



Geomodelagem sismo-estrutural 2,5-D de uma determinada área da Bacia do Acre (Brasil) a partir de dados reais

Luiz Soares Cardoso, Geologia/UFPA, Pedro Chira-Oliva IECOS/UFPA and João Carlos Cruz, IG/UFPA

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13th 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 Acre basin is located in the northwestern region of Brazil, very close to the border of Peru. The western part of Brazil has a special condition, because it is the only region of the Brazilian territory over the Andean plate, thus being affected by several reverse faults connected to that event. In Brazil, the exploration of oil in terrestrial basins dates back to the 19th century, but the continental basins were left aside, privileging the exploration of coastal cretaceous basins. This happened because, in time of great exploratory effort, little evidences of the presence of petroleum were found in those basins. The exploratory success achieved in other basins, investments and efforts naturally migrated to more promising regions. The National Agency Petroleum, Natural Gas and Biofuels, an agency of the Brazilian government has encouraged the exploration of the Acre basin, promoting bidding rounds for regions not much studied, but in many occasions there were no offers, due especially to the lack of geophysical and geological data, as well as to the lack of professionals interested in studying that region. In this work we present the results of the 2,5-D structural geological modeling by considering four seismic lines interpreted, which will contribute with new information about the geology of that basin, considered a bounding area when we are interested in the exploration of hydrocarbons.

Introdução

Em subsuperfície as estruturas geológicas complexas são bem difíceis de serem imageadas pela sísmica e em muitos casos reduzem a qualidade do imageamento sísmico. Essa dificuldade se dá pelo fato de que nessas estruturas complexas as ondas sísmicas se difratam produzindo imagens distorcidas, mesmo que se apliquem técnicas de processamento avançadas.

Existem vários processos e metodologias para obter-se a melhoraria do imageamento sísmico e reduzir esses frequentes problemas encontrados na exploração petrolífera das bacias sedimentares em geral, como por exemplo, a modelagem.

A modelagem consiste em uma ferramenta importante e fundamental para auxiliar na interpretação sísmica e geológica e ajudar a identificar possíveis reservatórios ou áreas de aprisionamento de hidrocarbonetos em uma bacia sedimentar.

De acordo com Duarte (2011), a Bacia do Acre possui perspectivas pouco promissoras para óleo e gás preliminarmente estabelecidas. Mas apesar de se encontrar em um estágio exploratório preliminar, as informações disponíveis atestam que esta bacia apresenta um sistema petrolífero com potencial para a acumulação de hidrocarbonetos.

A baixa atividade exploratória da bacia é devida, em parte, ao fato de que durante os períodos de esforços exploratórios, foram encontrados poucos indícios da presença de hidrocarbonetos. Com o sucesso exploratório obtido em outras bacias, os investimentos e esforços naturalmente migraram para as localidades mais promissoras. Outro fator está ligado diretamente à sua localização geográfica, no extremo oeste do Brasil, em uma área de pouca densidade populacional, e consequentemente, carente de infraestrutura. Além de se encontrar em uma área florestada, com amplas áreas restritas, tais como reservas indígenas e de proteção ambiental.

No presente trabalho será apresentada a construção de modelos geológicos estruturais 2,5-D de uma área de interesse da Bacia de Acre, a partir de dados geológicos reais, utilizando o *software* GOCAD (*Geological Object Computer Aided Design*) como uma forma de contribuir com novas informações referentes à geologia desta bacia, considerada como uma região de fronteira quanto ao assunto é exploração de hidrocarbonetos.

Bacia do Acre

Localiza-se no noroeste brasileiro, entre os paralelos 6° S e 9° S e meridianos 72° 30' W e 74° W, envolvendo os estados do Acre e Amazonas, próximo à fronteira com o Peru (Figura 1).

