

II.5.1.4 - Geologia e Geomorfologia

Neste item será apresentado, exclusivamente, uma descrição da área de desenvolvimento da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Módulo II do Campo de Marlim Leste, podendo-se considerar todos os outros aspectos, tanto estruturais quanto estratigráficos e fisiográficos regionais, como os mesmos já apresentados na versão original e subsequente revisões do Estudo de Impacto Ambiental do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás do Módulo I do Campo de Marlim Leste (processo IBAMA nº 02022.001299/03-48) e suas complementações, que subsidiaram a emissão da Licença de Instalação Nº 409/06, em 28 de novembro de 2006.

As informações aqui apresentadas foram sintetizadas a partir de dados primários adquiridos pela Petrobras durante levantamentos realizados na Bacia de Campos e, especialmente, aqueles destinados tecnicamente ao estudo do Módulo II do campo de Marlim Leste, onde ficará localizado o FPSO Cidade de Niterói.

Contexto Estrutural e Estratigráfico da Acumulação do Módulo II

A acumulação de hidrocarbonetos do Módulo II do Campo de Marlim Leste, inicialmente descoberta através do poço 6-MLL-14-RJS e depois pelo poço de extensão 3-MLL-20D-RJS, está situada na porção sudoeste da área de concessão do Campo de Marlim Leste e em posição central em relação à área dos campos petrolíferos da Bacia de Campos, conforme observado na Figura II.5.1.4-1, abaixo.



Figura II.5.1.4-1 - Localização do Campo de Marlim Leste, na Bacia de Campos, com destaque para o Módulo II.

Fonte: Petrobras, 2007.

Esta acumulação encontra-se inserida em profundidades que variam de 4000 a 5000 metros. Seus reservatórios correspondem aos depósitos de barras de oolitos/oncolitos conhecidos pela zona bioestratigráfica Alfa, do Albiano Inferior.

Os reservatórios do Albiano Inferior do Campo de Marlim Leste são representados por estruturas isoladas, que correspondem a depósitos carbonáticos de plataforma rasa controlados, estruturalmente, pela tectônica salífera e fechamento periclinal (Figura II.5.1.4-2). Estes reservatórios foram formados durante um regime transgressivo do Albiano Inferior.

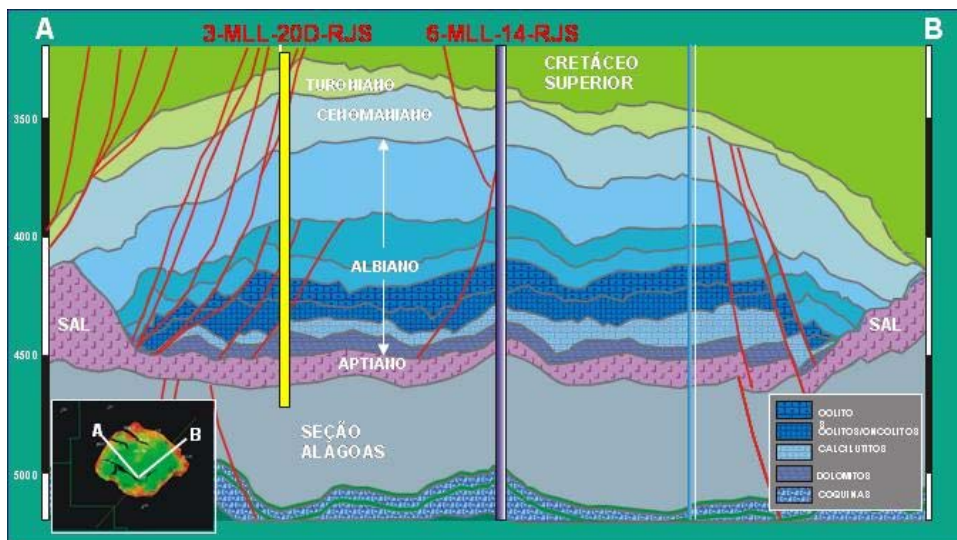


Figura II.5.1.4-2 - Seção geológica estrutural dos reservatórios do Albiano Inferior do campo de Marlim Leste, onde se encontra localizada a Acumulação do Módulo II.

Nestes reservatórios é possível reconhecer três seqüências carbonáticas retrogradacionais de terceira ordem - K60.80 (antiga alfa 1), K60.70 (antiga alfa 2) e K60.60 (antiga alfa 3), inseridas em um ambiente de plataforma rasa com pouco aporte siliclástico. Destas, a seqüência K60.60 (antiga alfa 3) seria a mais antiga e desenvolvida, tanto em espessura quanto em área (Figura II.5.1.4-3).

