

BACIA DE SERGIPE—ALAGOAS: GEOLOGIA E EXPLORAÇÃO

GEOLOGY AND EXPLORATION IN THE SERGIPE—ALAGOAS BASIN

Paulus Hendrikus Van Der Ven¹
César Cainelli²
Gerson José Faria Fernandes³

RESUMO — A Bacia de Sergipe-Alagoas, situada na costa nordeste brasileira, possui uma das mais completas seções estratigráficas conhecidas na margem continental. A história lito-estrutural reflete sua evolução desde bacia intracratônica paleozóica, até a atual fase de margem continental passiva. É nítida a correlação entre a evolução do arcabouço estrutural e o desenvolvimento dos sistemas deposicionais que a preencheram. A bacia é produtora em todos os níveis estratigráficos, exceto o Paleozóico. A análise da história exploratória, iniciada em 1890, também oferece constatações interessantes, onde a evolução da apropriação de reservas é proporcional à aquisição de dados sísmicos e ao avanço de novas frentes exploratórias. A evolução das técnicas de investigação geofísica mostra que a bacia ainda oferece inúmeras alternativas de exploração em trapas estratigráficas, horizontes profundos, águas profundas e mesmo na ampliação das reservas de acumulações já conhecidas.

(Originais recebidos em 03.07.89.)

ABSTRACT — One of the most thoroughly researched stratigraphic columns along the Brazilian continental margin is that of the Sergipe-Alagoas Basin, located on the northeastern coast of Brazil. The basin's litho-structural history reflects an evolution from a Paleozoic intracratonic basin to its present stage as a typical passive margin basin. There is a clear correlation between the evolution of the basin's structural framework and the development of the depositional systems which filled it. The basin produces at all stratigraphic levels excepting the Paleozoic. Interesting basin characteristics can be seen in a review of its exploration history, since 1890: the increase in reserves has been proportional to the exploration of new frontiers and the acquisition of seismic data. Evolved geophysical investigation techniques show that the basin still offers several exploratory alternatives in the form of stratigraphic traps, deep horizons, deep waters, and even increasing reserves of known accumulations.

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

1 — INTRODUÇÃO

A Bacia de Sergipe-Alagoas, localizada na costa nordeste brasileira, ocupa, na porção terrestre, uma faixa com largura média de 35 km e extensão de 350 km. Situada entre os paralelos 9° e 11°30'S, perfaz 34 500 km² até a isóbata de 2 000 m. Do total, a porção terrestre compreende 12 000 km² e, a marinha, 22 500 km² até a isóbata de 2 000 m (fig. 1). Está separada das bacias da costa equatorial pela Plataforma de Pernambuco-Paraíba, onde se depositou pequeno volume sedimentar do Neocretáceo-Terciário. A Plataforma de Estância, ao sul, a separa da Bacia de Bahia Norte.

A história lito-estrutural evoluiu, segundo Asmus & Porto (1972), pelos tipos III e V da classificação de Klemme (1971). Sua coluna estratigráfica, uma das mais completas dentre as bacias da margem continental, possui seqüências sedimentares representativas dos tipos mencionados acima (fig. 2), além de registro sedimentar de idade permo-carbonífera e jurássica, com características de terem sido depositados em condições de bacia do tipo I de Klemme (1971).

Sua implantação começou no Jurássico, quando sedimentos fluviais preencheram uma sinclise pré-rift intracratônica permiana. A fase *rift*, neocomiana-barremiana, caracterizou-se por sistemas continentais e lacustres depositados em uma

- 1 - Área dos Países da África do Norte (APAN), Gerência de Exploração II (GEREX II), Petrobrás Internacional S.A. — BRASPETRO, Rua General Canabarro, 500, 10º andar, Maracanã, CEP 20271, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- 2 - University of Texas at Austin, Austin, Texas, E. U. A.
- 3 - Divisão de Interpretação da Região Nordeste Meridional e Espírito Santo (DIRNEN), Departamento de Exploração (DEPEX), Av. República do Chile, 65, Centro, CEP 20035, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

série de meios-*grabens* antitéticos, gerados por um sistema de falhamentos principal norte-sul. Com a efetiva separação continental entre as placas africana e sul-americana, a fase pós-*rift* foi iniciada por sedimentos continentais e marinhos restritos do Andar Alagoas. Tectonismo deformacional e erosão regional instalaram uma linha de charneira, seguindo-se o desenvolvimento de uma plataforma carbonática albo-cenomaniana sotoposta a um sistema de plataforma clástico-carbonática e talude que se desenvolve

até o Recente (Falkenhein *et al.*, em edição).

Sua exploração foi iniciada em 1890, com pesquisa para turfas e folhelhos betuminosos. Em 1920, foi perfurado o primeiro poço exploratório para petróleo em Garça Torta, Alagoas.

Até 31.12.88, haviam sido perfurados 808 poços exploratórios: 623 terrestres e 185 marinhos. Os poços explotatórios somam 2 607, sendo 2 439 terrestres e

168 marinhos. Os poços mais profundos são o 1-RN-1-AL (P. F. 5 034 m em 1980) em terra, e o 1-SES-53 (P. F. 4 681 m em 1981) no mar. Em outubro de 1987 foi concluída a perfuração e avaliação do 1-SES-92, em lâmina d'água de 1 111 m, após ter sido atingida a profundidade de 3 959 m. Considerado descobridor de óleo em turbiditos da Formação Piaçabuçu, está sendo avaliado através de sísmica 3D.

Em 1935, foram realizados os primeiros levantamentos geofísicos na Área de Riacho Doce-Garça Torta, Alagoas, para a Companhia Petróleo Nacional. Atualmente estão levantados 93 333 km de linhas sísmicas de reflexão: 67 730 km no mar e 25 603 km em terra. A bacia está toda coberta por levantamentos gravimétricos e aeromagnetométricos de detalhe e semi-detalhe e mapeamento geológico de superfície.

Seis campos marítimos e 25 terrestres produzem cerca de 61 500 barris/dia de óleo, correspondentes a 10,85% da produção nacional em dezembro de 1988.

2 - ESTRATIGRAFIA E ARCA-BOUÇO ESTRUTURAL

Os sedimentos da Bacia de Sergipe-Alagoas podem ser subdivididos em quatro megassequências separadas, principalmente, por discordâncias regionais, com mudanças nítidas na sedimentação e no estilo tectônico associado (Falkenhein *et al.*, em edição), como mostra a figura 2. Resultaram da evolução tectono-sedimentar, imprimida pela separação continental afro-sul americana e formação do Atlântico Sul.

O arcabouço estrutural da bacia, como hoje se apresenta, é constituído por falhamentos principais norte-sul, interceptados por falhas leste-oeste e nordeste-sudoeste, que dão à bacia uma configuração geral NE-SW (fig. 3). A evolução deste arcabouço foi fator determinante na localização dos depocentros e tipos de sistemas deposicionais que os preencheram. A arquitetura deste arcabouço pode ser descrita através das várias formas sob as quais ele se apresentou ao longo do tempo geológico.

