

AS “COQUINAS” DO MEMBRO MORRO DO CHAVES, CRETÁCEO INFERIOR DA BACIA DE ALAGOAS, E SEU POTENCIAL PARA RESERVATÓRIO DE PETRÓLEO

Márcia dos Santos Nogueira¹, Valesca Brasil Lemos², Gerson José S. Terra³

¹ UFRGS-ANP, Av. Bento Gonçalves 9500, Prédio 43137, sala 205, Porto Alegre, RS, CEP 91509-900, marcia.nogueira@ufrgs.br

² UFRGS-ANP, Av. Bento Gonçalves 9500, Prédio 43127, sala 211, Porto Alegre/RS, CEP 91509-900, valesca.lemos@ufrgs.br

³ PETROBRAS, Av. Gen. Canabarro, 500, 4º andar, Rio de Janeiro/RJ, gersonterra@petrobras.com.br

Resumo – Reservatórios em “coquinas” são *plays* petrolíferos bastante incomuns no registro geológico e de difícil entendimento, mas de grande produtividade quando encontrados na fase rifte da margem leste brasileira e na margem oeste africana. A seqüência sedimentar do Eocretáceo do Membro Morro do Chaves na Bacia de Alagoas representa a deposição de pacotes de “coquinas”, intercalados com calcilitos e folhelhos, que apresentam variações de porosidade ao longo da seção vertical. A importância deste estudo está no fato que a Formação Lagoa Feia no Brasil e a Formação Toca na África constituem importantes intervalos produtores de petróleo em rochas carbonáticas formadas por “coquinas”. Afloramentos equivalentes a estas seqüências são encontrados na Pedreira Atol na cidade de São Miguel dos Campos, constituindo-se em excelente análogo para esses reservatórios. Na referida pedreira é possível examinar ótimas exposições da seqüência sedimentar formada por “coquinas” de moluscos bivalvos com porosidade relativamente boa, sendo recobertas por pacotes de calcilitos e folhelhos que apresentam restos de peixes, fragmentos de vegetais, gastrópodes e ostracodes da biozona NRT-009 que corresponde ao Andar Jiquiá.

Palavras-Chave: Bacia de Alagoas; Membro Morro do Chaves; "coquinas"; reservatório carbonático

Abstract – “Coquinas” reservoirs are unusual petroliferous plays on geologic record and not easy task, but have large productivity when finded on rift fase of East Brazilian margin and West African margin. The sedimentar sequence of Eocretaceous of Morro do Chaves Member in the Alagoas Basin represents the depositon of “coquinas” beds, interbedded wich calcilitites and shales that show porosity variations on vertical section. The importance of this study is in fact that Lagoa Feia Formation in Brazil and Toca Formation in Africa constitute importants productive intervals of petroleum on carbonate rocks formed by “coquinas”. Equivant outcrops of this sequence are finded on Atol Quarry, São Miguel dos Campos city, that is excelent analogous for these reservoirs. In this Quarry is possible to search excellent expositions of sedimentar sequence constituted by “coquinas” of bivalves molluscs with relatively good porosity, recovered for calcilitite and shales with rests of pieces, vegetals fragments, bivalves and ostracods of NRT-009 biozone that represent the Jiquiá Stage.

Keywords: Alagoas Basin, Morro do Chaves Member, “coquinas”, carbonate reservoir

1. Introdução

A Bacia de Sergipe-Alagoas está localizada na região nordeste do Brasil e compreende uma área de aproximadamente 36.000 Km², sendo um terço desta área emersa e dois terços submersa, ocupando uma faixa alongada na costa leste brasileira entre os paralelos 9º e 11º Sul (Fig. 1). Seu limite norte é o Alto de Maragogi, com a Bacia de Pernambuco-Paraíba, e o limite sul se dá no sistema de falhas Vaza Barris, com a Bacia de Jacuípe.

