

EVIDÊNCIA DA TECTÔNICA DO JURUÁ EM LINHAS 2D REPROCESSADAS DA BACIA DO SOLIMÕES

Roberto Baldanza Ribeiro, (Landmark \ Halliburton), Ribeiro, R.B.¹
Thiago Carvalho do Santos Lima, (Landmark \ Halliburton), Lima, T.C.S.

¹Ribeiro@lgc.com

A região amazônica possui uma história de evolução geológica, até hoje considerada muito complexa. Na Bacia do Solimões detém-se maior conhecimento geológico, até o momento, da região corroborado com as descobertas do campo de óleo na província do Rio Urucu e gás na província do Rio Juruá. Em sua superfície, não há a presença de rochas das seqüências paleozóicas e mesozóicas, dificultando assim os métodos diretos de avaliação. Conhecendo esses fatores, fica evidente a necessidade da aquisição, processamento e reprocessamento, quando existentes, de dados geofísicos e geológicos da sub-superfície para um estudo mais detalhado desta bacia. A Bacia do Solimões sofreu influência de um evento ocorrido no Mesozóico denominado tectônica do Juruá. Esse evento contribuiu para a formação do sistema petrolífero mais importante da Bacia do Solimões, sistema Jandiatuba-Juruá (!). Esse evento transpressivo é responsável pela reativação das estruturas mais antigas gerando dobras anticlinais e falhas reversas, sendo as anticlinais mapeadas como trapas na bacia, responsáveis pela acumulação de óleo, gás e condensado. Nas seções migradas no início da exploração nas décadas de 70 e 80, onde já se utilizava o método CDP no processamento obtinha-se, usualmente, seções com muito baixa razão sinal-ruído após a primeira soleira. As soleiras de diabásio são frequentemente vistas como as grandes vilãs do imageamento sísmico, pelo fato de diminuírem o poder de penetração das ondas sísmicas gerando falsas estruturas e diminuindo assim, a qualidade do dado sísmico. O presente trabalho tem como objetivo a identificação dos elementos estruturais da tectônica do Juruá em linhas sísmicas reprocessadas 2D, pois com o advento da tecnologia, novos fluxos de processamento sísmico foram implementados e softwares foram desenvolvidos gerando seções migradas de melhor qualidade, facilitando assim a identificação e interpretação dos constituintes geológicos.

Palavras - chaves – Bacia do Solimões, Tectônica do Juruá, Processamento sísmico.

1. INTRODUÇÃO

A Bacia do Solimões (Figura 1.a), localiza-se no Norte do Brasil entre os paralelos 2° e 8° S e meridiano 62° e 72°. Esta bacia, possui um forte controle estrutural, sendo limitada ao Norte pelo escudo das Guianas e ao Sul pelo escudo brasileiro. Seu limite leste com a Bacia do Amazonas ocorre no Arco de Purus e seu limite oeste com a Bacia do Acre, no Arco de Iquitos.

Caracterizada como uma bacia paleozóica intracratônica, a Bacia do Solimões possui uma área sedimentar de aproximadamente 950.000 Km², onde cerca de 450.000 km² desta é prospectável para a exploração de hidrocarbonetos (ONIP, 2004).

Esta bacia possui uma subdivisão interna, que é caracterizada por duas sub-bacias, sendo sub-bacia do Juruá e sub-bacia de Jandiatuba. Este domínio é controlado por uma arco intrabacia denominados Arco de Caruari, que está sobreposto a zona de sutura entre a província Rio Negro-Juruena e cinturão Rondoniense (Figura 1.b).



Figura 1.a: Localização da bacia com a área sedimentar prospectável em destaque. Eiras, 1998

Figura 1.b: Principais feições estruturais que controlaram a sedimentação e desenvolvimento da bacia. Eiras, 1998

Com o impulso da exploração, após a descoberta do campo de gás do rio Juruá na década de 70, a sub-bacia do Juruá passou a representar a subdivisão em que se detém maior conhecimento, devido à fatores exploratórios e políticos, pois sua vizinha Jandiatuba possui maiores restrições legais devido a intensas reservas indígenas e florestais.