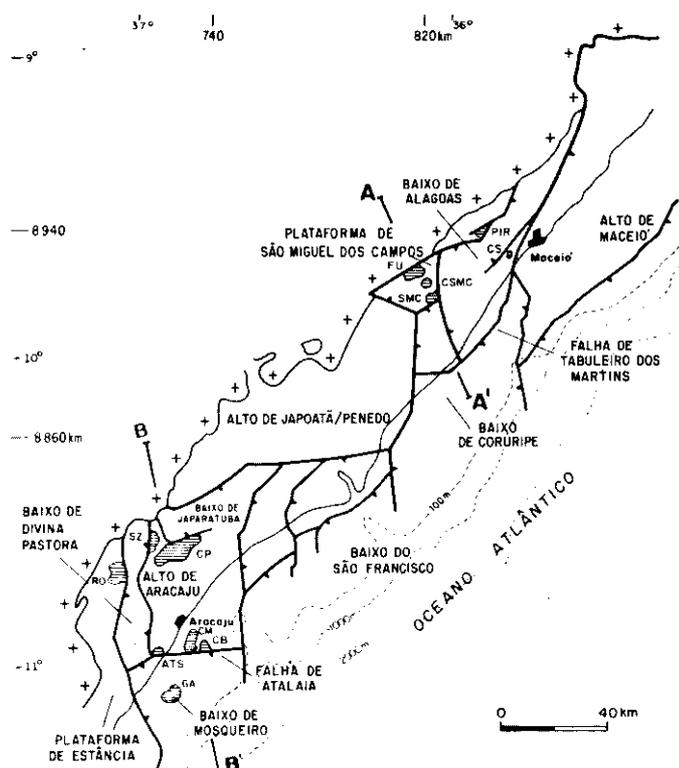


Fig. 1 - Arcabouço estrutural e principais acumulações de óleo e gás da Bacia de Sergipe-Alagoas (adaptado de Falkenhein *et al.*, em edição, in Bruhn, Cainelli & Matos, 1988). Campos em produção: Atalaia Sul-ATS; Camorim/Caioba-CM-CB; Cidade de São Miguel dos Campos-CSMC; Coqueiro Seco-CS; Dourado-DO; Furado-FU; Guaricema-GA; Pilar-PIR; São Miguel dos Campos-SMC. A-A e B-B: Localização das seções geológicas da figura 13.

Fig. 1 - Structural framework and principal oil and gas accumulations in the Sergipe-Alagoas Basin (adapted from Falkenhein *et al.*, unpublished, in Bruhn, Cainelli & Matos, 1988). Fields in production: Atalaia Sul-ATS; Camorim-Caioba-CM-CB; Cidade de São Miguel dos Campos-CSMC; Coqueiro Seco-CS; Dourado-DO; Furado-FU; Guaricema-GA; Pilar-PIR; São Miguel dos Campos-SMC. A-A and B-B: location of geological sections from figure 13.

Os mecanismos e regimes de esforços responsáveis pela evolução tectônica da Bacia de Sergipe-Alagoas constituem um dos temas de maior debate entre seus estudiosos (Van Der Ven, 1987). O rifteamento da bacia é compatível com modelos evolutivos tradicionais, que assumem movimentos distensivos, resultantes de esforços transtensionais (Lana, 1985; Cainelli, 1987; Falkenhein *et al.*, em edição). Entretanto, Castro (1987), Lima (1987) e Guimarães (1988) desenvolveram modelos de descolamento crustal para explicar parte destas mesmas feições.

2.1 – Megassequência Paleozóica

A Megassequência Paleozóica, depositada sobre o Embasamento Pré-Cambriano em condições intracratônicas, é representada por um pacote permo-carbonífero (formações Batinga e Aracaré). A Formação Batinga, carbonífera, está inserida em um ambiente glacial, fluvial e marinho, enquanto a Formação Aracaré, permiana, representa ambiente marinho raso a litorâneo, localmente eólico e *sabkha* (Schaller *et al.*, 1980).

2.2 – Megassequência Pré-Rift

Após um período de erosão e/ou não-deposição, que dura todo o Triássico, teve início a deposição de um pacote intracontinental terrígeno, jurássico, formado por folhelhos vermelhos, lacustres, da Formação Bananeiras e arenitos fluviais das formações Serraria e Candeeiro. A sedimentação pré-rift processou-se em sinéclise intracratônica, cujo depocentro, na Bacia de Sergipe-Alagoas, localizou-se na atual porção nordeste do Alto de Aracaju (fig. 4). A bacia pré-rift estendia-se até as bacias do Recôncavo, Tucano e Gabão (Schaller *et al.*, 1980; Fernandes *et al.*, 1981).

A seção jurássica exibe feições estruturais de porte modesto.

2.3 – Megassequência Rift

A fase *rift*, neocomiana-barremiana, foi fortemente controlada pelo desenvolvimento de um sistema de falhamentos principal norte-sul, interceptado por fa-

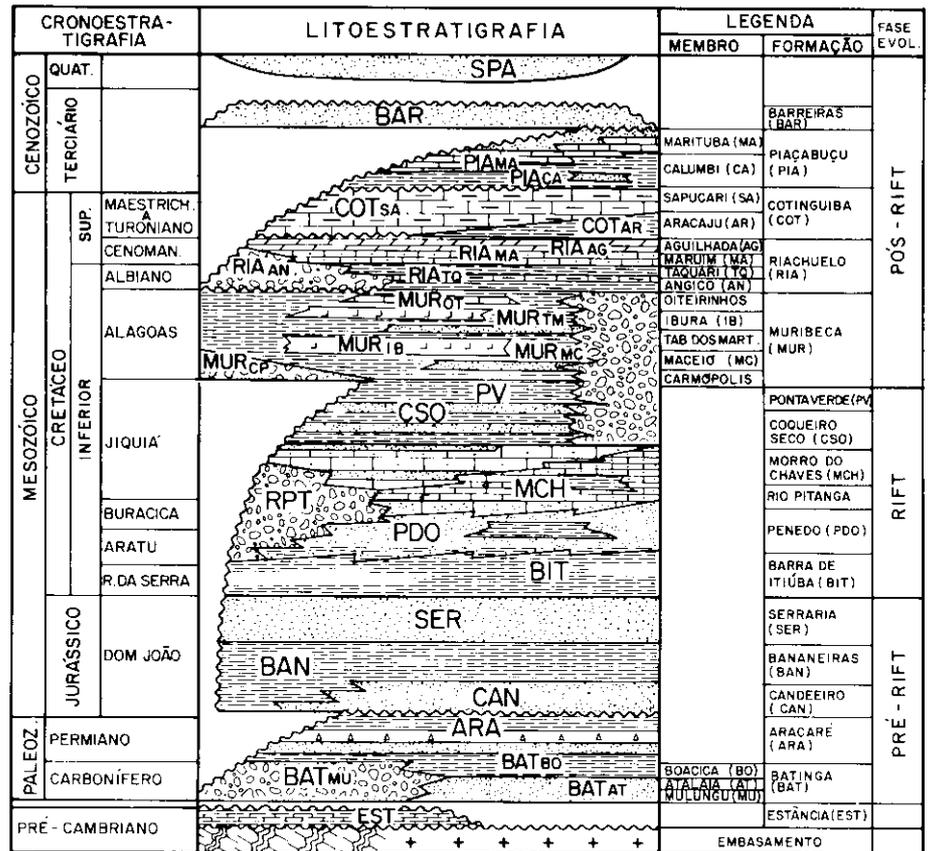


Fig. 2 - Coluna crono-litoestratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas (adaptada de Schaller *et al.*, 1980, in Bruhn, Cainelli & Matos, 1988).

Fig. 2 - Chrono-lithostratigraphic column of the Sergipe-Alagoas Basin (adapted from Schaller *et al.*, 1980, in Bruhn, Cainelli & Matos, 1988).



Fig. 3 - Principais feições tectônicas da Bacia de Sergipe-Alagoas (adaptado de Falkenhein *et al.*, em edição).

Fig. 3 - Main tectonic features of the Sergipe-Alagoas Basin (adapted from Falkenhein *et al.*, unpublished).

lhas leste-oeste, que gerou um arcabouço regional composto por meios-*grabens* escalonados *en échelon*, antitéticos, subparalelos entre si, que dão à bacia uma direção geral NE-SW (fig. 5). O depocentro principal localizou-se em Sergipe e, gradualmente, a sedimentação foi-se deslocando para Alagoas, onde atingiu a sua culminância (Falkenhein *et al.*, em edição).