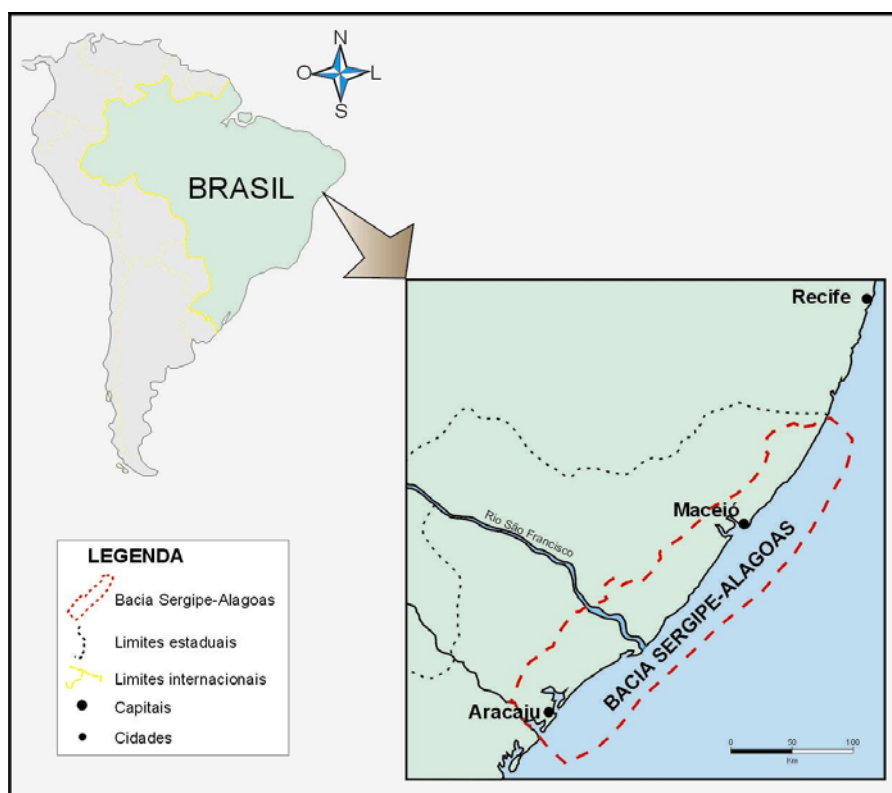


Figura 1. Mapa de localização da Bacia Sergipe-Alagoas.

A partir de diferenças importantes em seu caráter estrutural e estratigráfico, a Bacia de Sergipe-Alagoas foi individualizada em duas bacias distintas: a Bacia de Sergipe e a Bacia de Alagoas (Feijó e Vieira, 1990; Feijó, 1992). O limite entre estas bacias está localizado na proeminente feição estrutural positiva chamada de Alto Jabotã-Penedo (Feijó, 1994).

De um modo geral, o preenchimento sedimentar neopaleozóico e jurássico das duas bacias apresenta grande similaridade neste intervalo de tempo. Na série neocomiana (Berriasiano, Valanginiano e Hauteriviano) o preenchimento sedimentar está bem mais desenvolvido na Bacia de Alagoas; e as séries gálica (Barremiano, Aptiano, Albiano, Cenomaniano e Turoniano) e senoniana (Coniaciano, Santoniano, Campaniano e Maastrichtiano), juntamente com o Sistema Terciário, possuem importância muito maior na Bacia de Sergipe.

A Bacia de Alagoas é constituída por 5 grupos e 20 formações, sendo sua história evolutiva distribuída desde o Pré-Cambriano até o Plioceno (Fig. 2). A deposição sedimentar propriamente dita ocorre somente a partir do Neocarbonífero, com a deposição de sedimentos de origem glacial, culminando no Plioceno com sedimentos marinhos rasos.

A Formação Coqueiro Seco, de idade eocretácica, tem um único membro individualizado, Membro Morro do Chaves, cuja espessura na bacia varia de 50-350 m, sendo a altura das seções comumente associada a blocos falhados. Esta unidade possui quatro fácies principais: *fan* deltas associados com falhas de borda NE, fácies de conglomerados retrabalhados e arenitos com bivalvos, espessa camadas de fácies de “coquina” e fácies de folhelhos lacustrinos.

