



Modelo geométrico estrutural a partir de interpretações em seções sísmicas de alta resolução.

Marcelo Kulevicz Bartoszeck^{*1}, Sidnei Pires Rostirolla², Augustinho Rigoti², Rodrigo Brunetta¹. ¹Pós-graduação UFPR, ²Degeol - UFPR.

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility 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

Outline the 3D geometry of the structural model from high resolution seismic faults interpretation was the main objective of this work. The analysis of a seismic array of lines, acquired transversally to the predominant structural trend, resulted in interpretation of various fault segments. After coherence tracking of this alone segments along the seismic sections, some fault planes came out. Those planes were converted to pillars in order to interpolate surfaces for constructing the structural model skeleton. The resulted 3D grid was stuffed with faults heterogeneity preserving the interpretation and preparing the model for horizons insertions and 3D integration.

Introdução

Este trabalho faz parte da carteira de projetos desenvolvidos em parceria entre a Ufpr, Petrobras e Finep, que visam adquirir dados de alta resolução, para modelagem geométrica e petrofísica de sistemas reservatórios e simulação de propriedades hidrodinâmicas. Com base em dados sísmicos de alta resolução, foram selecionadas algumas seções sísmicas para a modelagem estrutural computacional. Foram interpretadas falhas em locais onde ocorre perda de sinal ou deslocamento de refletores. A união das interpretações resultou em planos de falha utilizados para a construção do arcabouço estrutural, ou seja a distribuição espacial das estruturas geológicas no modelo 3D. O modelo gerado possui células em média com 10 metros de lado e uma espessura total de cerca de 300 milissegundos, limitado no topo e base por superfícies envoltórias das falhas.

Localização

A área de estudo está localizada nas proximidades de Ponta Grossa - PR, nas imediações do Parque Estadual de Vila Velha. O principal critério para escolha desta área foi a possibilidade de testar e analisar a resposta de um método geofísico em uma unidade estratigráfica fraturada, com características análogas a reservatórios de hidrocarbonetos, representada por arenitos da Formação Campo Mourão, Grupo Itararé, já estudada por diversos autores (Rostirolla et al 2001; Vesely et al 2003; d'Ávila 1999, França & Potter, P.E. 1988, Maack 1946).

Objetivos

Neste trabalho o principal objetivo está no imageamento de alta resolução das fraturas, que Rostirolla et.al. (2001) determinou através de estudos de campo e sensoriamento remoto. A direção predominante do fraturamento na área de estudo é aproximadamente N5E-N15E. Visando identificar da melhor forma possível as fraturas, o arranjo das linhas sísmicas foi realizado de forma perpendicular às estruturas tectônicas do local (Figura 1).

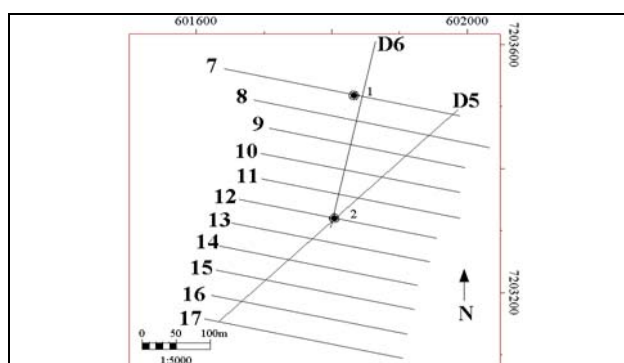


Figura 1 – Arranjo das linhas sísmicas (7 a 17, D5 e D6), com direção N85W, transversal a direção predominante de fraturamento local, que é aproximadamente N10E.

Resultados

O arranjo de seções sísmicas possibilitou o rastreamento das estruturas tectônicas ao longo do espaço tridimensional. O espaçamento entre linhas foi de 40 metros, com os traços finais da seção empilhados a cada metro. As seções sísmica de alta resolução (Figura 2) foram muito afetadas por ruídos, diminuindo o ganho dos refletores e dificultando a interpretação.

