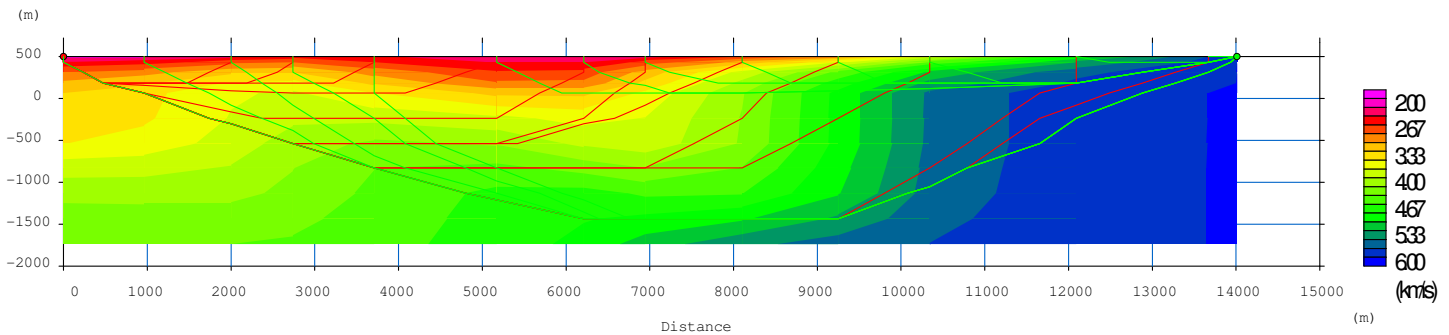


Figura 6 – Seção sísmica suavizada, mostrando a trajetória dos raios sísmicos utilizados no processo tomográfico