

# CONTROLE ESTRUTURAL DOS RESERVATÓRIOS DO CAMPO DE REMANSO

STRUCTURAL CONTROL OF REMANSO FIELD RESERVOIRS

Valdomiro Dias Rodrigues<sup>(1)</sup>

**RESUMO** – O Campo de Remanso, situado no compartimento central da Bacia do Recôncavo, apresenta padrão estrutural de um *horst* orientado na direção NO-SE, ao longo da Falha de Mata Catu. A interpretação geológica da área está embasada em novos conceitos sobre a evolução tectono-sedimentar da bacia. Apresenta uma feição estrutural complexa, de pequenos blocos separados por falhas normais, associadas a certas anomalias estruturais-estratigráficas com repetição e omissão de estratos. Os principais reservatórios do campo são os arenitos da Formação Sergi e do Membro Água Grande da Formação Itaparica. O comportamento desses reservatórios está relacionado ao controle estrutural através de falhas normais que apresentam rejeitos variados, podendo intercomunicar os reservatórios. A identificação dos possíveis pontos de intercomunicação entre reservatórios é observada através de seções geológicas e/ou pelo diagrama de separação projetada sobre o plano de falha.

(Originalis recebidos em 17.05.90.)

**ABSTRACT** – The structural pattern of the Remanso Field, located in the Central Compartment of the Recôncavo Basin, is that of a *horst* trending NW-SE along the Mata-Catu Fault. Geological interpretation of this area has been based on new concepts concerning the tectono-sedimentary evolution of the basin. This field displays complex structural features, consisting of small blocks separated by normal faults, associated with certain structural-stratigraphic anomalies and the repetition and absence of strata. The main reservoirs in this field are the sandstones of the Sergi Formation and of the Água Member, Itaparica Formation. The behavior of these reservoirs is structurally controlled through normal faults, which display different dip slips, throws, at times permitting communication between reservoirs. Possible points of communication may be identified through reliance on geologic sections and/or on stratigraphic separation diagrams projected over the fault plane.

(Expanded abstract available at the end of the paper.)

## 1 – INTRODUÇÃO

“O Campo de Remanso foi descoberto em outubro de 1971, após a perfuração do 1-RO-1-BA, locação sugerida pela sísmica visando testar uma feição dômica mapeada na Formação Sergi”, (Passos, 1975). Está situado no compartimento central da Bacia do Recôncavo, distando 55 km a nordeste de Salvador (fig. 1).

Atualmente, o campo encontra-se com 100 poços distribuídos em malhas, cujos espaçamentos variam de 200 a 400 m, ocupando uma área delimitada de 5,5 km<sup>2</sup>.

Os principais reservatórios do campo são os arenitos da Formação Sergi e do Membro Água Grande da Formação Itaparica, sendo as acumulações de hidrocarbonetos de caráter estrutural; outros reservatórios de menor importância são constituídos pelos arenitos das Camadas Caruaçu (controle estratigráfico), Arenito “B” e Membro Boipeba (estrutural-estratigráfico).

Durante o desenvolvimento do campo foram registradas certas anomalias na coluna estratigráfica, que tem sido objeto de diversas interpretações, para esclarecimento

1 - Setor de Geologia de Desenvolvimento I (SEGED I), Divisão Regional de Geologia de Desenvolvimento (DIRGED), Distrito de Exploração da Bahia (DEXBA), Av. Beira Mar, 220, 4º andar, Calçada, CEP 40420, Salvador, Bahia, Brasil.

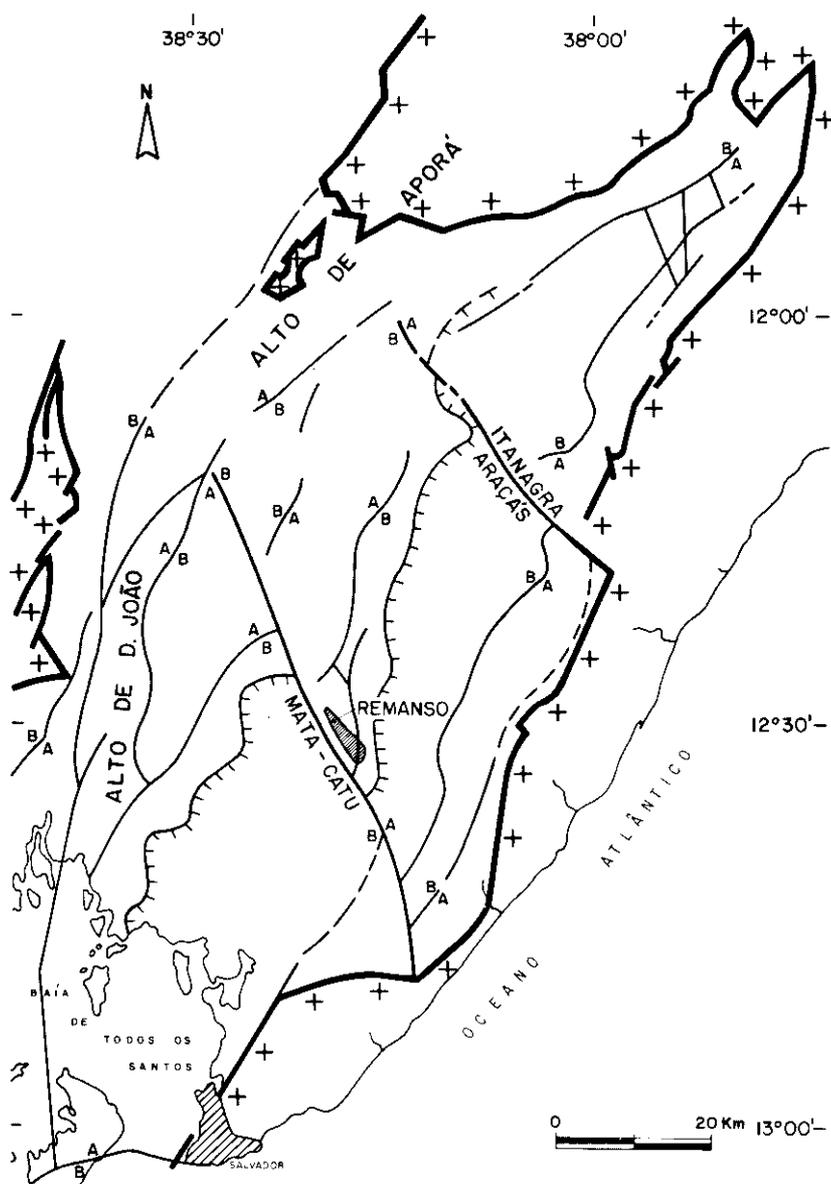


Fig. 1 - Arcabouço estrutural da Bacia do Recôncavo.  
Fig. 1 Structural framework, Recôncavo Basin.

de situações contraditórias aos conceitos e teorias sobre a evolução tectono-sedimentar da Bacia do Recôncavo (Netto, 1978; Ghignone, 1979; Milani, Davison, 1988).

