



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

FÁCIES SEDIMENTARES DOS MEMBROS CARUAÇU E PITANGA DA
FORMAÇÃO MARACANGALHA (CRETÁCEO DA BACIA DO RECÔNCAVO)

GABRIEL SOARES GUERRA

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO REQUISITO
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA ESTÁGIO DE CAMPO-IV. TEMA
VINCULADO AO PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO DE RECURSOS
HUMANOS EM GEOLOGIA DO PETRÓLEO, APOIADO PELA A N P –
AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (PRH-18).

M
GL
G934F

RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL
JULHO DE 2002

FÁCIES SEDIMENTARES DOS MEMBROS CARUAÇU E PITANGA DA
FORMAÇÃO MARACANGALHA (CRETÁCEO DA BACIA DO RECÔNCAVO)

GABRIEL SOARES GUERRA

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO REQUISITO
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA ESTÁGIO DE CAMPO-IV. TEMA VINCULADO
AO PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM GEOLOGIA
DO PETRÓLEO, APOIADO PELA A N P – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO
(PRH-18).

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PALEONTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA

ORIENTADOR: LEONARDO BORGHI

APROVADA POR:

Carlos Jorge de Abreu, UFRJ

Claudio Bettini, UFRJ

Leonardo Borghi, UFRJ

RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL
JULHO DE 2002

GUERRA, Gabriel Soares

Fácies sedimentares dos membros Caruaçu e Pitanga, Formação Maracangalha (Cretáceo, bacia do Recôncavo). [Rio de Janeiro] 2002.

X, 72p. 29,7 cm (Instituto de Geociências – UFRJ, B.Sc., Curso de Graduação em Geologia, 2002.

Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, realizada no Instituto de Geociências.

1. fácies sedimentares. 2. Cretáceo. 3. Bacia do Recôncavo.

I – IGEO/UFRJ II – Título (série)

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VI
ABSTRACT.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE QUADROS	X
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Apresentação	1
1.2 Objetivo e finalidade	1
1.3 Material e método.....	2
2 CONTEXTO GEOLÓGICO.....	5
2.1 Bacia do Recôncavo	5
2.1.1 Aspectos gerais (q.v. Caixeta et alii, 1994; Milani, 1987)	5
2.1.2 Estratigrafia	9
2.1.3 Evolução tectono-sedimentar	14
2.1.4 Geologia do petróleo (q.v. Figueiredo et alii, 1994)	18
2.2 Formação Maracangalha	25
2.2.1 Generalidades	25
2.2.2 Geologia do petróleo	35
3 RESULTADOS.....	37
3.1 Fácies.....	38
3.1.1 Fácies 5 (Mutti et alii, 1996).....	38
3.1.2 Fácies 6 (Mutti et alii, 1996).....	41
3.1.3 Fácies Ad – Arenito deformado	42
3.1.4 Fácies O – Olistólitos.....	44
3.1.5 Fácies Am – Arenito maciço	45
3.1.6 Fácies Ae – Arenito com estruturas de escape de fluido.....	48
3.1.7 Fácies F5 (Mutti, 1992).....	49
3.1.8 Fácies F8 (Mutti, 1992).....	50
3.1.9 Fácies F9 (Mutti, 1992).....	51
3.1.10 Fácies Lp – Lamito pelágico	54
3.2 Associações de Fácies.....	56
3.2.1 Associação de fácies do tipo “Rampa”	56
3.2.2 Associação de fácies do tipo “Plataforma / Talude”.....	59
4 CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Capacitação de Recursos Humanos em Geologia do Petróleo da UFRJ (PRH-18 / ANP) financiado pela Agência Nacional do Petróleo, particularmente na pessoa do Coordenador Professor Dr. Claudio Bettini, pelo apoio e incentivo à pesquisa;

À Agência Nacional do Petróleo, na pessoa do Dr. Jason Thomas Guerreiro Carneiro, pela cessão dos dados de poços aqui utilizados;

À UN-BA / Petrobrás pela facilidade de acesso aos dados de testemunho na Base de Santiago (BA);

À Enterprise Oil do Brasil, pelo apoio e paciência dos últimos seis meses;

Aos companheiros da turma de 97, Alexandre (Xicrete), Ana Claudia, Andréson, Charles (Charme), Elisa, Fagner (Fagney), Felipe (Buneco), Julia, Mauro (Telettubies), Leonardo (Motoboy) e Roberto (Betinho), porque, sem vocês, nada disso teria tido a menor graça;

Aos eternos integrantes da Petroborghi, Márcio, Romão, Roberta (Pinta), Romário, Molinari e Rafael (Tchutchuca) por transformarem trabalho em família;

Ao Mestre Leonardo Fonseca Borghi de Almeida, pela paciência, dedicação, pela geologia e, acima de tudo, pelas lições de vida nestes anos de convivência;

Àqueles indispensáveis, que sempre me dedicaram total e inquestionável apoio em todas as loucuras e empreitadas que escolhi pra minha vida – minha família – Eduardo, Rita, Aninha e Lili;

À todos aqueles que não cabem em uma simples folha de papel, mas que não foram esquecidos;

O meu mais sincero OBRIGADO.

RESUMO DA MONOGRAFIA APRESENTADA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO REQUISITO OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA ESTÁGIO DE CAMPO-IV. TEMA VINCULADO AO PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM GEOLOGIA DO PETRÓLEO, APOIADO PELA A N P – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (PRH-18)

FÁCIES SEDIMENTARES DOS MEMBROS CARUAÇU E PITANGA DA FORMAÇÃO MARACANGALHA (CRETÁCEO DA BACIA DO RECÔNCAVO)

GABRIEL SOARES GUERRA

JULHO DE 2002

ORIENTADOR: LEONARDO BORGHI

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PALEONTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA

O presente trabalho tem como objetivo principal a caracterização faciológica dos membros Caruaçu e Pitanga da Formação Maracangalha (bacia do Recôncavo) para a construção de um modelo deposicional e, secundariamente, a correlação deste modelo com dados de poço. Tal trabalho tem a finalidade de contribuir para o melhor conhecimento da formação e um melhor entendimento de seu comportamento como reservatório. A formação tem sua importância econômica nos campos de Jacuípe, Fazenda Belém, Salgado, Fazenda Boa Esperança e *etc*, onde seus arenitos aparecem como reservatórios de gás e óleo. Para a caracterização faciológica, foram utilizados dados de campo (7 afloramentos) e dados de testemunho (poços 9-JA-12-BA e 7-JA-14-BA). Como resultado, foram descritas 10 fácies sedimentares, dentre elas 3 definidas por Mutti (*Turbidite Sandstones*, 1992) como F5, F8 e F9; 2 por Mutti *et alii* (*Estrato de Memorie de Scienze Geologiche*, V.28, 1996) como fácies 5 e 6; e 5 por este trabalho como fácies, Ad (arenito deformado), O (olistólitos), Am (arenito maciço), Ae (arenito com estruturas de escape de fluido) e Lp (lamito pelágico). Estas fácies foram sintetizadas em um modelo composto por duas associações de fácies: associação do tipo “Rampa”, subdividida em tratos de turbiditos e de inunditos; e pela associação do tipo “Plataforma / Talude”, também subdividida em tratos arenáceo e heterolítico, de acordo com sua fonte. A história evolutiva da formação foi dividida em três cenários paleoambientais, e retrata a evolução de um sistema deltáico em um ambiente lacustre, onde a morfologia do fundo evolui de uma rampa para uma configuração de plataforma e talude.

ABSTRACT OF MONOGRAPHY PRESENTED TO THE UNDERGRADUATE COURSE OF GEOLOGY OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF RIO DE JANEIRO AS OBLIGATORY FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS OF THE DISCIPLINE "ESTÁGIO DE CAMPO IV". THEME VINCULATED TO THE "PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM GEOLOGIA DO PETRÓLEO", SUPPORTED BY A N P – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (PRH-18)

SEDIMENTARY FACIES OF THE CARUAÇU AND PITANGA MEMBERS OF THE MARACANGALHA FORMATION (CRETACEOUS, RECÔNCAVO BASIN)

GABRIEL SOARES GUERRA

JULY, 2002

SUPERVISOR: LEONARDO BORGHI

SECTOR: PALAEONTOLOGY AND STRATIGRAPHY

This monography aims at the faciological characterization of the Caruaçu and Pitanga members of the Maracangalha Formation (Recôncavo basin) to build a depositional model, and eventually to correlate this model with well data. The goal is to contribute to the general knowledge about the formation and to contribute to a better understanding of it's behavior as a reservoir. The formation's economic expression is represented by it's oil and gas bearing reservoirs of the Jacuípe, Fazenda Belém, Salgado and Fazenda Boa Esperança fields. To achieve the facies characterization, field and core data were used, resulting in 10 sedimentary facies, of which three were defined by Mutti (*Turbidites Sandstones*, 1992), as F5, F8 and F9; two by Mutti *et alii* (*Estrato de Memorie de Scienze Geologiche*, V.28, 1996), as facies 5 and 6; and 5 by this work, as facies Ad (deformed sandstone), O (olistoliths), Am (massive sandstone), Ae (sandstone with fluid-escape structures) and Lp (pelagic mudstone). These facies were grouped into a model represented by two facies associations: Ramp association, subdivided in to the turbidite and flood tracts; and Shelf / Slope association, also divided em sandy and heterolithic tracts, regarding their source. The historical evolution of the formation was divided into three different palaeoenvironmental stages, showing the evolution of a deltaic system in to a lacustrine environment, where the lake bottom morphology evolves from a ramp style to a shelf / slope configuration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização dos afloramentos visitados (v. Quadro 1).....	3
Figura 2 – Mapa de localização da bacia do Recôncavo.....	5
Figura 3 – Seção Geológica NW-SE da bacia do Recôncavo, (ANP, 2002, recuperado da WWW no site http://www.anp.gov.br , em 28.06.2002).....	6
Figura 4 – Modelos de mecanismos tectônicos (A) ativo e (B) passivo na gênese do rifte intracontinental Recôncavo–Tucano–Jatobá (Milani, 1987).....	8
Figura 5 – Carta Estratigráfica da Bacia do Recôncavo, Caixeta <i>et alii</i> (1994).....	10
Figura 6 – Evolução tectono-sedimentar da bacia do Recôncavo (modificado de Figueiredo <i>et alii</i> , 1994).....	15
Figura 7 – Distribuição dos campo de óleo de gás na bacia do Recôncavo, (modificado de Figueiredo <i>et alii</i> , 1994).....	20
Figura 8 – Modelo esquemático de migração e acumulação de hidrocarbonetos na bacia do Recôncavo. A – Armadilhas do tipo estrutural; B – Armadilhas do tipo estratigráficas ou combinadas; C – Armadilhas do tipo inversão estrutural, (Figueiredo <i>et alii</i> , 1994).....	24
Figura 9 – Mapa de Isópacas do Membro Pitanga, da Formação Candeias (Netto <i>et alii</i> , 1984 <i>apud</i> Figueiredo <i>et alii</i> , 1994).....	25
Figura 10 – Mapa de Isópacas do Membro Maracangalha da Formação Candeias (Netto <i>et alii</i> , 1984 <i>apud</i> Figueiredo <i>et alii</i> , 1994).....	26
Figura 11 – Mapa de Isópacas das Camadas Caruaçu da Formação Marfim (Netto <i>et alii</i> , 1984, <i>apud</i> Figueiredo <i>et alii</i> , 1994).....	27
Figura 12 – Modelo deposicional para o Membro Pitanga e as Camadas Caruaçu, modificado de Mello <i>et alii</i> (1971).....	31
Figura 13 – Modelo deposicional para o Membro Pitanga e Camadas Caruaçus na região do campo de Jacuípe, segundo Caixeta (1988) conforme suas unidades faciológicas (q.v. Quadro 5).....	33
Figura 14 – Aspecto de campo da fácies 5, subfácies 5 (T _c), afloramento BA1a (Bom Despacho Leste).....	40
Figura 15 – Aspecto de campo da fácies 5, subfácies 5 (T _d), afloramento BA11 (Ponta da Sapoca).....	40
Figura 16 – Fotomicrografia da lâmina BA-1/6, mostrando litoclasto de calcilito (Clu) (Nicóis paralelos).....	41
Figura 17 – Intercalações das fácies 6 e 5 (T _d) no afloramento BA11 (Ponta da Sapoca).....	42
Figura 18 – Estruturas deformacionais da fácies Ad, subfácies Ad(d), testemunho 1, caixa 1, profundidade 395,99 m do poço 7-JA-12-BA.....	43
Figura 19 – Falhas escalonadas de pequeno porte, fácies Ad, subfácies Ad(r), afloramento BA12 (Ilha de Maré).....	44
Figura 20 – Olistólito da fácies O associado a fácies Am, subfácies Am(a), afl. BA12 (Ilha de Maré) ...	45
Figura 21 – Aspecto de campo da fácies Am, subfácies Am(a) contendo pequeno intraclasto argiloso no afloramento BA15 (Madre de Deus).....	46

Figura 22 – Aspecto de campo da fácies Am, subfácies Am(h) contendo intraclasto areno-argiloso deformado, no afloramento BA13 (Estrada BA-522)	47
Figura 23 – Fotomicrografia da lâmina BA-12/2, mostrando a presença de intraclasto anguloso de argilito na fácies Am(h).....	47
Figura 24 – Aspecto de campo da fácies Ae, apresentando estruturas em pilar deformadas, BA14 (Ilha dos Frades).....	48
Figura 25 – Estruturas em pilar de tamanho centimétrico em camadas da fácies Ae, testemunho 20, caixa 8, profundidade 1179,26 m do poço 7-JA-14-BA.....	49
Figura 26 – Aspecto de campo da fácies F5, mostrando sua base erosiva, afloramento BA1a (Bom Despacho Leste).....	50
Figura 27 – Camada centimétrica, maciça da fácies F8, testemunho 1, caixa 5, profundidade 399 m do poço 7-JA-14-BA.....	51
Figura 28 – Intercalação centimétrica de arenitos T _c , siltitos T _d e lamitos T _e da fácies F9, no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste)	53
Figura 29 – Turboglifos (vista de sola) da fácies F9, no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste).....	53
Figura 30 – Camada decimétrica dos folhelhos da fácies Lp, afloramento BA1b (Bom Despacho Oeste).....	54
Figura 31 – Folhelhos da fácies Lp no testemunho 31 do poço 7-JA-14-BA.....	55
Figura 32 – Associação de fácies do tipo rampa proposta para a Formação MARacangalha.....	56
Figura 33 – Associação de fácies do tipo rampa no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste), apresentando tipicamente a fácies F5.....	58
Figura 34 – Associação de fácies do tipo rampa no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste), apresentando tipicamente a fácies F8.....	58
Figura 35 – Comportamento geofísico da associação de fácies do tipo rampa no intervalo 2290 – 2370 m do poço 9-JA-12-BA , ilustrado pelo testemunho 25, caixas de 1 a 4.....	59
Figura 36 – Associação de fácies do tipo Plataforma / Talude proposta para a Formação Maracangalha.....	60
Figura 37 – (A) fácies Ad(r) originada a partir de sedimentos das fácies 5 e 6 falhados (testemunho 10, caixa 10, profundidade 835,6 m do poço 7-JA-14-BA); (B) contato entre sedimentos da fácies Am(h), superior, com sedimentos da fácies Ad(d), inferior (testemunho 12, caixa 16, profundidade 2113,34 m do poço 9-JA-12-BA)	63
Figura 38 – Comportamento geofísico da associação de fácies do tipo Plataforma / Talude, testemunho 20, caixas de 1 a 5, do poço 7-JA-14-BA.....	64
Figura 39 – Primeiro cenário paleoambiental – cenário Pré Maracangalha – mostrando baixios em águas rasas propícios a acumulações de calcários finos (calcilititos)	66
Figura 40 – Segundo cenário paleoambiental – cenário “Rampa” Maracangalha – mostrando situação de trato de lago baixo.....	67
Figura 41 – Terceiro cenário paleoambiental – cenário “Plataforma / Talude” Maracangalha	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo dos afloramentos visitados, contendo localização geográfica e amostras coletadas.	4
Quadro 2 – fácies sedimentares descritas por Mello <i>et alii</i> (1971).	29
Quadro 3 – Comparação das fácies de Mello <i>et alii</i> (1971) com as de Walker & Mutti (1973), feita por Ghignone (1979, <i>apud</i> Raja Gabaglia, 1990)	30
Quadro 4 – Fácies sedimentares descritas por Caixeta (1988).	32
Quadro 5 – Resumo das Fácies e Unidades Faciológicas de Caixeta (1988).....	33
Quadro 6 – Fácies sedimentares descritas por Raja Gabaglia (1990).	34

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Este trabalho equivale ao relatório final da disciplina obrigatória Estágio de Campo IV (IGL-U07), desenvolvido com o apoio da Agência Nacional do Petróleo – ANP, através do Programa de Recursos Humanos em Geologia do Petróleo (PRH 18), cujos objetivos foram os de capacitação na análise de fácies aplicada a aspectos exploratórios de petróleo e a elaboração de um relatório técnico.

A motivação para a escolha da Formação Maracangalha como caso-de-estudo e do tema – caracterização faciológica de depósitos de água profunda – para este trabalho resulta de vários aspectos. A escolha do tema explica-se, além do interesse do autor pelo mesmo, pela necessidade do conhecimento desses depósitos considerados de água profunda, tendo em vista sua importância econômica como reservatórios de hidrocarboneto para o Brasil. A escolha do caso-de-estudo reflete-se no conhecimento prévio da existência de depósitos gravitacionais de água profunda (membros Caruaçu e Pitanga), na boa qualidade dos afloramentos da bacia, disponibilidade de dados de subsuperfície (testemunhos e geofísica de poço) e sua importância econômica comprovada (campos produtores de gás de Jacuípe, Lamarão, Rio do Bu, Salgado *etc*).

1.2 Objetivo e finalidade

O presente trabalho tem como objetivo principal a caracterização (descrição e classificação) faciológica dos membros Caruaçu e Pitanga (Formação Maracangalha) em afloramento e testemunho, em escala de detalhe; o objetivo secundário é o estabelecimento de relações entre as fácies caracterizadas, buscando suas associações para a confecção final de um modelo geológico para a formação, e a caracterização geofísica em poço das associações de fácies definidas.