A Bacia do Solimões é considerada uma bacia complexa no contexto geológico, pois a história de sua gênese ainda é incerta. Diversas hipóteses circundam o mecanismo de formação desta bacia, sendo a mais aceita, relacionando a sua origem e subsidência regional ocorrendo em regime flexural, progressivo de Oeste para Leste, relacionado a uma rifteamento paralelo a borda Oeste do continente Gondwana, ocorrido no Ordoviciano (Caputo 1990). Sendo assim, a bacia teria se formado na fase de subsidência termomecânica que sucedeu esse rifteamento, juntamente com outras depressões interiores. Sua evolução sedimentar, parece confirmar esta hipótese.

2. JUSTIFICATIVA

A história exploratória na Bacia do Solimões teve início entre as décadas de 50 e 60 com a perfuração de aproximadamente 200 poços, onde somente 17 destes foram concluídos (15 estratigráficos e 2 pioneiros). Durante esta fase, a exploração não contava com o auxílio da sísmica. Esta atividade era baseada, somente, em estudos gravimétricos (34.750 Km de perfis).

Em meados da década de 70, foi realizado um levantamento sísmico de reflexão com o método de CDP (Common Depth Point), cobertura múltipla que foi determinante para a visualização de horizontes sísmicos situados abaixo de 2.500 m de profundidade, representando um grande avanço tecnológico na época.

Durante a fase rift, expressivos volumes de magmas intrudiram as sequências paleozóicas das bacias brasileiras. Na bacia do Solimões essas intrusões ocorrem na forma de soleiras de diabásio onde é possível caracterizar, através de dados sísmicos, principalmente três feições bem uniformes. As soleiras de diabásio são vistas como vilãs pelas empresas; representam um grande problema para o processamento e interpretação sísmica, pois diminuem o poder de penetração das ondas sísmicas gerando falsas estruturas e seções migradas de baixa qualidade, aumentando assim o risco exploratório.

Com o sucesso exploratório nas bacias da margem Leste brasileira, as bacias interiores brasileiras ficaram em segundo plano nas últimas décadas. Com a alta do preço do barril de petróleo e a necessidade de se fazer novas descobertas de campos com ocorrência de gás, as atenções se retornam a Bacia do Solimões, devido ao seu potencial produtor. Atualmente é a única bacia sedimentar paleozóica com produção e volumes comerciais de óleo e gás.

Com a carência de novos levantamentos sísmicos, correlacionados aos aspectos apresentados acima, denota-se a importância de ser realizado um reprocessamento sísmico dos dados existentes, já que a falta de afloramentos das rochas das sequências paleozóicas torna a exploração baseada principalmente na sísmica. Com o avanço da tecnologia de migração pré-empilhamento, novos fluxos de processamento sísmico foram implementados, gerando seções sísmicas de melhor imagem e qualidade, facilitando assim a identificação e reinterpretação dos constituintes geológicos estruturais.

3. TECTÔNICA

A Bacia do Solimões sofreu um evento tectônico durante Mesozóico, denominado Tectônica do Juruá. Este evento de caráter essencialmente tranpressivo e estilo tectônico bem marcante, possui grande importância no desenvolvimento do sistema petrolífero Jandiatuba-Juruá (!).

A Tectônica do Juruá é responsável pela reativação das estruturas mais antigas, gerando dobras anticlinais e falhas reversas, sendo as anticlinais mapeadas como trapas na bacia. Esta estrutura favorece a acumulação de óleo, gás e condensado.

O modelo tectônico consiste em falhas reversas com plano de alto ângulo e direção N.E. – S.W. e secundariamente N.W. – S.E. desenvolvidas ao longo de um megacisalhamento destrógiro primário E.N.E. – W.S.W., que corta a bacia em quase toda a sua extensão. Este megacisalhamento é compartimentado à grosso

modo, no eixo principal da bacia e a ele está associado o trend de Juruá e o trend de Urucu. As dobras e falhas constituem estruturas de segunda ordem formadas por esforços compressivos.

Este evento afetou todas as camadas paleozóicas da bacia, logo as camadas depositadas após este evento, como as unidades do Cretáceo superior (Fm. Alter do chão), Terciário e Quaternário (Fm. Solimões) não se apresentam deformadas (Figura 2).