A contribuição da sísmica na área tem sido limitada, face à precariedade dos dados obtidos, prejudicados, em parte, pelo espesso pacote de arenito maciço (Membro Pitanga da Formação Candeias), somado à complexidade estrutural devido a proximidade da Transcorrência Mata-Catu.

O estudo do controle estrutural dos reservatórios tem por finalidade analisar o comportamento desses reservatórios, embasado na recente interpretação estrutural da área (Rodrigues, 1987).

## 2 - ESTRATIGRAFIA

A coluna estratigráfica da área está representada pelo modelo clássico formalizado para a Bacia do Recôncavo (Viana *et al.* 1971, fig. 2), e que se caracteriza por duas fases

(Netto, 1978): uma *pré-rift*, constituída por sedimentos neojurássicos das formações Aliança e Sergi, sedimentos eocretácicos da Formação Itaparica e Membro Tauá da Formação Candeias; uma *rift*, que se constitui de sedimentos eocretácicos das formações Candeias e Marfim. O Membro Pitanga da Formação Candeias tem ocorrência abrangente a toda área mapeada, apresentando um pacote de arenito maciço com espessura média de 600 m. As formações Pojuca e São Sebastião ocorrem nas adjacências e as Camadas Caruaçu estão presentes na borda oeste do campo. A espessura média do pacote sedimentar é de 1 850 m.

Essas unidades estratigráficas são correlacionáveis em três intervalos genéticos distintos (Netto, 1978): o primeiro, Andar Dom João, que corresponde ao Grupo Brotas, está associado à biozona NRT 001; no segundo intervalo estão a Formação Itaparica, que corresponde à biozona NRT 002.1 e o Membro Tauá da Formação Candeias, correspondente à NRT 002.2. O outro intervalo genético associa os sedimentos da fase *rift* e envolve as biozonas NRT 003 até NRT 008, distribuídos em seqüências genéticas (Netto *et al.* 1984) entre o Andar Rio da Serra e o limite superior do Andar Buracica.

Irregularidades na coluna estratigráfica estão registradas em alguns poços da área, entre os quais, 2-ROST-1-BA, 9-FRP-1-BA e 2-RO-37-BA, onde há ocorrências das formações Pojuca e/ou Marfim sobre a Formação São Sebastião, e inversão das respectivas biozonas verificadas pela Paleontologia. Na coluna apresentada no poço 7-RO-33-BA ocorre repetição de uma seção correspondente aos



membros Gomo e Tauá da Formação Candeias e porção superior da Formação Itaparica. Repetições de estratos foram, também, registradas nos poços 7-SP-4-BA e 7-BA-84-BA, a nordeste desta área.

Localmente, a seção *pré-rift* está truncada por discordância. Sobre a superfície erosional ocorre um intervalo com cerca de 20 m de espessura de sedimentos com características litológicas do Membro Tauá e a presença da biozona NRT 002.2.

### 3 – ARCABOUÇO ESTRUTURAL

A feição estrutural de maior expressão regional está representada pela Transcorrência Mata-Catu, de idade Buracica (Netto *et al.* 1984), orientada a N30°W, que separa os compartimentos sul e central da Bacia do Recôncavo. Esse sistema, classificado como *transfer fault* (Milani, Davison, 1988), traz novos conceitos sobre a evolução tectônica regional.

A estrutura principal do campo é um *horst* da fase *pré-rift*, limitada a oeste pela Falha de Mata-Catu e a leste por uma falha normal com rejeito de cerca de 450 m (fig. 3). Outros sistemas de falhas de idade Rio da Serra, concorrentes ao sistema principal, se caracterizam por blocos escalonados de sudeste para noroeste e pela inversão do mergulho de blocos adjacentes, separados por falhas normais. No extremo sul do campo, um pequeno *horst* com basculamento para noroeste aumenta a complexidade estrutural da área, com a presença de pequenos blocos basculados e truncados por discordância local. A seção *rift* apresenta um padrão estrutural de falhas lítricas sindeposicionais, geralmente delineadas