A finalidade deste estudo é contribuir para a melhor compreensão geológica da formação que, sob o ponto-de-vista econômico da indústria do petróleo, traduz-se no entendimento de parâmetros geológicos da Formação Maracangalha como reservatório de hidrocarbonetos, tais como o controle faciológico das unidades de fluxo, forma e arranjo estratal, heterogeneidades do mesmo e a construção de um modelo preditivo

mais apurado. Do ponto-de-vista acadêmico, a finalidade do estudo revela-se na contribuição ao entendimento dos controvertidos processos gravitacionais subaquosos e seus depósitos no registro geológico.

1.3 Material e método

O presente trabalho iniciou-se com uma fase de levantamento e revisão bibliográficos, seguida de uma etapa de campo e de descrição de testemunhos. A primeira etapa, realizada entre 19 de outubro e 6 de novembro de 2001, teve como base a cidade de São Francisco do Conde (BA). A partir dela, foram visitados 7 afloramentos (Figura 1) em 3 dias, bem como descritos testemunhos em Santiago - (Base de Santiago da UN-BA / PETROBRÁS), em 3 dias.

De 7 afloramentos visitados, 3 foram representativos do Membro Caruaçu e 4 do Membro Pitanga (vide Quadro 1). Nesses afloramentos (Figura 1) foram coletadas 18 amostras representativas da formação, confeccionados 2 perfis sedimentográficos de detalhe em escala 1:20, totalizando 13 m de perfil. A localização de todos os afloramentos foi registrada através de um GPS Garmin® eTrex Summit™. Durante o trabalho de campo, também foi obtido um grande acervo fotográfico dos afloramentos visitados, onde, no total, foram registradas cerca de 190 fotografias e 10 fotomosaicos, tudo em qualidade digital de alta resolução, através de uma câmera digital SONY® Cybershot DSC-F505v. As fotografias foram obtidas em diferentes escalas de observação, para ilustração das fácies sedimentares.

Os testemunhos descritos foram os de número 1, 2, 20 e 37 do poço 7-JA-14-BA, resultando em 62,6 m de descrição, e os de números 1, 12 e 25 do poço 9-JA-12-BA, resultando em mais 54 m de descrição, totalizando 116,6 m. Esses poços do campo de Jacuípe foram escolhidos pela boa representatividade da formação. Já os testemunhos foram escolhidos de forma a representarem uma idéia geral do poço, pois a descrição completa de todos os testemunhos, de ambos os poços, tomaria uma quantidade de tempo além da disponível. A descrição foi realizada na escala de 1:40 e foram utilizadas planilhas desenvolvidas na UFRJ para esse tipo de trabalho. Após a descrição, todos os testemunhos descritos foram fotografados em conjunto e em detalhe, também em fotografia digital de alta resolução, para igual ilustração das fácies, como no campo.

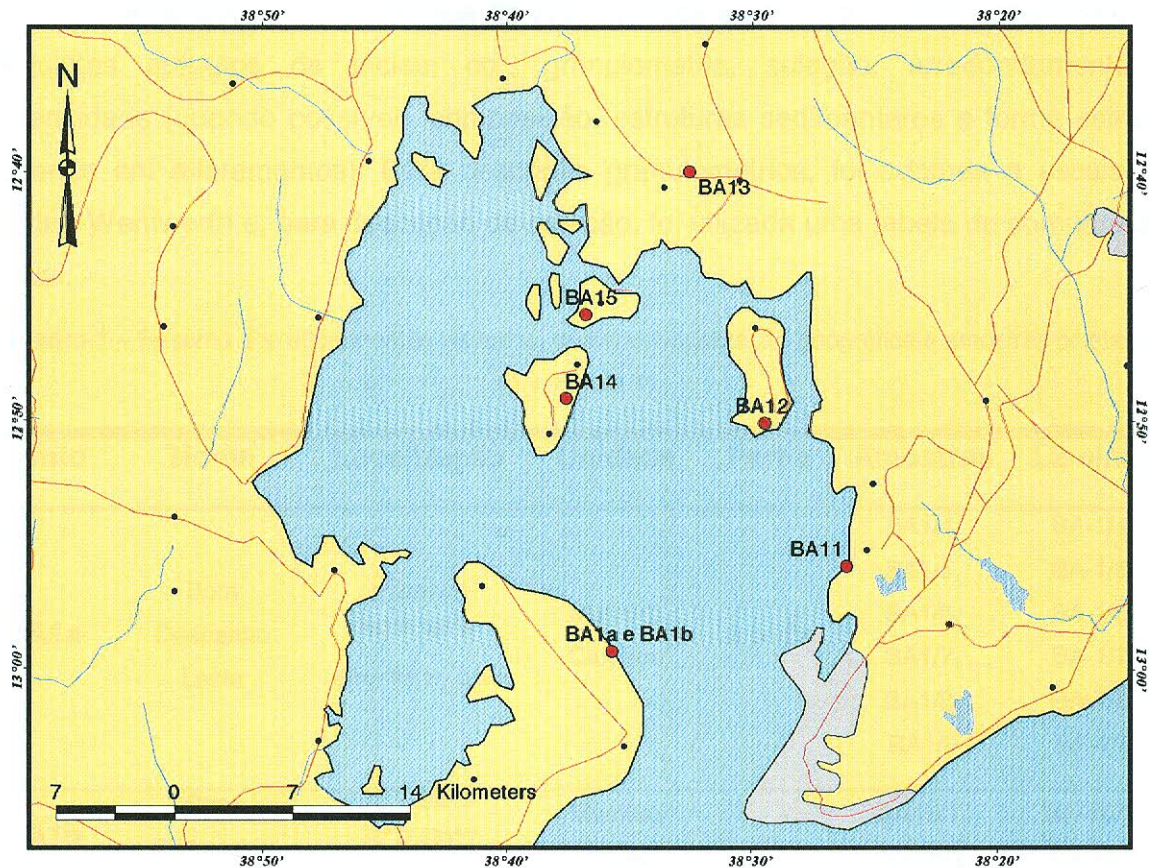


Figura 1 – Mapa de localização dos afloramentos visitados (v. Quadro 1).

Finalizada a etapa de campo, deu-se prosseguimento à segunda etapa, de laboratório. Nesta etapa foi realizada a descrição macroscópica das amostras trazidas do campo e foram confeccionadas e descritas 18 lâminas petrográficas, sendo 9 do Membro Pitanga e 9 do Membro Caruaçu (vide quadro 1). Esta caracterização petrográfica foi feita com a finalidade do estabelecimento preciso de certos atributos faciológicos e a caracterização composicional das fácies, além de aspectos da petrotrama relevantes para a caracterização de reservatórios (porosidade visual). Para a descrição petrográfica foi utilizado um microscópio de luz transmitida Leitz® Laborlux 11 pol S, aplicando-se a classificação petrográfica de arenitos de Folk (1958). Ainda nesta etapa, os perfis de campo e testemunho foram digitalizados, utilizando-se o software AppleCore®, e analisados os dados geofísicos de raios gama, potencial espontâneo e densidade total (RG, SP e RhoB) dos poços descritos (em formato CGM).

Na caracterização macroscópica de afloramentos e amostras, foram enfatizados os seguintes atributos de fácies: cor, granulometria, seleção, arredondamento e esfericidade (quando possível), composição, estruturas sedimentares e forma estratal (apenas em afloramentos). Para descrição granulométrica, foi adotada a escala de Udden-Wentworth e, para descrição de seleção, foi utilizada uma tabela de comparação visual.

Quadro 1 – Resumo dos afloramentos visitados, contendo localização geográfica e amostras coletadas (q.v. Figura 1).

Ponto	Nome	Localização	Unidade	Perfis	Amostras	Lâminas
BA1a	Bom	2°55,794'S	Membro Caruaçu	2 perfis	BA1/4,	BA-1/4,
	Despacho	38°36,965'W			BA1/5,	BA-1/5,
	Leste	Erro - 8m H - 0.0m			BA1/6,	BA-1/6,
					BA1/7,	BA-1/7,
				BA1/8,	BA-1/8,	
				BA1/9	BA-1/9	
BA1b	Bom	12°55,289'S	Membro Caruaçu	-	BA1b/1,	BA-1b/1,
	Despacho	38°37,538'W			BA1b/2	BA-1b/2
	Oeste	Erro - 8m H - 0.0m				
BA11	Ponta da Sapoca	12°49,959'S 38°29,182'W	Membro Caruaçu	-	BA11/1	BA-11/1
		Erro - 10m H - 0.0m				
BA12	Ilha de Maré	12°47,599'S	Membro Pitanga	-	BA12/1,	BA-12/1,
		38°32,055'W			BA12/2	BA-12/2
		Erro - 9m H - 0.0m				
BA13	Afloramento na Estrada BA-522	12°40,402'S	Membro Pitanga	-	BA13/1,	BA-13/1,
		38°33,870'W			BA13/2	BA-13/2
		Erro 8m H - 51,0m				
BA14	Ilha dos Frades	12°48,870'S	Membro Pitanga	-	BA14/1,	BA-14/1,
		38°38,249'W			BA14/2,	BA-14/2,
		Erro - 9m H - 2m			BA14/3,	BA-14/3,
					BA14/4	BA-14/4
BA15	Madre de Deus	12°43,648'S	Membro Pitanga	-	BA15/1	BA-15/1
		38°35,792'W				
		Erro - 7m H - 19,0m				

2 CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1 Bacia do Recôncavo

2.1.1 Aspectos gerais (q.v. Caixeta et alii, 1994; Milani, 1987)

A bacia do Recôncavo compõe, junto com as bacias sedimentares de Tucano e Jatobá, uma megafeição crustal chamada Rifte Intracontinental Recôncavo–Tucano–Jatobá, localizada dentro do Estado da Bahia, região Nordeste do Brasil (Figura 2). A bacia tem seu limite oriental definido por um conjunto de falhas de grande rejeito denominado falha de Salvador e, o ocidental, por pequenas falhas e flexuras. O limite norte, separando a bacia do Recôncavo da bacia do Tucano Sul, dá-se pelo alto de Aporá e, o limite sul, com a bacia de Camamu, pela zona de falhamento da Barra.

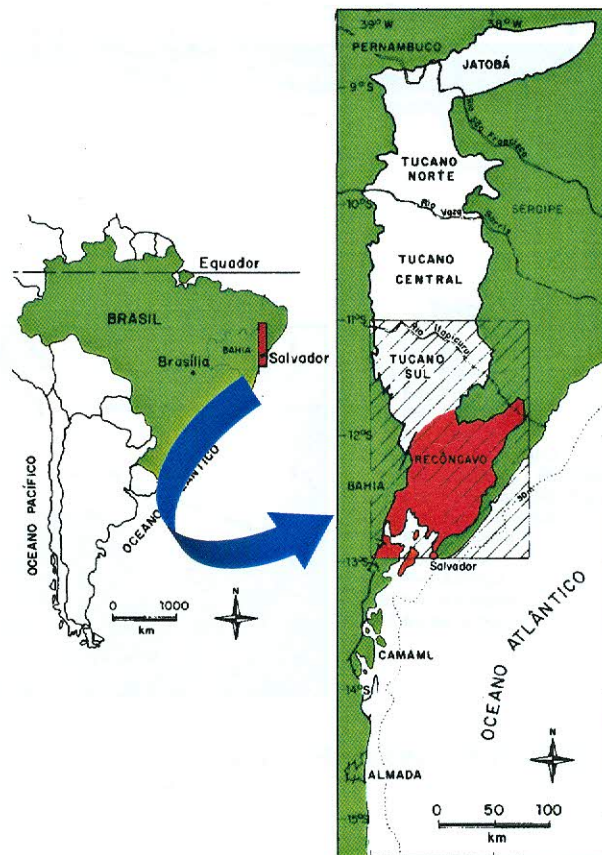


Figura 2 – Mapa de localização da bacia do Recôncavo.

Ocupando uma área de aproximadamente 10000 km², a bacia do Recôncavo tem uma forma de rifte assimétrico, com o depocentro controlado pela maior dimensão do rifte, alongado na direção NE-SO (Figura 3). Seu preenchimento dá-se por rochas do final do Jurássico e Eocretáceo, e, hoje, suas camadas mergulham para SE, podendo chegar a 9500 m de espessura nos baixos deposicionais. Os baixos de Camaçari, Miranga e Quiambina formam atualmente a “calha central” da bacia.

Segundo a classificação de Klemme (1980, *apud* Figueiredo & Gabaglia, 1986) a bacia pode ser classificada como de Rifte ou Tipo III; para Szatmari & Porto (1985), é classificada como “rifte abandonado” ou aulacógeno; e, segundo a classificação de Kingston *et alii* (1983, *apud* Figueiredo & Gabaglia, 1986), IS12M3 / IS13 / IF12L3Lc / IS12L3 / MS12M.

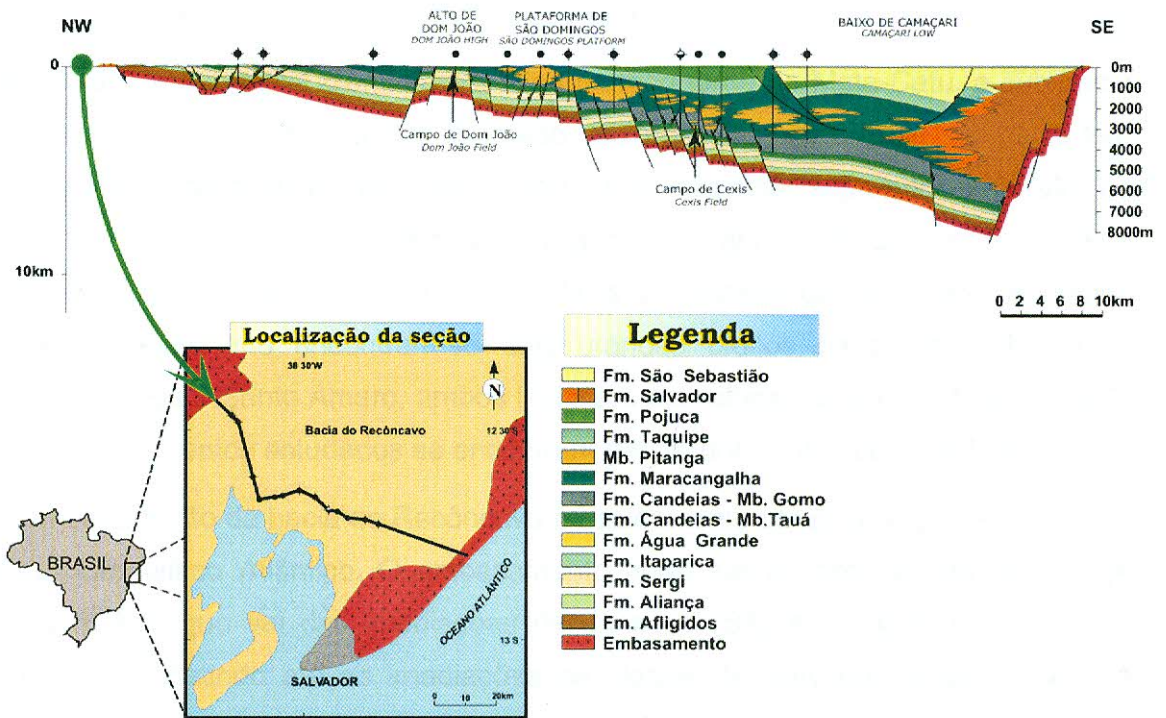


Figura 3 – Seção Geológica NW-SE da bacia do Recôncavo, (ANP, 2002, recuperado da WWW no site <http://www.anp.gov.br>, em 28.06.2002).

Existem 3 compartimentos estruturais na bacia do Recôncavo: as sub-bacias Norte, Central e Sul.

A sub-bacia Norte tem como principal depocentro o baixo de Quiambina e é limitada a sudeste pela falha de Patioba e, a norte, através de uma flexura que se transforma no alto de Aporá.

Separada da sub-bacia anterior pela falha transcorrente de Itanagra–Araçás, a sub-bacia Central tem como limite noroeste a falha de Tombador (limite com o alto de Boa União). Esta sub-bacia apresenta dois depocentros distintos, um chamado baixo de Miranga, junto à falha de Salvador, e outro chamado de baixo de Alagoinhas (menos expressivo que Miranga), ao longo da falha de Tombador. Os dois baixos deposicionais são separados pelo alto estrutural interno chamado de Mata-Araçás. Os poços do campo de Jacuípe estudados encontram-se no baixo de Miranga.

Separada da sub-bacia Central pela falha transcorrente de Mata-Catu, a sub-bacia Sul tem o seu principal depocentro chamado baixo de Camaçari. Essa sub-bacia tem como característica peculiar dois estilos estruturais distintos, separados pelo alto de Dom João. A leste e sudeste desse alto, a sub-bacia apresenta um escalonamento descendente, através de falhas normais sintéticas, até o baixo de Camaçari. Já a oeste e noroeste desse alto encontram-se dois grandes blocos basculados chamados Fazenda Ipiranga e Santo Amaro, ambos limitados por falhas antitéticas (Milani, 1987). Todos os afloramentos estudados se encontram dentro dos limites desta sub-bacia.

O embasamento da bacia do Recôncavo é basicamente constituído pelas rochas do Cinturão Granulítico Atlântico. O embasamento pode ser encontrado em uma larga faixa de rochas que vai das imediações de Juazeiro (BA) até Capim Grosso (BA), estreitando e infletindo até as imediações da cidade de Salvador. Esse cinturão é composto por rochas arqueanas de um ambiente do tipo faixa móvel (Mascarenhas *et alii*, 1976, *apud* Schobbenhaus *et alii*, 1984) metamorfisadas e com razões isotópicas modificadas durante ciclo tectono-termal Transamazônico (*c.* $2,0 \pm 0,2$ Ga, Proterozóico). Desse ciclo também datam corpos granítico-granodioríticos encontrados no embasamento, interpretados como adição de material novo vindo do manto à faixa móvel.

O processo de rifteamento de um continente pode ser explicado através de um evento termo-mecânico trativo com características peculiares, tais como: afinamento da

crosta e formação de um oceano após estiramento, movimentação de blocos por falhas normais e ascensão de material básico formando crosta oceânica. A formação desse tipo de estrutura crustal está ligada a um conjunto de mecanismos que originam regiões de blocos falhados, deslocados e rotacionados por falhas normais de amplitude variada, constituída de 3 falhas mais ou menos paralelas entre si e perpendiculares à principal direção trativa. Como resultado desse evento trativo, no centro dessa zona forma-se uma depressão causada por falhas normais com planos de mergulho de direção oposta.