Esta bacia possui limite a leste com o Arco de Iquitos, que separa esta bacia da Bacia de Solimões; ao norte/noroeste e sul/sudeste prolonga-se respectivamente à Bacia de Marañón e às bacias de Ucayali e Madre de Dios, domínios subandinos de antepaís no Peru. Sua área total corresponde a aproximadamente 150.000 km², sendo que 40.000 km² incluem uma seção não-aflorante composta por rochas paleozoicas (Cunha, 2007).

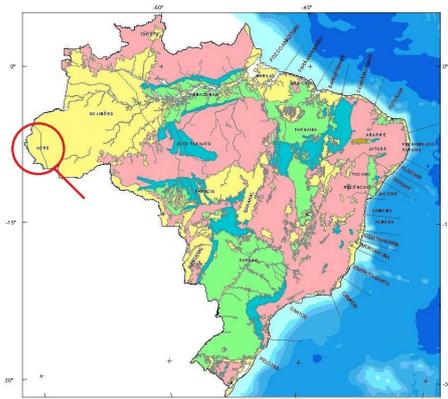


Figura 1 - Distribuição geográfica das principais bacias sedimentares do Brasil, destacando a localização da Bacia do Acre modificado de Bizzi (2003).

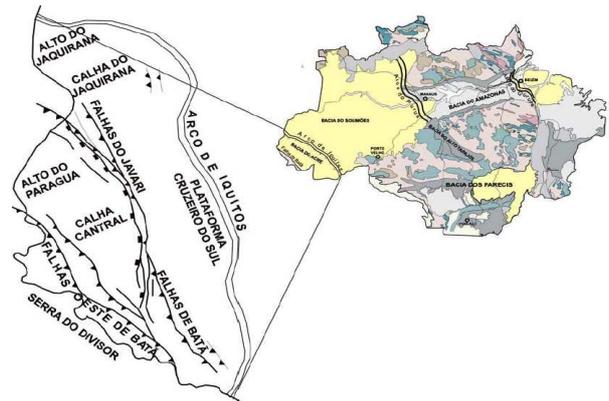


Figura 4 - Compartimentação tectônica da Bacia do Acre (modificado de Oliveira, 1994).

A Bacia do Acre é classificada como uma Bacia de Antepaís Retroarco (Figura 2).

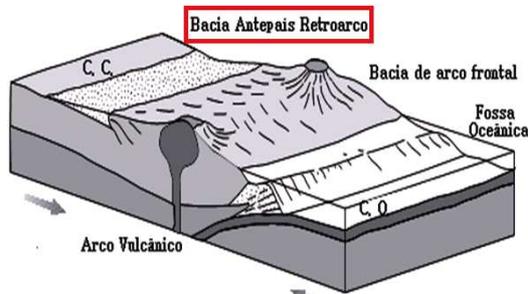


Figura 2 - Bloco diagrama enfatizando uma bacia de antepaís retroarco formada em ambiente de colisão continente-oceano, modificado de Nichols (2009), modificado.

A Serra do Divisor é o produto mais relevante dos eventos compressoriais. Corresponde a uma sequência de anticlinais e sinclinais, os quais se destacam os seguintes: Anticlinal do Moa; Sinclinal do Pedernal; Anticlinal do Novo Recreio; Sinclinal do Rio Azul; Anticlinal do Juruá-Mirim; Anticlinal do Rio Branco e Anticlinal do Ouro Preto (Figura 4). Este conjunto de serras coincide com uma anomalia Bouguer alongada, decorrente do soerguimento do embasamento nesta região (Bahia, 2007).

Estruturas de natureza distensiva correspondem aos principais lineamentos da bacia como as falhas de Batá, Oeste de Batá e Javari (Figura 4), que acompanham todo o flanco leste dos anticlinais, com direção norte-sul. Em subsuperfície, foi possível caracterizar a Falha de Batá como uma mega estrutura, reativada positivamente desde o Mesozóico, sendo a última reativação correspondente à fase Quechua da Orogenia Andina (Bahia, 2007).