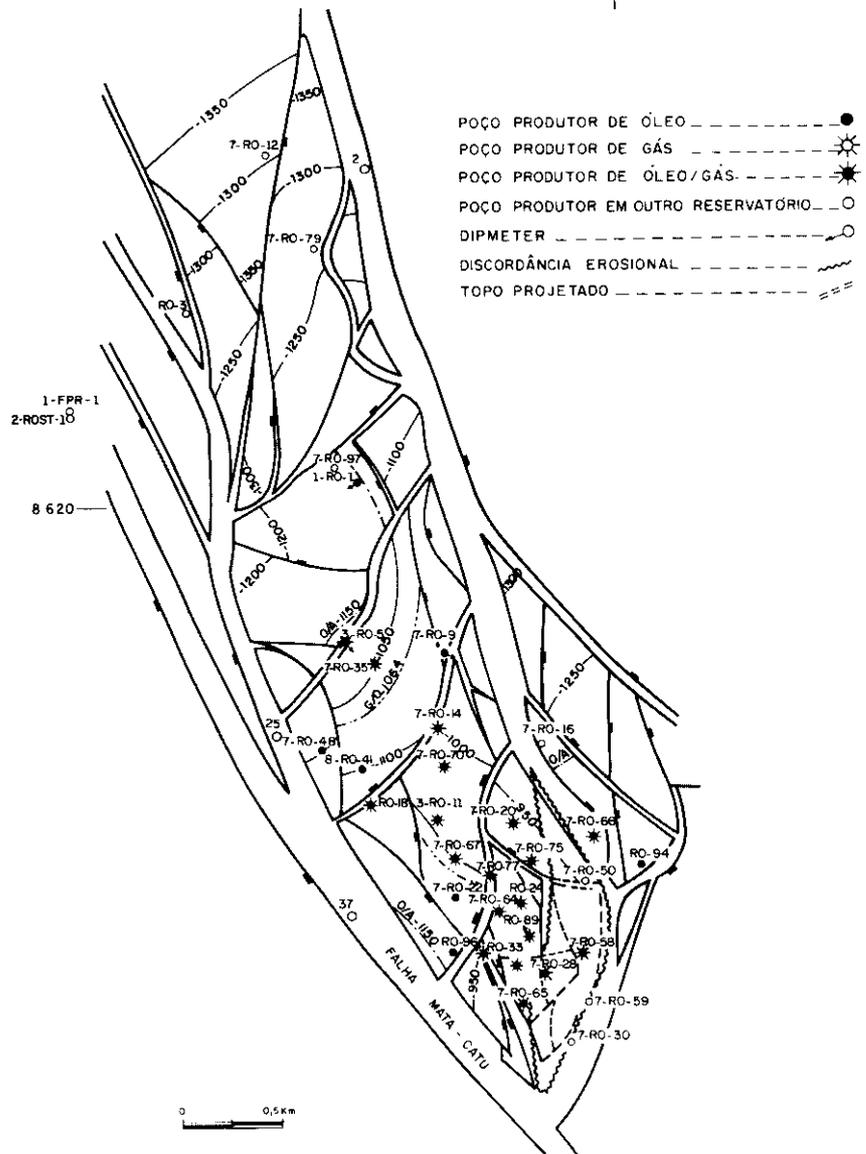


Fig. 3 - Mapa estrutural topo da Formação Sergi, Campo de Remanso — Bacia do Recôncavo. Sistema de falhas da fase *pré-rift*.

Fig. 3 - Structural map at top of Sergi Formation, Remanso Field, Recôncavo Basin. Pre-rift phase fault system.

pelo arcabouço estrutural sotoposto.

### 4 – INTERPRETAÇÃO TECTONO-SEDIMENTAR

Situações consideradas anômalas para a evolução tectono-sedimentar da bacia ocorreram em diversos poços do campo, na área de influência da Transcorrência Mata-Catu. No limite oeste do campo, a

ocorrência de repetição de estratos pode estar associada a eventos tectônicos transtensionais ou transpressionais.

É possível que "anomalias estratigráficas, coincidentes com uma deflexão do traço do plano da Falha de Mata-Catu, criando uma zona local de transpressão" (Milani, 1987), estejam associadas às irregularidades estratigráficas constatadas nos poços 2-ROST-1-BA, 9-FPR-1-BA, 7-RO-25-BA,

8-RO-37-BA, 7-SP-4-BA e 7-BA-184-BA. As anomalias estruturais-estratigráficas verificadas no extremo sul do campo envolvem um maior grau de complexidade, que ocasionaram explicações contraditórias com relação ao aspecto tectono-sedimentar da bacia. O perfil elétrico-indução do poço 7-RO-33-BA (fig. 4) mostra repetição de 152 m de seção, correspondente aos intervalos 760/912 m e 912/1 064 m. O poço atravessa duas falhas: FA a 912 m, com rejeito de 152 m; e, FB, com cerca de 176 m, à profundidade de 1 088 m. Essas falhas foram produzidas por esforços extensionais de idade Rio da Serra e, posteriormente, reativadas por efeitos transtensionais durante os andares Buracica/Jiquiá.

Desse movimento, resultou o afundamento ou acomodação de blocos menores, através dos planos de falhas normais preexistentes, exibindo em seção uma aparente configuração de falha, geneticamente reversa.

O alto ângulo de mergulho da falha (70°); o comportamento estrutural, pela posição entre duas falhas normais; a posição estrutural em relação aos blocos adjacentes; a erosão do Membro Tauá, que descarta a possibilidade de ter sido um bloco baixo que se elevou; e, a falta de balanceamento da seção, são fatos desfavoráveis à presença de falha reversa produzida por esforços compressoriais.

Outra anomalia estrutural-estratigráfica ocorrida no extremo sul do campo é a omissão da parte superior da seção pré-rift e a ocorrência simultânea do Membro Tauá (topo da seção), discordantemente sobre a Formação Sergi e/ou Formação Itaparica. A discordância erosional,