Para se explicar o fenômeno do rifteamento, foram criados dois modelos, um caracterizado por mecanismos tectônicos ativos e, outro, por passivos. O modelo ativo é representado por um acúmulo anômalo de calor na base da litosfera, ocasionado pela convecção astenosférica, e o posterior arqueamento crustal, sobre o qual se desenvolve o rifte. No modelo passivo, o processo de rifteamento se desenvolve através esforços tracionais na litosfera que levam à ruptura da mesma por distensão horizontal (Figura 4). A bacia do Recôncavo, segundo Milani (1987), se encaixa no segundo modelo, não tendo apresentado geração de crosta oceânica.

A bacia do Recôncavo é composta por um sistema de falhas cujos *strikes* se apresentam paralelos e ortogonais ao eixo de tração (com rumo N60°W). Esta configuração levou ao desenvolvimento de uma série de falhas normais e transformantes que geraram a forma atual da bacia, sua compartimentalização nas três sub-bacias (Norte, Central e Sul) e a assimetria do gráben, com mergulho para sudeste.

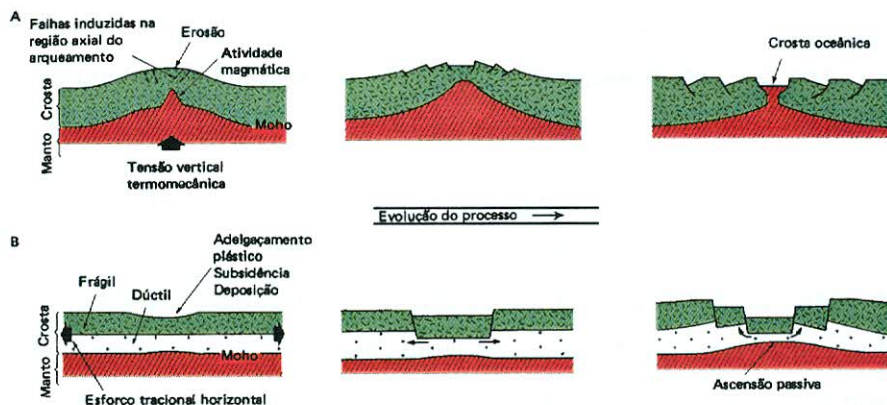


Figura 4 – Modelos de mecanismos tectônicos (A) ativo e (B) passivo na gênese do rifte intracontinental Recôncavo–Tucano–Jatobá (Milani, 1987).

2.1.2 Estratigrafia

Para o presente trabalho foi adotada a carta estratigráfica da bacia do Recôncavo (Figura 5) proposta por Caixeta *et alii* (1994). A nomenclatura e as classificações estratigráficas usadas nessa carta obedecem às definições de Viana *et alii* (1971) – primeira coluna estratigráfica formal da bacia do Recôncavo – tendo sido incorporadas as modificações propostas por diversos autores de 1978 a 1991.

Segundo Caixeta *et alii* (1994), a bacia divide-se em quatro grupos (Brotas, Santo Amaro, Ilhas e Massacará) e 15 formações (Afligidos, Aliança, Sergi, Itaparica, Água Grande, Candeias, Maracangalha, Salvador, Marfim, Pojuca, Taquipe, São Sebastião, Marizal, Sabiá e Barreiras).

A Formação Afligidos, basal da bacia, foi elevada à categoria de formação por Aguiar & Matos (1990, *apud* Caixeta *et alii*, 1994), e acrescida dos membros Pedrão e Cazumba. Essa unidade, datada com base em palinormorfos do Kunguriano (Eopermiano), tem seu limite inferior com o embasamento e o contato superior com a Formação Aliança marcados por discordâncias. O Membro Pedrão é composto por arenitos finos a muito finos, cinza-claro a bege, intercalados com camadas finas de lamito, pelitos cinza-claro com nódulos de sílex e evaporitos (anidrita e halita) na porção superior. Pode chegar a 230 m de espessura máxima e é interpretado como depositado em um paleoambiente de mar raso litorâneo (barras de maré). Já o Membro Cazumba é composto por folhelhos vermelhos afossilíferos (oxidados) intercalados com siltitos esbranquiçados, chegando a 270 m de espessura, sendo interpretado como um depósito lacustre.

O grupo Brotas, definido por Viana *et alii* (1971), abrange as formações Aliança e Sergi, todo ele de idade Dom João (Titoniano, Neojurássico), definido pela biozona NRT-001.

A Formação Aliança é composta pelos membros Boipeba e Capianga e tem seu limite superior concordante com a base da Formação Sergi. O membro Boipeba é composto por arenitos finos a médios, as vezes conglomeráticos na base, interpretados como um paleoambiente fluvial entrelaçado, com retrabalhamento eólico. Pouco fossilífero, o membro chega a espessuras máximas de 250 m e tem seu holoestratótipo no intervalo 2050 – 2172 m do poço 1-BP-2-BA, conforme descrição de Viana *et alii* (1971). O membro Capianga, composto também por folhelhos vermelhos com raras

intercalações de arenitos finos, é interpretado como representante de um paleoambiente flúvio-lacustre em um clima árido. Possui espessura máxima de 140 m e tem seu holoestratótipo no intervalo 1190 – 1300 m do poço 1-CG-1-BA, segundo Viana *et alii* (1971).

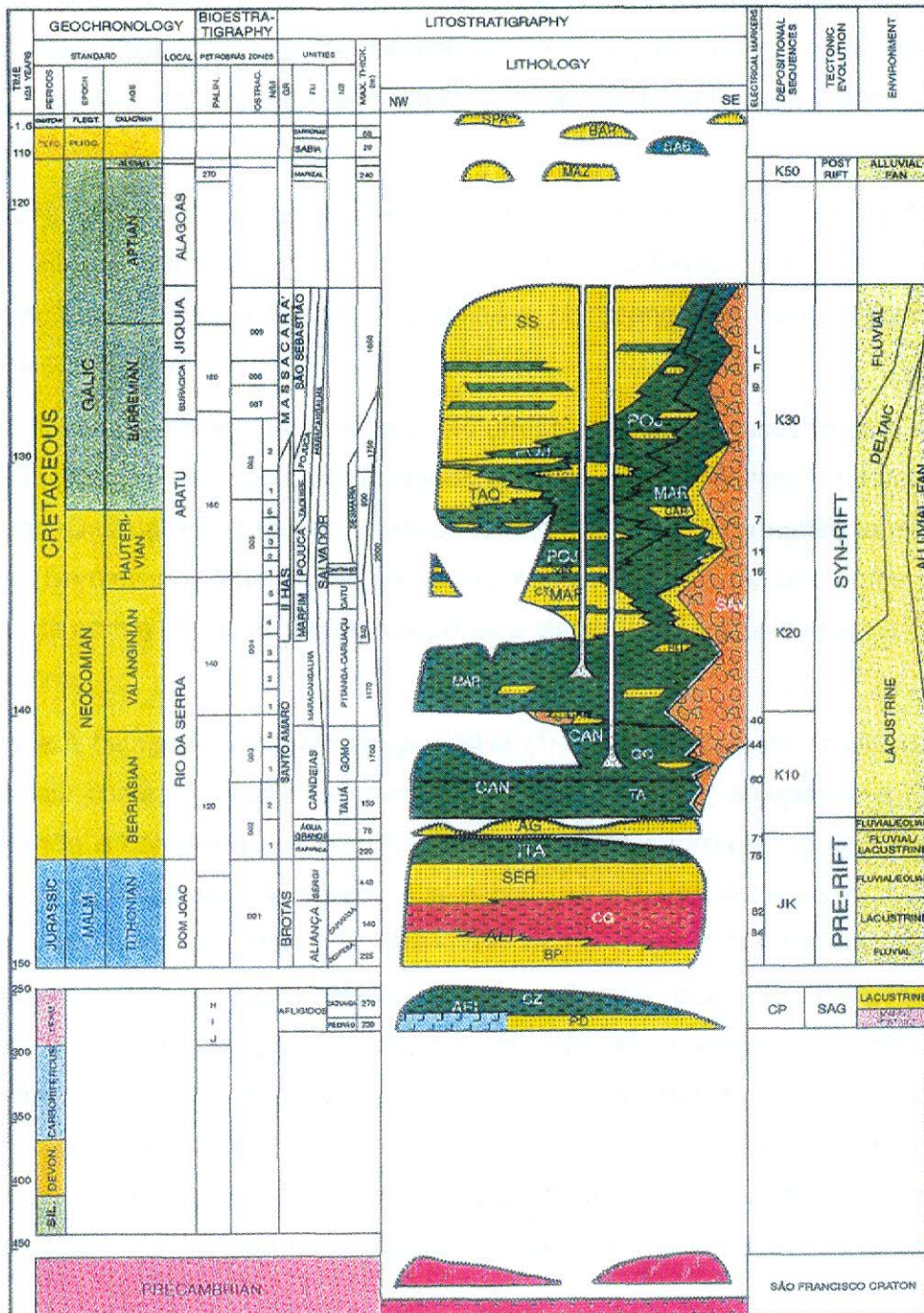


Figura 5 – Carta Estratigráfica da Bacia do Recôncavo, Caixeta *et alii* (1994).

Constituindo o principal reservatório petrolífero da bacia, a Formação Sergi é composta por arenitos finos a muito grossos, cinza-esverdeados e vermelhos, intercalados a folhelhos vermelhos e cinza-esverdeados, e conglomerados. A formação é interpretada como depositada em um paleoambiente fluvial entrelaçado com retrabalhamento eólico, e tem seu limite superior concordante com a Formação Itaparica. Sua seção-tipo está no *canyon* do rio Sergi, de acordo com Viana *et alii* (1971). A idade é considerada Dom João pela corcondância relativa com o topo da Formação Aliança.

Representando o início da sedimentação cretácica na bacia, o Grupo Santo Amaro, de idade Rio da Serra inicial (Berriasiano ao início do Barremiano), compreende as formações Itaparica, Água Grande, Candeias e Maracangalha, esta última objeto de estudo deste trabalho.

A Formação Itaparica, interpretada como um paleoambiente lacustre com pequenas incursões fluviais, é composta por folhelhos e siltitos marrons e raras intercalações de arenito fino. Datada com base em ostracodes não-marinhas, a formação tem idade Rio da Serra (Berriasiano inicial). Sua espessura máxima de 225 m. Seu limite inferior é concordante com a formação Sergi; o superior é discordante e erosivo com a Formação Água Grande.

Elevada à categoria de formação por Silva (1978, *apud* Caixeta *et alii*, 1994) com base no seu contato discordante com a Formação Itaparica, sotoposta, a Formação Água Grande é composta por arenitos finos a grossos interpretados como depósitos fluviais com retrabalhamento eólico. Sua espessura máxima é de 76 m. A formação tem seu estratotipo no intervalo 1082–1108 m do poço 7-AG-219-BA. Sua idade definida como Rio da Serra (Berriasiano inicial) com base em ostracodes não-marinhas. A Formação Água Grande, no seu intervalo superior, apresenta antigos sedimentos arenosos retrabalhados por vento, que estão amplamente distribuídos pela bacia, os quais, no topo tem marcada a discordância entre as formações Água Grande e Candeias. Esta discordância é interpretada como uma pausa na sedimentação e também como uma importante mudança climática na bacia: a de clima árido para úmido.

Compreendendo os membros Tauá e Gomo, a Formação Candeias é interpretada como um paleoambiente lacustre e é associada a uma fase de rápida subsidência da

bacia com grande aporte de sedimentos. A distinção entre os membros Gomo e Tauá é feita com base na bioestratigrafia, não existindo distinção litológica entre os mesmos. O Membro Tauá tem como estratótipo o intervalo 1849–1939 m do poço 4-TA-2-BA e é definido pela biozona NRT-002 (com base em ostracodes não marinhos). Sua espessura máxima de 150 m compõe-se de folhelhos pretos e cinza ricos em matéria orgânica. O Membro Gomo, também composto por folhelhos cinza-escuros, laminados e com finas camadas de calcarenito e calcilutito, e é definido na biozona NRT-003, com espessura máxima de 1700 m. Tem como estratótipo o intervalo 1560–1843 m do poço 3-GOX-3-BA, segundo descrição de Viana *et alii* (1971) e é o principal gerador de hidrocarbonetos da bacia

A parte superior do Grupo Santo Amaro é composto pela Formação Maracangalha que, por ser o objeto do presente estudo, será descrita mais completamente no capítulo 2.2.

Sobre o Grupo Santo Amaro, assenta-se o Grupo Ilhas, composto pelas formações Marfim e Pojuca. Este grupo tem idade Rio da Serra – Jiquiá (Valanginiano – Aptiano) e é interpretado como depositado através de uma sedimentação deltáica.

A Formação Marfim tem seus limites inferior e superior concordantes com as formações Maracangalha e Pojuca, respectivamente. Composta por arenitos com granulometria variando entre muito fina e média, bem selecionados, intercalados com folhelhos cinza esverdeados. Seu paleoambiente interpretado é flúvio-deltáico a idade é definida pela bioestratigrafia como biozona NRT-004 (Rio da Serra final), segundo Viana *et alii* (1971). A Formação Marfim apresenta ainda um membro arenoso (Membro Catu), posicionado e definido por marcos elétricos.

Sobreposta à Formação Marfim, encontra-se a Formação Pojuca, conforme descrito por Viana *et alii* (1971), composta por arenitos cinza, muito finos a médios, por vezes sílticos e calcíferos, intercalados com folhelhos cinza-esverdeados, siltitos, cinza claros e calcarenitos. De idade Aratu inicial (Hauteriviano), a formação é interpretada com depósitos flúvio-eólicos. Possui espessura máxima chegando a 1750 m. Com seu contato superior discordante com as formações Taquipe, Marizal e Sabiá, a Formação Pojuca tem ainda um membro denominado Santiago, definido por uma camada de arenito muito fino balizado por finas camadas calcárias de grande distribuição lateral e características elétricas marcantes. Trata-se de um ótimo marco de correlação na

porção centro-norte da bacia. A formação tem seu estratótipo definido no intervalo 552–1440m do poço 8-MG-142-BA.

Restrita a uma feição erosiva em forma de *canyon*, localizada na porção centro-oeste da bacia do Recôncavo, e alongada na direção N–S, estendendo-se até a sub-bacia do Tucano Sul, a Formação Taquipe se dispõe discordantemente sobre a Formação Pojuca. Composta por folhelhos cinza com lentes de arenito muito finos, siltitos e margas, esta formação tem idade variando de Aratu a Jiquiá (Hauteriviano ao Aptiano inicial) e chega a espessuras máximas de 800 m. Seu estratótipo se encontra no intervalo 905–1440 m do poço 1-JM-1-BA.

Indo do Berriasiano ao Eoaptiano, o Grupo Massacará é composto pela Formação São Sebastião e apresenta espessamento do Recôncavo para Tucano e Jatobá.

A Formação São Sebastião é composta por três membros definidos em afloramento, porém de pouca operacionalidade em sub-superfície. São eles os membros Paciência, Passagem dos Teixeiras e Rio Joanes, como definidos por Viana *et alii* (1971). O Membro Paciência é composto por arenitos finos a grossos moderadamente selecionados, pouco calcíferos, feldspáticos, com nódulos de calcário e intercalações de argila, siltitos e folhelhos cinza-claros e cinza-avermelhados que também apresentam nódulos de calcário. O Membro Passagem dos Teixeiras é composto por arenitos finos a médios, moderadamente selecionados, cinza-amarelados, róseos ou cinza-esbranquiçados e siltitos e folhelhos ricos em conchostráceos gigantes e ostracodes. O Membro Rio Joanes é composto, na base, por arenitos finos arcoseanos, sobrepostos por intercalações de argilas sílticas, folhelhos, siltitos e arenitos pobremente fossilíferos. Na parte superior, ocorrem arenitos grosseiros, às vezes conglomeráticos, pobremente selecionados e friáveis. A formação é toda interpretada como depositada em um paleoambiente fluvial e tem seu limite inferior concordante com as formações Pojuca e Taquipe, e seu limite superior discordante com a Formação Marizal.

Correspondendo ao possante pacote sedimentar de conglomerados do Recôncavo, a Formação Salvador é composta por conglomerados polimíticos (calcários dolomíticos, meta-arenitos e meta-siltitos e arenitos) e diamictitos, interpretados como depósitos de leques aluviais e deltas, desenvolvidos a partir da movimentação das falhas de grande rejeito da borda leste da bacia. A formação contém um membro,

Sesmaria (idade Aratu), que representa arenitos distais desses leques aluviais. A formação chega a apresentar 2000 m de espessura e tem idade variando do Rio da Serra até Jiquiá (Berriasiano – Aptiano). Seu estratótipo se encontra na localidade de Mont Serrat, em Salvador, segundo Viana *et alii* (1971), e o membro Sesmaria tem seu estratótipo no intervalo 572–1546m do poço 3-SI-3-BA segundo Barroso (1984, *apud* Caixeta *et alii*, 1994).

A Formação Marizal é composta por arenitos finos a grossos, conglomerados cinza e subordinadamente por siltitos, folhelhos e calcários. É interpretada como resultante da deposição de leques aluviais e pequenos lagos restritos. Possui contatos discordantes erosivos com as formações São Sebastião, Sabiá e Barreiras. Sua idade é definida como Alagoas (Aptiano inicial) e sua seção de referência encontra-se nas proximidades da Vila da Ilha, a 15 km da cidade de Poço Verde (SE), como definido por Santos (1958 *apud* Viana *et alii*, 1971).

Tendo sua área-tipo situada em torno da Fazenda Sabiá, no Município de Camaçari, a Formação Sabiá é composta por folhelhos cinza esverdeados ricos em foraminíferos e contém arenitos finos e lentes de calcários intercalados. Interpretada como resultado de um ambiente marinho raso, tem espessuras máximas de 20 m e contatos superior e inferior discordantes com as formações Marizal e Barreiras, respectivamente.