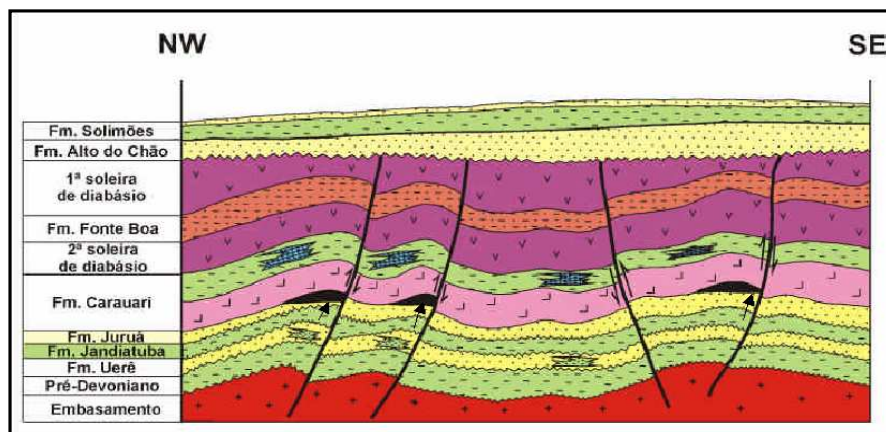


Figura 2. Falhas de alto ângulo associadas a dobras anticlinais representando elementos do sistema petrolífero da Bacia do Solimões. Eiras, 1998.

4. METODOLOGIA

Para realizar o reprocessamento das linhas sísmicas, utilizou-se o software ProMAX/SeisSpace de acordo com o seguinte fluxograma (Figura 3).

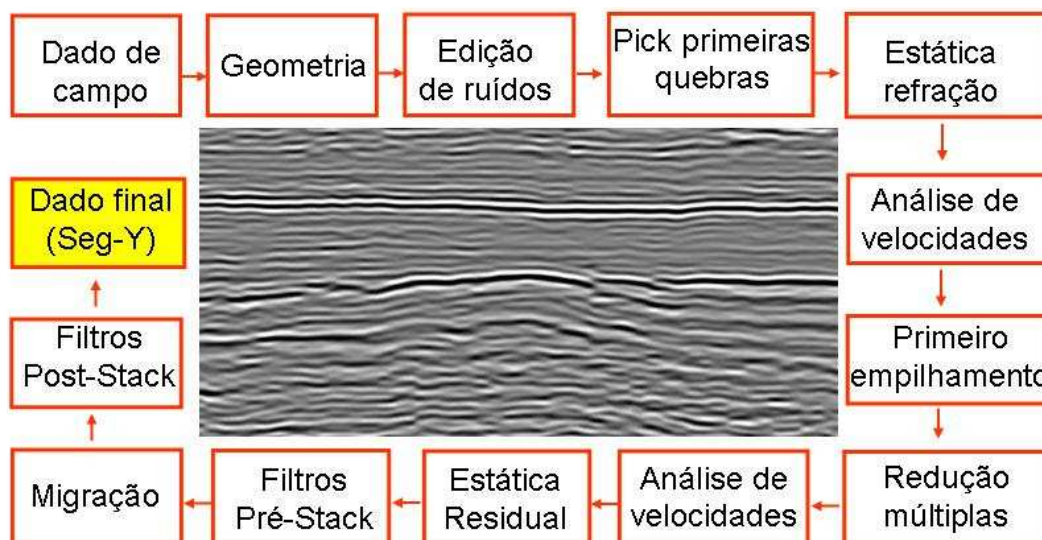


Figura 3. Demonstração do fluxo de processamento sísmico utilizado, tendo ao centro da figura uma seção sísmica ilustrativa, resultante de todo processo.

Após o controle de qualidade dos dados recebidos, iniciou-se o fluxo de processamento, com o primeiro passo marcado pela confecção da geometria das linhas. Esta fase constou de preenchimentos de tabelas, através dos dados de coordenadas e de relatórios de campo, que representam o formato de aquisição dos dados (número de canais, lançamento máximo e mínimo, número de tiros, profundidade de carga, número de estações e etc.).

A fase de edição de ruídos foi constituída de três etapas. A primeira etapa constou de um controle estatístico das anomalias, onde estas foram retiradas do dado através de um desvio padrão. Após esta etapa, o dado foi sortado por receptores, afim de se obter um controle maior do dado, utilizando um outro domínio. Finalmente, com o dado sortado por tiro, foi possível realizar uma edição final, onde foram editados os traços anômalos restantes das outras etapas. Garantindo assim um dado mais limpo, ou seja, com o mínimo de ruído possível.