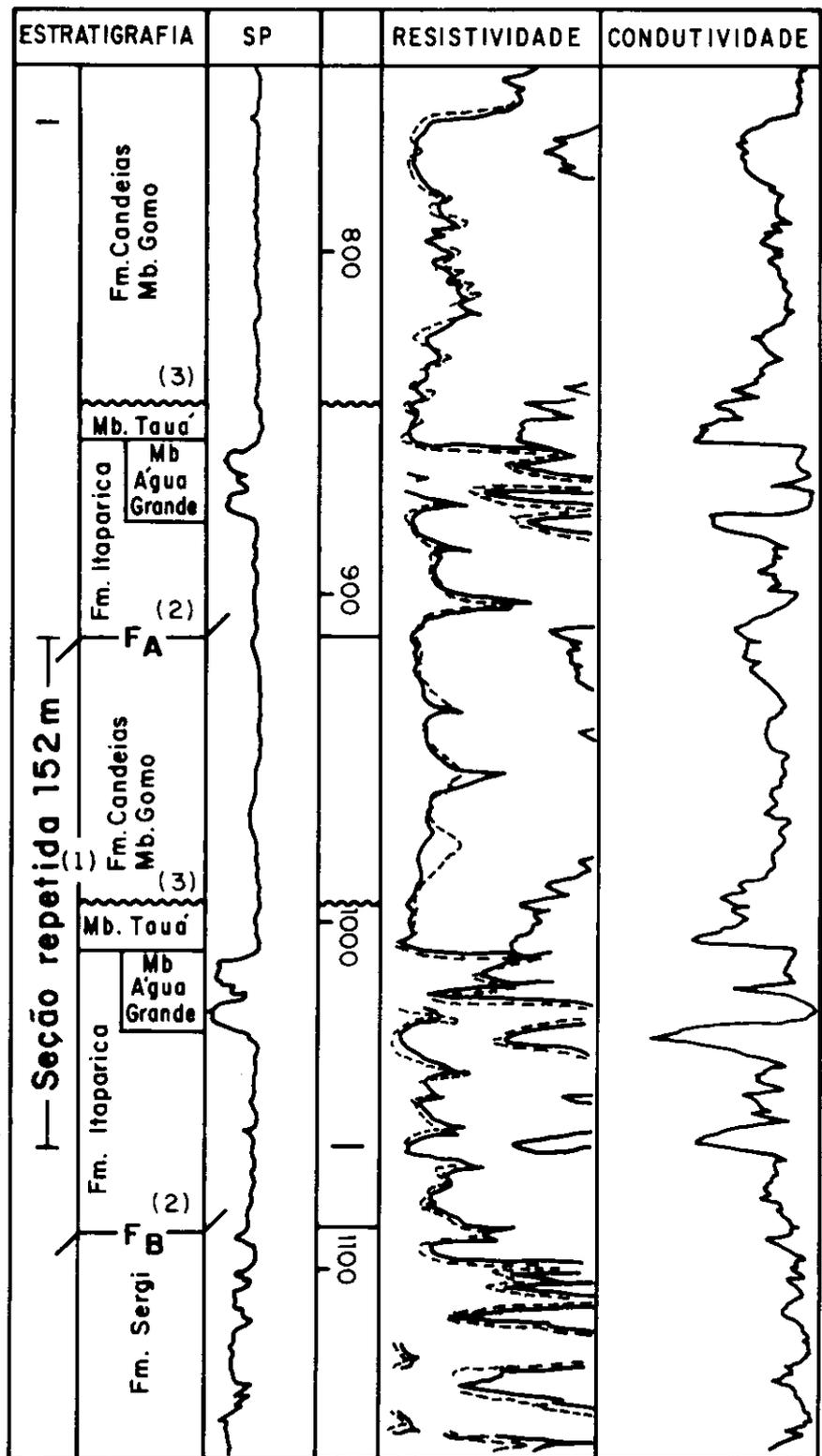


Fig. 4 - Poço 7-RO-33-BA (perfil elétrico-indução).

(1) Intervalo 912/1 064 m - Repetição de 152 m da seção.

(2) FA 152 m Rej. a 912 m; FB 176 m Rej. a 1 088m.

(3) Discordância erosional do Membro Tauá a 845 e 995 m.

Fig. 4 - Electric log for well 7-RO-33-BA:

(1) 912/1 064 m interval - repetition of 152 m of section;

(2) FA 152 m dip slip throw at 912 m; FB 176 m dip slip throw at 1 088 m;

(3) Erosional discordance, Tauá Member, at 845 m and 995 m.

em cristas de blocos altos basculados, num sistema de falhas normais, é evidenciada pela recomposição da seção estrutural (fig. 5).

A incompatibilidade de se ter a erosão, e simultaneamente a ocorrência do Membro Tauá, deixou uma interrogação na interpretação estrutural-estratigráfica da área.

A evolução tectônica e sedimentar do sistema de *rift* do leste africano (Le Fournier, 1985) mostra, num segundo estágio de evolução, que após o falhamento da seção pré-*rift* os blocos altos basculados estariam ainda sendo erodidos nas suas cristas, enquanto no bloco baixo estariam sendo depositados sedimentos num ambiente de água

estagnada, de charco, até a evolução para lagos rasos. Com o assoamento e afogamento gradual da área, esses sedimentos foram depositados também sobre a superfície de erosão dos blocos basculados.

Sedimentos de ambiente restrito, equivalentes ao Membro Tauá, teriam sido depositados sobre a superfície erosional da seção pré-*rift*, antes da extinção da biozona NRT 002.2 (fig. 6).

A seção estrutural evolutiva (fig. 7) apresenta um primeiro estágio pré-tectônico (1) ainda sem falhamento ou com falhamentos inexpressivos da seção pré-*rift*; o segundo (2) mostra a fase final do falhamento

de idade Rio da Serra; e, o terceiro (3), a profundidade do nível de erosão das cristas dos blocos altos, o que evidencia a grande expressão dos rejeitos das falhas antes do afogamento da área. Essa situação torna questionável a correlação com o modelo de Le Fournier, que requer um sistema com falhas de pequeno rejeito durante a deposição desses sedimentos de ambiente restrito.

Outra alternativa para a interpretação do evento está representada no quarto estágio evolutivo (4) por um sistema de falhas listricas sin-depositacionais da fase de sedimentação *rift* associadas a planos de fraqueza da seção pré-*rift*. Parte desta seção (Membro Tauá e por-

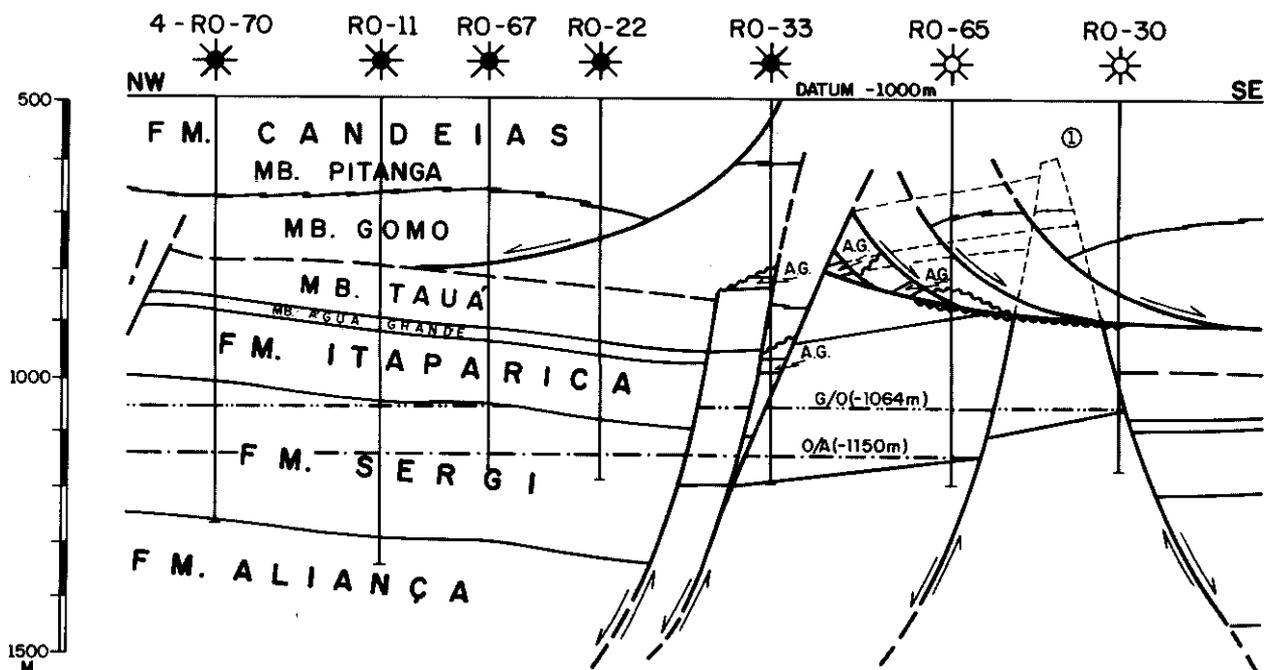


Fig. 5 - Seção estrutural NW-SE — Campo de Remanso — Bacia do Recôncavo.  
 (1) A discordância erosional é evidenciada pela recomposição da seção estrutural.  
 Fig. 5 - NW-SE structural section, Remanso Field, Recôncavo Basin.  
 (1) Erosional discordance evidenced by recomposition of structural section.