No topo da coluna estratigráfica da bacia do Recôncavo se encontra a Formação Barreiras. Estando presente em toda a costa brasileira, é interpretada como o resultado da deposição de leques aluviais. Sua idade é definida como pliocênica (Cenozóico). Seu limite inferior é discordante com as formações Sabiá e Marizal.

2.1.3 Evolução tectono-sedimentar

Os continentes hoje conhecidos como América do Sul e África têm sua origem na quebra do paleocontinente Gondwana e surgimento do Oceano Atlântico Sul. Esse processo de fragmentação pode ser dividido em três fases tectônicas distintas: Pré-rifte, Rifte e Drifte. Em direta correlação com essas fases tectônicas, podem-se descrever quatro cenários paleogeográficos distintos, designados usualmente como “seqüências”: Continente, Lagos, Golfo e Mar. A bacia do Recôncavo, tendo sua gênese diretamente ligada a essa quebra do Gondwana, apresenta apenas parte dessa

história evolutiva (Figura 6), compreendendo somente as seqüências do Continente e Lagos e as fases tectônicas Pré-rifte e Rifte.

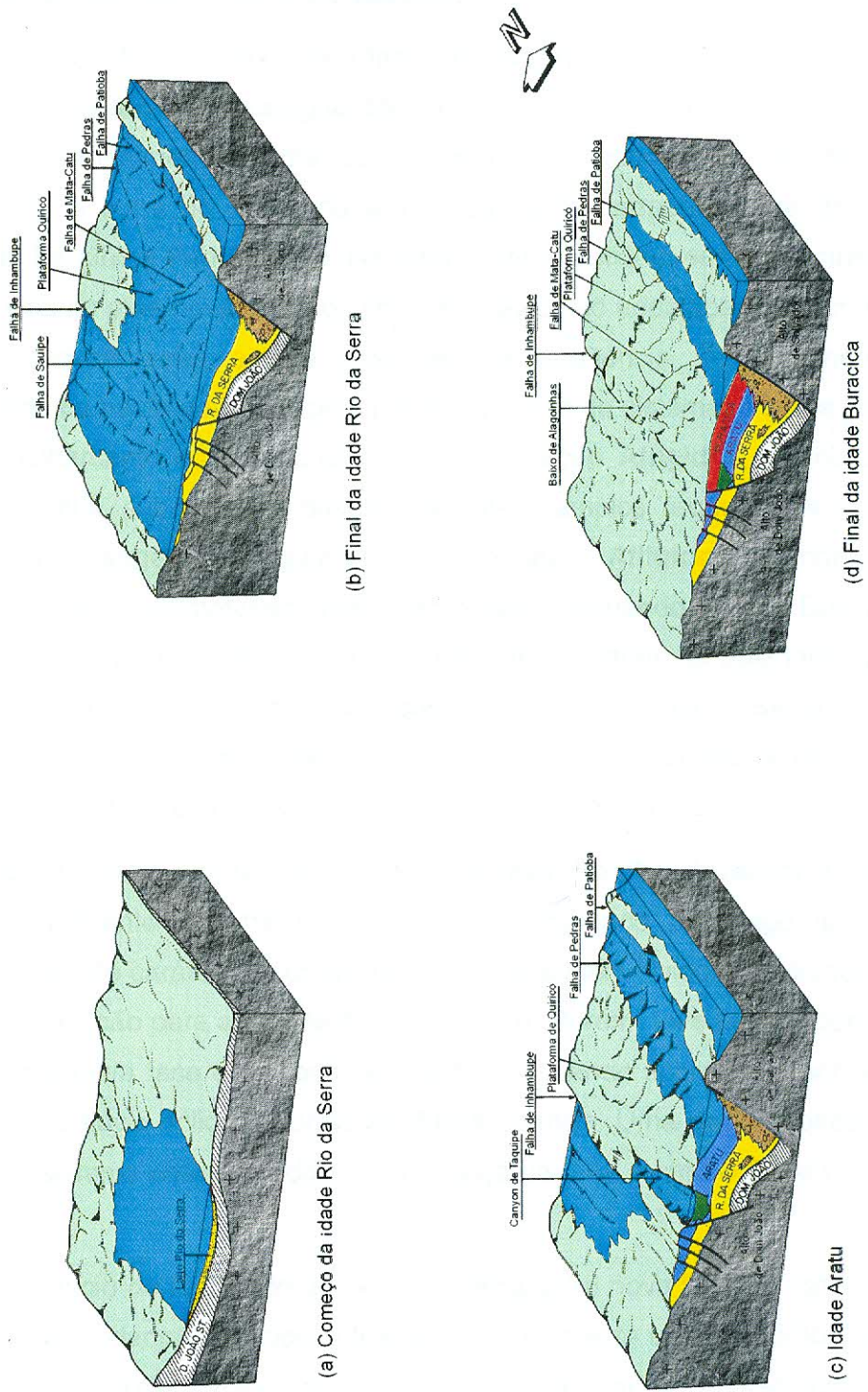


Figura 6 – Evolução tectono-sedimentar da bacia do Recôncavo (modificado de Figueiredo *et alii*, 1994).

Ainda durante o Permiano, anterior à primeira fase tectônica, a fase Pré-rifte, houve sedimentação em uma bacia do tipo *sag*, envolvendo mares epicontinentais restritos e sistemas lacustres rasos (Formação **Aliança**).

Em escala continental, durante a fase Pré-rifte, (Dom João – Rio da Serra inicial), ocorreu um intumescimento desigual da crosta continental, criando um domo com duas partes mais proeminentes: uma ao sul, entre as cidades do Rio de Janeiro e Florianópolis, e outra ao norte, na área atualmente correspondente às costas dos estados da Paraíba e Pernambuco. Na área deprimida, compreendida entre esses dois altos, instalou-se uma nova bacia do tipo *sag*, devido ao adelgaçamento crustal. Nessa bacia, a sedimentação esteve associada à seqüência do Continente, sendo representada na bacia do Recôncavo pelos depósitos de sistemas fluviais entrelaçados com retrabalhamento eólico (clima árido) – Formação **Afligidos**, Membro **Boipeba**. Com a contínua subsidência, desenvolveram-se amplos lagos rasos e oxidantes, dominando a paisagem por algum tempo – Formação **Afligidos**, Membro **Capianga**. Com a conseqüente colmatação desses lagos rasos, fechando a idade Dom João, mais uma vez se desenvolvem os ambientes fluviais entrelaçados retrabalhados pelo vento, porém ainda associados a pequenos lagos efêmeros – Formação **Sergi**. Todos esses sedimentos continentais do Andar Dom João estão compreendidos dentro do grupo **Brotas** e são tratados como *red beds*, cuja proveniência foi do Sul e do Oeste.

No início da idade Rio da Serra, no final da fase Pré-rifte, desenvolveu-se na bacia o primeiro ambiente lacustre efetivo, o então chamado paleolago Itaparica. Este paleoambiente, de caráter menos oxidante que os desenvolvidos previamente, marcou o início da transição para a fase tectônica do Rifte. Porém, teve uma pequena duração devido a uma nova fase de quiescência tectônica, sendo sobreposto por outro amplo paleoambiente flúvio-eólico – Formação **Água Grande**. Uma peculiaridade importante desse novo sistema desenvolvido foi a mudança da área fonte do Sul e Oeste para do Norte.

Ainda no início da idade Rio da Serra, a bacia sofre nova fase de forte subsidência e uma brusca mudança climática, introduzindo novamente um paleoambiente lacustre, porém de caráter totalmente anóxico. Esse lago é denominado paleolago Candeias e, por compreender os andares Rio da Serra, Aratu e Buracica (do Berriasiano ao Barremiano), tem grande importância na história da bacia, marcando o início da fase

tectônica do Riffe. O preenchimento sedimentar desse paleolago compreende os sedimentos da formação homônima – Formação **Candeias**.

Durante a fase Riffe, ocorre a fragmentação do paleocontinente Gondwana com a ruptura do cráton do São Francisco para NW, a partir de um ponto tríplice, provavelmente localizado na atual região de Salvador.

Nesse início da fase Riffe, a bacia do Recôncavo sofreu intensa atividade tectônica, onde o abrupto aprofundamento do paleolago Candeias ocorreu através da movimentação das falhas normais de grande rejeito na borda leste da bacia, desenvolvendo uma fossa tectônica profunda, cuja seção transversal ao eixo maior tem a forma de um gráben assimétrico basculado para SE. O processo de ruptura sofrido pelo cráton foi encerrado (“abortado”) nesse estágio; daí a classificação da bacia do Recôncavo como um aulacógeno ou riffe abortado. É também nessa fase de rápido aprofundamento que se instala, então, a seqüência dos Lagos. Em resposta a essa criação de relevo positivo, desenvolve-se uma série de fan-deltas ao longo da borda leste da bacia – Formação **Salvador**.

Levando-se em conta a instabilidade tectônica e a inundação catastrófica de sistemas deltáicos vindos do oeste da bacia – Grupo **Ilhas** – depositaram-se espessos pacotes de arenitos, orginários de fluxos gravitacionais, no depocentro do paleolago Candeias – membros **Caruaçu e Pitanga** da Formação **Maracangalha**.

Durante as idades Aratu, Buracica e Jiquiá, a bacia foi lentamente entrando em uma nova fase de quiescência tectônica, permitindo o desenvolvimento e a progradação de sistemas deltáicos a partir do seu noroeste – formações **Marfim e Pojuca**. Porém, a intensa atividade tectônica anterior a essa fase, seguida pela diminuição gradual dela, deu origem a bordas mais distantes dos depocentros, impedindo assim que os sedimentos deltáicos atingissem tais depocentros sob a forma de fluxos gravitacionais.

Mesmo com essa diminuição gradual de intensidade tectônica verificada durante a idade Aratu médio, ocorreu a reativação de diversas falhas antigas, dando origem a novas falhas de crescimento e com subsequente rebaixamento do compartimento Sul da bacia. Neste cenário, surge o *paleocanyon* de Taquipe, que, erodindo os sedimentos das idades Rio da Serra final e Aratu inicial – formações **Pojuca e Marfim** – foi posteriormente preenchido por folhelhos, margas, calcários e arenitos turbidíticos – Formação **Taquipe**.

Ainda durante a fase Riffe, o peso dos espessos pacotes de sedimentos terrígenos – Formação **Maracangalha**, membros **Caruaçu** e **Pitanga** – depositados ao longo dos depocentros da bacia, principalmente nas sub-bacias Sul e Central, instabilizaram os sedimentos lamosos subjacentes – formações **Candeias** e **Maracangalha** – dando origem a diápiros de folhelho (lutocinese).

Durante a idade Buracica (Barremiano), dá-se início à colmatação final da bacia, que perdura até a idade Jiquiá com a implantação de sistemas fluviais provenientes de NW – Formação **São Sebastião**. Contemporaneamente à reativação tectônica do sistema de falhas perpendiculares ao eixo principal da bacia (relacionados aos primeiros esforços de abertura do Atlântico), dá-se origem à atual configuração das falhas de Mata-Catu e Itanagra-Araçás, responsáveis pela compartimentalização da bacia nas sub-bacias Norte, Central e Sul.

Da idade Alagoas até o Terciário, devido ao afastamento das fontes de calor, deu-se início a um período de subsidência térmica que permitiu a acumulação de sedimentos fluviais de ampla distribuição na região Nordeste do Brasil – Formação **Marizal**.

Em um contexto deposicional desconectado da história tectônica evolutiva da bacia do Recôncavo, durante o Mioceno, ocorre a invasão de sedimentos marinhos – Formação **Sabiá** – e, no Plioceno, a deposição de leques aluviais – Formação **Barreiras**.

2.1.4 *Geologia do petróleo (q.v. Figueiredo et alii, 1994)*

Pioneira na exploração petrolífera brasileira, a bacia do Recôncavo teve perfurado o poço 1-L-3-BA em 1939, que se tornou o primeiro produtor de óleo do país. Em virtude desse sucesso, originou-se um programa exploratório petrolífero de 15 anos, cujo objetivo era fazer o mapeamento geológico de superfície da bacia. Durante esse programa pioneiro de exploração, foram perfurados 36 poços exploratórios e 27 estratigráficos que resultaram nas descobertas de 9 campos petrolíferos, dentre eles os de Candeias (em 1941), Dom João (em 1947) e Água Grande (em 1951), hoje responsáveis por 42% do volume de óleo provado na bacia.

A partir da década de 1950, com a fundação da PETROBRAS, iniciou-se um programa sistemático de exploração da bacia, empregando técnicas mais apuradas do

que as do primeiro programa exploratório, tais como, sísmica de reflexão e refração, gravimetria e eletrorresistividade, aliadas à fotointerpretação e estudos estruturais através dos dados de poço. Oriundo deste programa de investigação na bacia, surgiu um novo programa de perfuração que durou até 1967. Neste novo programa, de magnitude muito maior do que o primeiro, foram perfurados 439 poços exploratórios e 182 pioneiros, tendo como resultado o descobrimento de 35 novos campos, os quais acrescentaram mais 47% do total da reserva de óleo da bacia (13,7 bilhões m³). Destas novas descobertas, 84% estavam restritos a apenas quatro campos de grande importância, Taquipe (em 1958), Buracica (em 1959), Araçás e Miranga (em 1965).

Entre o final do programa exploratório anterior (final da década de 60) até o início da década de 80, viveu-se uma fase de extrema redução de descobertas na bacia. Tal redução foi causada pelo sucesso exploratório anterior, que focalizou todos os novos estudos somente nos altos estruturais mapeados pela sísmica. Nesta fase, foram descobertos menos de 3% do total de óleo provado na bacia.

Com uma mudança cultural na equipe exploratória, durante a década de 80, a exploração começou a focalizar áreas localizadas na borda da bacia, áreas essas anteriormente tidas como pouco prolíficas. A mudança, em parte pela melhora na resolução dos métodos sísmicos de reflexão, deu origem a mais 80 poços pioneiros que incorporaram às reservas mais 2,42 bilhões m³, correspondendo a 8% do volume provado atual de óleo na bacia.

Como resultado dessas três fases de intensa exploração da bacia do Recôncavo, que totalizaram mais de 60 anos de exploração, foram adquiridos um total de 22000 km de linhas sísmicas e perfurados 5050 poços, dos quais 978 exploratórios e 4082 de produção. A reserva total de hidrocarbonetos da bacia é próxima de 30,1 bilhões m³ de óleo e de 82 bilhões m³ de gás natural (Figura 7).

Atualmente o Brasil tem produzido por volta de 500 milhões bep (barril equivalente de petróleo) de óleo por ano em uma tendência de aumento sucessivo de 424 para 477 e para 501 milhões bep nos anos de 1999, 2000 e 2001, respectivamente. Do total atual, a bacia do Recôncavo tem uma produção equivalente a 3,7% do total de óleo produzido no país (*onshore e offshore*). Com relação à produção de gás natural, o Brasil produz cerca de 90 milhões bep por ano, também em uma tendência de aumento

de 83 para 93 e para 98 milhões bep nos anos de 1999, 2000 e 2001, respectivamente. Neste aspecto, a bacia do Recôncavo aparece com 13,9% da produção atual.

Com a descoberta dos campos gigantes de óleo e gás nas bacias marginais do sudeste brasileiro, principalmente na bacia de Campos, a bacia do Recôncavo foi relegada a um patamar secundário e menos expressivo no cenário nacional. Hoje a bacia está sendo considerada em um estado exploratório maduro.

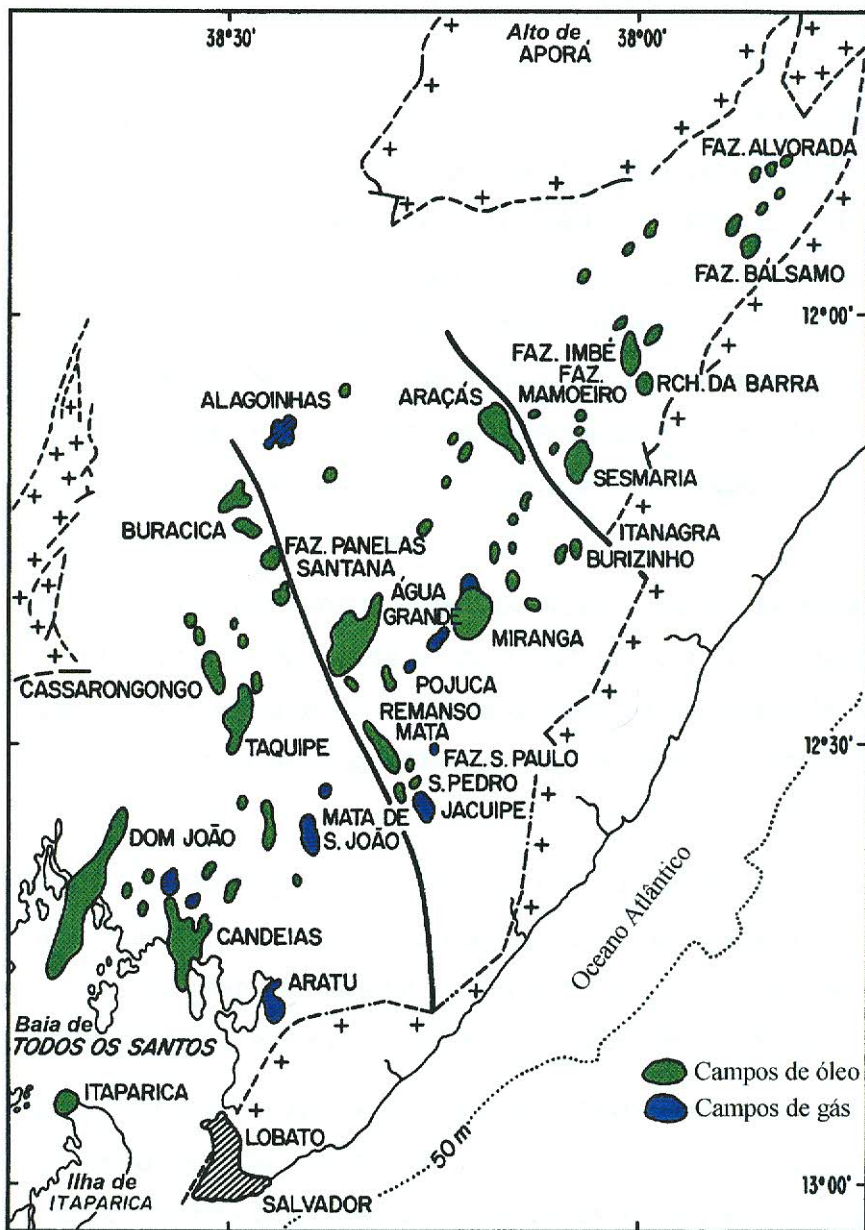


Figura 7 – Distribuição dos campo de óleo de gás na bacia do Recôncavo, (modificado de Figueiredo et alii, 1994)

São reconhecidos na bacia do Recôncavo 6 sistemas petrolíferos provados, sendo eles: Sergi – Candeias (!); Água Grande – Candeias (!); Candeias – Candeias (!); Maracangalha – Candeias (!); Marfim – Candeias (!); Pojuca – Candeias (!).