A deposição inicial, no Andar Rio da Serra, foi caracterizada por uma seção pelítica, lacustre, com esparsos corpos arenosos da Formação Barra de Itiúba. Em direção ao topo, grada para um pacote eminentemente deltaico com aumento na razão arenito/folhelho. À medida que as sub-bacias foram assoreadas, os rios progradiram sobre antigas zonas deltaicas depositando os arenitos fluviais da Formação Penedo. Contemporaneamente, nas porções proximais, em um sistema de leques aluviais

provenientes da borda soerguida da bacia depositaram-se os conglomerados e arenitos grosseiros da Formação Rio Pitanga. No Andar Jiquiá, prenunciando a abertura continental, ocorreram os arqueamentos do embasamento, identificáveis em mapas de superfície, subsuperfície ou de subaflorescimento da discordância do final do *rift* (fig. 6), bem como em seções sísmicas (fig. 7). Associados a altos desta natureza, formaram-se campos de óleo e gás como os de Carmópolis, Riachuelo, São Miguel dos Campos e outros. No extremo norte da porção alagoana da bacia estes arqueamentos foram mais tardios ocorrendo já no tempo Alagoas (Falkenhein *et al.*, em edição). São desta fase tectônica, por exemplo, as estruturações de grande porte na coluna sedimentar alagoana mostrada na figura 8.

A sedimentação Jiquiá foi mista, com bancos carbonáticos desenvolvidos em

altos síncronos constituindo a Formação Morro do Chaves e os clásticos terrígenos flúvio-deltaicos, a Formação Coqueiro Seco. Esta fase foi encerrada com um soerguimento e erosão regional da bacia, informalmente denominada "discordância pré-Aptiana" ou "discordância pré-Alagoas superior" (Falkenhein *et al.*, em edição).

Teve especial importância no tectonismo Jiquiá a incipiente instalação da Linha de Charneira Alagoas (LCA), cuja implantação foi melhor definida na fase pós-*rift*.

2.4 — Megassequência Pós-Rift

A Megassequência Pós-Rift compreende a fase final de ruptura continental e inserção de crosta oceânica do Oceano Atlântico, abrangendo do Andar Alagoas ao Recente.

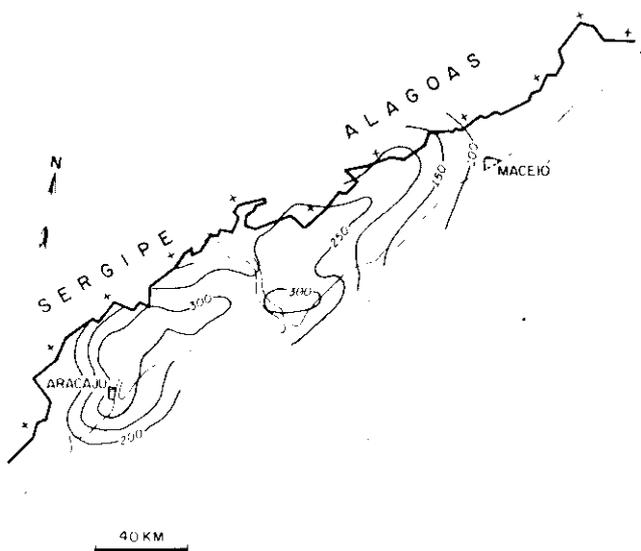


Fig. 4 - Isópacos (metros) reconstituídas da megassequência pré-*rift* (Jurássico) (compilado e simplificado de Falkenhein *et al.*, em edição).

Fig. 4 - *Isopachs (in meters) reconstituted from the pre-rift megasequence (Jurassic), (compiled and simplified from Falkenhein et al., unpublished).*

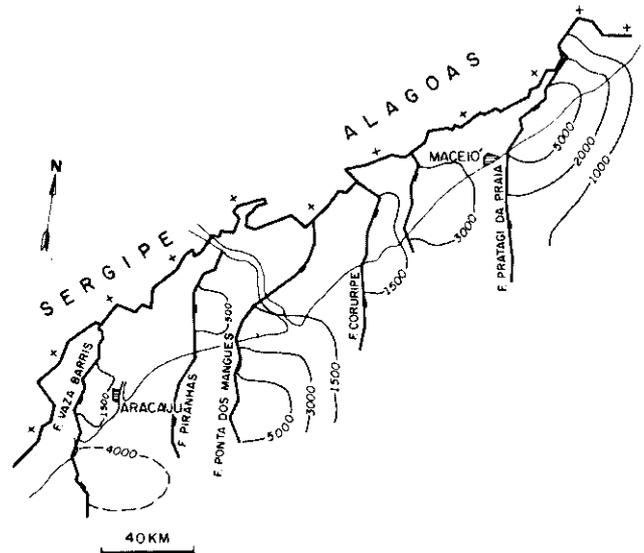


Fig. 5 - Arcabouço tectônico sin-sedimentar dominante e isópacos reconstituídas (metros) da megassequência *rift* (Rio da Serra/Jiquiá), (compilado e simplificado de Falkenhein *et al.*, em edição). Isópacos em metros.

Fig. 5 - *Dominant synsedimentary tectonic framework and isopachs (in meters) reconstituted from the rift megasequence (Rio da Serra/Jiquiá), (compiled and simplified from Falkenhein et al., unpublished).*

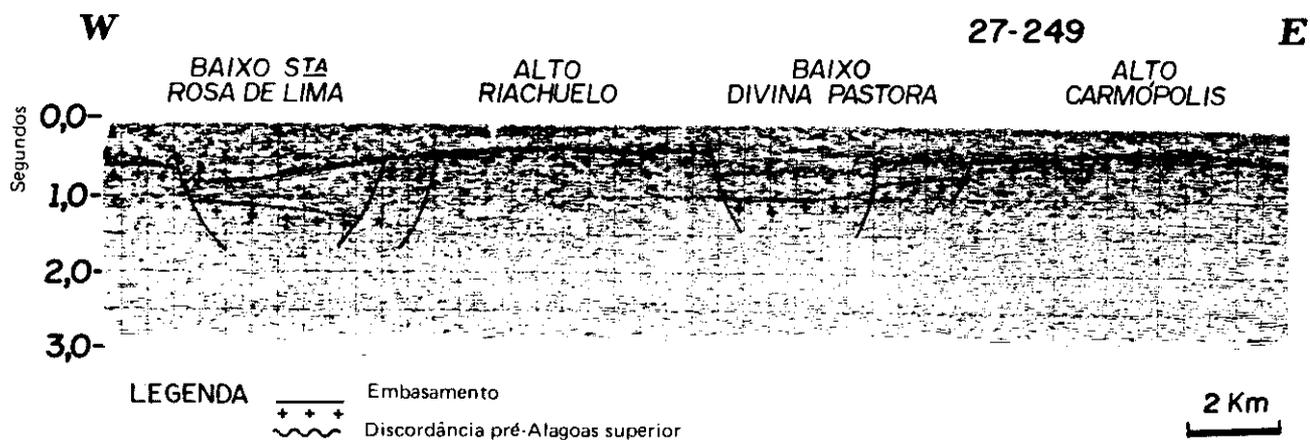


Fig. 7 - Configuração estrutural do Alto de Aracaju e sua compartimentação. Linha sísmica *strike* na porção emersa da Bacia de Sergipe.
 Fig. 7 - Structural shape and compartmentation of the Aracaju High. Seismic line along *strike* in the immersed portion of the Sergipe Basin.