A picagem de primeira quebra foi realizada em duas etapas, visando garantir que a qualidade do dado de entrada, para os cálculos de correções de estáticas de refração, fosse ótima. Na primeira etapa foi gerado um cálculo automático do pick. Na segunda etapa foi aplicado um NMO no dado. Limitou-se o offset para um melhor controle da picagem evitando a correção em cima da refração de outras camadas. Após a fase da picagem de primeira quebra foi calculada a estática de refração, que utiliza a picagem como base de referência.

A análise de velocidade foi desenvolvida em duas etapas, de 2km em 2km inicialmente e de 1km em 1km posteriormente, modelo de entrada para migração prestack (do tipo Kirchhoff). Eventualmente velocidades residuais baseadas nos gathers migrados foram desenvolvidas afim de melhorar os campos que por ventura tivessem rendido imagens de baixa qualidade atribuídas ao campo de velocidade.

Três stacks faziam os controles de qualidade da utilização das ferramentas de otimização do dado empilhado. O primeiro stack tem como função o controle do campo de velocidade primário e também a visualização da qualidade da estática de elevação e estática de refração. Os outros stacks serviram para um controle da estática residual, velocidade final e dos parâmetros dos filtros que foram utilizados para o dado final.

Na migração prestack, ou migração pré-empilhamento, cada família de CDP foi migrada separadamente, que possibilitou a geração de uma seção oriunda da soma desses *CDP gathers* migrados, que puderam ser manipulados (mute e filtros) de modo a otimizar o empilhamento.

Depois da seção final o dado foi transformado em SegY e carregado no OpenWorks, onde o dado foi visualizado e manipulado pelo aplicativo SeisWorks.

4. RESULTADOS

Com o fluxo de processamento concluído, foi possível obter uma seção sísmica migrada em tempo de melhor qualidade (figura 4.a), quando comparada com seções do acervo do BDEP (Figura 4.b), muitas delas originadas nas primeiras campanhas de aquisição e processamento da Bacia do Solimões, realizadas pela PETROBRAS.

Com essa melhora na qualidade do dado, o imageamento sísmico possibilitou a determinação, com maior facilidade, do sistema de falhas e estruturas anticlinais associadas a tectônica do Juruá. Possibilitou também o mapeamento dos horizontes com maior facilidade e um ganho de amplitude do sinal sísmico na área de interesse, representada pelo reservatório.

Nas áreas intensamente fraturadas pelo tectonismo associado ao magmatismo, foi possível observar variações de velocidade nas camadas ou difrações das ondas, devido a presença de fluidos nos espaços porosos dos planos de fratura.