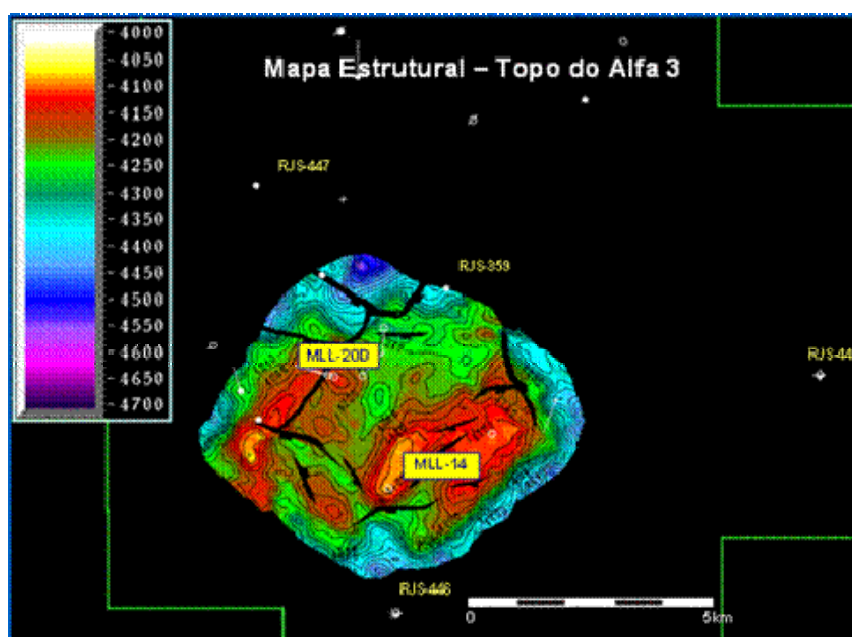


Figura II.5.1.4-3 - Mapa estrutural do topo do K60.60 (antiga alfa 3) (Albiano Inferior).

Genericamente admite-se uma provável distribuição lateral faciológica para a seqüência carbonática K60.60 (antiga alfa 3), a qual contempla a seguinte distribuição de ambientes:

- ★ Ambiente proximal continental com aporte eventual de sedimentos flúvio-deltáicos, presença de planície de maré com exposição subaérea e carstificação eventual do sistema. Ocorre deposição preferencial de margas, arenitos e calcários, com dolomitização posterior;
- ★ Ambiente lagunar com deposição de finos, margas, calcilutitos e calcissiltitos peloidais em porção proximal de uma plataforma carbonática, em posição de retro-banco;
- ★ Ambiente de borda de plataforma carbonática com deposição resultante de afogamento relativamente maior, ainda afetado pela ação de ondas e com mais espaço para desenvolvimento de espessas seções de bancos oolíticos e oncolíticos, onde se encontram as fácies de maior permo-porosidade do sistema; e
- ★ Ambiente distal de talude e bacia com deposição de finos, calcilutitos, margas e folhelhos, resultado da condensação das seções proximais.

A partir da interpretação dos resultados dos poços 6-MLL-14-RJS e 3-MLL-20D-RJS, bem como da continuidade sísmica de alguns refletores diagnósticos, puderam ser interpretadas, na seqüência K60.60 (antiga alfa 3), quatro subzonas reservatório: K60.50 (antiga 310), K60.40 (antiga 320), K60.20 (antiga 330) e K60.10 (antiga 340) (Figura II.5.1.4-4).