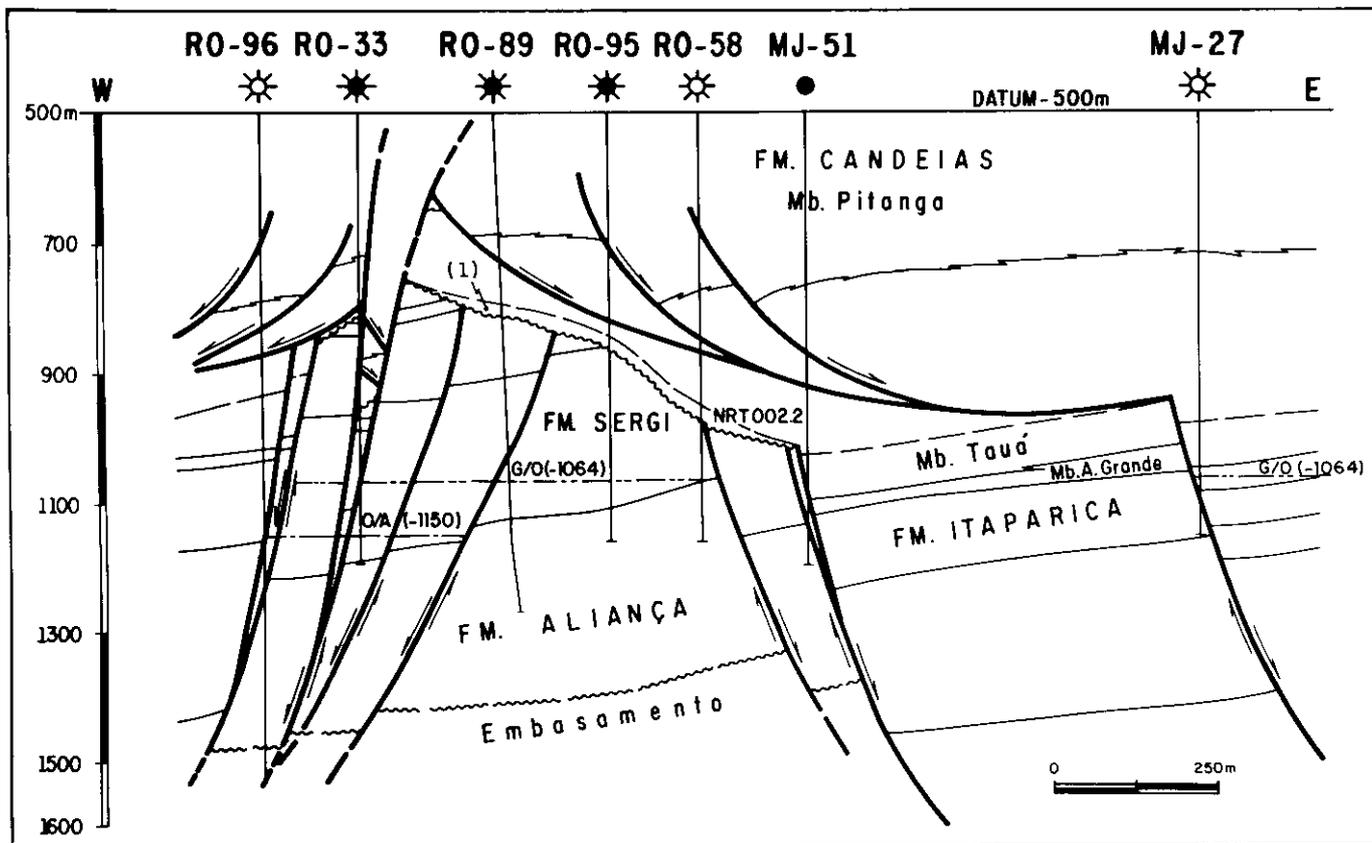


Fig. 6 - Campo de Remanso — Bacia do Recôncavo — Seção estrutural W-E.  
 (1) Sedimentos de ambientes restritos equivalentes ao Membro Tauá seriam depositados sobre a Formação Sergi e Formação Itaparica, antes da extinção da biozona NRT 002.2.

Fig. 6 W-E structural section, Remanso Field, Recôncavo Basin.

(1) Restricted environment sediments (Tauá Member) were deposited over Sergi and Itaparica formations prior to extinction of biozone NRT 002.2.