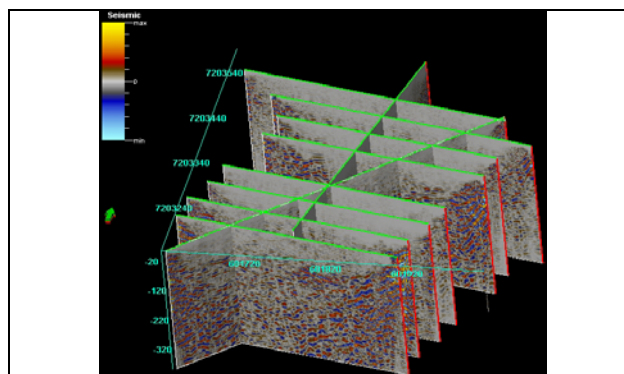


Figura 2 – Visão 3D das seções sísmicas.

De uma forma geral as falhas foram interpretadas como segmentos isolados, em uma janela 2D em cada seção sísmica. Seguindo as informações de trabalhos anteriores (Rostirolla et. al. 2001) foram interpretadas linhas subverticais condizentes com estruturas observadas em campo. A cinemática local é preponderantemente direcional, com rejeitos verticais associados subdecamétricos. Em um espaço tridimensional observou-se um excesso de segmentos de falhas, que em sua maioria não apresentavam seqüência em seções sísmicas consecutivas (Figura 3).

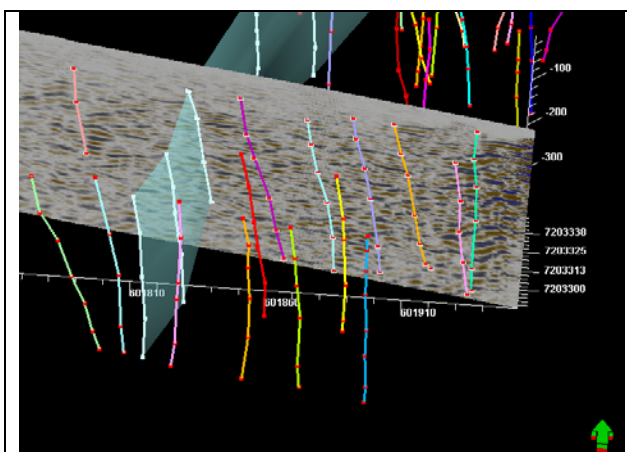


Figura 3 – Diversos segmentos de falha interpretados em janelas 2D não foram rastreadas como planos, devido à inexistência nas seções sísmica próximas nesta escala de estudo.

Entretanto diversas falhas foram observadas em mais de uma seção sísmica (Figura 4), condizentes com o rastreamento realizado de acordo com as direções dominantes de fraturamento local. Observou-se uma descontinuidade de alguns planos e um prolongamento maior de outros, muito semelhante ao que se verifica na escala de afloramento.

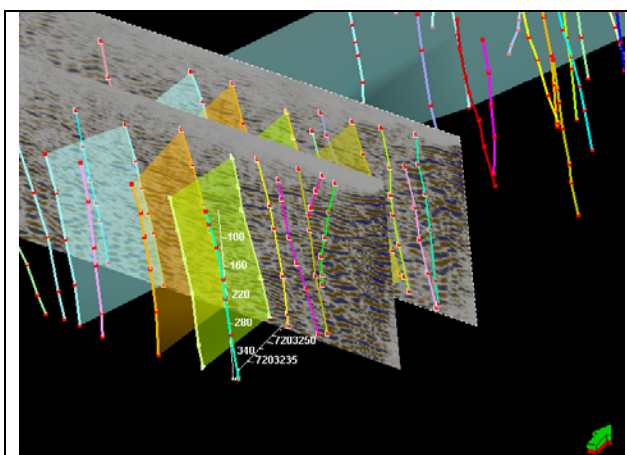


Figura 4 – Falhas que apresentaram continuidade em mais de uma seção sísmica foram transformadas em superfícies.