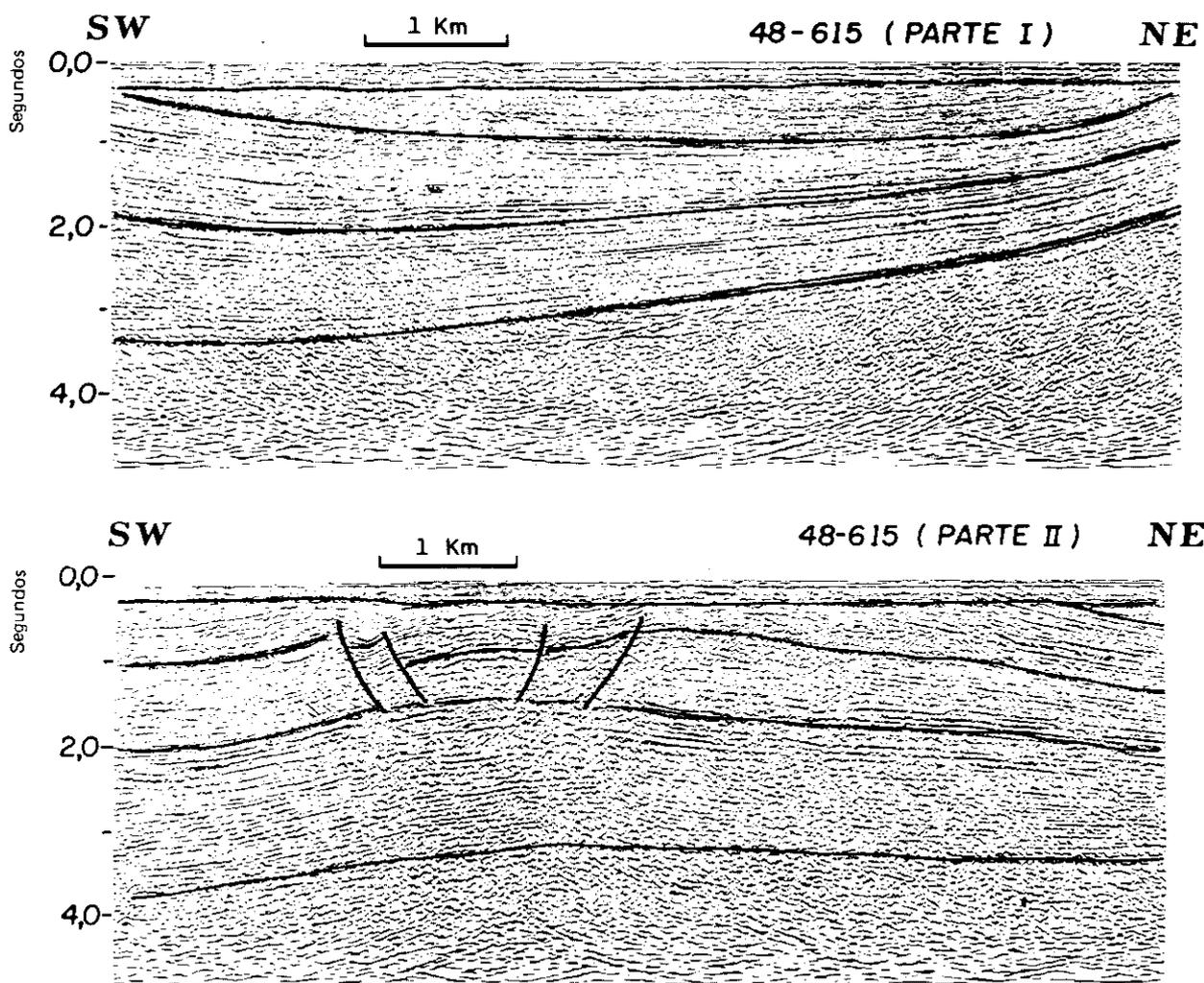


Fig. 8 - Arqueamento com inversão de baixo deposicional de idade Alagoas. Linha sísmica marítima ao longo do *strike* deposicional próximo à linha de praia na Bacia de Alagoas.
 Fig. 8 - Warping with inversion of depositional low of Alagoas age. Marine seismic line along depositional *strike* near the coastline in the Alagoas Basin.

do tipo anticlinal com duplo caimento. Na megassequência pós-*rift*, onde as trapas são mistas e/ou estratigráficas, a presença de falhas como condutos de hidrocarbonetos é fator relevante.

A primeira descoberta de óleo na bacia foi o Campo de Tabuleiro dos Martins, em Alagoas, em 1957, no *play rift* (Formação Coqueiro Seco). Em 1961, na tentativa de se desenvolver esta descoberta, constatou-se produção comercial de óleo em sedimentos pós-*rift* da Formação Muribeca (Membro Maceió), principais produtores atuais. O Campo de Carmópolis, -o maior da bacia, foi descoberto em Sergipe, em 1963, em conglomerados basais da Formação Muribeca-Membro Carmópolis.

Os *plays* relacionados a reservatórios e a estruturas da fase *rift*, são responsáveis por 19% das reservas recuperáveis descobertas e 11% do volume a ser apropriado (figs. 14 e 15).

Reservatórios da megassequência pós-*rift* contribuem com 70% do volume recuperável conhecido. Existe, porém, a expectativa de que, no futuro, com a exploração em águas profundas, estes venham a representar 85% das reservas passíveis de apropriação na bacia (figs. 14 e 15). Fazem parte deste *play* os campos marítimos de Guaricema, Dourado, Salgo e Camorim além de vários campos terrestres como: Carmópolis, Ilha Pequena, Brejo Grande, Carapitanga, Cidade de Aracaju, etc.

As reservas restantes distribuem-se entre a megassequência pré-*rift* (10%) e o embasamento (1%).

4 - EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA EXPLORAÇÃO

4.1 - Perfuração Exploratória

Em 1890, (primeiro ano da república), era expedida a primeira concessão para "exploração de turfa, xisto betuminoso e seus congêneres" nos municípios de Maceió e Camaragibe, em Alagoas (Moura & Carneiro, 1976, pág. 74). A primeira perfuração exploratória, feita

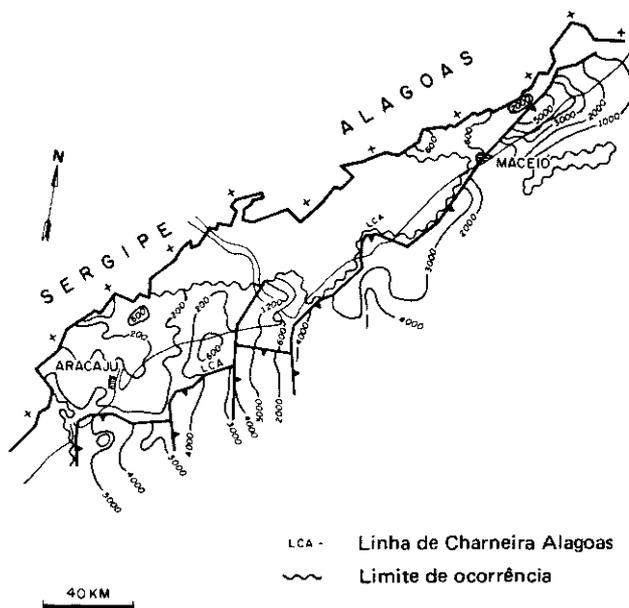


Fig. 9 - Isópachas (metros) remanescentes do Andar Alagoas (compilado de Falkenhein et al., em edição).

Fig. 9 - Remaining isopachs (in meters) of the Alagoas Stage (compiled from Falkenhein et al., unpublished).