Assenta-se sobre rochas do Cráton Amazônico (Figura 3), mais precisamente sobre a Faixa Móvel Sunsás, que possui idade variando no intervalo entre 1,45-1,0 Ga, tendo como limite ocidental o Arco de IQUITOS, que a separa da Faixa Móvel Rondônia-Juruena (Santos *et al.*, 2006).

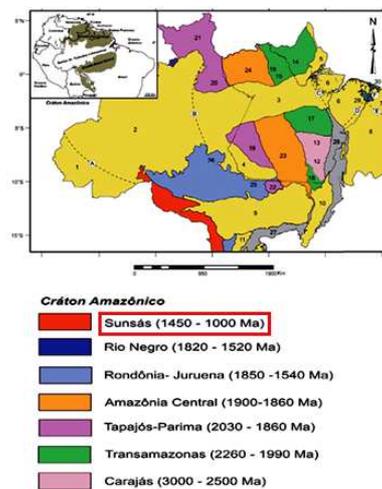


Figura 3 - Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico, enfatizando a Faixa Móvel Sunsás onde localiza-se a Bacia do Acre. (modificado de Santos, 2006).

Cunha (2007) subdivide a bacia em onze sequências separadas pelos horizontes correspondentes aos limites das sequências ou grandes discordâncias regionais. Será apresentada ainda uma coluna estratigráfica (Figura 5), que ainda passa por várias revisões, baseando-se em crono-relações com as bacias subandinas, com ênfase nas bases conceituais que regem a Estratigrafia de Sequências, mantendo-se as seções-tipo apresentadas no trabalho de Feijó & Souza (1994).

Modelagem Estrutural 2,5-D

Para a confecção da modelagem proposta, foi utilizado o software computacional GOCAD (Geological Object Computer Aided Desing), que faz parte do consórcio francês GOCAD.

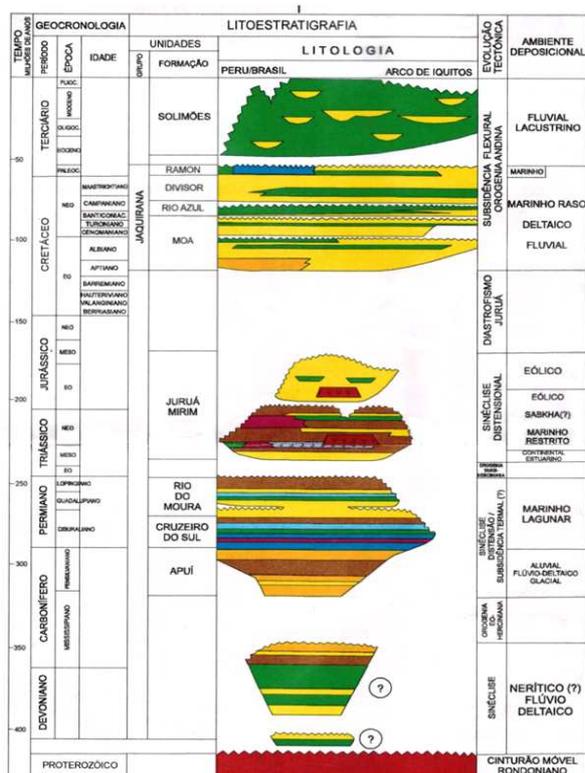


Figura 5 - Carta estratigráfica simplificada da bacia do Acre. (Cunha, 2006).

O modelo estrutural, utilizado neste trabalho, é constituído por um conjunto de horizontes obtidos a partir das secções geológicas interpretadas que produzem um modelo estruturalmente coerente entre as relações geométricas das camadas e seus respectivos limites geológicos. A construção do modelo estrutural neste trabalho pode ser resumida no seguinte fluxograma (GOCAD, 2008):

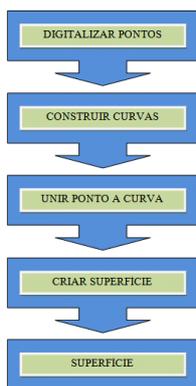


Figura 6 - Fluxograma demonstrando de forma simplificada o passo-a-passo para se gerar as superfícies de horizontes e falhas.