Observa-se a presença de uma só formação reconhecida como geradora na bacia, a Formação Candeias. Levando-se em conta que o Membro Tauá representa no máximo 10% em volume de rocha da Formação Candeias, o Membro Gomo é tido como o principal gerador da bacia, sendo nele encontrada a maioria das análises geoquímicas realizadas.

O valor médio para o COT (carbono orgânico total) obtido para os sedimentos argilosos do Membro Gomo oscilam entorno de 1% e seu potencial de geração chega a uma média de 5 kg de hidrocarboneto por tonelada de rocha. Esse baixo conteúdo de matéria orgânica, e a relativa pobreza dos valores do potencial de geração, são explicadas por uma alta taxa de conversibilidade de matéria orgânica em hidrocarbonetos, resultante do nível de maturação térmica alcançado pelos folhelhos da formação. Baseado em estudos de reflectância de vitrinita e modelagens de subsidência termal, pode-se afirmar que a geração de hidrocarbonetos da Formação Candeias iniciou-se no Aptiano inicial.

As zonas de maior maturidade estão localizadas na borda leste da bacia e nos depocentros mais profundos. Nessa borda a maturação é interpretada como um fluxo termal originado pelo afinamento da crosta ou pela perda lateral de calor do rifte. Nos depocentros mais profundos, acredita-se que as rochas podem ter alcançado a senilidade.

Identifica-se um querogênio do tipo I para a formação. Este querogênio estaria relacionado à matéria orgânica do tipo algal, comumente encontrada em ambientes lacustres, onde a matéria vegetal é consumida e transformada pela ação decompositória microbiana durante períodos de exposição subárea e inundação.

As rochas-reservatório da bacia do Recôncavo podem ser divididas em dois grandes grupos, de acordo com a fase tectônica: reservatórios do Pré-rifte e Rifte. Os reservatórios do Pré-rifte são compreendidos pelas formações Sergi e Água Grande e são o principal sistema de acumulação da bacia, com 11,94 e 3,27 bilhões m³, respectivamente, representando 57% do volume de óleo provado. Essas rochas estão presentes em 25 campos, dentre os quais podem-se destacar os de Dom João,

Candeias, Água Grande e Buracica. A Formação Sergi constitui-se de arenito fino a grosso e, por vezes, conglomerático, com permeabilidades entre 20 e 1200 mD. Já os reservatórios da Formação Água Grande consistem em dois corpos distintos. Um, inferior, mostra forte alinhamento N-S com características fluviais; já o outro, superior, é mais espesso, com características flúvio-eólicas e uma orientação E-W. O reservatório superior apresenta porosidades acima de 27% e pode chegar a permeabilidades acima de 2000 mD, enquanto que o reservatório inferior tem porosidades mais baixas, de cerca de 21%, e cujas permeabilidades não chegam a 500 mD.

Compreendidos sob a classificação de “reservatórios do Rifte” encontram-se as formações Candeias, Maracangalha, Taquipe, Marfim e Pojuca. O sistema representa 16% do total do volume de óleo provado na bacia, onde a principal acumulação está no campo de Candeias, que representa 60% desse valor.

Os reservatórios do Grupo Ilhas, segundo lugar em importância na bacia, estão relacionados aos turbiditos da Formação Taquipe. Caracterizados por freqüentes armadilhas estruturais e estratigráficas combinadas, estão sempre associados a estruturas de falhas de crescimento. Como exemplo, pode-se citar o campo de Miranga, exibindo uma forma anticlinal seccionada por falhas normais com separação variando entre 10 e 300 m, extremamente modificada pela lutocinese. Os reservatórios aparecem no intervalo de 900 a 1450 m de profundidade e exibem características petrofísicas uniformes. São granulometricamente classificados como arenitos finos a muito finos com até 3% de matriz e apresentam porosidade entre 18 e 24% e permeabilidades variando entre 30 e 300 mD. Esse sistema apresenta 27% do óleo da bacia tendo Miranga e Araçás como campos representativos do mesmo, dentre os quais o de Miranga é um campo multireservatório com 22 *pay zones* em arenitos deltáicos das formações Marfim e Pojuca.

Os reservatórios da Formação Maracangalha, sendo o alvo deste trabalho, encontram-se descritos no item 2.2.

Existem três modelos básicos de migração e acumulação de hidrocarbonetos para a bacia do Recôncavo (Figura 8). São eles:

- I – Armadilhas estruturais formadas por altos estruturais, inclinados ou não, elevando o nível dos reservatórios do Pré-rifte (formações Sergi e Água Grande).

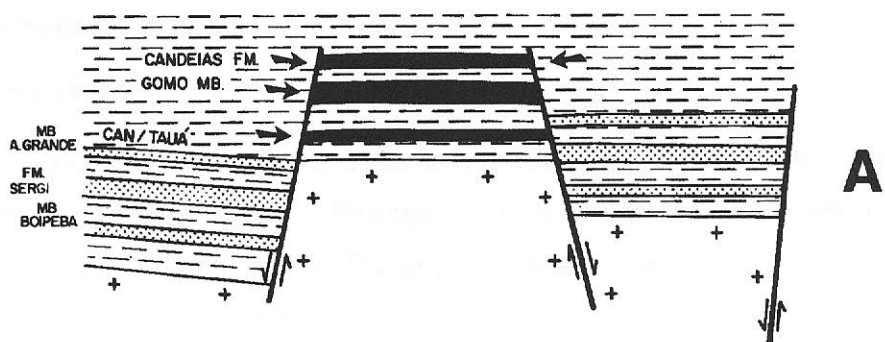
Neste modelo, a migração ocorre a partir dos folhelhos da Formação Candeias para os reservatórios postos em posição adjacente;

II – Armadilhas estratigráficas ou combinadas formadas pelo contato direto entre as rochas geradoras ou conectadas em pequenas distâncias por planos de falhas (característico dos reservatórios das formações Maracangalha e Marfim).

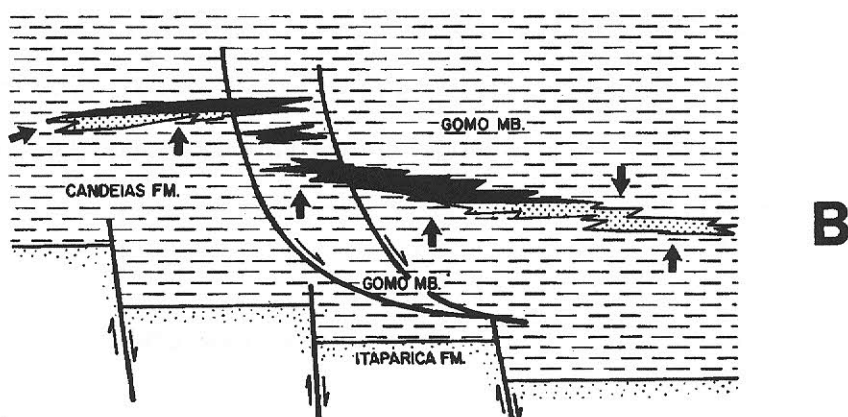
III – Armadilhas de inversão estrutural geradas por falhas de crescimento e estruturas de *rollover*. Este modelo é comum no nível dos reservatórios das formações Marfim e Pojuca e implica em migração vertical por longas distâncias através de planos de falhas dos hidrocarbonetos provenientes do Membro Gomo da Formação Candeias.

Os sistemas petrolíferos dos reservatórios da fase Pré-rifte apresentam traçamento do tipo I (do tipo estrutural) associado à tectônica distensional da bacia, que desenvolveu diversos blocos altos e baixos estruturais. Nessa configuração, os reservatórios estratigraficamente inferiores à rocha geradora são postos em contato com a mesma. Este tipo de sistema ocorre, por exemplo, nos campos de Água Grande, Buracica e Dom João.

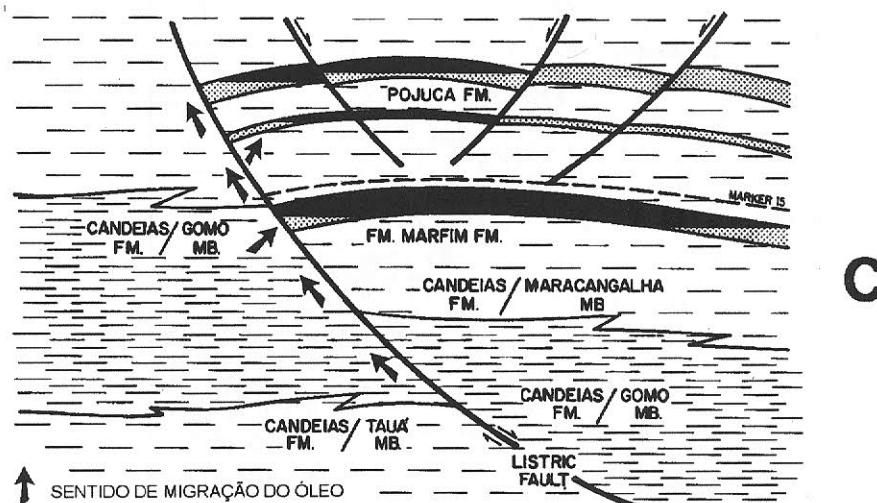
As acumulações da Formação Candeias são encontradas preferencialmente na parte leste da bacia, onde o paleolago Candeias se desenvolveu em função da alta taxa de subsidência, formando uma fisiografia do tipo rampa. Tais acumulações encontram-se aprisionadas em trapas estratigráficas, estruturais ou combinadas, mas também ocorrendo em pelitos fraturados, cuja principal característica é a alta resistividade em perfis elétricos.



↑ SENTIDO DE MIGRAÇÃO DO ÓLEO



↑ SENTIDO DE MIGRAÇÃO DO ÓLEO



↑ SENTIDO DE MIGRAÇÃO DO ÓLEO

Figura 8 – Modelo esquemático de migração e acumulação de hidrocarbonetos na bacia do Recôncavo. A – Armadilhas do tipo estrutural; B – Armadilhas do tipo estratigráficas ou combinadas; C – Armadilhas do tipo inversão estrutural, (Figueiredo et alii, 1994).

2.2 Formação Maracangalha

2.2.1 Generalidades

A Formação Maracangalha é descrita por Caixeta *et alii* (1994) como composta pelos membros Maracangalha e Pitanga, antigos integrantes da Formação Candeias do Grupo Santo Amaro, e as Camadas Caruaçu, anteriormente integrantes da Formação Marfim do Grupo Ilhas.

Segundo Viana *et alii* (1971), o Membro Pitanga, assim denominado pela proximidade à vila de Pitanga, representa os arenitos muito finos, maciços, com intraclastos argilosos e estruturas de escorregamento, encontrados no intervalo tipo 970-1153 m do poço 1-PT-1-BA. Este membro apresenta espessuras variáveis de 31 m no poço 7-PC-2-BA (Pojuca Central n°2) a 1.128 m no poço 1-LM-1-BA (Lamarão n°1), e o seu mapa de isópacas encontra-se na Figura 9.

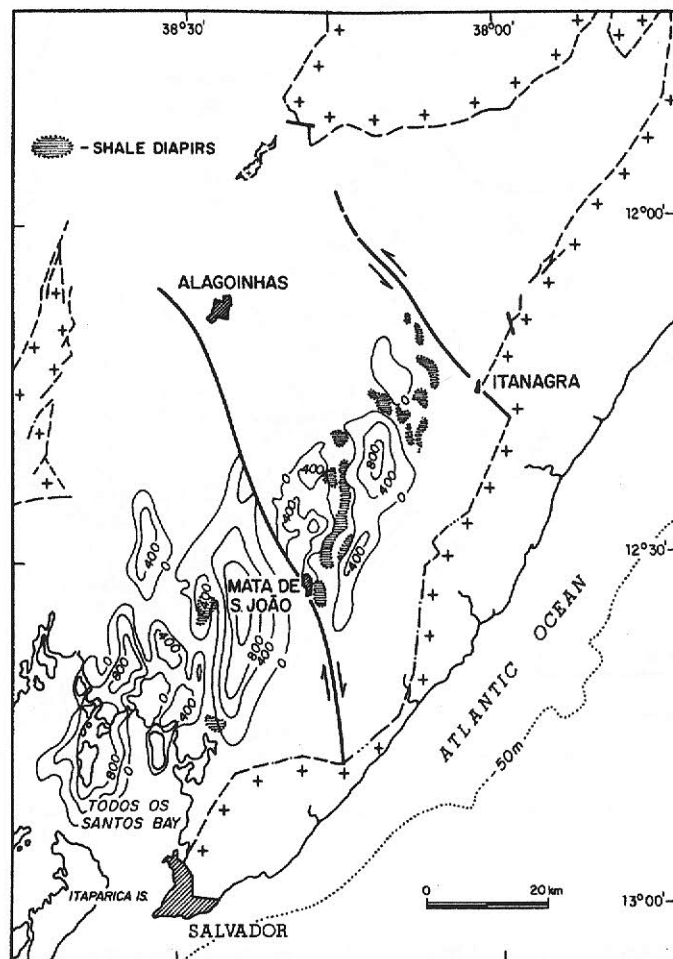


Figura 9 – Mapa de Isópacas do Membro Pitanga, da Formação Candeias (Netto *et alii*, 1984 *apud* Figueiredo *et alii*, 1994)

O Membro Maracangalha foi pela primeira vez introduzido na literatura sobre a bacia sob a denominação de “Folhelho Maracangalha”, proposto por Pack & Almeida no relatório de 1945 do C.N.P. (q.v. Viana *et alii*, 1971) para denominar um pacote de folhelhos cinza, micáceos, calcíferos, fossilíferos e sobrepostos aos arenitos maciços nas áreas de Itaparica, Candeias, Maracangalha e Pitanga. Todavia, foi definido por Viana *et alii* (1971) como Membro Maracangalha da Formação Candeias, com seção tipo definida no intervalo 1328–1560 m do poço 3-GOX-3-BA (Gomo n°3), e o seu mapa de isópacas encontra-se na Figura 10.

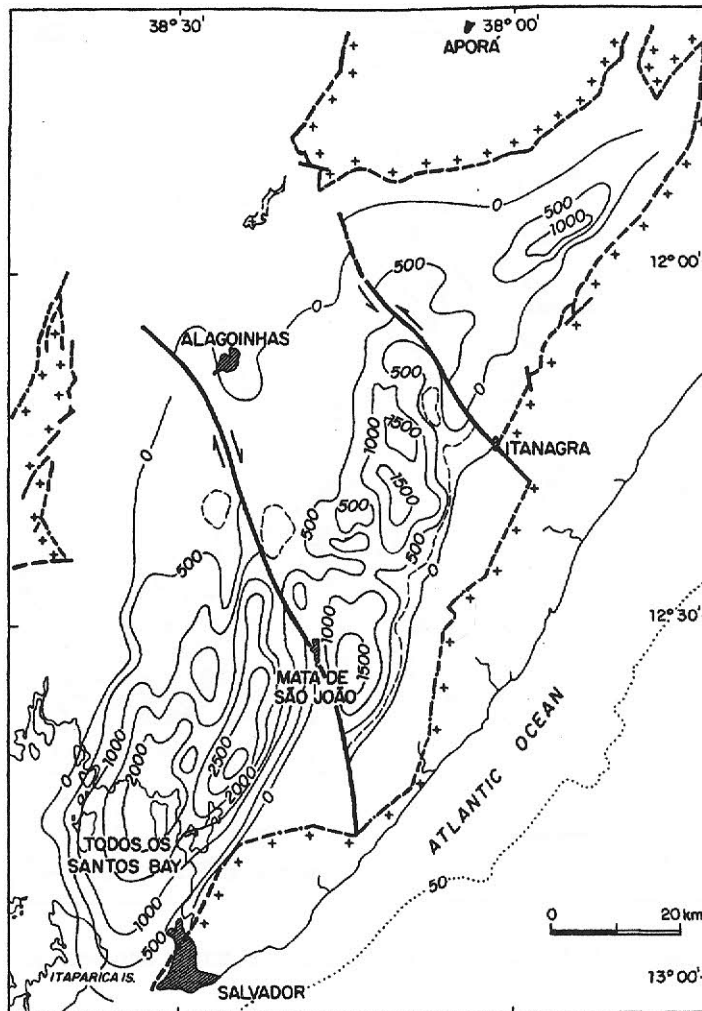


Figura 10 – Mapa de Isópacas do Membro Maracangalha da Formação Candeias (Netto *et alii*, 1984 *apud* Figueiredo *et alii*, 1994).

Por outro lado, as Camadas Caruaçu, integrantes da Formação Marfim, foram assim denominadas para designar os corpos de arenitos finos, silticos, com abundante

matriz argilosa, fragmentos de carvão e de folhelho, laminações, marcas-de-onda e estruturas de escorregamento, que podem ocorrer como línguas dentro dos folhelhos da formação Candeias. O termo provém da fazenda homônima no município de São Sebastião do Passé, e tem como seção tipo o intervalo 1520-1755 m do poço 1-FC-2-BA (Fazenda Caruaçu n°2), e o seu mapa de isópacas encontra-se na Figura 11.