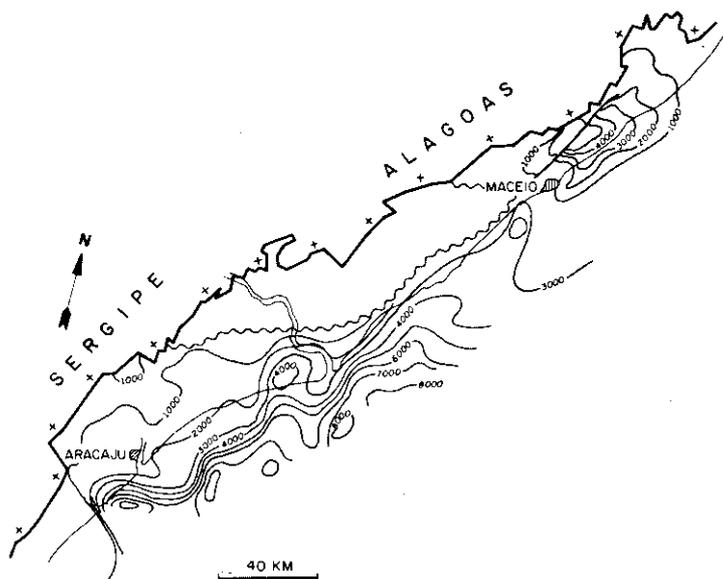


Fig. 10 - Isópachas (metros) remanescentes da megassequência pós-*rift* (Alagoas ao Recente) (compilado de Falkenhein et al., em edição).

Fig. 10 - Remaining isopachs (in meters) of the post-*rift* megasequence (Alagoas to Recent), (compiled from Falkenhein et al., unpublished).

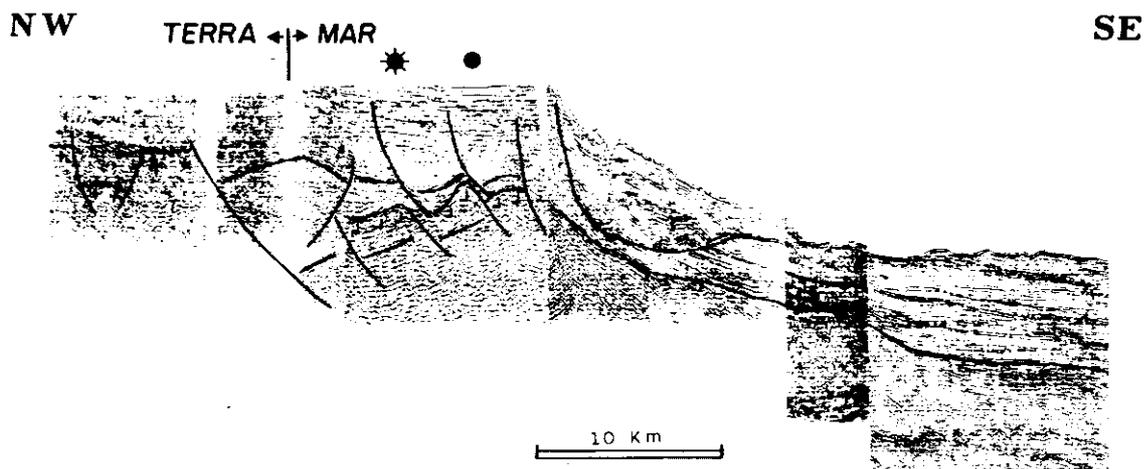


Fig. 11 - Composição de linhas sísmicas terra-mar onde se observa estruturação adiastrófica por halocinese da fase pós-rift, sobreposta a blocos falhados da fase rift ao longo do mergulho regional do Baixo de Mosqueiro na Bacia de Sergipe.

Fig. 11 - Composition of land-sea seismic lines, where adiastraphic structuring by post-rift salt flow can be observed overlying rift-phase fault blocks along the regional dip of the Mosqueiro Low in the Sergipe Basin.

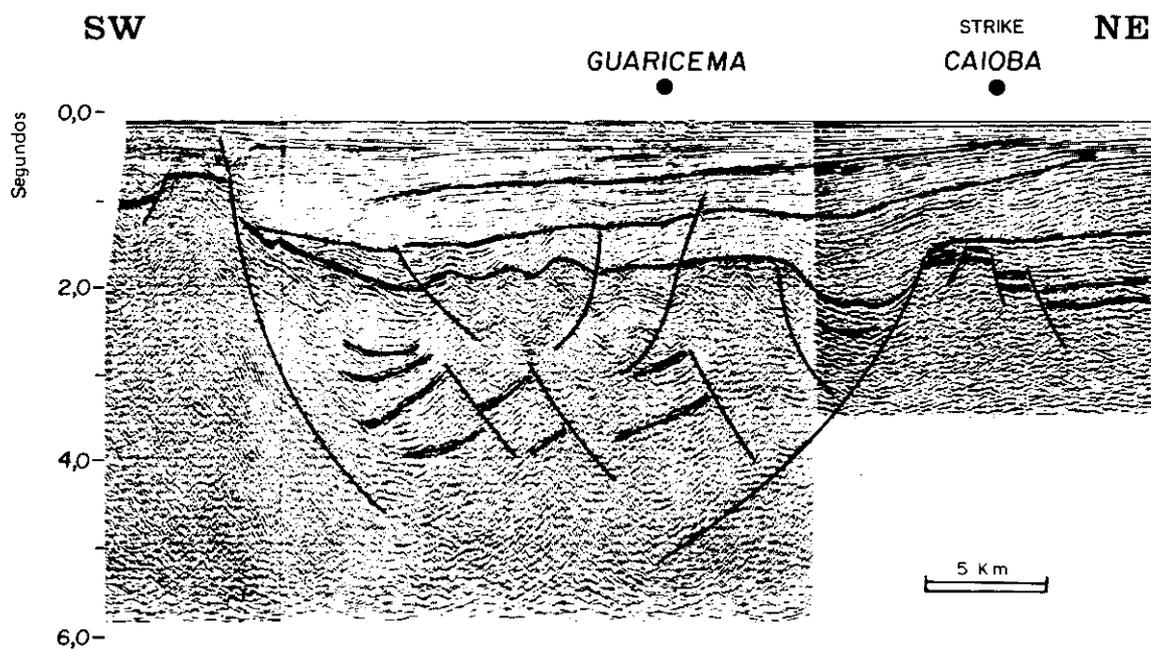


Fig. 12 - Linha sísmica marítima ao longo do strike da Bacia de Sergipe, cruzando o Baixo de Mosqueiro, perpendicular às linhas da figura 11.

Fig. 12 - Marine seismic line along Sergipe Basin strike, crossing the Mosqueiro Low perpendicular to the lines in figure 11.