O Membro Morro do Chaves é constituído pelas fácies de coquina e folhelhos lacustrinos, representando na bacia o trato de sistema transgressivo de 3ª ordem com recobrimento de depósitos fluviais da Formação Penedo.

A área de trabalho está localizada na cidade de São Miguel dos Campos, Estado de Alagoas, junto a Pedreira Atol, que possui excelentes exposições dos pacotes cretácicos do Membro Morro do Chaves.

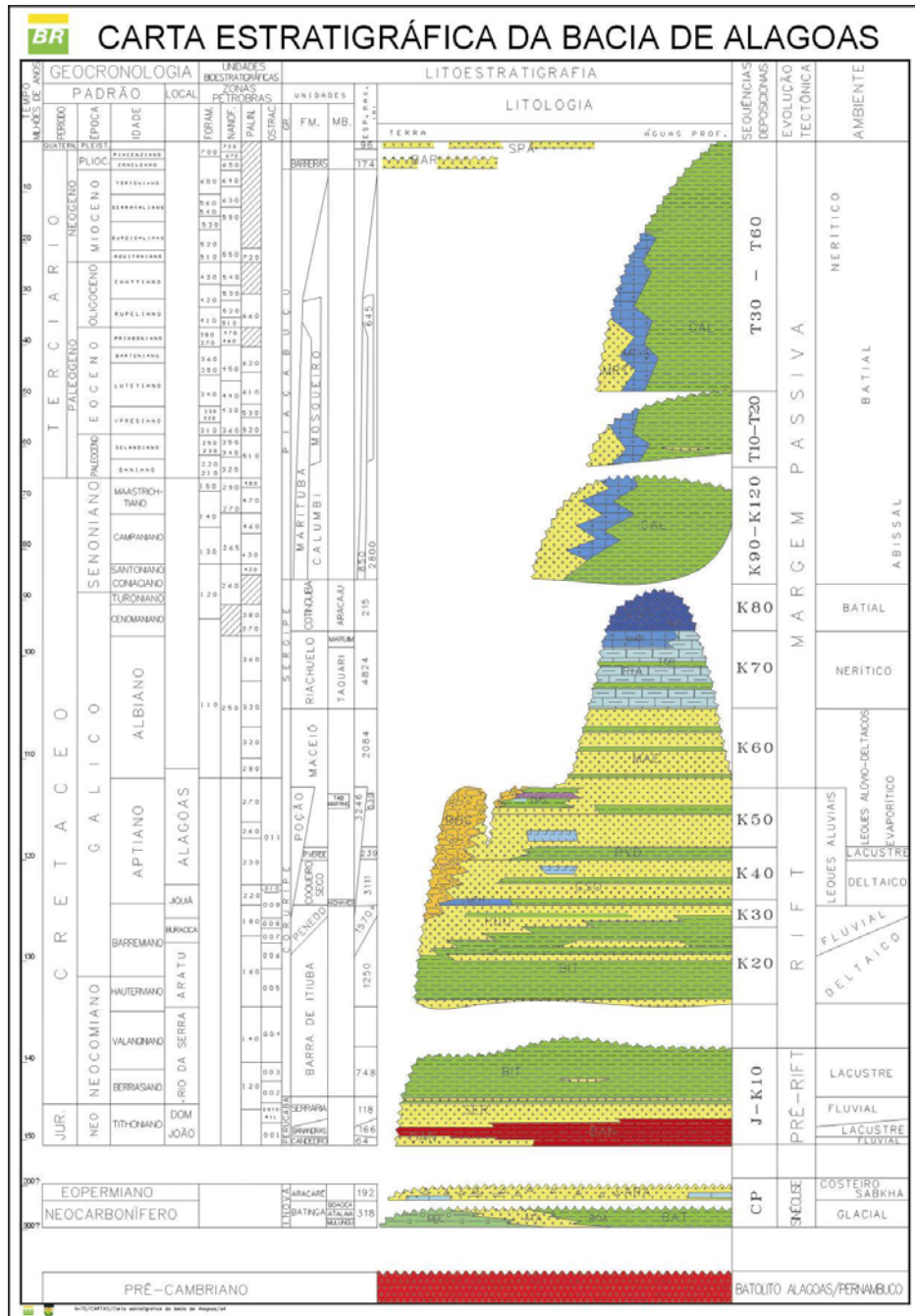


Figura 2. Carta estratigráfica da Bacia de Alagoas (Feijó, 1994).

2. Generalidades sobre o Cretáceo da Bacia de Sergipe-Alagoas

2.1. Evolução Tectônica

A Bacia de Sergipe-Alagoas possui uma complexidade estrutural grande devido à existência de diversas fraturas ao longo de toda a bacia. O processo de ruptura do continente sul-americano e africano, no Jurássico Médio estabeleceu a depressão Afro-brasileira, onde, segundo Estrela (1972), a subsidência seria branda e o tectonismo dominante seria flexural.

Os modelos de evolução estrutural da fase rifte estão divididos em modelos unifásico e polifásico. O primeiro baseia-se na compartimentação tectônica dos blocos em fase única e o segundo propõe diversas fases para o desenvolvimento estrutural do rifte.

Szatmari et al. (1984, 1987) relatam o desenvolvimento da Bacia Sergipe-Alagoas com movimentos ao longo das margens de um bloco crustal denominado Microplaca do Leste Brasileiro; uma rotação deste bloco crustal em torno de um pólo fixo poderia gerar tensão cisalhante ao longo da margem leste, criando as estruturas existentes na bacia.

Falkenhein et al. (1985, in Lana, 1990) apresentou uma hipótese mais complexa de evolução tectônica, com desenvolvimento de três estágios de rifteamento com distintos campos de tensões.