Em diversos pontos das seções sísmicas foram observados deslocamentos dos refletores muito similares a estruturas típicas de ambientes tectônicos de caráter transcorrente (Figura 5). Entretanto a escala de levantamentos entre seções não foi suficiente para mapear a continuidade lateral desta estruturas com aproximadamente 40ms de profundidade.

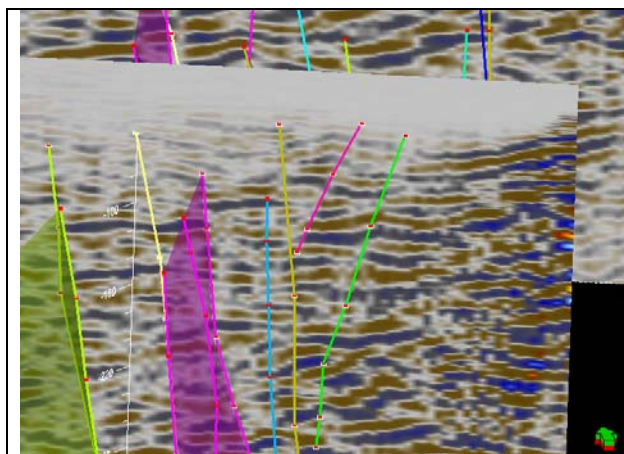


Figura 5 – Refletores deslocados no canto direito da figura formam um desenho similar a uma estrutura tectônica corriqueira em ambientes transcorrentes.

Com a interpretação de segmentos e a transformação daqueles mais coerentes em planos de falha, a etapa de modelagem de falhas resultou em superfícies contínuas lateralmente e com possibilidade de rastreamento em várias seções. Estes planos definiram as quebras na grade 3D que influenciam o deslocamento de horizontes sísmicos tidos como camadas ou descontinuidades estratigráficas. O limite geométrico da grade tridimensional foi definida num procedimento a partir da segmentação dos planos de falha em pilares compostos de pontos no topo, base e centro. Este processo possibilitou a criação do primeiro esqueleto externo do modelo geométrico, fortemente influenciado pelas falhas (Figura 6).

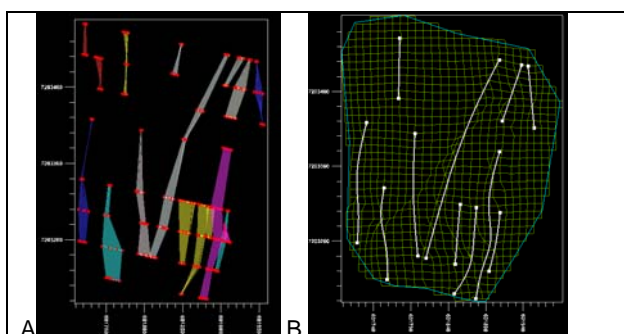


Figura 6 – Planos de falhas interpretados (A) Topo da Grade 3D gerada com lado médio de 10 metros, fortemente influenciada pelas falhas (B), ocasionando a deformação das células que em um modelo simétrico seriam polígonos perfeitos.

As etapas até aqui executadas definiram o primeiro envoltório do modelo geométrico 3D. O recheio será determinado por interpretação de horizontes sísmicos e por criação de zonas. Estas zonas são uma função relativa de distância entre horizontes, por exemplo isocóras que mapeiam pontos de uma igual espessura de uma unidade geológica. As zonas serão definidas de acordo com semelhanças nas características petrofísicas que espera-se ter uma resposta similar em simulações futuras. O esqueleto externo definido foi importante para a restrição da interpretação ao um mesmo espaço 3D (Figura 7).