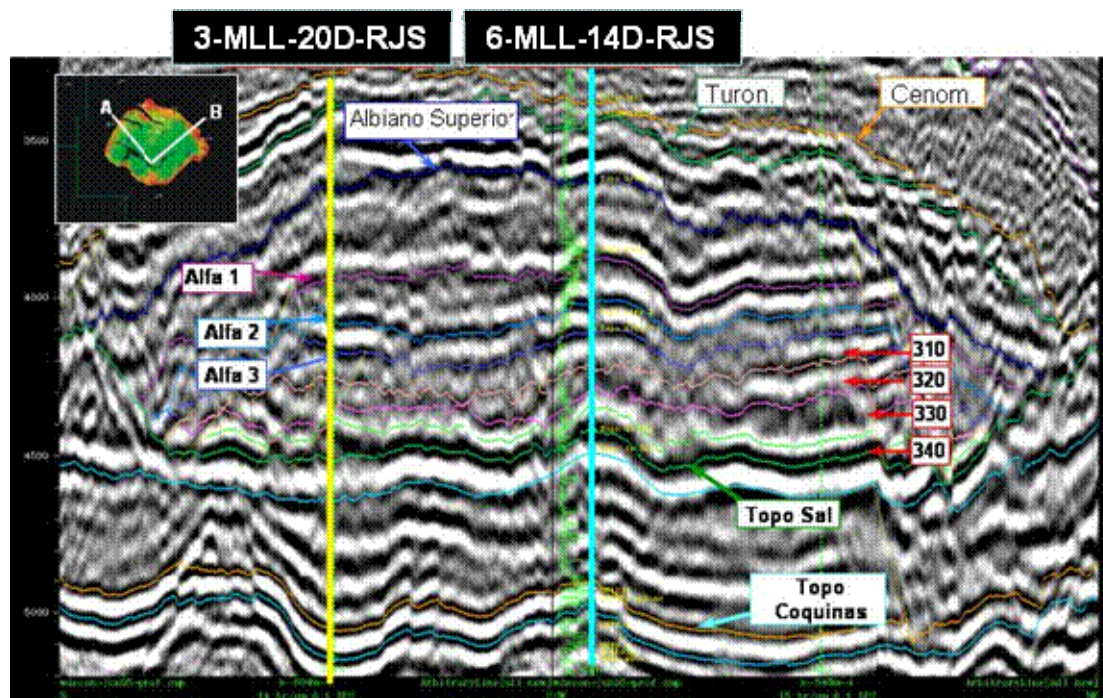


Figura II.5.1.4-4 - Seção sísmica com topos interpretados na área de ocorrência do Albiano Inferior, Módulo II do campo de Marlim Leste.

É possível observar que nas zonas K60.10 (antiga 340) e K60.20 (antiga 330) ocorrem mais ciclos carbonáticos de menor espessura, sendo frequentes intercalações de siliciclásticos, o que caracteriza um ambiente de baixa a moderada energia, com pouca profundidade, interpretado como planície de maré. Na porção intermediária (zona K60.40 - antiga 320) há também nítida influência de siliciclásticos sobre um sistema carbonático já implantado, com presença de bancos mais desenvolvidos formados por calcarenitos oolíticos/oncolíticos, sugerindo um ambiente de energia moderada a alta. Na porção superior (zona K60.50 - antiga 310), a predominância de calcarenitos oolíticos/oncolíticos, associada à menor influência de siliciclásticos, indica um ambiente de alta energia, com franco desenvolvimento de bancos carbonáticos, sendo estes os mais expressivos reservatórios constatados nesta seção do reservatório. No topo da Seqüência K60.60 (antiga alfa 3) aumenta a incidência de calcilutitos, indicando início de afogamento do sistema carbonático, o que sugere importante mudança ambiental para condições de plataforma externa.

Na seqüência do Albiano Inferior, a trapa da acumulação é essencialmente do tipo estrutural, caracterizada por uma feição do tipo “casco de tartaruga”,

construída pela halocinese e com fechamento periclinal (Figuras II.5.1.4-3 e II.5.1.4-4, apresentadas anteriormente). Acredita-se que este tipo de estrutura se desenvolva a partir do colapso das bordas, decorrentes da fuga de sal do substrato.

Estima-se que a formação desta estrutura tenha se iniciado logo após a deposição da seção Eoalbiana (Mb. Quissamã da Formação Macaé), conforme sugerem as feições de crescimento, associadas a falhas lístricas relacionadas à halocinese da seção do Albiano Superior - Mb. Outeiro, Fm. Macaé (Figura II.5.1.4-5).

Interpreta-se que essas falhas tenham sua origem e desenvolvimento intimamente ligado à movimentação do sal na bacia, e que as feições de crescimento sejam decorrentes de seu desenvolvimento concomitante com a sedimentação.