Chagas (1996) relata que o rifte polifásico representa a margem flexural de um sistema de rifte assimétrico, formado por blocos sob a forma de hemigrabens que foram erguidos no tempo Rio da Serra, que evoluiu gradativamente durante as ativações de falhas nos tempos Rio da Serra-Aratu, Eo-Jiquiá e Eo-Alagoas, para um sistema de rifte falhado em ambos os lados. Na última fase tectônica, os blocos homoclinais foram invertidos e passaram a mergulhar para leste e a bacia alagoana sofreu basculamento geral para sudeste. Com isto, toda a bacia alagoana foi soerguida e a sergipana rebaixada, criando-se nesta última os espaços para a sedimentação pós-rifte marinha, com o lado alagoano servindo como área fonte dos sedimentos ali depositados.

Lana (1990) mostra, através do mapa Bouguer, a estruturação do embasamento da bacia. Dois padrões foram definidos: na área emersa, padrões de pequena amplitude, caracterizando a espessura sedimentar. No mar, padrões paralelos ao maior comprimento da bacia, com valores crescentes para sudeste, sugerindo afinamento crustal e aproximação do contato crosta continental-oceânica.

A estratigrafia geral das bacias da margem leste brasileira, desenvolvida do Jurássico até o Cretáceo, pode ser representada por cinco megassequências: continental, evaporítica transicional, plataforma carbonática rasa, transgressiva marinha e regressiva marinha (Chang et al., 1990). A megassequência continental é constituída por três sequências sin-rifte: sin-rifte I (Andar Dom João), sin-rifte II (andares Rio da Serra-Aratu), sin-rifte III (Andares Buracica-Jiquiá).

3. Localização da Área de Estudo e Características Gerais

A Pedreira Atol está localizada na cidade de São Miguel dos Campos, a 5 Km oeste da BR-101 no Estado de Alagoas, ligada pela estrada secundária não pavimentada que leva a Fazenda São Sebastião, tendo coordenadas UTM 0812214 e 8920028 (Fig. 3).