A interpretação durante a construção do modelo geológico 3D buscou sempre priorizar o refinamento, honrando a resolução original dos dados de entrada. No entanto, considerando que o excesso de detalhamento no modelo geométrico é proibitivo para a subsequente simulação hidrodinâmica de fluidos em modelos 3D, foi criado um modelo onde o o arcabouço externo foi representado por células de 10 metros de lado. As anisotropias internas provindas dos planos de falhas irão fazer parte da heterogeneidade do reservatório a ser simulado, produzindo as funções de barreiras ou condutos de acordo com as parametrizações assinaladas. Pode-se visualizar (Figura 8) que os levantamentos de alta resolução fornecem informações suficientes para a construção de um modelo 3D talhado por estruturas em um espaço pequeno, aproximadamente 250x250 metros.

Conclusões

A construção de um modelo estrutural 3D a partir de dados sísmicos foi realizada com a interpretação de falhas em seções sísmicas de alta resolução. O desenho dos segmentos de falhas foi realizado em deslocamentos ou inflexões de refletores e também em zonas com perda de sinal. A associação de segmentos isolados para a transformação em planos de falhas foi feita observando-se aspectos citados em trabalhos anteriores com relação ao comportamento tectônico da área de estudo. Diversos segmentos interpretados não obtiveram correlação em seções sísmicas seguintes nesta escala de estudo, entretanto muitas falhas foram construídas e transformaram-se em parte integrante das heterogeneidades internas no modelo 3D. As próximas etapas de modelagem irão incluir a interpretação de horizontes e a utilização destes para o zoneamento vertical do modelo 3D.

Referências

d'Ávila, R.S.F. 1999. Análise de Fácies e Estratigrafia Física do Arenito Lapa, Grupo Itararé, Bacia do Paraná, Brasil. Porto Alegre. 349 p. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

França, A.B. & Potter, P.E. 1988. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé

(Permocarbonífero), Bacia do Paraná (parte 1). Boletim de Geociências da Petrobrás, 2: 147-191.

Rostirolla, S.P.; Appi, C.J.; Mancini, F.; Kraft, R.P.; Bartoszeck, M.K. 2001. Fraturas controladoras da migração de fluidos nos Arenitos Vila Velha, Grupo Itararé, Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências, 31:349-356.

Vesely, F. F., Trzaskos-Lipski, B., Kraft, R. P., Rostirolla, S. P., Appi, C. J. 2003. Facies architecture of a permocarboniferous sandstone reservoir analogue, Itararé Group, Paraná Basin, Brazil In: Latin American Congress of Sedimentology, Belém. anais. , 2003.

Agradecimentos

Os Autores agradecem ao apoio institucional do Laboratório de Análise de Bacias e Petrofísica – UFPR. A Schlumberger pela licença acadêmica do Petrel que possibilitou realizar a modelagem 3D. A Capes pela bolsa de doutorado. A Petrobrás e Finep pelo apoio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho.