Dados Utilizados

Neste item serão apresentadas as secções sísmicas 2-D interpretadas por Oliveira (1994), e que serão utilizadas para a construção de quatro modelos geológicos estruturais 2,5-D da Bacia do Acre. As secções estão localizadas na porção oeste da Bacia do Acre conforme ilustra a Figura 7.

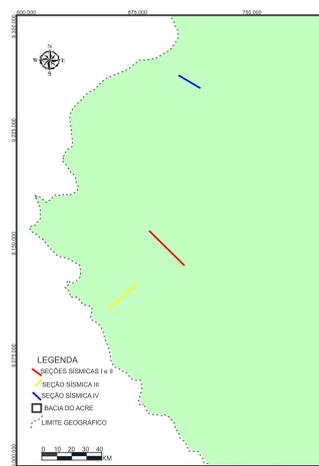


Figura 7 - Mapa de localização das Seções Sísmicas utilizadas na modelagem geológica estrutural 2,5-D, modificado de Oliveira (1994).

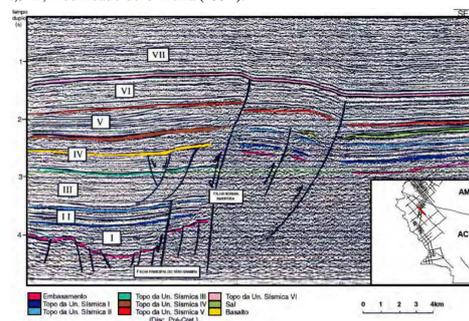


Figura 8 - Seção sísmica I a ser utilizada para a construção do modelo estrutural 2,5-D, retirado de Duarte (2011), modificada de Oliveira (1994).

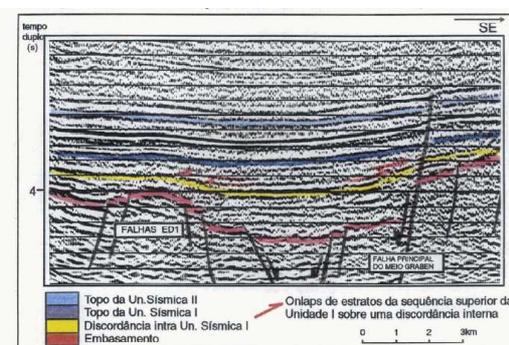


Figura 9 - Seção sísmica II a ser utilizada para a construção do modelo estrutural 2,5-D, Oliveira (1994).

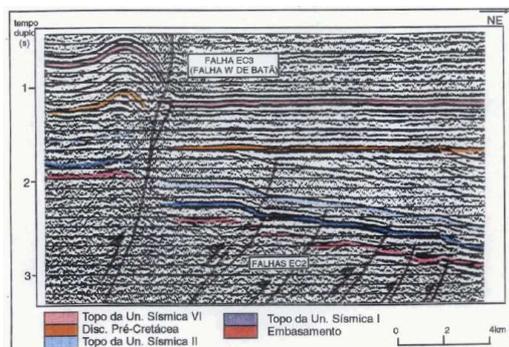


Figura 10 - Seção sísmica III a ser utilizada para a confecção do modelo estrutural 2,5-D, Oliveira (1994).