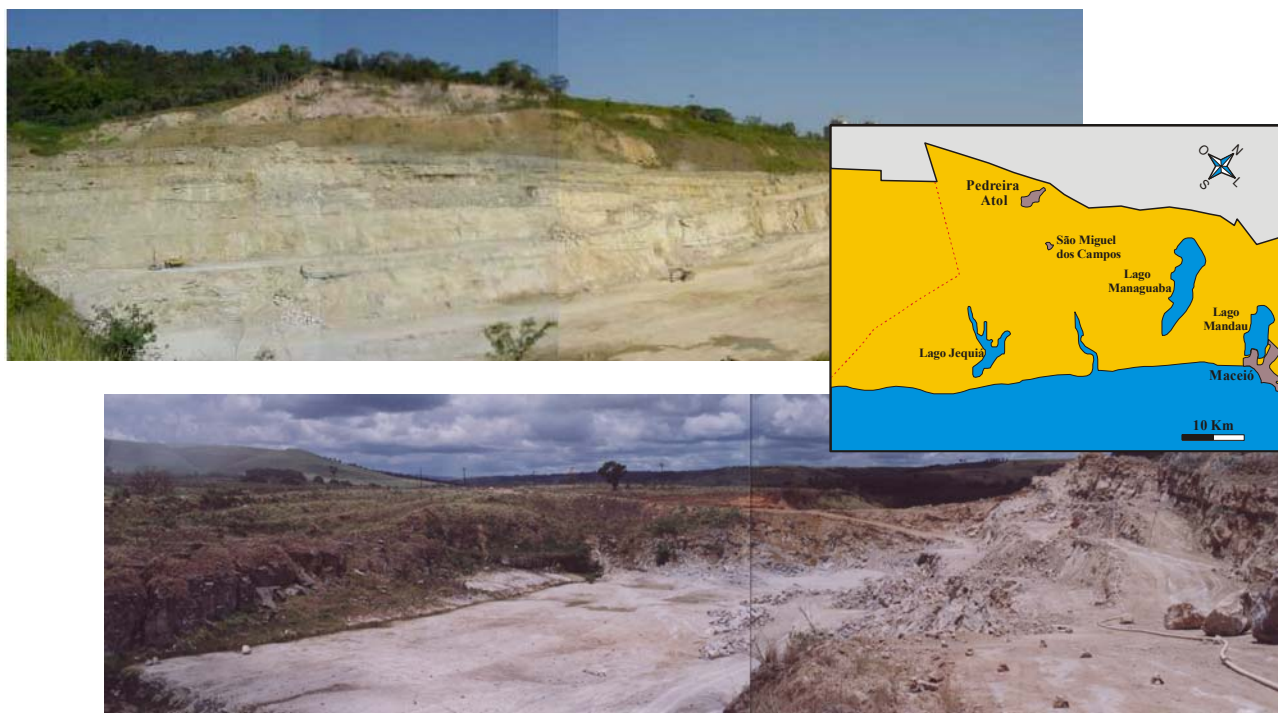


Figura 3. Localização da Pedreira Atol e duas visões panorâmicas dos paredões da pedreira.

As rochas que afloram na Pedreira Atol são “coquinas” de moluscos bivalvos (calcirruditos), calcilititos, folhelhos e arenitos fino a médio, sendo esta última litologia pertencente à Formação Coqueiro Seco. As espessuras de rochas expostas pela lavra perfazem um total aproximado de 108 m, sendo que nesta região o Membro Morro do Chaves atinge espessuras de aproximadamente 210 m, verificadas em poços do Campo de Furado.

As camadas de “coquinas” constituem o principal pacote sedimentar no Membro Morro do Chaves, sendo na Pedreira Atol intercaladas por calcilititos e/ou folhelhos síltico-argilosos contendo de ostracodes, peixes e fragmentos de troncos. As “coquinas” formam camadas lenticulares de espessuras variáveis, tendo a menor espessura 30 cm e a maior 4,75 m, e apresentam acunhamento de camadas. Estruturas sedimentares do tipo laminação cruzada tangencial, laminação cruzada de baixo ângulo e laminação plano-paralela são comuns ao longo de todo afloramento sendo observada em uma camada laminação ondulada truncada.