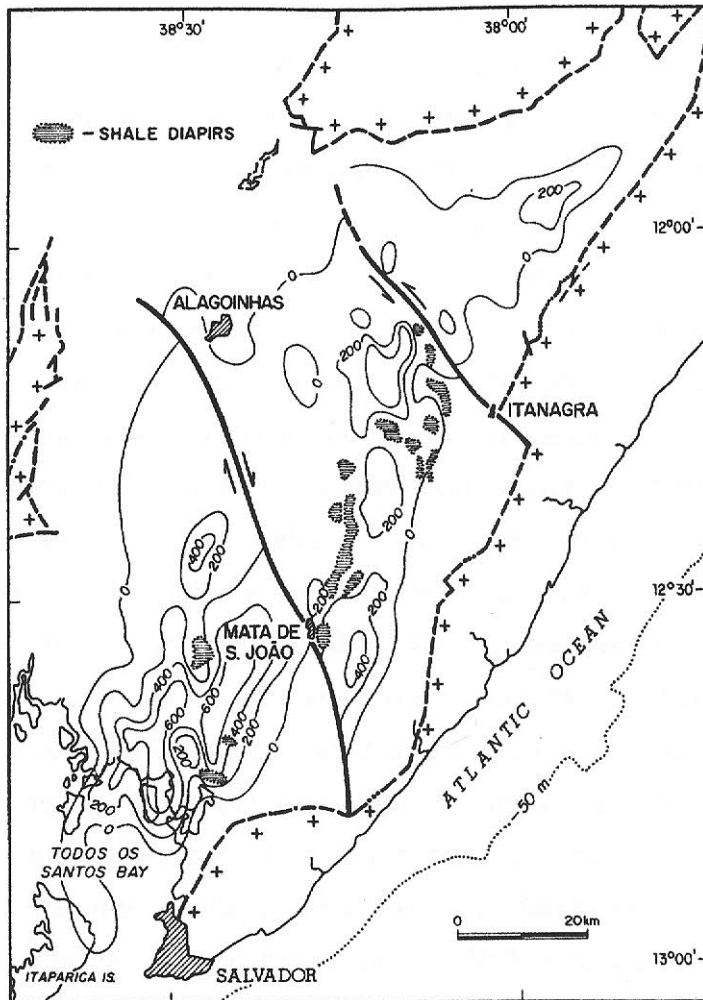


Figura 11 – Mapa de Isópacas das Camadas Caruaçu da Formação Marfim (Netto *et alii*, 1984, *apud* Figueiredo *et alii*, 1994)

Para os membros fica atribuída a idade Eocretácica, definida com base em ostracodes, restos de peixes e de conchostráceos e correlacionados com a porção média-inferior da Formação Barra de Itiúba da bacia de Sergipe-Alagoas.

Segundo Caixeta *et alii* (1994), essa reorganização contempla o que Silva *et alii* (1989, *apud* Caixeta *et alii*, 1994) definiram como Formação Jacuípe, com a vantagem de não introduzir novas terminologias estratigráficas na coluna da bacia. Datada a partir de ostracodes não-marinhos, a formação é de idade neo-Rio da Serra e Aratu.

Sob a ótica de estudos faciológicos, Mello *et alii* (1971) realizaram um estudo integrado dos, então, Membro Pitanga e Camadas Caruaçu, dividindo o primeiro em 3 fácies e o segundo em 12 fácies sedimentares (quadro 2). Destas fácies, foram estabelecidas 3 associações de fácies, denominadas de “associação de planície deltáica”, “associação de escorregamento da parte superior das calhas da frente deltáica” e “associação de sedimentos resultantes de fluxo granular e de lama, da parte inferior das calhas da frente deltáica”. Definiu-se então o paleoambiente como deltáico (Figura 12), para ambos membros, onde o Pitanga teria sido depositado por uma combinação de escorregamentos subaquosos, fluxos de lama e granulares, em calhas, na frente deltáica. Já as Camadas Caruaçu foram interpretadas como depositadas numa gama de sub-ambientes deltaicos, onde se incluem a planície deltaica com seus canais anastomosados e distributários e suas baías interdistributárias; a margem deltaica; e as calhas de frente deltaica, onde predominam os processos de escorregamento, de fluxo granular e de fluxo de lama subaquosos. Segundo esses autores, são possíveis 3 mecanismos disparadores desses fluxos gravitacionais subaquosos: falhas de crescimento, induzindo o escorregamento; diapirismo periódico, criando áreas locais de instabilidade dos taludes; e o influxo rápido de areia e cascalho por rios de forte gradiente e de pequeno curso, criando sobrecargas em zonas de sedimentos muito inconsolidados. Posteriormente, Ghignone (1979, *apud* Raja Gabaglia, 1990) ensaia uma correlação parcial entre as fácies estabelecidas por Mello *et alii* (1971) e aquelas do modelo turbidítico de Walker & Mutti (1973, *apud* Raja Gabaglia, 1990), conforme pode ser observado no quadro 3. Ghignone (*op. cit.*) ressalta ainda que as fácies propostas por Mello *et alii* (1971) não contemplam os chamados “turbiditos clássicos” ou “turbiditos verdadeiros” de Walker & Mutti (*op.cit.*), os quais expõem seqüências de Bouma (1962).

Quadro 2 – Fácies sedimentares descritas por Mello *et alii* (1971) para o Membro Pitanga e as Camadas Caruaçu.

Fácies	Descrição	Interpretação
α (Alfa)	Interestratificação de lamitos cinza escuros com siltitos subordinados. Fragmentos de carvão e nódulos de pirita são comuns. Apresenta estruturas de distensão, leitos contorcidos, dobras de escorregamento, chamas, diques de areia, convoluções e falhas de pequena escala.	Estágio inicial de escorregamentos gravitacionais, envolvendo movimento dos sedimentos em estado coesivo.
β (Beta)	Sendo o equivalente arenoso da fácies α , é um interestratificado de arenitos com lamitos e siltitos subordinados. Apresenta as mesmas estruturas da fácies α e ainda laminações cruzadas cavalgantes, porém distorcidas pela fluidização.	Similar à da fácies α , é interpretada como representante inicial de um escorregamento, após consolidação.
γ (Gama)	Arenitos finos a muito finos, siltitos subordinados com clastos de sedimentos calcários. Apresentam laminação plano-paralela perturbada por marcas de raízes e bioturbações elípticas ou cilíndricas.	As estruturas de bioturbação são interpretadas como sendo ocasionadas por raízes vegetais e vermes em sedimentos deltáicos, acima ou imediatamente abaixo do nível de água.
δ (Delta)	Arenitos finos a médios com siltitos e conglomerados finos subordinados. Grânulos de quartzo, gnaiss, calcário, lamitos calcários, ferruginosos e calcários oolíticos. Apresenta ainda fragmentos lamelares de argila, siltito e carvão. De acamamento delgado (2-3 cm), as unidades geralmente apresentam gradação normal e raras inversas.	Representam a deposição de correntes de turbidez de pequena escala, tanto em pequenos lagos rasos na planície deltaica como fases terminais de escorregamentos ou deslizamentos subaquosos.
ϵ (Epsilon)	Quartzo-arenitos muito finos a médios com siltitos subordinados. Apresentam laminação plano-paralela e estratificações cruzadas de ampla escala.	Depósitos fluviais (alternância entre regime de fluxo superior e inferior) em canais distributários numa planície deltaica.
ζ (Zeta)	Lamito seixoso, com seixos de calcário, grauvaça, granito e gnaiss.	Escorregamentos subaquosos e correntes de turbidez.
π (Pi)	Arenitos, com matriz argilosa, muito finos a finos com siltitos subordinados. Apresentam clastos de carvão, microlaminações cruzadas arranjadas em pacotes de 0,8 a 1,3 cm, laminação paralela, acamamento <i>flaser</i> e marcas-de-onda.	Associada à fácies ϵ , é interpretada como carga de fundo fluvial depositada sob um regime de fluxo inferior.
ρ (Rô)	Equivalente argiloso da fácies π , consiste de lamito calcífero e micáceo com microlaminações cruzadas.	Ambiente fluvial, tal como a fácies π .
τ (Tau)	Arenitos muito finos a grossos, mal selecionados, com alta porcentagem de siltitos. Apresentam estrutura do tipo prato e estruturas escalonadas de carga.	Fluxos gravitacionais suportados pelo choque entre os grãos (fluxos granulares).

Quadro 2 – (cont.)

Fácies	Descrição	Interpretação
ϕ (Fi)	Lamitos e siltitos de cor cinza, se encontram organizados em camadas de 1 a 25 mm de espessura, apresentam nódulos de pirita e fragmentos carbonosos.	Interpretados como sedimentos representativos de baías interdistributárias.
χ (Qui)	Conglomerado a arenito conglomerático com seixos e grânulos de granito, gnaiss, quartzito, quartzo, xistos verdes, sílex, grauvacas, calcários e lamitos. Apresentam-se associados à fácies τ e apresentam gradações inversas.	Sedimentos transportados ao delta como carga fluvial e deformados por deslizamentos nas bordas da planície deltaica.
ω (Ômega)	Arenitos finos a médios contendo grânulos e pequenos seixos de arenito, lamito, siltito e folhelhos carbonosos (alguns rolados e deformados). Apresenta estrutura tipicamente maciça.	Interpretada como uma extensão do processo de escorregamento coesivo interpretado para as fácies α , β e ζ . Sendo representativa da deposição rápida de um fluxo de lama subaquoso.

Quadro 3 – Comparação das fácies de Mello *et alii* (1971) (q.v. Quadro 2) com as de Walker & Mutti (1973), feita por Ghignone (1979, *apud* Raja Gabaglia, 1990)

Mello <i>et alii</i> (1971)	Walker & Mutti (1973)
α	F
β	F
δ	A – 4
ϵ	–
ϕ	–
γ	–
ω	B – 2
π	–
χ	A – 3
ρ	–
τ	B – 1
ζ	F

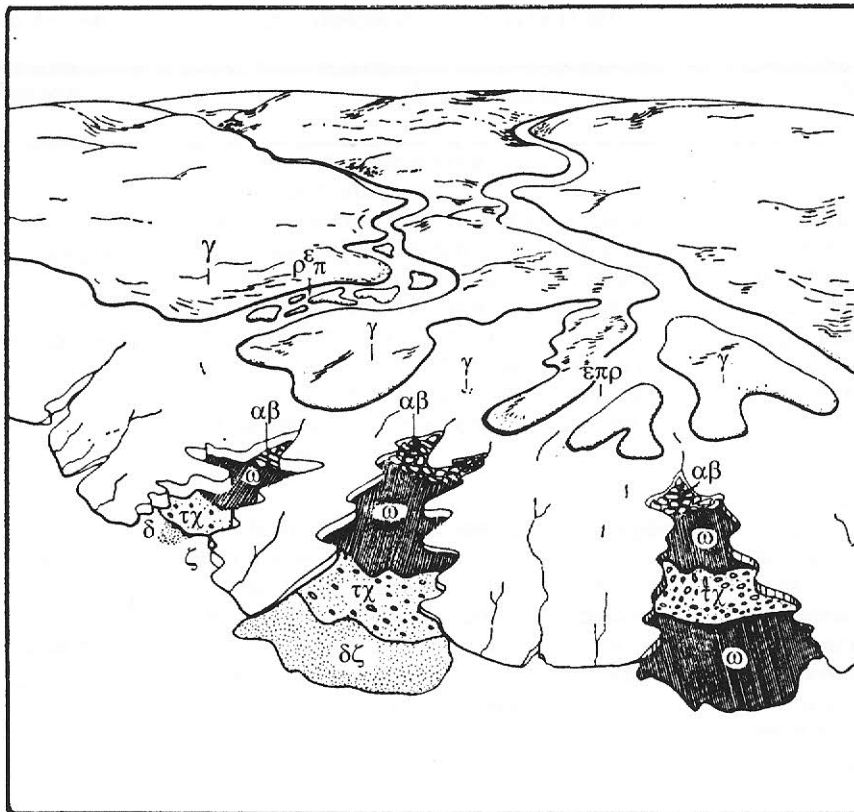







Figura 12 – Modelo deposicional para o Membro Pitanga e as Camadas Caruaçu, modificado de Mello *et alii* (1971).

Também encontrados sob a denominação de *Fluxoturbiditos do Maracangalha*, estabelecida como a seqüência litogenética II por Netto *et alii* (1984 *apud* Caixeta, 1988), o Membro Pitanga e as Camadas Caruaçu foram estudados por Caixeta (1988) dentro do âmbito do campo de Jacuípe. Os membros foram divididos em seis fácies sedimentares (quadro 4), que foram agrupadas em cinco “Unidades Faciológicas” (associações de fácies). Estas associações de fácies são resumidas no quadro 5; as quais representam em termos paleoambientais (Figura 14) os sub-ambientes de frente deltaica *in situ*, frentes deltaicas remobilizadas por deslizamentos e escorregamentos, turbiditos canalizados, turbiditos em lobos, e depósitos de fluxos-de-detritos.

Quadro 4 – Fácies sedimentares descritas por Caixeta (1988) para a Fm. Maracangalha.

Fácies	Descrição	Interpretação
Arenitos com Estratificação Cruzada Tangencial e <i>Ripples</i>	Arenitos muito finos a finos, moderadamente selecionados, pouco micáceos e com estratificações cruzadas tangenciais. Frequentemente mostram uma íntima associação com níveis de estratificação cruzada de pequeno porte, gerada pela migração de ondulações de corrente. Seqüências de 10 a 15 m de camadas com estratificações cruzadas intercaladas com camadas decimétricas de arenitos com ondulações.	As estratificações cruzadas tangenciais contituem o registro de face jusante de barras sigmoidais e gradam lateralmente para laminações cruzadas.
Arenitos com Estratificação Cruzada Tangencial e Escorregamentos	Arenito muito fino, lamoso, de seleção moderada a ruim, pouco micáceo, apresentando estratificação cruzada tangencial; associado com níveis deformados por escorregamentos. Aparecem com espessuras de 5 a 25 metros e com transições entre níveis com estratificação e níveis deformados.	As estratificações cruzadas são relíquias do depósito deltáico anterior, submetido ao processode deslizamentos e escorregamentos, representados pelas freqüentes estrturas contorcidas.
Arenitos Maciços com Estruturas de Escape de Fluidos	Arenitos muito finos a finos, sílticos, seleção moderada, maciços ou com estruturas de escape de fluidos do tipo prato ou pilar. Apresentam-se em pacotes de 20 m de espessura; às vezes interrompidos por níveis delgados de conglomerados intraformacionais.	Depositados a partir de fluxos fluidizados / liquefeitos.
Arenitos com Estratificação Plano-Paralela	Arenito fino, síltico, pobremente selecionado, englobando desde grãos de areia média até argila. A estratificação é originada por aspectos texturais, como orientação de grãos ou composicionais, quando estão presentes intraclastos argilosos ou minerais micáceos. Camadas de espessuras de 0,5 a 2 m e com contatos transicionais com arenitos maciços ou conglomerados intraformacionais.	Interpretada como intervalo Tb de Bouma e compoado com a fácies de <i>Conglomerados Intraformacionais</i> seqüências Tab de Bouma.
Conglomerados Intraformacionais	Porções de rocha onde o teor de grânulos e seixos atinge 30% do volume. A matriz é de areia fina / muito fina, e os clastos maiores são de componentes endogênicos, folhelhos da própria formação ou matéria orgânica carbonizada. Apresentam espessuras de 0,1 a 0,5 m e quase sempre indicam um novo evento de sedimentação.	Essa fácies somada à fácies <i>Arenitos Maciços</i> é interpretada como intervalo Ta de Bouma, resultante de fluxos-de-grão basais no fluxo turbulento.
Arenitos Silto-Argilosos	Arenito fino, silto-argiloso, micáceo, rico em matéria orgânica carbonizada, com intraclastos de argila (30% do volume) e com estruturas de escorregamento e escape de fluidos. É homogênea dentro de pacotes de rocha podendo atingir 200 m de espessura.	Depositados por fluxos-de-detritos, onde a fase dispersa é constituída por intraclastos e matéria orgânica.

Quadro 5 – Resumo das fácies e unidades faciológicas de Caixeta (1988) para a Fm. Maracangalha.