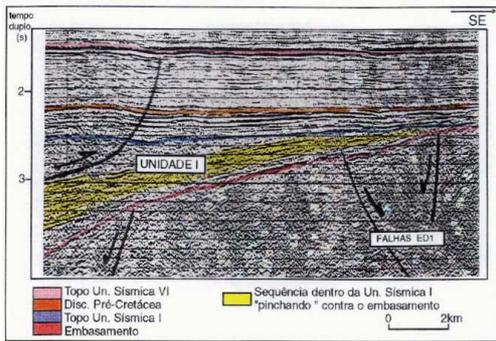


Figura 11 - Seção sísmica IV também a ser utilizada para a confecção do modelo estrutural 2,5-D, Oliveira (1994).

Resultados

A partir principalmente da pesquisa bibliográfica, foram definidas as possíveis rochas geradoras, reservatório, selantes e trapas presentes na Bacia do Acre, que em conjunto constituem o seu possível sistema para armazenamento de hidrocarbonetos e será melhor visualizado a partir dos modelos construídos.

No Modelo I, as rochas geradoras são ilustradas por rochas da Formação Cruzeiro do Sul ou da Formação Rio do Moura e folhelhos devonianos inferidos (Figura 12).



Figura 12 - Modelo geológico estrutural 2,5-D enfatizando as possíveis rochas geradoras presentes na seção sísmica I.

As rochas reservatório são representadas neste modelo por rochas da Formação Rio do Moura, da base da Formação Juruá-Mirim e do Grupo Jaquirana (Figura 13).



Figura 13: Modelo geológico estrutural 2,5-D ilustrando as possíveis rochas reservatório presentes na seção sísmica I.

As rochas selantes são enfatizadas neste modelo por rochas da Formação Rio do Moura, da Formação Juruá-Mirim e do Grupo Jaquirana (Figura 14).

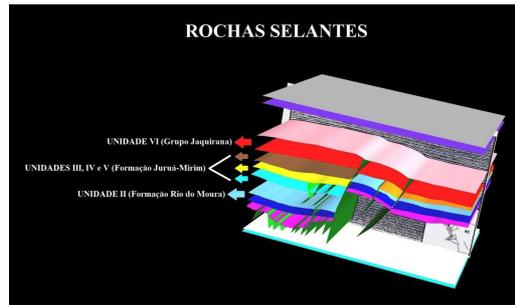


Figura 14 - Modelo geológico estrutural 2,5-D representando as possíveis rochas selantes presentes na seção sísmica I.

As trapas são evidenciadas neste modelo por falhas normais e inversas, além de camadas de sal produtos da movimentação do mesmo (halocinese), conforme ilustra a Figura 15.

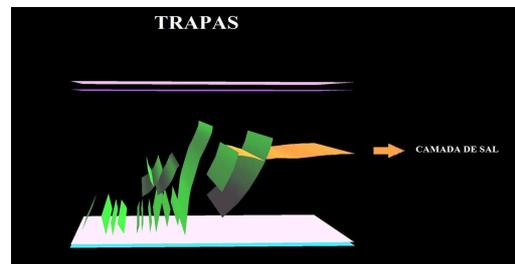


Figura 15 - Modelo geológico estrutural 2,5-D demonstrando as falhas (em verde) e a camada de sal na seção sísmica I.

No Modelo II, as rochas geradoras podem ser evidenciadas por rochas da Formação Cruzeiro do Sul e da Formação Rio do Moura, além dos folhelhos devonianos inferidos (Figura 16).

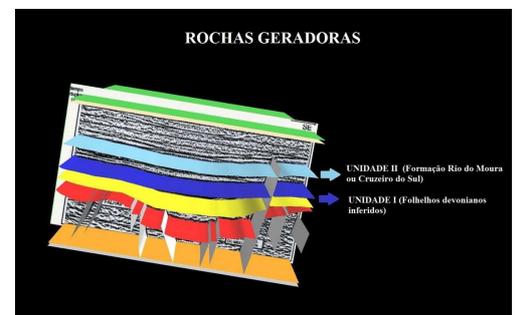


Figura 16 - Modelo geológico estrutural 2,5-D enfatizando as possíveis rochas geradoras presentes na seção sísmica II.