Em relação a porosidade, foi possível observar que, em geral, as “coquinas” possuem porosidade em diversos níveis ao longo da seção. Em alguns pontos apresenta alternância de níveis porosos a totalmente cimentados dentro de uma mesma camada, formando bandamentos a cada 30 cm aproximadamente. Os pacotes de “coquinas” localizados junto à base da pedreira possuem argila em sua composição, e isto ocorre até a metade da seção levantada. Lateralmente os pacotes não apresentam variações significativas quanto ao tipo de porosidade, o que varia são as espessuras de camadas.

4. O Estudo das "Coquinas"

A importância do estudo de reservatórios gerados em “coquinas”¹ deve-se ao fato que este tipo de reservatório é de difícil ocorrência no registro geológico, pois as acumulações de bivalvos que formam as “coquinas” estão normalmente associadas a ambientes de baixa energia e acúmulo de lama. Além disto, a composição dos bioclastos que compõem estas “coquinas” é meta-estável (aragonita), favorecendo uma intensa recristalização/cimentação que acaba por obliterar a porosidade inicial da rocha.

Portanto, existem fatores que favorecem as condições ideais para a implantação da porosidade secundária nas “coquinas” resultando, assim, nos reservatórios para petróleo. Para a manutenção da porosidade secundária gerada é necessário que a geração e migração de óleo ocorram em curtas distâncias o que geralmente ocorre nesses reservatórios.

Reservatórios de petróleo em “coquinas” ocorrem tanto na margem leste do Brasil quanto na margem oeste da África, constituindo um importante exemplo para o entendimento tectono-sedimentar da evolução destes depósitos. No Brasil a Bacia de Campos é o melhor exemplo já que apresenta “coquinas” constituídas por moluscos bivalvos formando os reservatórios intraformacionais da Formação Lagoa Feia, onde os processos diagenéticos provocaram profundas variações na qualidade do reservatório em curtos intervalos verticais. Na África, o exemplo mais conhecido é a Formação Toca (Bacia do Congo, Angola), representada por uma seqüência sedimentar depositada no Aptiano na fase rifte de lago durante a abertura continental. Este *play* carbonático se caracteriza por uma rápida troca tanto de fácies quanto de qualidade de reservatório em curtas distâncias.

No Membro Morro do Chaves também são observadas variações verticais de qualidade do reservatório, como na Formação Lagoa Feia, e variações laterais de fácies, como na Formação Toca, mas até o momento não foi descoberta nenhuma área produtora de óleo comercial dentro das “coquinas”. Estas variações são tão marcantes dentro da Bacia de Alagoas que em alguns lugares os pacotes de “coquinas” apresentam-se totalmente cimentados.

Na Bacia de Alagoas, a seqüência sedimentar do Membro Morro do Chaves junto a Pedreira Atol é marcada pela presença de camadas de “coquinas” de moluscos bivalvos, ostracodes e alguns gastrópodes, intercaladas com calcilitos e material siliciclástico de granulometria fina que são os folhelhos. Os níveis de folhelhos são, em sua maioria, ricos em restos de peixes, sendo encontrados tanto fragmentos quanto peixes inteiros, ostracodes não marinhos pertencentes a biozona NRT- 009, conchas de bivalvos e restos de vegetais, principalmente junto aos folhelhos do topo da seqüência (Fig. 4).