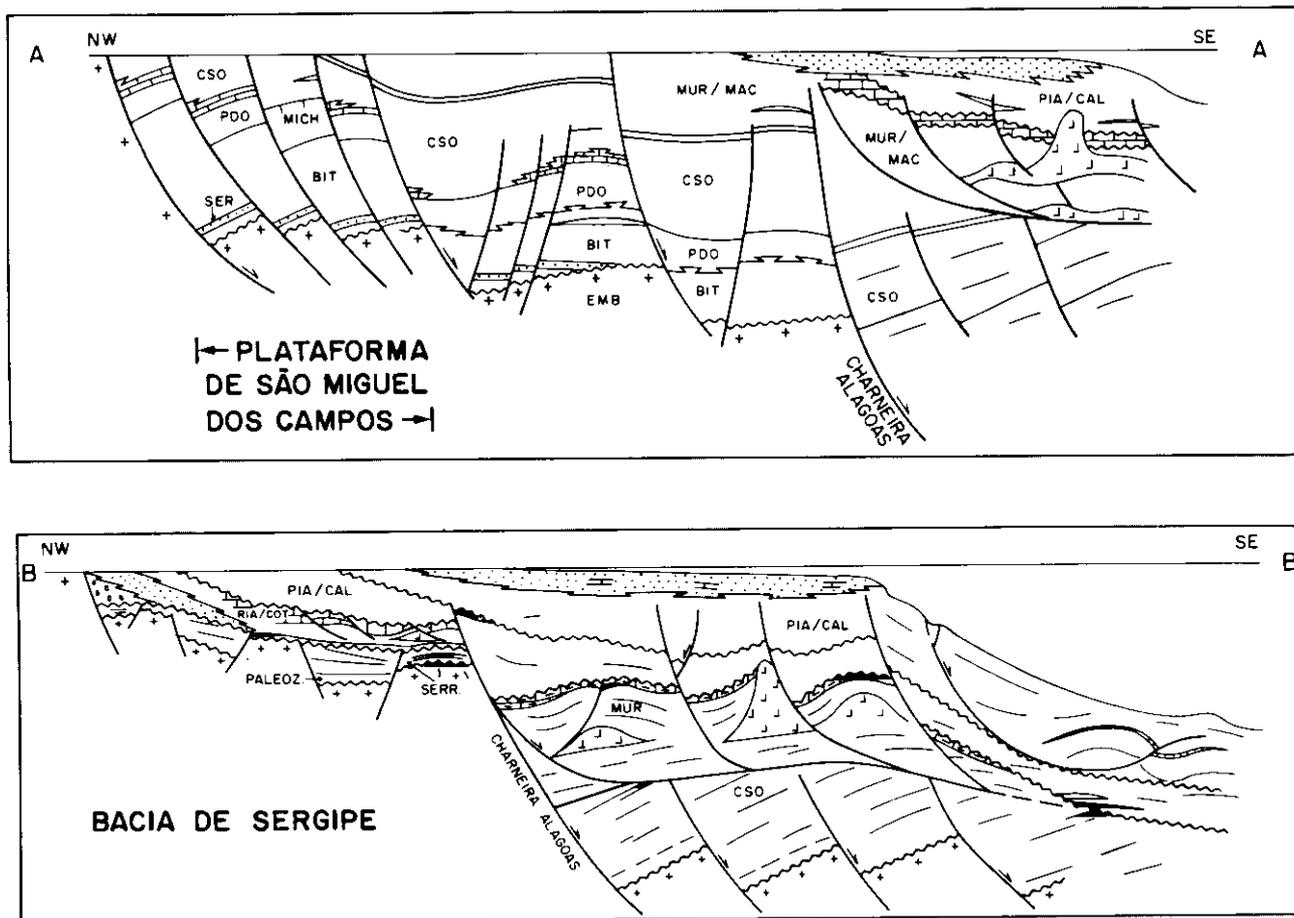
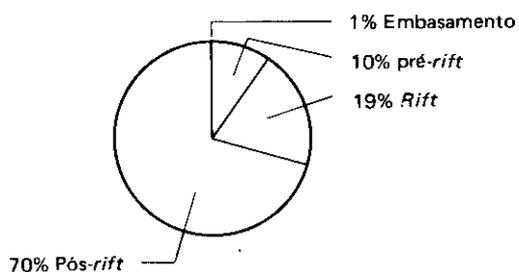


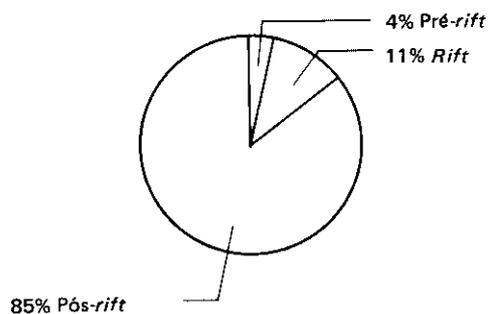
Fig. 13 - Seções Geológicas esquemáticas de distribuição dos plays exploratórios na Bacia de Sergipe-Alagoas.
 Fig. 13 - Schematic geological sections showing distribution of exploratory plays in the Sergipe-Alagoas Basin.

BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS TERRA E MAR



Fonte: Relatório de reservas Dez./87.

BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS TERRA + MAR + ÁGUA PROFUNDA



Fonte: Relatório de reservas e Play analysis Dez. 87.

Fig. 14 - HC total recuperável apropriado por play.
 Fig. 14 - Total recoverable HC discovered by play.

Fig. 15 - HC total recuperável a ser descoberto por play.
 Fig. 15 - Total recoverable HC to be discovered by play.

CICLOS EXPLORATÓRIOS
VOLUME ACUMULADO x POÇOS PIONEIROS

pelo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB), foi iniciada em 14/04/1920 em Garça Torta, Alagoas, e suspensa aos 78 metros de profundidade, por dificuldades mecânicas (Moura & Carneiro, 1976, pág. 99).

Na "era moderna" da exploração do petróleo, o primeiro poço exploratório foi perfurado até a profundidade de 2 144 m pelo CNP em 1940 (poço 1-AL-1). A primeira descoberta comercial de petróleo deu-se através do poço 1-TM-1-AL (Tabuleiro dos Martins, Alagoas) em 1957.

4.2 - Aquisição Sísmica

Em 1935 foram realizados os primeiros levantamentos geofísicos (magnetometria e sísmica de refração) na área de Riacho Doce-Garça Torta, Alagoas, para a Companhia Petróleo Nacional (Carvalho, 1958, pág. 191). Algum levantamento sísmico de reflexão foi executado em 1949 pelo CNP mas, apenas em 1955, a PETROBRÁS iniciou levantamentos regulares com este método geofísico.

A primeira equipe sísmica (ES) marítima de registro e processamento digital foi a ES-28, que registrou cerca de 3 800 km em 1968. Também pioneira foi a ES-34, que realizou levantamento marítimo regional em 1970. Os dados levantados por estas equipes subsidiaram as principais descobertas na plataforma continental de Sergipe-Alagoas, entre as quais, o Campo de Guaricema (1968), primeiro campo marítimo brasileiro.

O primeiro levantamento com sísmica tridimensional (3D) foi realizado no Campo de Caioba, em 1981, com 1 850 km lineares de linhas sísmicas. O uso de estações interativas de interpretação sísmica foi iniciado em 1985 na interpretação do 3D do Campo de Salgo.

Atualmente (31/12/88) estão levantados 93 333 km de linhas sísmicas de reflexão, 67 730 km no mar e 25 603 km em terra, dos quais 7 477 km analógicos. Também fazem parte do acervo de dados geofísicos: 2 569 km de sísmica de

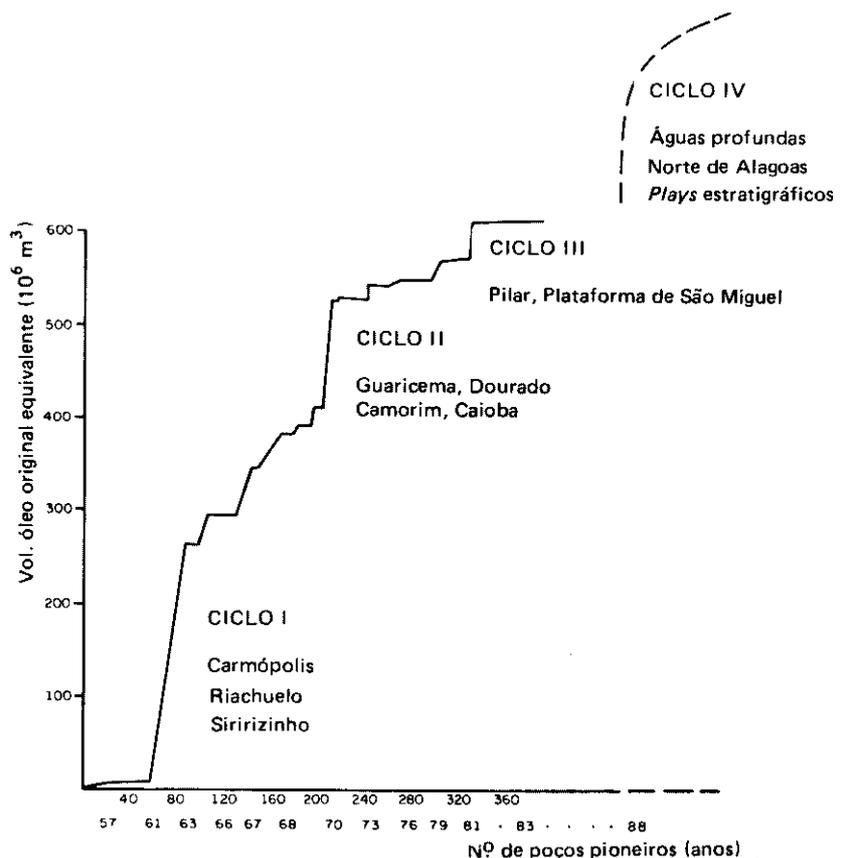


Fig. 16 - Evolução histórica da apropriação de reservas e ciclos exploratórios na Bacia de Sergipe-Alagoas (modificado de Chaves et al., 1986).