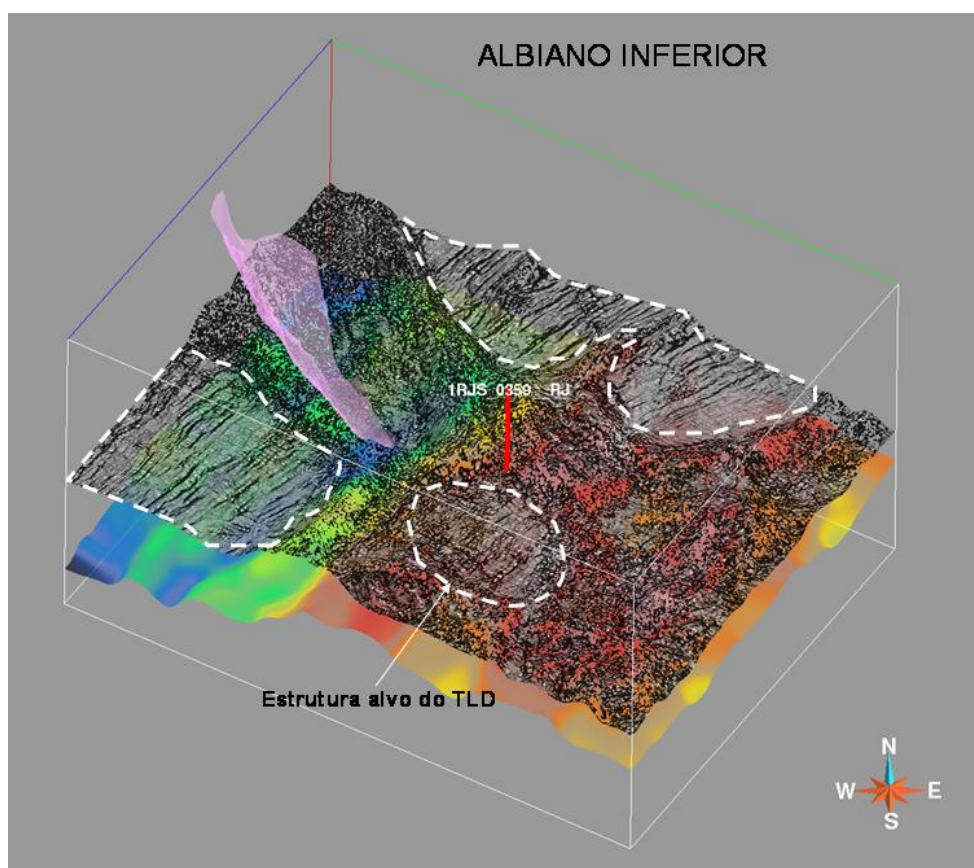


Figura II.5.1.4-5 - Distribuição e limite do corpo carbonático Albiano sobre o topo do sal (Aptiano), destacando a área alvo do TLD.

A constatação de uma extensa coluna de óleo comprova a eficiência do trapeamento na estrutura. Os reservatórios carbonáticos do Mb. Quissamã são comumente recobertos, na área, por uma espessa seção pelítica (margas, folhelhos e calcilutitos), resultantes do afogamento geral do sistema plataformar carbonático transcorrido durante o Cretáceo Superior.

Regionalmente, este afogamento geral do sistema é indicado por fácies deposicionais, que marcam a transição do Mb. Quissamã para o Mb. Outeiro, o qual é caracterizado pela ocorrência de calcilutitos, folhelho e margas que constituem fácies distais do sistema carbonático. Esta seção é sobreposta regionalmente pela chamada Seção Cenomaniano composta por marga e folhelho.

A presença comprovada de acumulação de uma espessa coluna de óleo na estrutura albiana, através do poço descobridor 6-MLL-14-RJS e do poço de extensão 3-MLL-20D-RJS, demonstra a efetividade do selo.

O poço de extensão 3-MLL-20D-RJS mostrou ótima correlação com o poço descobridor 6-MLL-14-RJS, distante 3,29 km, comprovando a distribuição das fácies carbonáticas de alta energia dentro da estrutura.

Caracterização Fisiográfica da Acumulação do Módulo II

A acumulação do Módulo II do campo de Marlim Leste situa-se numa região da Bacia de Campos onde o talude continental intermediário apresenta um relevo plano e contínuo, sem a presença de feições fisiográficas marcantes, como cânions ou ravinamentos de grande porte (Figura II.5.1.4-6).

Na área de influência da acumulação, o mapa batimétrico reflete uma regularidade planar do assoalho oceânico, o que dificulta a ocorrência de processos genericamente designados de “movimentos de massas”.

Recobrimo este talude, verifica-se a presença de uma camada sedimentar de idade holocênica, pré-adensada e proveniente de um movimento de massa pretérito, que expôs camadas mais antigas e consolidadas, posteriormente recobertas por sedimentos recentes. A faciologia desta camada de sedimentos recentes permite afirmar a não ocorrência de movimentos sedimentares do tipo

escorregamento nos últimos 12.000 anos, estando o talude inativo durante todo este período.

Mais especificamente no local de instalação do FPSO Cidade de Niterói, em profundidade d'água de aproximadamente 1370 metros (profundidade lida na linha sísmica), o talude é caracterizado por um baixo gradiente de declividade do substrato oceânico (3,3 a 3,7 graus). Este fato, associado à faciologia local dos sedimentos de fundo, é um fator decisivo para a boa estabilidade geotécnica do local, além de reduzir a possibilidade de ocorrência de movimentos de massa gravitacionais.

Figura II.5.1.4-6 - Mapa Batimétrico e Faciológico da área do Ring Fence do Campo de Marlim Leste. Fonte: PETROBRAS, 2007.

Figura II.5.1.4-6 - Mapa Batimétrico e Faciológico da área do ring fence do Campo de Marlim Leste. Fonte: PETROBRAS, 2007.