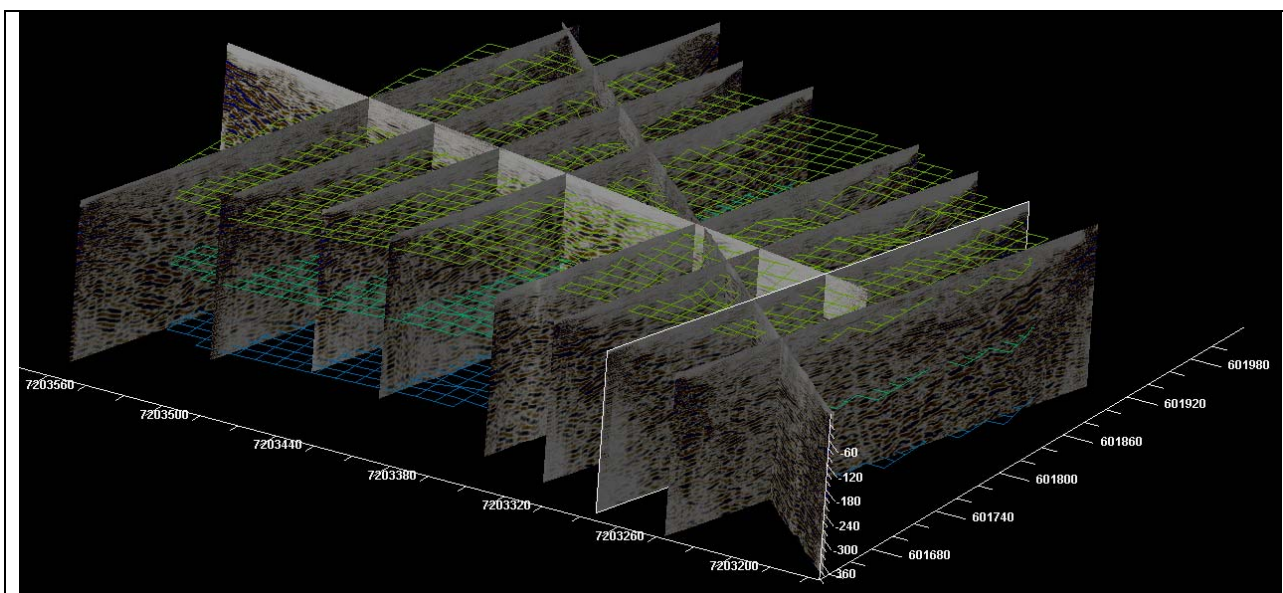


Figura 7 – Seções sísmica cortadas pelos 3 planos principais do arcabouço principal da grade 3D gerada. Estes limites ajudam a condicionar as interpretações.

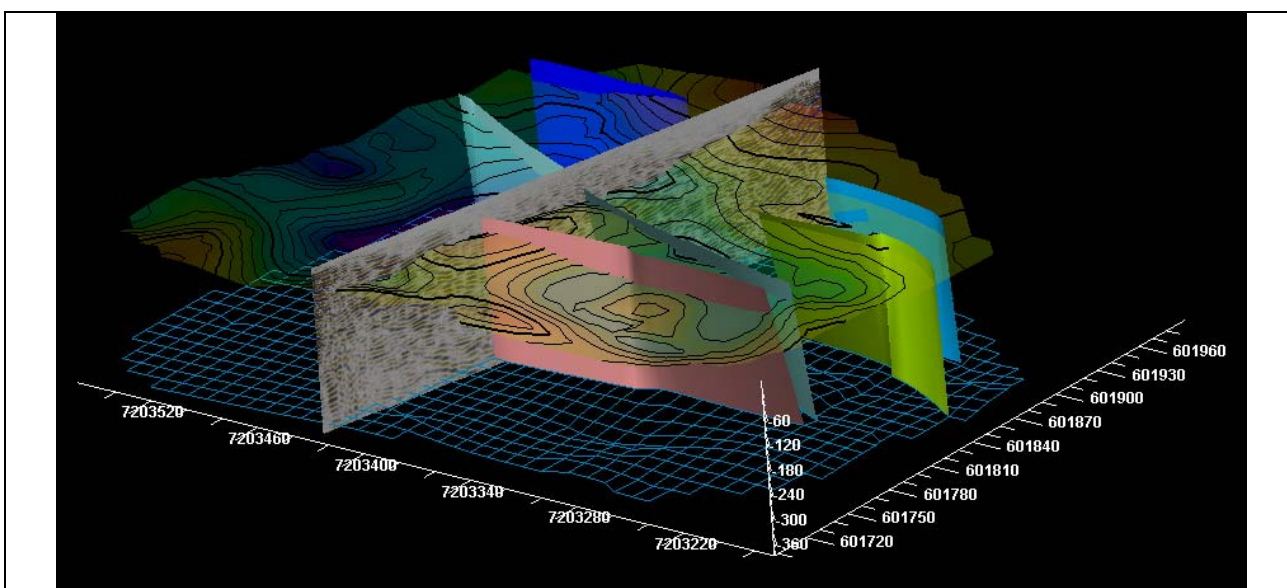


Figura 8 – As falhas interpretadas inseridas como heterogeneidades do modelo 3D em um levantamento de alta resolução fatiam em diversas porções em um espaço de dimensões relativamente pequeno.