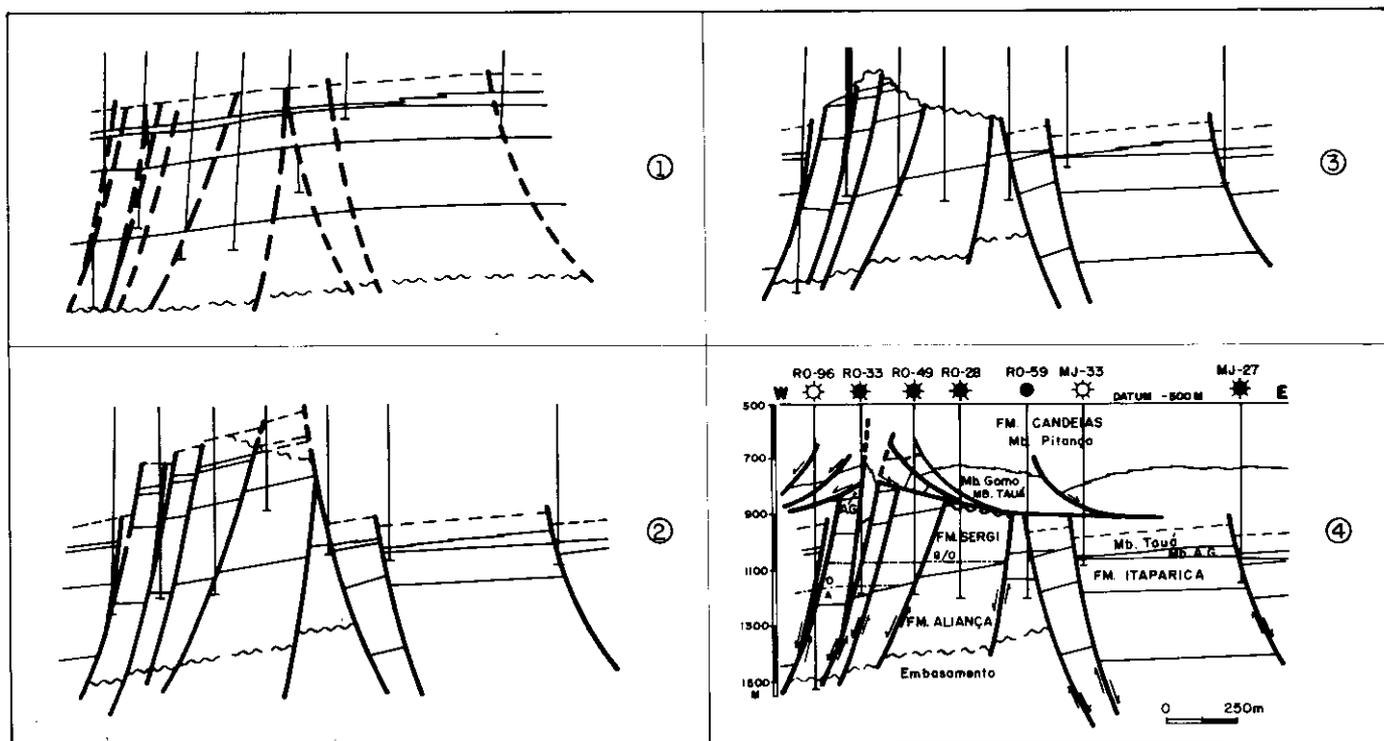


Fig. 7 - Seção estrutural evolutiva. Campo de Remanso — Bacia do Recôncavo.  
 (1) Estágio pré-tectônico; (2) Falhamento de idade Rio da Serra; (3) Nível de erosão da fase pré-rift; (4) Deposição da fase rift.

Fig. 7 Evolutionary structural section, Remanso Field, Recôncavo Basin.

(1) Pre-tectonic stage; (2) faulting of Rio da Serra age; (3) level of pre-rift phase erosion; (4) deposition of rift phase.

ção superior da Formação Itapari-  
ca) teria sido deslocada em blocos  
tipo *rider* (Gibbs, 1984), deslizando  
por efeito gravitacional sobre a su-  
perfície erosional, o que condicio-  
nou a ocorrência do Membro Tauá,  
discordantemente sobreposto ao  
Grupo Brotas ou à Formação Itapari-  
ca.

## 5 - CONTROLE ESTRUTURAL DOS RESERVATÓRIOS

O comportamento dos reservató-  
rios Água Grande, Arenito "B", Ser-  
gi e Boipeba, está relacionado ao  
controle estrutural através de fa-  
lhas normais com rejeitos que se  
situam entre 10 e 150 m, podendo

intercomunicar os reservatórios.

O diagrama de separação estrati-  
gráfica projetado sobre o plano da  
falha (fig. 8) mostra a representa-  
ção esquemática da posição estru-  
tural dos reservatórios, onde são  
projetados topos e bases ao longo  
do plano de falha, o contato

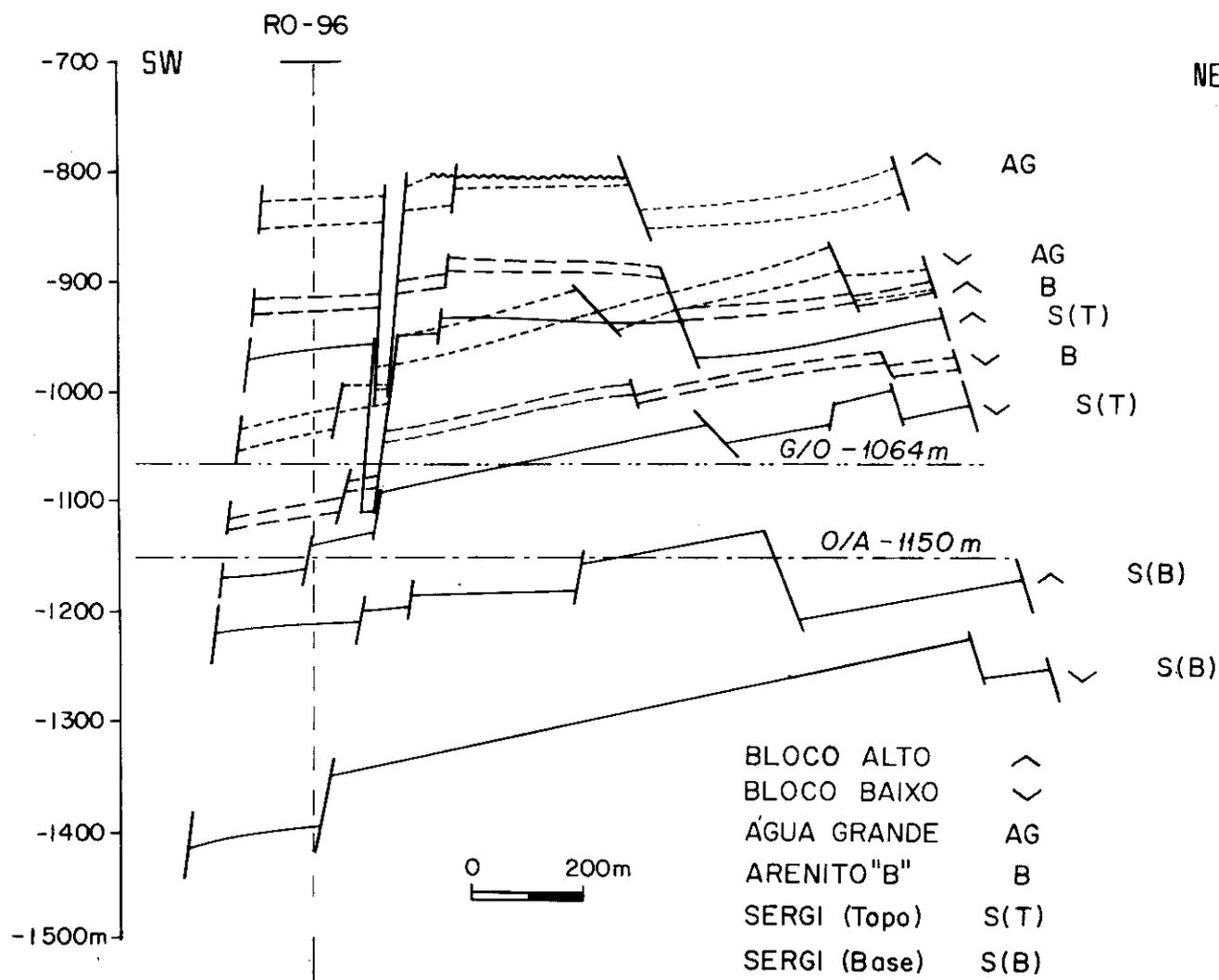


Fig. 8 - Diagrama de separação estratigráfica projetada sobre o plano de falha. Posição estrutural dos reservatórios Água Grande, Arenito "B" e Sergi, projetados ao longo do plano de falha.