As rochas reservatório são ilustradas neste modelo por rochas da Formação Rio do Moura (Figura 17).



Figura 17 - Modelo geológico estrutural 2,5-D evidenciando as possíveis rochas reservatório presentes na seção sísmica II.

As rochas selantes podem ser demonstradas por rochas da Formação Rio do Moura (Figura 18).

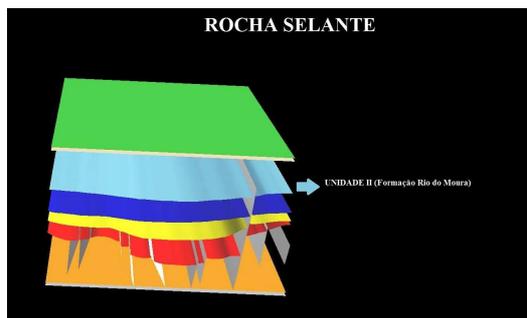


Figura 18 - Modelo geológico estrutural 2,5-D representando as possíveis rochas selantes presentes na seção sísmica II.

As trapas são representadas pela presença das falhas normais constituindo grábens (Figura 19).

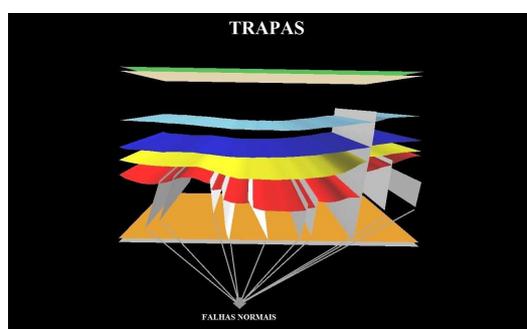


Figura 19 - Modelo geológico estrutural 2,5-D ilustrando as trapas, que possivelmente fazem parte do sistema petrolífero da Bacia do Acre na seção sísmica II.

No modelo III, as rochas geradoras podem ser ilustradas neste trabalho pelos folhelhos devonianos inferidos, além de rochas da Formação Cruzeiro do Sul e da Formação Rio do Moura (Figura 20).

Como trapas foi possível a individualização de dobras e falhas inversas (Figura 23).

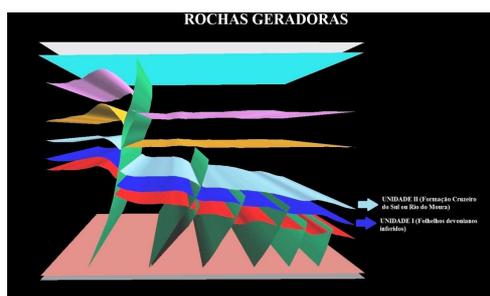


Figura 20 - Modelo geológico estrutural 2,5-D enfatizando as possíveis rochas geradoras presentes na seção sísmica III.

As rochas selantes são representadas neste modelo por rochas da Formação Rio do Moura e do Grupo Jaquirana (Figura 22).

Por último têm-se o modelo IV, que contém como rochas geradoras os folhelhos devonianos inferidos (Figura 24).

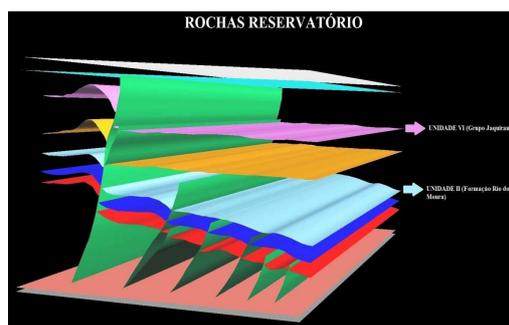


Figura 21 - Modelo geológico estrutural 2,5-D ilustrando as possíveis rochas reservatório presentes na seção sísmica III.