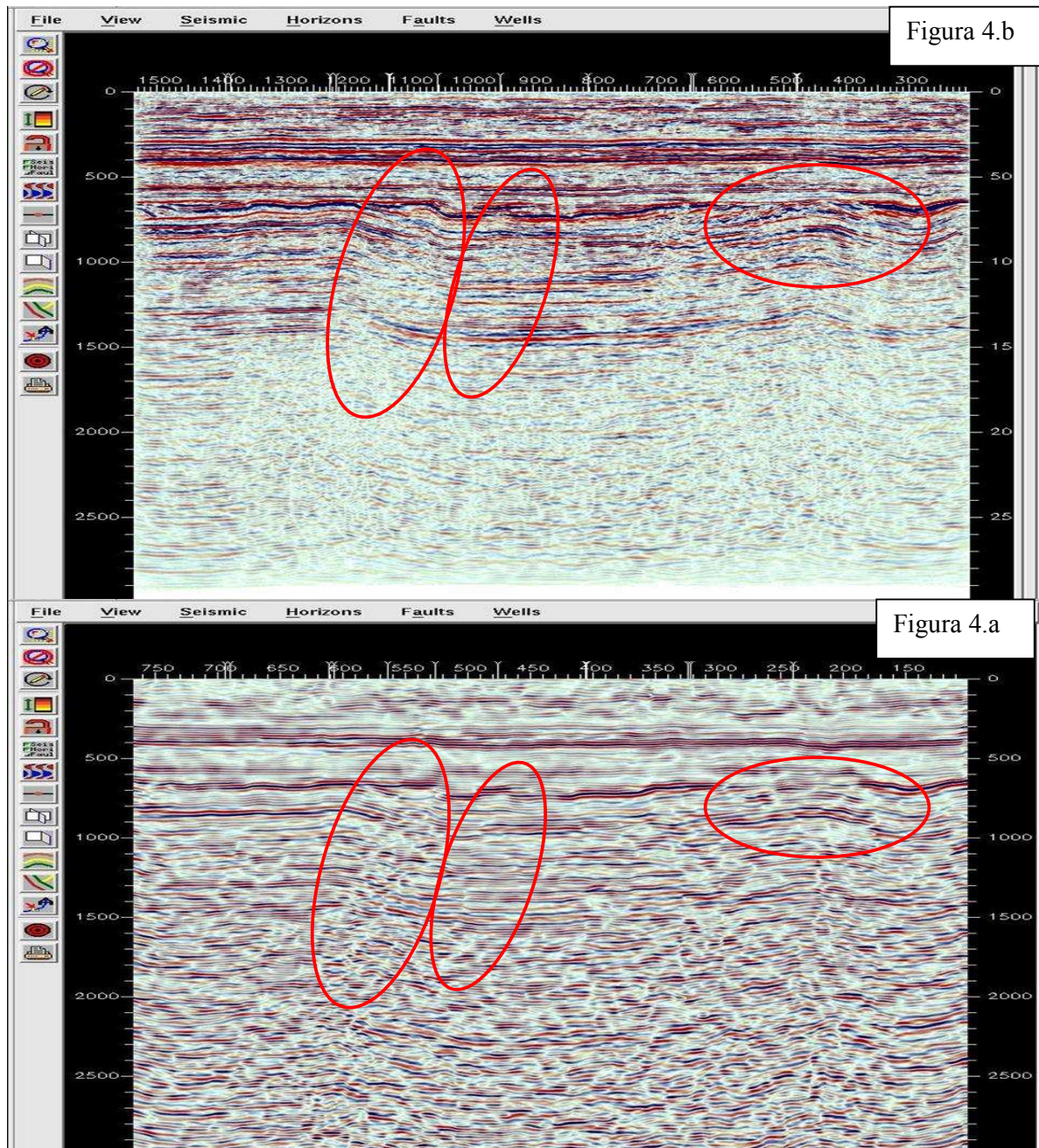


Figura 4.a representando a melhora no imageamento sísmico na zona de falha e o aumento do ganho de sinal até 2.500 ms. Resultado baseado no método de migração e filtros utilizados.

5. CONCLUSÃO

Com a carência de novos levantamentos sísmicos, correlacionados aos aspectos legais e financeiros, denota-se a importância de ser realizado um reprocessamento sísmico dos dados quando existentes.

Com o avanço da tecnologia de migração pré-empilhamento, novos fluxos de processamento sísmico foram implementados, gerando seções sísmicas de melhor imagem e qualidade, facilitando assim a identificação e reinterpretação dos constituintes geológicos estruturais (falhas e dobras).

O método de migração prestack kirchhoff em tempo, utilizado, possibilitou uma melhor visualização abaixo da terceira soleira, abrangendo a zona de interesse (reservatório) o que antes não era tão possível.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a empresa Oil M&S, pela liberação dos dados e a Landmark/Halliburton pelo incentivo e apoio técnico para a realização do mesmo.

7. REFERÊNCIAS

- CAPUTO, M.V, Silva, O.B. Sedimentação e tectônica na Bacia do Solimões. In: Gabaglia, G.P.R., Milani, E.J. (coords.), Origem e evolução de bacias sedimentares. Rio de Janeiro, **Petróleo Brasileiro S.A.** 169-196. 1990
- EIRAS, J.; *et all.* Bacia do Solimões. **Boletim de Geociências Petrobras**, v.8, n.1, p. 17-45. 1994.
- EIRAS, J. Tectônica, Sedimentação e Sistemas Petrolíferos da Bacia do Solimões, Estado do Amazonas. Searching for Oil and Gas in the Land of Giants. **The Search Magazine**, Edição Especial sobre o Brasil. Schlumberger, Argentina S.A. 1998.
- ONIP – Organização Nacional da Indústria do petróleo, 2004, Situação da sísmica terrestre no Brasil – **Projeto ONIP / GEO**. Rio de Janeiro.