Fig. 16 - Historical evolution of the appropriation of reserves and exploratory cycles in the Sergipe-Alagoas Basin (modified from Chaves et al., 1986).

refração, 970 km de eletroresistividade e 120 km pelo método *Transiel*. A bacia está toda coberta por levantamentos gravimétricos e aeromagnetométricos de detalhe e semi-detalhe e mapeamento geológico de superfície.

4.3 - Apropriação de Reservas

O gráfico da figura 16 mostra a evolução acumulada das reservas da bacia, onde são perfeitamente identificáveis pelo menos três grandes ciclos de apropriação. O primeiro ciclo, de meados até o final da década de 60, foi quando o Distrito de Exploração, inicialmente instalado em Maceió, Alagoas, passou a explorar intensamente a porção sergipana da bacia, área de alvos exploratórios rastos, obtendo significativos sucessos com as descobertas dos campos de Carmópolis, Siririzinho e Riachuelo, culminando com a transferência do Distrito para Aracaju.

O ciclo seguinte vigorou durante o fim da década de 60, início de 70, quando as fronteiras exploratórias avançaram para a plataforma continental, resultando nas descobertas dos campos marítimos de Guaricema, Dourado, Camorim e Caioba.

Durante estes anos, a porção terrestre alagoana da bacia foi relegada a prioridade secundária. No final da década de 70 e início de 80, com o aumento do interesse por hidrocarbonetos gasosos, voltou-se a explorar intensamente em Alagoas, resultando no terceiro ciclo de apropriação de reservas, com a descoberta do Campo de Pilar e o efetivo dimensionamento das jazidas situadas na Plataforma de São Miguel dos Campos, descobertas no início da década de 70.

A exploração de hidrocarbonetos na plataforma continental também apresenta características interessantes. Os gráficos

da figura 17 mostram que a apropriação de reservas nesta área é função direta da aquisição de novos dados sísmicos. Nota-se que, quando novos levantamentos sísmicos são interpretados e as locações resultantes são perfuradas, ocorrem novas descobertas e as reservas são ampliadas.

Os levantamentos sísmicos tridimensionais também produziram aumento imediato das reservas da bacia. Assim, a interpretação do 3D de Caioba resultou na descoberta do Campo de Camorim Leste, e a análise dos dados do 3D de Salgo resultou na descoberta de horizontes produtores mais profundos e mais rasos do que os anteriormente conhecidos no Campo de Robalo.

Ao longo da história exploratória da bacia, a ampliação de reservas também resultou da evolução das técnicas de aquisição e processamento sísmico. O Campo de Guaricema, por exemplo, teve suas reservas ampliadas através de técni-

cas especiais de processamento e interpretação de amplitude sísmica.

Atualmente, uma nova fronteira exploratória começa a ser investigada em águas profundas, onde o pioneiro 1-SES-92 comprovou petróleo em arenitos do Membro Calumbi, em lâmina d'água de 1 111 m. Acredita-se que este fato possa estar iniciando novo ciclo de apropriação de reservas. Por outro lado, extenso levantamento 3D no Baixo de Mosqueiro, ora em interpretação, poderá viabilizar comercialmente a exploração de reservas de menor porte, através da utilização da infraestrutura de produção já instalada.

Companhias internacionais, sob contratos de risco, atuaram na Bacia de Sergipe-Alagoas a partir de 1980. Após a vigência de cinco contratos, com o levantamento de 7 154 km de linhas sísmicas e a perfuração de quatro poços pioneiros, uma única ocorrência de óleo foi constatada no pioneiro 1-ALS-32, da

British Petroleum, cujo interesse econômico ainda carece de definição.

5 – CONCLUSÕES E EXPECTATIVAS EXPLORATÓRIAS

A Bacia de Sergipe-Alagoas possui uma história lito-estrutural muito rica e variada.

A sua estratigrafia já está razoavelmente entendida, enquanto os modelos evolutivos para a explicação da gênese e implantação da bacia ainda são objetos de ampla discussão. O avanço do pensamento geológico, produto de contínuo questionamento, poderá trazer alternativas mais abrangentes para a explicação do *habitat* do petróleo em Sergipe-Alagoas.

A história da exploração na Bacia de Sergipe-Alagoas é muito antiga e as grandes descobertas aconteceram logo no início da sua exploração. Nem por isso, a bacia deixa de apresentar perspectivas promissoras na sua exploração futura. As novas técnicas de sísmica tridimensional e a melhoria de resolução e qualidade de sísmica convencional 3D prometem aumento no índice de sucesso exploratório, principalmente, com novas descobertas em trapas estratigráficas, pois, com a tecnologia disponível atualmente, este tipo de prospecto está longe de ter sido esgotado.

A análise dos ciclos exploratórios mostra claramente que a evolução das reservas da bacia é diretamente proporcional ao rompimento de barreiras tecnológicas e à pesquisa de novas fronteiras exploratórias. Para tanto, a contínua aquisição e melhoria dos dados sísmicos são de fundamental importância na apropriação de reservas adicionais, inclusive em jazidas já descobertas.

São ainda consideradas novas fronteiras exploratórias o entendimento geológico do norte de Alagoas, a perfuração em águas cada vez mais profundas, e a concepção de modelos geológicos para pesquisa de trapas sutis.

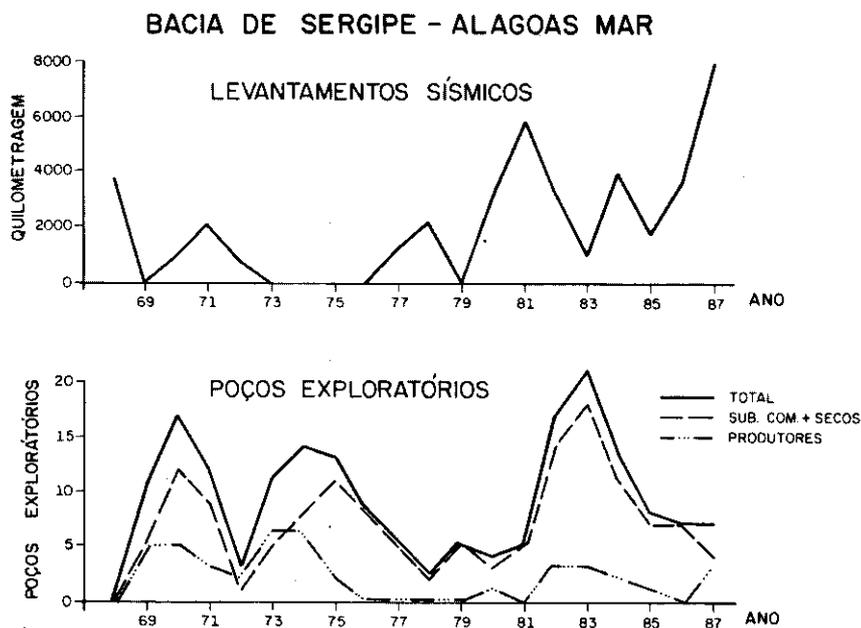


Fig. 17 - Evolução de levantamentos sísmicos e perfuração de poços exploratórios (incluindo resultados).