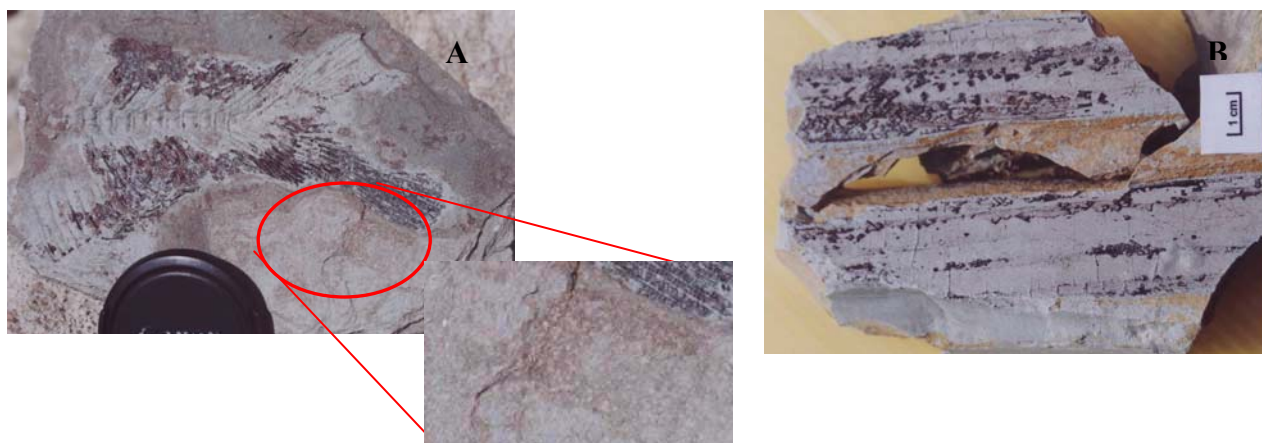


Figura 4. Detalhe dos folhelhos contendo restos de peixes e ostracodes- pontos brancos no detalhe (A) e restos vegetais (B).

A importância desta analogia das “coquinas” da Pedreira Atol com as “coquinas” da Formação Lagoa Feia e Formação Toca, está no fato que ambas formações representam a deposição do mesmo tipo de sedimento (“coquinas”) depositado no mesmo intervalo de tempo (Aptiano).

A Pedreira Atol é um dos raros afloramentos em superfície que serve de análogo às “coquinas” da Formação Lagoa Feia. A exposição destas “coquinas” em Alagoas ajuda no entendimento dos processos deposicionais e história evolutiva de ambas as bacias, representando assim, um alvo chave para o entendimento das diferentes características em termos de reservatório entre a Bacia de Alagoas e a Bacia de Campos (Fig. 5).

¹ O termo “coquina” apesar de representar sedimento inconsolidado, será usado para designar a rocha como tem sido o uso corrente.