UNIDADE FACIOLÓGICA	FÁCIES PRESENTES	PROCESSOS DEPOSICIONAIS	INTERPRETAÇÃO	GEOMETRIA DOS DEPÓSITOS	DIMENSÃO APROXIMADA
E	ARENITOS COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA E "RIPPLES" ARENITOS COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA E ESTRUTURAS DE ESCORREGAMENTO	TRAÇÃO COM ALGUMA SUSPENSÃO	FRENTE DELTAICA <u>IN SITU</u>		CONTINUIDADE LATERAL SUPERIOR A 600m
D	ARENITOS COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA E ESTRUTURAS DE ESCORREGAMENTO	<u>SLIDES</u> E <u>SLUMPS</u>	FRENTES DELTAICAS REMOBILIZADAS POR <u>SLIDES</u> E <u>SLUMPS</u>		ÁREA SUPERIOR A 8,0km²
C	ARENITOS MACIÇOS COM ESTRUTURAS DE ESCAPE DE FLUIDOS ARENITOS COM ESTRATIFICAÇÃO PLANO-PARALELA / CONGLOMERADOS INTRAFORMACIONAIS	CORRENTES DE TURBIDEZ DE ALTA DENSIDADE COM FLUXO ASCENDENTE NOS ESTÁGIOS TERMINAIS DE DEPOSIÇÃO	TURBIDITOS CANALIZADOS		CONTINUIDADE LATERAL SUPERIOR A 1000m
B	ARENITOS COM ESTRATIFICAÇÃO PLANO-PARALELA ARENITOS MACIÇOS COM ESTRUTURAS DE ESCAPE DE FLUIDOS CONGLOMERADOS INTRAFORMACIONAIS	CORRENTES DE TURBIDEZ DE ALTA DENSIDADE	TURBIDITOS EM LOBOS		CONTINUIDADE LATERAL SUPERIOR A 600m
A	ARENITOS SILTO-ARGILOSOS	FLUXO DE DETRITOS	DEPÓSITOS DE FLUXOS DE DETRITOS		ÁREA SUPERIOR A 10,0km²

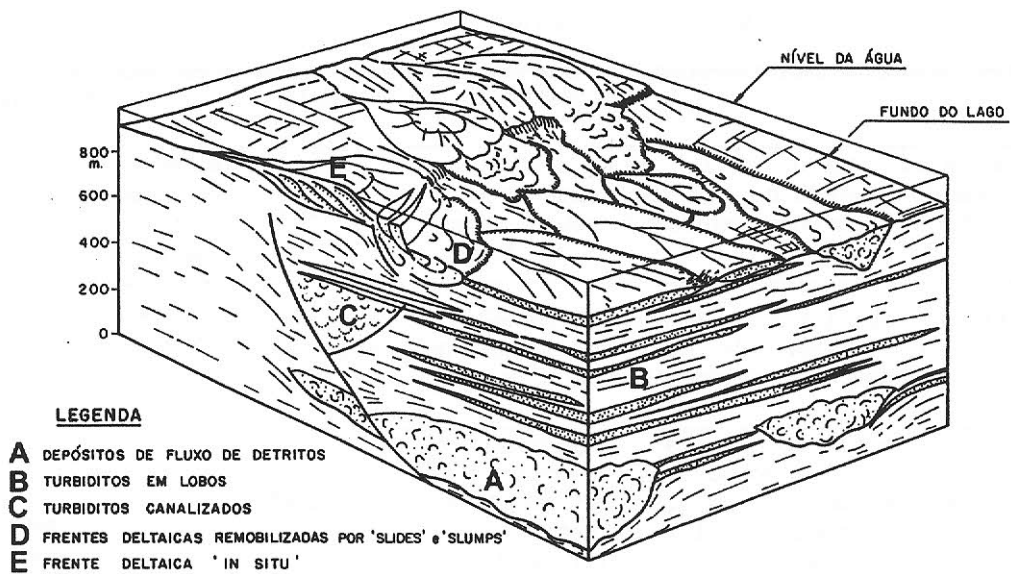


Figura 13 – Modelo deposicional para o Membro Pitanga e Camadas Caruaçus na região do campo de Jacuípe, segundo Caixeta (1988) conforme suas unidades faciológicas (q.v. Quadro 5)

Rodrigues (1988, *apud* Raja Gabaglia, 1990) estudou os sedimentos das Camadas Caruaçu e do Membro Pitanga no âmbito do campo de Miranga Profundo e, inspirado nos modelos de R.G. Walker, interpretou-os como originados por complexos de canal-*levee* em posição proximal e mediana, respectivamente, dominados por vários canais migrantes de um leque sublacustrino. Todo o conjunto caracterizaria um sistema de leque progradante onde as fácies proximais (Camadas Caruaçu) superpor-se-iam às fácies medianas (Membro Pitanga). Raja Gabaglia (*op.cit.*) aborda os sedimentos do Membro Pitanga e das Camadas Caruaçu sob o enfoque do mecanismo disparador dos fluxos gravitacionais, descrevendo a formação como originada por fluxos gravitacionais disparados por sismos, ou deformadas pelos mesmos. Para tal, a formação foi dividida em três grupos de fácies: fácies deposicionais de origem indefinida, onde o caráter deformativo ou de ausência de estruturas acentuam a dificuldade de estabelecimento de sua origem, se deposicional ou sismogênica, ambas sendo possíveis; fácies deposicionais sismogênicas, para as quais pode-se aventar, com certa segurança a possibilidade de origem sismológica, direta ou indireta; e as fácies deposicionais *sensu stricto*, onde os caracteres deposicionais estão integral e indubitavelmente preservados (vide Quadro 6).

Quadro 6 – Fácies sedimentares descritas por Raja Gabaglia (1990) para Fm. Maracangalha.

Grupo de Fácies	Fácies	Descrição
I – fácies deposicionais de origem <i>indefinida</i> , onde o caráter deformativo ou de ausência de estruturas acentuam a dificuldade de estabelecimento de sua origem, se deposicional ou sismogênica, ambas sendo possíveis.	Fácies A	Arenitos muito finos a médios cinza claros, maciços (liquefeitos), com pouca matriz siltosa, sem clastos; podem apresentar vestígios da estratificação original.
	Fácies A-I	Semelhante à fácies A, com a presença de fluxo incipiente (estruturas de escape de fluidos), fragmentos de clastos folhelhosos e lenhosos.
	Fácies B-I	Intercalação de arenitos finos e siltitos, respectivamente cinza claros e cinza escuros, com estruturas <i>bal-and-pillow</i> , laminações convolutas, estruturas de carga e diques de arenito (deformações de natureza plástica de uma maneira geral).
	Fácies B-IA	Semelhante à fácies B-I, apresentando narizes de dobras com orientação bem marcada.
S – fácies deposicionais <i>sismogênicas</i> , para as quais pode-se aventar, com certa segurança a possibilidade de origem sismológica, direta ou indireta.	Fácies B-II	Brechas intraformacionais, cujos clastos são predominantemente areno-siltosos, sugerindo processo de fragmentação <i>in situ</i> (processo rúptil sobre arenitos estratificados ou não, formadores do substrato).

Quadro 6 – (cont.)

Grupo de fácies	Fácies	Descrição
SS – fácies deposicionais <i>sensu stricto</i> , onde os caracteres deposicionais estão integral e indubitavelmente preservados.	Fácies C	Folhelhos negros estratificados.
	Fácies D	Siltitos, cinza claros, intercalados ou não com arenitos finos, com presença de estratificação paralela.
	Fácies E	Arenitos finos, cinza claros, por vezes siltosos, com estratificação paralela; apresentam fraturas e falhamentos bem como feições diagenéticas (zonas cimentadas e estilolitização).
	Fácies F	Arenitos finos, cinza claros, siltosos, eventualmente intercalados com siltitos, ricos em estratificação do tipo laminação cruzada cavalgante; podem apresentar-se fraturados.

2.2.2 Geologia do petróleo

A Formação Maracangalha se encontra hoje caracterizando dois sistemas petrolíferos: o sistema Maracangalha – Candeias(!), reservatórios do antigo membro Maracangalha; e o Marfim – Candeias(!), onde os reservatórios são as antigas Camadas Caruaçu. A formação faz parte do grupo dos reservatórios da fase rifte e tem como principal modelo de migração e acumulação o modelo III, descrito anteriormente: armadilhas de inversão estrutural geradas por falhas de crescimento e estruturas de *rollover*.

Segundo Figueiredo *et alii* (1994), a Formação Maracangalha contém a principal acumulação de gás não-associado da bacia, apresentando 5,2 bilhões m³ (183,6 bcf) o que representa 35% do volume total de gás da bacia. O campo de Candeias, localizado na sub-bacia sul e descoberto em 1941, é representativo deste sistema, onde os principais reservatórios consistem em acamamentos cíclicos de conglomerados e arenitos intercalados com pelitos, cujo conjunto pode alcançar até 350 m de espessura. As características do reservatório são consideradas regulares. A porosidade varia entre 15% e 18% e, nos melhores intervalos, a permeabilidade fica em torno de 30 mD, localmente chegando a 200 mD. A boa produtividade destes reservatórios, na maioria dos casos, é devida à presença de fraturas naturais que providenciam a intercomunicação entre os espaços porosos. Neste campo, a produção também é

reportada a partir de pelitos fraturados e argilitos, cuja característica principal é a alta resistividade em perfis elétricos.

Segundo Caixeta (1988), o campo de Jacuípe, que apresenta estrutura compatível com o modelo de migração e acumulação III, (descrito anteriormente), se encontra entre as principais acumulações de gás da bacia, com um volume de gás *in place* da ordem de 6850 milhões m^3 e capacidade de produção de 500000 m^3 /dia. O campo conta atualmente com 30 poços perfurados, dos quais 24 produtores de gás não-associado, 4 subcomerciais e 2 secos. Os principais reservatórios do campo são os arenitos dos membros Pitanga e Caruaçu, que juntos chegam a compor 1200 m de arenitos intercalados a folhelhos. Pertencem a este campo os dois poços descritos para este trabalho (9-JA-12-BA e 7-JA-14-BA).

Encontram-se na literatura ainda dados sobre o comportamento do Membro Caruaçu (tratado ainda como Camadas Caruaçu) em dois campos produtores de óleo na bacia: Salgado e Fazenda Boa Esperança. Estas descobertas são fruto da estimulação de poços de baixa produtividade ou com outros objetivos que não o Membro Caruaçu. No campo de Salgado, poços como o 1-SG-3-BA, apresentavam perfis com características pouco convincentes quanto à natureza do fluido presente nos reservatórios do membro, como: resistividades não muito altas (3 a 5 ohm.m); radioatividade entre 30 a 45 API; porosidades da ordem de 12 a 15%; e saturações de água variando entre 40 e 50%; porém, após comparação dos dados geofísicos com os da amostragem de calha, decidiu-se o canhoneamento de certos poços. O resultado obtido (dados de 31.08.1989) foi o seguinte: no poço 1-SG-3-BA obteve-se, através de bombeio mecânico, iniciais 25 m^3 /dia de óleo, 21 m^3 /dia regularmente e 7510 m^3 de produção acumulada; no poço 7-SG-7-BA, também através de bombeio mecânico, obteve-se 15 m^3 /dia de produção inicial e 14 m^3 /dia de produção regular, com 898 m^3 de produção acumulada. No Campo de Fazenda Boa Esperança, devido ao sucesso no Campo de Salgado, conduziu-se o mesmo tipo de avaliação. Como resultado, obteve-se, em cinco poços, taxas de produção variando entre 6 e 24 m^3 /dia e produções acumuladas variando entre 1.063 a 6.045 m^3 .

3 RESULTADOS

A palavra fácies vem do latim *facia* ou *facies*, que significa “face”, “aparência” ou “aparência externa”. O termo fácies foi introduzido na Geologia por Nicholas Steno (1669, *apud* Walker, 1984) e teve como primeiro significado todas as características de uma porção da crosta terrestre durante um dado intervalo do tempo geológico. Desde então, o conceito sofreu inúmeras modificações. Neste trabalho foi utilizada a definição apontada por Selley (1970, *apud* Borghi, 2000), que a expõe como uma “*massa de sedimento ou de rocha sedimentar caracterizada e distinguida das demais pela litologia, geometria estratal, estruturas sedimentares, petrotrama, cores, fósseis e por atributos direcionais*”. Utilizando estes atributos faciológicos, pode-se interpretar processos geradores para as fácies, que em conjunto conduzem à interpretação de um ambiente deposicional. Desta maneira, o conceito de fácies pode ser compreendido como unidade material fundamental da interpretação paleoambiental; porém, para se proceder a essa interpretação a partir das fácies, existem passos a serem seguidos. Após a descrição das fácies, busca-se a interpretação dos processos geradores das mesmas, estabelecendo-lhes um caráter genético. Dado esse caráter genético, é possível se estabelecer relações de interdependência entre as mesmas, as relações de fácies. Se chamadas de sucessão de fácies, representam relações lineares entre as fácies, como aquelas encontradas em um perfil sedimentográfico vertical; porém quando referidas como associação de fácies, representam uma relação tridimensional entre as fácies, ou seja, o arranjo das fácies no espaço geralmente representado por mapas e seções estratigráficas. Estabelecidas as relações de fácies (sucessões e associações), finalmente se procede à sua síntese em um modelo, o modelo de fácies (ou modelo deposicional), que, segundo Borghi (2000), tem tradicionalmente sua origem nos preceitos da Lei de Walther.

Segundo Walker (1990, *apud* Borghi, 2000) existem duas vertentes distintas no que concerne ao uso do modelo de fácies. A primeira prega o estabelecimento de modelos genéricos para cada ambiente de sedimentação, modelos esses despidos de qualquer caráter local ou peculiar. A outra vertente, totalmente oposta à primeira, prega o estabelecimento das relações peculiares e particulares a cada caso, construindo um modelo específico para tal. Neste trabalho, a construção do modelo e suas respectivas relações e associações de fácies foram abordadas segundo a ótica do estabelecimento das particularidades; porém não foram descartados os modelos gerais, mas sim,

tratados sob a ótica da analogia. As sucessões de fácies identificadas neste trabalho foram abordadas como “tratos de fácies” por Mutti (1992) definidos como “*associação lateral de fácies genéticas que pode ser observada dentro de uma camada individual ou de um pacote de camadas estritamente equivalentes temporalmente*”.

Assim, foram identificadas 10 fácies para a Formação Maracangalha. Dentre elas, 3 são de Mutti (1992), 2 de Mutti *et alii* (1996) e 5 são descritas pelo presente trabalho. Essas fácies foram agrupadas em duas associações de fácies, cada qual subdividida em dois tratos de fácies.

3.1 Fácies

3.1.1 Fácies 5 (Mutti et alii, 1996)

Descrição – Arenito fino inferior a muito fino, subordinadamente siltitos moderadamente a bem selecionados, com grãos de circularidade moderada e angulosos, apresentando laminações cruzadas cavalgantes ou laminações plano-paralelas (figuras 14 e 15). As camadas dessa fácies possuem espessuras variando entre 0,2 e 1 m e apresentam contato nítido na base, por vezes erosivo.

Interpretação – Pela presença de laminações cruzadas cavalgantes e/ou de laminações plano-paralelas e da granulometria da rocha pode-se interpretar para esta fácies processos de tração e decantação associados, onde o processo de decantação tem grande eficiência, como em um fluxo turbulento de baixa densidade, em um regime de fluxo inferior.

Discussão – Esta fácies tem suas melhores exposições nos afloramentos BA1 (Bom Despacho) e BA11 (Ponta da Sapoca). Nestes afloramentos, aparece com muita frequência, especialmente no afloramento BA11. Aparece ainda nos testemunhos 1 e 2 do poço 7-JA-14-BA, também com boa frequência. A principal característica dessa fácies é o empilhamento vertical somente de laminações cruzadas cavalgantes (Figura 14) ou de laminações plano-paralelas (Figura 15), o que, a priori, reflete um caráter constante (por um período de tempo) do processo deposicional. Esses fluxos de caráter mais constante e de baixa densidade são interpretados como fluxos originados pela desaceleração de grandes inundações fluviais em regiões deltáicas, chamados fluxos **hiperpícnais** (Mutti *et alii*, 1996). Esses fluxos despejam sobre o delta uma

quantidade de sedimento muito grande em um dado intervalo de tempo. Segundo Mutti *et alii* (1996), esta fácies de grã muito fina é depositada no final desse fluxo desacelerante como uma “corrente de turbidez de baixa densidade”. A fácies se apresenta com duas estruturas sedimentares marcantes, possibilitando a sua subdivisão em duas subfácies: **subfácies 5(T_d)** e **subfácies 5(T_c)**. A subfácies 5 (T_d) é caracterizada pela presença marcante do empilhamento de camadas de 0,2 a 1 m de espessura de arenitos finos com laminações plano-paralelas (intervalo T_d de Bouma). Já a subfácies 5 (T_c) fica caracterizada por camadas de 0,2 a 0,5 m de espessura de arenitos finos a muito finos, repletos de laminações cruzadas cavalgantes (intervalo T_c de Bouma). As rochas desta fácies apresentam ainda 10% de cimentação carbonática e porosidade intergranular variando entre 5 e 10%. Nos siltitos, ainda se encontra localmente a presença de uma pseudo-matriz devido à alteração das cloritas encontradas no arcabouço de até 10%. Como acessórios, há clastos de clorita, litoclastos de calcilutitos (Figura 16), concreções calcíferas (septárias) e de pirita esparsas, localmente concentrações de pequenos clastos de matéria orgânica carbonizada na base das camadas, todos estes orientados segundo a laminação e raramente pequenas falhas sedimentares. Apresentam ainda esparsas estruturas de bola-e-travesseiro (*ball and pillow*) deformando suas camadas (vide Cap. 3.2.1, Figura 31). Às vezes, por aparecer associada a pequenas camadas da fácies F8, pode ser facilmente confundida com os sedimentos da fácies F9, sendo de extrema importância a observação da constância vertical das estruturas referidas.



Figura 14 – Aspecto de campo da fácies 5, subfácies 5 (T_c), afloramento BA1a (Bom Despacho Leste).



Figura 15 – Aspecto de campo da fácies 5, subfácies 5 (T_d), afloramento BA11 (Ponta da Sapoca).

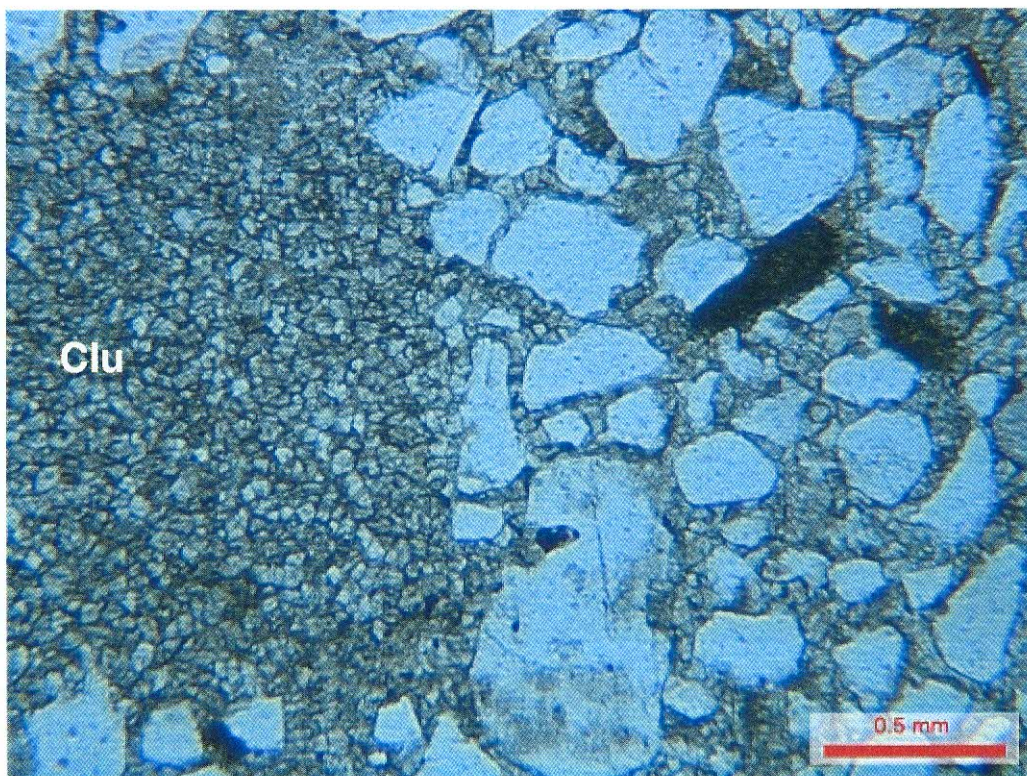


Figura 16 – Fotomicrografia da lâmina BA-1/6, mostrando litoclasto de calcilutito (Clu) (Nicóis paralelos).