Fig. 17 - Evolution of seismic surveys and drilling of wildcat wells, including results.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho constitui uma colaboração da equipe de exploracionistas que atuaram na plataforma continental da Bacia de Sergipe-Alagoas entre 1984 e 1987. Além dos autores, os técnicos José Joaquim Gonçalves Rodrigues, César Guimarães Pereira, Carlos Eduardo da Silva Pontes, Cícero Francelino da Silva, Ricardo Tarabini Castellani, Ubirajara de Melo e todos aqueles colegas atuantes no Distrito de Aracaju, contribuíram para o conhecimento aqui registrado. Igualmente importante foi a contribuição do grupo de trabalho criado em 1983, que realizou um estudo da geologia das fases pré-rift da bacia, coordenado por Frank Falkenhein. Outros tantos exploracionistas, embora não citados especificamente ao longo deste texto, ao produzirem vasta bibliografia, muito contribuíram para a formação do conhecimento atual sobre a Bacia de Sergipe-Alagoas. Agradecemos ao colega Carlos Henrique Lima Bruhn pela cessão de algumas ilustrações e incentivo à publicação deste trabalho. Finalmente, queremos deixar registrados os nossos agradecimentos aos colegas Arcioni Geraldo Pena, Carlos Roberto Dias e Paulo César Siqueira Egues (BRASPETRO) pela competente ajuda na confecção das ilustrações e a Myriam Pinho Alves Pinto pela paciente datilografia das inúmeras versões deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÃO, M. A. 1987. *Estruturação do "Trend" Atalaia Sul/Caioba, Bacia de Sergipe-Alagoas, Brasil*. Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto. 113 p. Tese de mestrado.
- ASMUS, H. E. & PORTO, R. 1972. *Classificação das bacias brasileiras segundo a tectônica das placas*. Rio de Janeiro, DEXPRO/DIVEX. 50 p. (Relatório interno, 5313).
- BRUHN, C. H. L.; CAINELLI, C.; MATOS, R. M. D. 1988. Habitat do petróleo e fronteiras exploratórias nos rifts brasileiros. *B. Geoc. PETROBRÁS*, 2 (2/4): 217-53.
- CAINELLI, C. 1987. Histórico e evolução da presença de regime transtensional/transpressional na Bacia Sergipe-Alagoas. In: TECTOS-1, Seminário de Geologia Estrutural, Rio de Janeiro. [Trabalhos apresentados...] Rio de Janeiro, PETROBRÁS.
- CARVALHO, E. 1958. *O drama da descoberta do petróleo brasileiro*. São Paulo, Brasiliense. 407 p.
- CHAVES, H. A. F. et al. 1986. *Análise do histórico das perfurações e descobertas*; Bacia de Sergipe-Alagoas (Terra e Mar). Rio de Janeiro, PETROBRÁS. CENPES. 47 p. (Relatório CENPES, 711).
- FALKENHEIN, F. V. H. et al. Em edição. *Análise da Bacia de Sergipe-Alagoas*; Grupo de Trabalho O. S. 003/83. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. DEPEX.
- FERNANDES, G. J. F.; MATOS, Z. V.; FIGUEIREDO, A. M. F.; FISHER, W. L.; BROWN JR., L. F. 1981. *Basin analysis of the rift-phase and oil and gas play analysis, Sergipe-Alagoas Basin, Brazil*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. DEPEX. Relatório interno.
- FIGUEIREDO, A. M. F. 1978. *Avaliação das perspectivas petrolíferas da Bacia de Sergipe-Alagoas*. s. l., PETROBRÁS. 25 p. Relatório de progresso.
- LANA, M. C. 1985. *Rifteamento na Bacia de Sergipe-Alagoas, Brasil*. Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto. 124 p. Tese de mestrado.
- LIMA, C. C. 1987. *Estruturação pós-rift da porção sergipana da Bacia de Sergipe-Alagoas; O papel do basculamento e das descontinuidades do embasamento*. Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Tese de mestrado.
- MACKENZIE, D. P. 1978. Some remarks in the development of sedimentary basins. *Earth & Planet. Sci. Lett.*, 40: 25-32.
- MOURA, P. & CARNEIRO, F. O. 1976. *Em busca do petróleo brasileiro*. Ouro Preto, Ed. Rio de Janeiro/Ed. Fundação Gorceix. 360 p.
- PETROBRÁS. 1987. *Play analysis*. s. l., DEPEX/ASPLAN, dez.
- SCHALLER, H. & DAUZACKER, M. V. 1986. Tectônica gravitacional e sua aplicação na exploração de hidrocarbonetos. *B. Téc. PETROBRÁS*, 29 (3): 193-206.
- SCHALLER, H.; DELLA FÁVERA, J. C.; TIBANA, P. 1980. *Roteiro geológico da Bacia Sergipe-Alagoas*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. DEPEX. Relatório interno.
- VAN DER VEN, P. H. 1987. *Tectônica e sedimentação rift - Bacia de Sergipe-Alagoas, rifts intracontinentais*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. DEPEX. p. 198-203. Trabalho apresentado em seminário.
- GUIMARÃES, P. T. M. 1988. *Basin analysis and structural development of the Sergipe-Alagoas Basin, Brazil*. Austin, University of Texas. 171 p. Tese de doutoramento.

EXPANDED ABSTRACT

One of the most complete stratigraphic columns along the Brazilian continental margin is that of the Sergipe-Alagoas Basin, located on the northeastern coast of Brazil. Its sedimentary fill can be divided into four megasequences, bounded by regional unconformities. Each sequence displays a unique assemblage of depositional systems associated to the

prevailing tectonic regime. These are the result of the basin's tectono-sedimentary evolution from a pre-rift intracratonic sag to its present stage as a typical passive margin basin.

The present-day structural framework of the basin includes N-S-trending master faults intercepted by E-W transforms,

lending the basin a general NE-SW-trending architecture.

The basin's paleozoic intracratonic sag phase is represented by a wide range of environments, from glacial through fluvial and marginal marine sediments, deposited during Permo-carboniferous times. Following a long hiatus during the

Triassic, pre-rift fluvial and lacustrine red beds were deposited throughout the neighboring Sergipe-Alagoas, Tucano, and Recôncavo basins. No major tectonism is recognized during this phase.

Neocomian-Barremian rift sedimentation was strongly controlled by the development of the main N-S and E-W master faults, which generated the regional framework of horsts and half grabens characterizing this phase.

Following the break-up of South America and Africa, drift tectonism produced a major regional unconformity and brought about the development of a prominent hinge line. Post-rift sediments began with

Interesting basin characteristics can be seen in a review of its exploration history, continental and restricted marine facies of Alagoas age (Aptian equivalent), followed by an Albian-Cenomanian carbonate shelf/slope system, which underlies a progradational siliciclastic shelf/slope system still active today. Adiastraphic tectonism caused by salt flow is an important feature in the exploration of drift sediments.

There are thirty-one fields in the basin, producing from all stratigraphic levels excepting the Paleozoic. Post-rift reservoirs are responsible for 70% of known reserves dating from 1988. The

increase in reserves has been proportional to the exploration of new frontiers and the acquisition of seismic data. In the seventies these activities resulted in the discovery of Brazil's first offshore oil field. Oil has recently been produced from turbidite reservoirs in a well drilled at a water depth of 1,111 m. As of December 1988, 808 wildcat wells had been drilled in the basin, 623 onshore and 185 offshore.

Evolved geophysical investigation techniques show that the basin still offers several exploratory alternatives, in the form of stratigraphic traps, deep horizons, deep waters, and even increasing reserves of known accumulations.