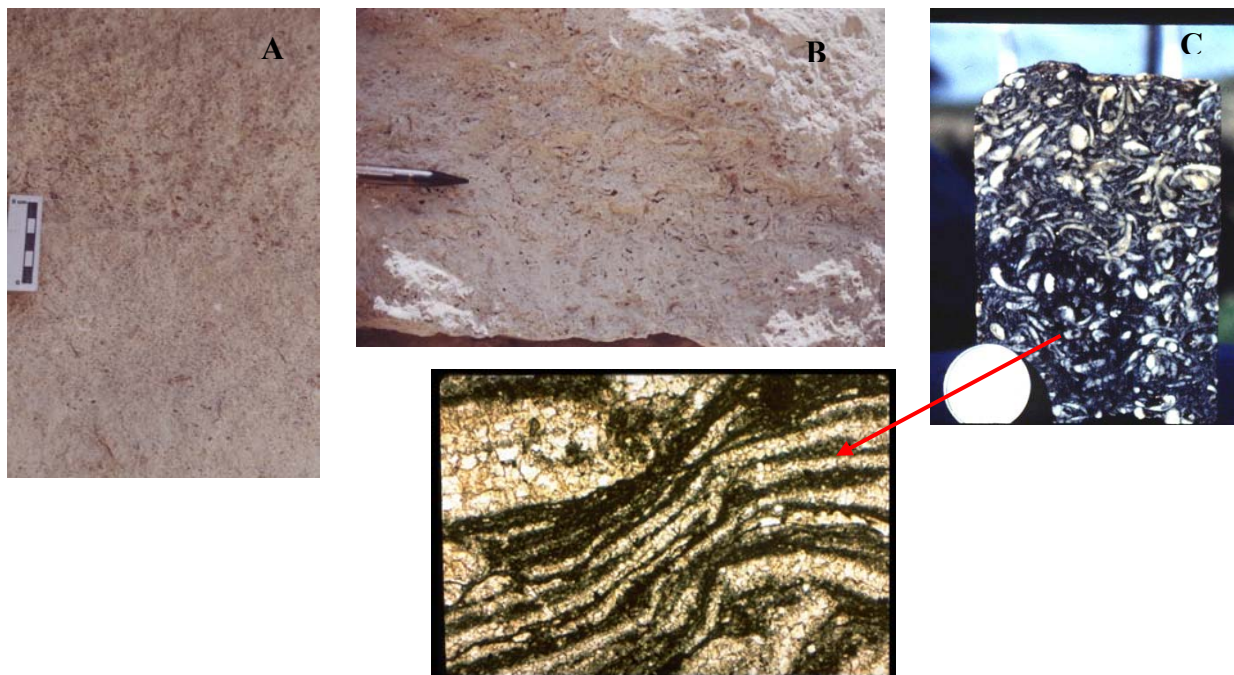


Figura 5. A e B) Fotografia de detalhe das “coquinas” do Membro Morro do Chaves (Bacia de Alagoas) na Pedreira Atol; C) fotografia das “coquinas” da Formação Lagoa Feia (Bacia de Campos) e microfotomicrografia da coquina com óleo residual entre as conchas de bivalvos que estão deformadas por compactação de Carozzi, 1996.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem a Agência Nacional do Petróleo pelo suporte financeiro aplicado a esta pesquisa junto ao PRH-12, a PETROBRAS UN-SEAL e a Cia. Cimento Atol pelo apoio logístico dado durante o trabalho de campo.

6. Referências

- CHAGAS, L.S. 1996. *Tectono-sedimentação das bacias do tipo rift: aplicação na porção emersa da Bacia de Sergipe-Alagoas*. Porto Alegre, 322 p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CHANG, H.K.; KOWSMANN, R.O.; FIGUEIREDO, A.M.F. 1990. Novos conceitos sobre o desenvolvimento das bacias marginais do leste brasileiro. RAJA GABAGLIA, G.P.; MILANI, E.J. (eds). *Origem e evolução de bacias sedimentares*, p. 269-289.
- ESTRELA, G.O. 1972. O estágio *rift* nas bacias marginais do leste brasileiro. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 26., Belém. Anais ..., v. 3, p. 29-34.
- FEIJÓ, F.J.; VIEIRA, R.A.B. 1990. Sequências cretáceas das bacias de Sergipe e Alagoas. *Simpósio de Geologia do Cretáceo*, v. 1. Rio Claro, UNESP.
- FEIJÓ, F.J. 1992. *Seqüências continentais das fases pré-rift da Sub-bacia de Alagoas Central*. Porto Alegre, 165 p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FEIJÓ, F.J. 1994. Bacias de Sergipe e Alagoas. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, v. 8, n. 1, p. 149-161.
- LANA, M.C. 1990. Bacia de Sergipe-Alagoas: uma hipótese de evolução tectono-sedimentar. In: RAJA GABAGLIA, G.P.; MILANI, E.J. (eds). *Origem e evolução de bacias sedimentares*, p. 311-332.
- SZATMARI, P.; CONCEIÇÃO, J.C.; LANA, M.C.; MILANI, E.J.; LOBO, A.P. 1984. Mecanismo tectônico do rifteamento sul-atlântico. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 33., Rio de Janeiro. Anais ..., v. 4, p. 1589-1601.
- SZATMARI, P.; FRANÇOLIN, J.B.L.; ZANOTTO, O.; WOLFF, S. 1987. Evolução tectônica da margem equatorial brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 17, n. 2, p. 180-188.