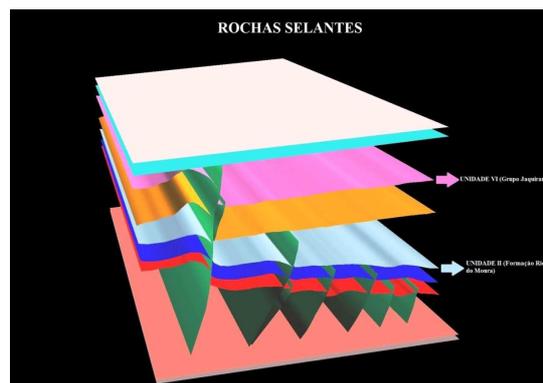


Figura 22 - Modelo geológico estrutural 2,5-D demonstrando as possíveis rochas selantes presentes na seção sísmica III.

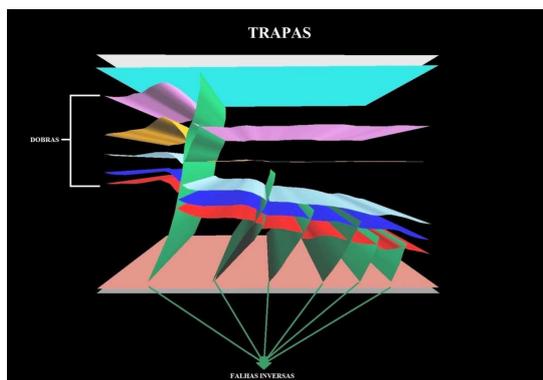


Figura 23 - Modelo geológico estrutural 2,5-D evidenciando as trapas (dobras e falhas inversas), que possivelmente fazem parte do sistema petrolífero da Bacia do Acre na seção sísmica III.

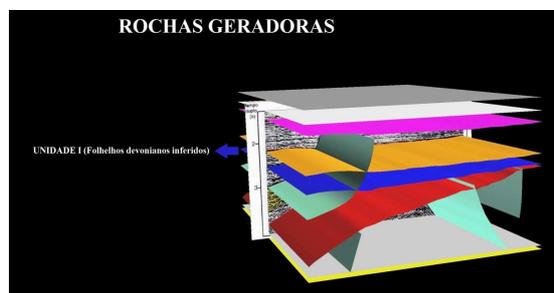


Figura 24 - Modelo geológico estrutural 2,5-D enfatizando as possíveis rochas geradoras presentes na seção sísmica IV.

As rochas reservatório são evidenciadas neste modelo por rochas do Grupo Jaquirana (Figura 25).

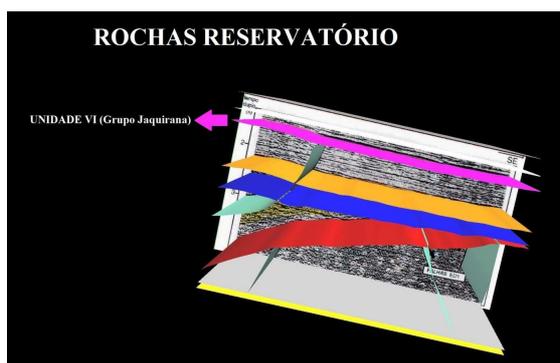


Figura 25 - Modelo geológico estrutural 2,5-D ilustrando as possíveis rochas reservatório presentes na seção sísmica IV.

As rochas selantes são enfatizadas neste modelo por rochas do Grupo Jaquirana (Figura 26).

Conclusões

Foi possível identificar falhas normais e inversas, assim como dobras, camadas de sal movimentadas e acunhamentos de camadas geradoras. Estas estruturas possuem um significado muito especial na exploração de hidrocarbonetos, pois podem constituir importantes armadilhas que aprisionam a matéria orgânica, armadilhas estas que representam um dos componentes essenciais em um sistema petrolífero.