Fig. 8 - Stratigraphic separation diagram projected over fault plane. Structural position of Água Grande, Sandstone B, and Sergi reservoirs projected along fault plane.

óleo/água (O/A -1 150 m-Sergi) e o contato gás/óleo (G/O -1 064 m).

A superposição dos reservatórios do bloco baixo contra os do bloco alto coloca em evidência a intercomunicação entre os reservatórios Água Grande, Arenito "B" e Sergi. Situações semelhantes, que podem ocorrer entre outros blocos, estão representadas em mapa (fig. 9). Esses reservatórios estão em comunicação através das falhas F32 e F26. A falha F19 superpõe o reservatório Sergi contra o Arenito "B" em toda extensão do plano de falha, e contra o Água Grande no intervalo entre as falhas F3 e F17.

A partir dos planos de falha F17 e F19, para norte, não há intercomunicação do Reservatório Água Grande com o Sergi, o que justifica a independência dos contatos de fluidos desses reservatórios. O Membro Água Grande apresenta contato gás/óleo -1 038 m no bloco do poço 1-RO-1-BA e, gás/óleo -1 125 m, no bloco do 3-RO-4DC-BA. O contato óleo/água -1 198 m está definido somente no bloco do 3-RO-3-BA. Para outros blocos, foi admitido como limite inferior de ocorrência de hidrocarbonetos, nesse reservatório, a base do Membro Água Grande. No 7-RO-12D-BA, esse limite foi estabelecido a -1 179 m e, no 7-RO-79-BA, a -1 228 m. Os contatos de fluidos, conhecidos no campo, para o reservatório Sergi, são: gás/óleo -1 064 m e óleo/água -1 150 m, diferentes daqueles do reservatório Água Grande. Os reservatórios Boipeba e Sergi estão em comunicação através das falhas F37 e F40. A ocorrência de hidrocarboneto no Boipeba está restrita ao poço 7-RO-59-BA. O arenito "B", pelas suas características litoestratigráficas, constitui-se num

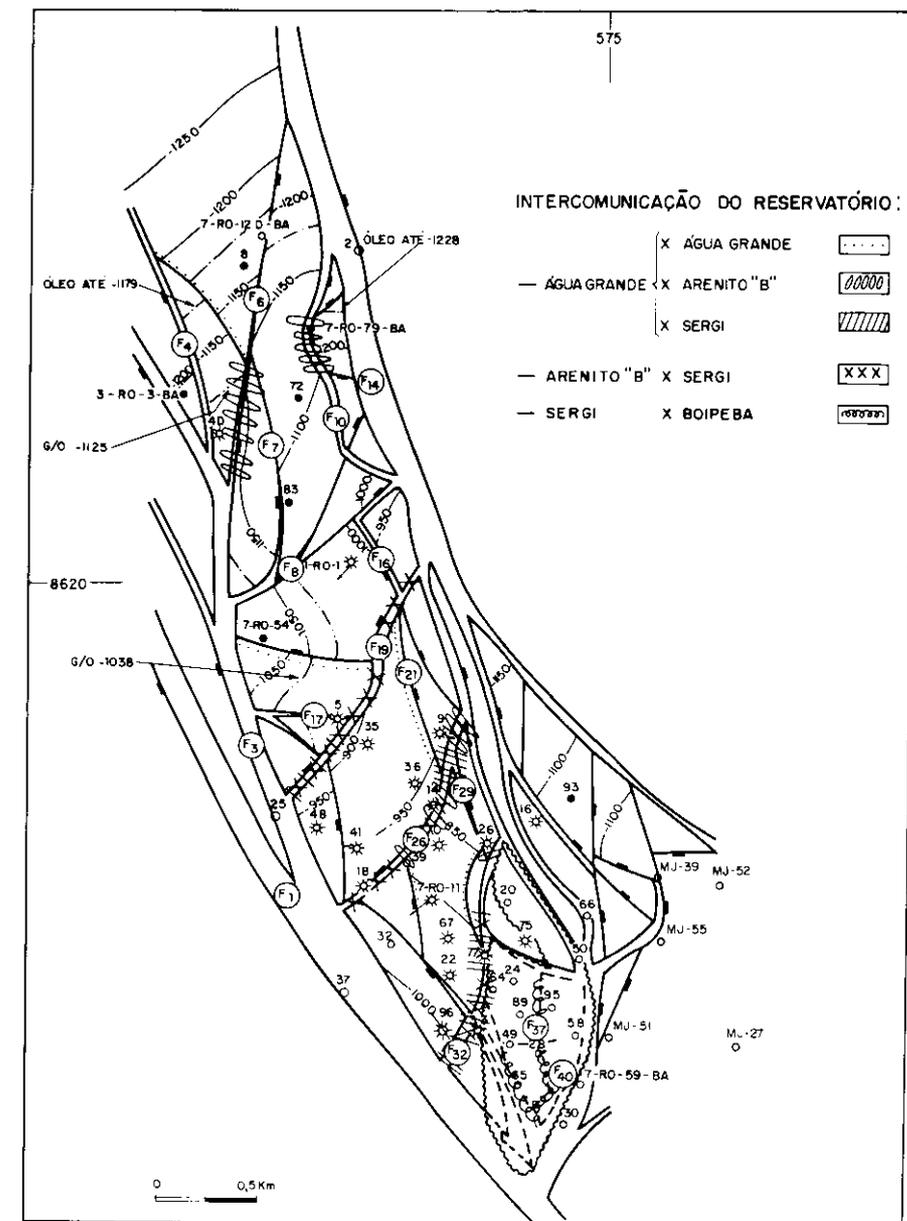


Fig. 9 - Campo de Remanso - Bacia do Recôncavo. Superposição dos reservatórios através dos planos de falhas.

Fig. 9 Overlapping of reservoirs through fault planes, Remanso Field, Recôncavo Basin.

reservatório de menor porte. À exceção do bloco norte, (separado pela falha F6), está em comunicação com o Sergi. Apresenta óleo/água -1 196 m para esse bloco e óleo/água -1 150 m para o restante do campo. As acumulações das Camadas Caruaçu, sendo de natureza estratigráfica, não estão sujeitas ao controle estrutural da área.

O caráter estrutural das acumulações de hidrocarbonetos nesses reservatórios não descarta a possibi-

lidade da existência de acumulações isoladas em lentes, ou confinadas por heterogeneidades dos reservatórios (Zabalaga, 1985). A incompatibilidade entre pressões de blocos-reservatórios intercomunicados e a produção de óleo do Sergi, no poço 7-RO-11-BA, em zonas abaixo do contato óleo/água do reservatório, podem estar associadas a esses tipos de acumulações.

O reservatório Sergi é o maior produtor de óleo do campo e represen-

ta 58% do volume original provado de óleo. É potencial portador de gás associado – capa de gás.

O Água Grande é um reservatório produtor de óleo e gás não associado. Este reservatório tem apresentado, até então, valores negativos de reservas de gás, quando tratado como reservatório isolado. A intercomunicação dos reservatórios mostrada neste trabalho viabilizará a solução de problemas vinculados a volumes apropriados.

## 6 – CONCLUSÃO

As anomalias estruturais-estratigráficas registradas em poços da borda oeste do Campo de Remanso, interpretadas na recente bibliografia sobre a Bacia do Recôncavo como de efeito transpressional, pode ter sido por efeito transtensional.

Com relação ao poço 7-RO-33-BA, a interpretação estrutural não comporta falha reversa, geneticamente produzida por efeito transpressional, quando projetada numa seção estrutural da área.

A omissão da parte superior da seção *pré-rift*, ocorrida no sul do campo, foi originada por discordância erosional.

Sedimentos de ambiente restrito, equivalentes ao Membro Tauá, teriam sido depositados sobre a superfície erosional dos blocos elevados, dentro da amplitude da biozona NRT 002.2; ou, a parte residual do Membro Tauá teria sido deslocada em blocos tipo *rider*, associada a um sistema de falhas lítricas sindeposicionais.

O controle estrutural dos reservatórios, representado através do dia-

grama de separação estratigráfica projetada sobre o plano de falha, mostra possíveis pontos de intercomunicação entre os reservatórios.

Problemas de reservas com valores negativos podem ser solucionados quando considerada a intercomunicação desses reservatórios.

## AGRADECIMENTOS

A todos os que colaboraram, em especial ao geólogo Luiz José Passos pela revisão do texto e consultas técnicas mantidas durante a elaboração do presente trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GHIGNONE, J.I. Geologia dos sedimentos fanerozóicos do Estado da Bahia. In: INDA, H.A.V. Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia. Salvador: SME/Coordenação de Produção Mineral, 1979. v.1, p.23-117.
- GIBBS, A.D. Structural evolution of extensional basin margins. *Journal of Geological Society of London*, v.141, p.609-620, 1984.
- LE FOURNIER, J. *et al.* Tectonic and sedimentological evolution of the east african rift system. Georift Project, 1985. (Não publicado)
- MILANI, E.J. Aspectos da evolução tectônica das bacias do Recôncavo e Tucano Sul, Bahia, Brasil. Rio de Janeiro: PETROBRÁS/CENPES, 1987. (Série Ciência-Técnica-Petróleo. Seção Exploração, 18)
- MILANI, E.J., DAVISON, I. Basement control and transfer tectonics in the Recôncavo-Tucano-Jatobá rift, nordeste Brasil. *Tectonophysics*, v.154, n.112, p.41-70, Nov. 1988.
- NETO, A.S.T. A implantação da fase *rift* na Bacia do Recôncavo. In: 30. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1978, Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. v.3, p.506-517.
- NETO, A.S.T. *et al.* Prospectos estratigráficos do Recôncavo: arcabouço estrutural, análise estratigráfica e potencialidade exploratória dos andares Rio da Serra e Aratu. Salvador: PETROBRÁS/DEXBA, 1984. (Relatório interno, 108-5680)
- PASSOS, L.J. Relatório geológico de progresso do Campo de Remanso. Salvador: PETROBRÁS/RPBA/DIREX/SEGED, 1975. (Relatório interno, 108-5052)
- RODRIGUES, V.D. Interpretação estrutural do Campo de Remanso, Bacia do Recôncavo. In: 1. SEMINÁRIO DE TECTÔNICA DA PETROBRÁS (TECTOS-I), 1987, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: PETROBRÁS/DEPEX/CENPES, 1987. p.280-289.
- VIANA, C.F. *et al.* Revisão estratigráfica da Bacia do Recôncavo/Tucano. *Boletim Técnico da PETROBRÁS*, n.14, p.157-192, 1971.
- ZABALAGA, H.M.C. *et al.* Play analysis na caracterização de reservatórios. Salvador: PETROBRÁS/DEXBA, 1985. (Relatório interno, 108-3331)

#### EXPANDED ABSTRACT

*The Late Jurassic and Early Cretaceous sediments that make up the stratigraphic column of the Recôncavo Basin are characterized by two phases, pre-rift and rift, whose stratigraphic units are correlated with genetic intervals corresponding to the Dom João and Jequiá stages and to the biozones associated with these stages. Irregularities recorded in this stratigraphic column include the repetition and absence of strata and their biozones.*

*The structural complexity of this area is associated to deflections of the Mata-Catu fault*

*line, which delimits the western flank of the Remanso horst. This flank presents stepped and tilted blocks, produced by the extensional shear forces of the Rio da Serra Stage and later reactivated by transtensional effects during the Buracica/Jequiá stages. These combined effects produced an apparent reverse fault, through the accommodation of smaller blocks through normal fault planes.*

*Another geologic anomaly observed in this area is that the upper part of the pre-rift section is absent at the same time that sediments*

*equivalent to those of the top unit of this section are deposited discordantly over the erosional surface.*

*Oil in the main reservoirs of the field is held in structural traps, and the behavior of these reservoirs is controlled by normal faults. A diagram of stratigraphic separation, projected over the fault plane, shows the relative positions of adjacent blocks plus the possible intercommunications between the different reservoirs. This diagram made it possible to solve problems related to oil reserves.*