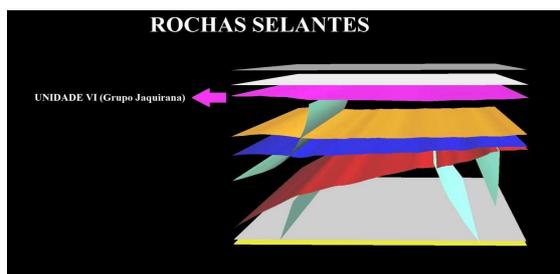


Figura 26 - Modelo geológico estrutural 2,5-D demonstrando as possíveis rochas selantes presentes na seção sísmica IV.

As trapas são demonstradas por falhas normais e inversas, bem como pelo acunhamento da Unidade I sobre o embasamento (Figura 27).

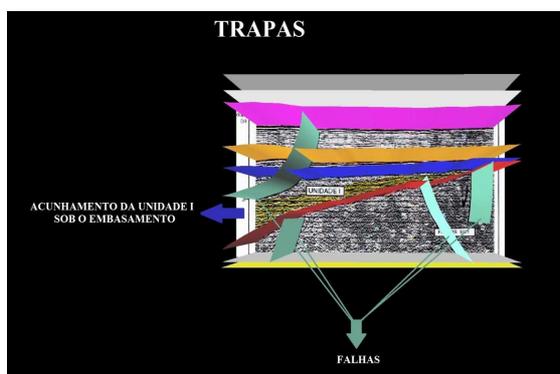


Figura 27 - Modelo geológico estrutural 2,5-D evidenciando as trapas, que possivelmente fazem parte do sistema petrolífero da Bacia do Acre na seção sísmica IV.

O entendimento destas estruturas se torna de grande relevância para uma melhor compreensão e resolução de problemas relacionados à presença das mesmas,

contribuindo para a diminuição dos riscos e a tomada de decisões nas diversas fases da exploração petrolífera.

Portanto, o presente trabalho representa uma pequena contribuição no conhecimento atual da Bacia do Acre, visando acrescentar, no que tange o estudo das bacias sedimentares de nova fronteira exploratória.

Agradecimentos

Agradecemos à PETROBRAS pelo patrocínio na licença do software de modelagem GOCAD para a construção do modelo estrutural deste trabalho.

Referências

BAHIA, R. B. C. Evolução Tectonossedimentar da Bacia dos Parecis – Amazônia. Tese de doutoramento, nº 26 (Contribuições às Ciências da Terra, vol. 18 - Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto), Ouro Preto - MG, 2007.

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, R. M.; GONÇALVES, J. H. (eds.). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Brasília, p. 55, 2003.

CUNHA, P. R. C. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia do Acre. Fundação Paleontológica PHOENIX, Ano 8, Número 86, Fevereiro 2006.

CUNHA, P. R. C. Bacia do Acre. Boletim de Geociências da PETROBRAS, v. 15, n. 2, p. 207 - 215, Rio de Janeiro – RJ, maio/nov. 2007.

DUARTE, K. S. Levantamentos Exploratórios da ANP na Bacia do Acre. Revista Técnico-Científica da ANP, nº 01, 2011.

FEIJÓ, F. J.; SOUZA, R. G. Bacia do Acre. Boletim de Geociências da PETROBRAS, 8 (1): 9 - 16, Rio de Janeiro – RJ, jan/mar. 1994.

GOCAD. Gocad 2.5.2. user's guide. [S.l.]: GOCAD consortium, 2008.

NICHOLS, G. Sedimentology and Stratigraphy. Editora: John Wiley e Sons, 2ª Edição revisada, 432p., 2009.

OLIVEIRA, C. M. M. Estilos Estruturais e Evolução Tectônica da Bacia do Acre. Dissertação de Mestrado, UFOP, Ouro Preto - MG, 1994.

SANTOS, J. O. S.; A compartimentação do Cráton Amazonas em províncias: avanços ocorridos no período 2000 - 2006. In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 9, 1 CDRom, 2006.