3.1.2 Fácies 6 (Mutti et alii, 1996)

Descrição – Lamito maciço, ora laminado (Figura 17). Apresenta acamamento muito delgado (camadas centimétricas).

Interpretação – Interpretada como a porção terminal de fluxos turbulentos de baixa densidade, depositada puramente por decantação por um fluxo “quase-estático”.

Discussão – Representa o último evento de deposição dentro de um fluxo hiperpicnal (Mutti et alii, 1996), sendo decantada de um fluxo turbidítico de baixa densidade amainante. Esta fácies apresenta descrição muito semelhante à descrição da fácies Lp; deste modo, sua identificação é extremamente dependente do contexto faciológico em que se encontra inserida. Estes lamitos são descritos como a fácies 6, desde que sobrepostas à camadas da fácies 5, compondo parte do modelo proposto por Mutti et alii (1996). Tem sua melhor exposição no ponto BA11, aparecendo com maior frequência que a fácies 5 (Figura 17) e também tem boa exposição no afloramento BA1, porém pouco freqüente.



Figura 17 – Intercalações das fácies 6 e 5 (T_d) no afloramento BA11 (Ponta da Sapoca).

3.1.3 Fácies Ad – Arenito deformado

Descrição – Esta fácies é composta por arenitos muito finos a finos apresentando um espectro de diferentes estruturas sedimentares, que tem como característica distintiva inúmeras estruturas deformacionais, tais como laminações convolutas (Figura 18) e grupos de falhas sedimentares de pequeno rejeito e escalonadas (Figura 19). Pode conter concreções calcíferas e de pirita, clastos angulosos de matéria orgânica carbonizada, intraclastos argilosos (orientados segundo a trama da rocha) e podem ainda apresentar os olistólitos da fácies O (descrita a seguir).

Interpretação – Esta fácies é interpretada como o início de um processo de instabilização do topo da frente deltáica, dando origem a processos de deslizamentos e escorregamentos, ou ainda, falhas geradas por um componente cisalhante em um processo de *creep*. Resulta da deformação de arenitos finos a muito finos com laminação plano-paralela, intercalações de arenitos muito finos e siltitos com laminações cruzadas cavalgantes e plano-paralelas e arenitos muito finos maciços (Fácies 5).

Discussão – Esta fácies pode ser dividida em duas subfácies denominadas subfácies Ad(d) e Ad(r), respectivamente figuras 18 e 19. Essa subdivisão vem do processo de deformação a que foi submetida a fácies. A subfácies Ad(r) representa

aquelas submetidas a um regime de deformação rúptil (r), representada pela predominância de um conjunto de falhas sedimentares escalonadas. A subfácies Ad(d) representa a fácies submetida a um regime de deformação de caráter plástico ou dúctil (d), interpretado a partir de estruturas como laminações convolutas, estruturas de carga etc. O cerne da discussão reside no mecanismo de disparo dessas instabilizações que dão origem às falhas. Segundo Raja Gabaglia (1990), os principais mecanismos seriam os sismos originados pela tectônica ativa da bacia, que poderiam fluidizar e/ou liquefazer e instabilizar essa massa sedimentar. Neste trabalho, levanta-se outra hipótese, não excludente das de cunho tectônico, quanto à origem dessa instabilidade: empilhamento sedimentar do delta, atingindo um ângulo crítico, quando começaria a instabilidade de caráter rúptil, não de fluidização dos sedimentos. Esta fácies tem baixa freqüência em sua exposição em afloramentos, como no afloramento BA14 (Ilha dos Frades); porém se apresenta abundante no testemunho 20 do poço 7-JA-14-BA e no testemunho 12 do poço 9-JA-12-BA.

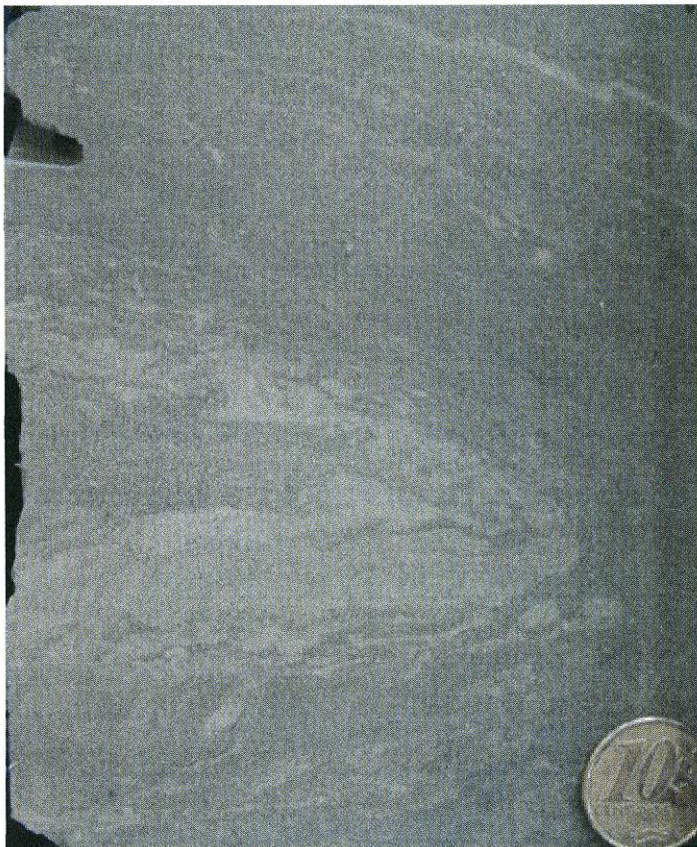


Figura 18 – Estruturas deformacionais da fácies Ad, subfácies Ad(d), testemunho 1, caixa 1, profundidade 395,99 m do poço 7-JA-12-BA.

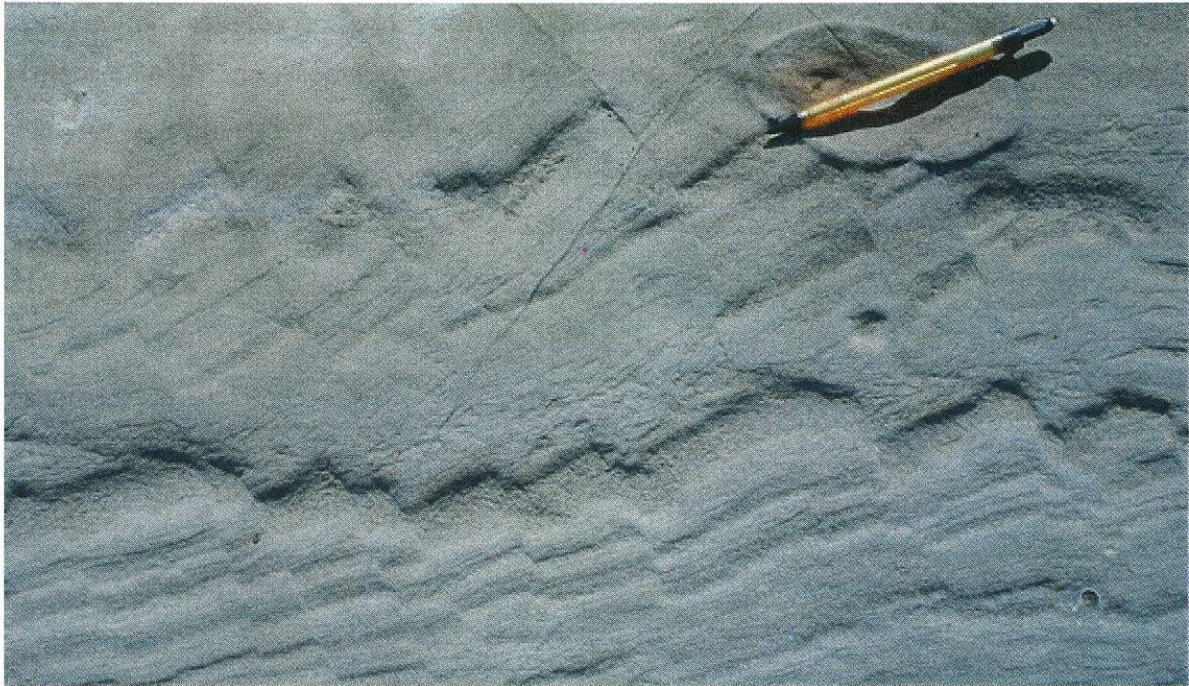


Figura 19 – Falhas escalonadas de pequeno porte, fácies Ad, subfácies Ad(r), afloramento BA12 (Ilha de Maré)

3.1.4 Fácies O – Olistólitos

Descrição – Matações métricos a decamétricos de rochas sedimentares em diferentes graus de deformação (Figura 20). Esses megaclastos (olistólitos) são geralmente compostos de interlaminações de arenitos finos com siltitos e lamitos subordinados (fácies F8, F5, F9, 5 e Lp descritas a seguir). Em clastos com baixo grau de deformação, ainda é possível observar laminações cruzadas cavalgantes e laminação plano-paralela como estruturas internas.

Interpretação – Esta fácies é interpretada como blocos de sedimentos da frente deltáica originados pelo desenvolvimento de falhas sedimentares (atectônicas). Essas falhas teriam origem na instabilização rúptil na frente de deltas e os blocos originados começariam a se deslocar por efeito da gravidade.

Discussão – Esta fácies se apresenta com relativa baixa frequência, havendo um bom exemplo da mesma no afloramento **BA12** (Ilha de Maré). Sua característica marcante são os enormes blocos girados e deformados de sedimentos de frente deltáica. Porém, apesar de sua fácil identificação em afloramentos, essa mesma característica principal a torna de difícil identificação em testemunhos. Podendo

apresentar um baixo grau de deformação interna, um testemunho obtido através de um desses megaclastos se apresentaria como um pacote representando uma sucessão deltaica, levando a uma interpretação errônea do ambiente em questão.



Figura 20 – Olistólito da fácies O associado a fácies Am, subfácies Am(a), afl. BA12 (Ilha de Maré)

3.1.5 Fácies Am – Arenito maciço

Descrição – Arenito muito fino, pobremente selecionado, maciço, homogêneo. Apresenta grande quantidade de intraclastos de arenito e folhelho (figuras 21 e 22); apresenta uma matriz argilosa deposicional (0 a 30%).

Interpretação – Para esta fácies pode-se interpretar um processo de fluxo-de-detritos (*debris flow*) contendo intraclastos da plataforma flutuando em uma matriz (Figura 23).

Discussão – Ainda com base nas rochas descritas, propõe-se a divisão da fácies Am em duas subfácies **Am(a)** e **Am(h)**, figuras 21 e 22. **Am(a)** é aquela originada de uma fonte de composição predominantemente arenosa; enquanto que a subfácies **Am(h)** é aquela composta por arenitos maciços argilosos, oriunda de uma fonte de

composição heterolítica. Esta fácies apresenta quantidades variáveis de matriz, altas na subfácies Am(h) e baixas na subfácies Am(a). Esta quantidade, mesmo que pequena, é suficiente para sustentar o fluxo-de-detritos que depositou a fácies. Esta fácies pode ter sua origem na evolução da deformação dos sedimentos da fácies O, onde a composição dos olistólitos ditaria a composição dos arenitos maciços. Apresentam grãos angulosos e de baixa circularidade, porosidade intergranular (relativamente alta) de 20% e leve cimentação carbonática (5%). São compostos essencialmente por grãos líticos sedimentares, apresentam, dentre outros minerais acessórios, grãos de clorita clástica alterada, concreções de pirita e clastos de carvão de variados tamanhos e podem ser classificados como litarenitos. A subfácies Am(a) teria bons exemplos nos afloramentos BA12 (Ilha de Maré) e Ba14 (Ilha dos Frades) e a subfácies Am(h), nos afloramentos BA13 (estrada BA-522) e BA15 (Madre de Deus).



Figura 21 – Aspecto de campo da fácies Am, subfácies Am(a) contendo pequeno intraclasto argiloso no afloramento BA15 (Madre de Deus)



Figura 22 – Aspecto de campo da fácies Am, subfácies Am(h) contendo intraclasto areno-argiloso deformado, no afloramento BA13 (Estrada BA-522)

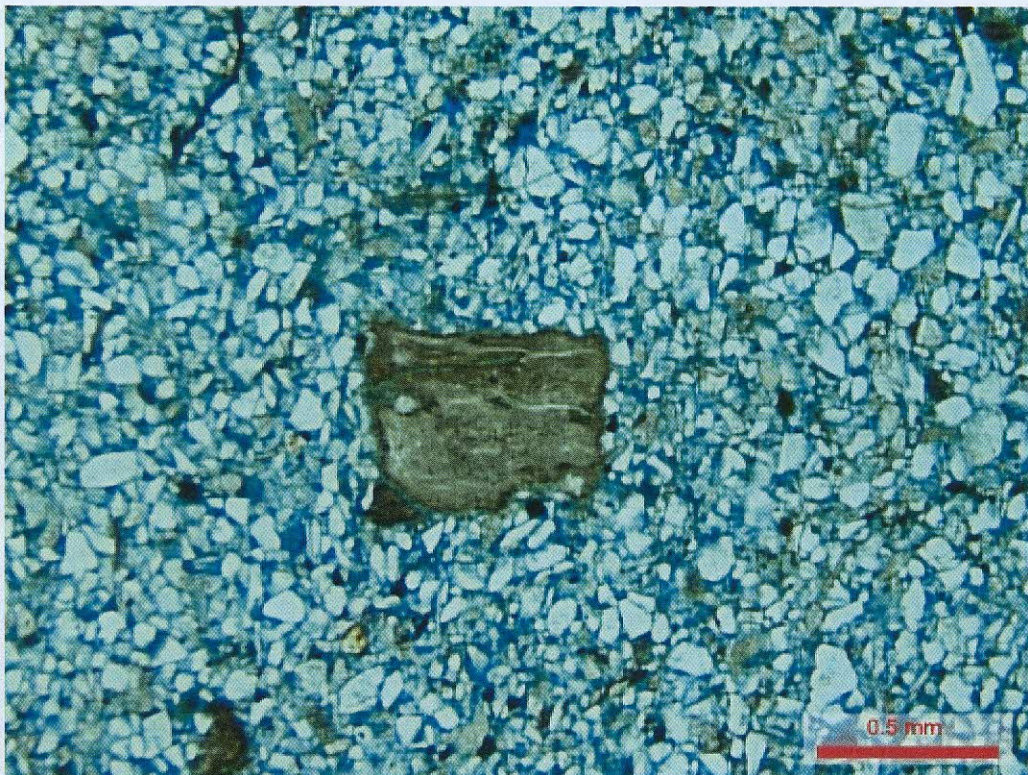


Figura 23 – Fotomicrografia da lâmina BA-12/2, mostrando a presença de intraclasto anguloso de argilito na fácies Am(h).

3.1.6 Fácies Ae – Arenito com estruturas de escape de fluido

Descrição – Arenitos finos a muito finos, sílticos, maciços e deformados por estruturas de escape de fluido (Figura 24), tais como, estrutura-em-prato (*dish*) e estrutura-em-pilar (*pillars*).

Interpretação – O processo de transporte e deposição para os arenitos desta fácies é o de fluxo fluidizado / liquefeito.

Discussão – Fluxos liquefeitos podem ser iniciados tanto por deslizamentos seguidos de liquefação (entrada de água no sistema) ou por liquefação espontânea (sismos) (Lowe 1982, *apud* Arienti, 1996). Movendo-se talude abaixo, os fluxos podem tanto depositar sedimentos diretamente como suspensões laminares ou acelerar, tornar-se turbulentos e evoluir para corrente de turbidez de alta densidade. Segundo Arienti (1996) a deposição direta a partir de fluxos liquefeitos pode produzir um depósito como o formado por suspensões laminares de alta densidade. O depósito será suportado pelos grãos, consistindo de areia fina e silte grosso e poderá ser maciço ou com estruturas de escape de fluido. As estruturas de escape de fluido se formariam no estado terminal da deposição ou imediatamente após, pela liberação de grande quantidade de fluido intersticial do fluxo em movimento ascendente, que perturbaria a trama da rocha. O processo gerador desta possui pequena capacidade de transporte de sedimentos (Raja Gabaglia, 1990). É pouco freqüente em afloramentos Figura 24, sendo observada em partes do afloramento BA14 (Ilha dos Frades). Apresenta-se muito freqüente nos testemunhos 2 e 20 do poço 7-JA-14-BA, (Figura 25).

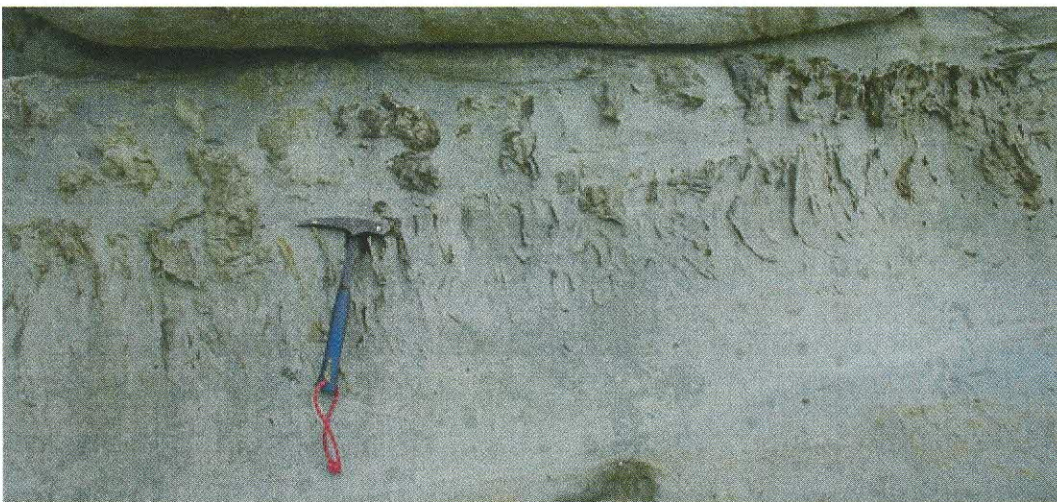


Figura 24 – Aspecto de campo da fácies Ae, apresentando estruturas em pilar deformadas, BA14 (Ilha dos Frades).

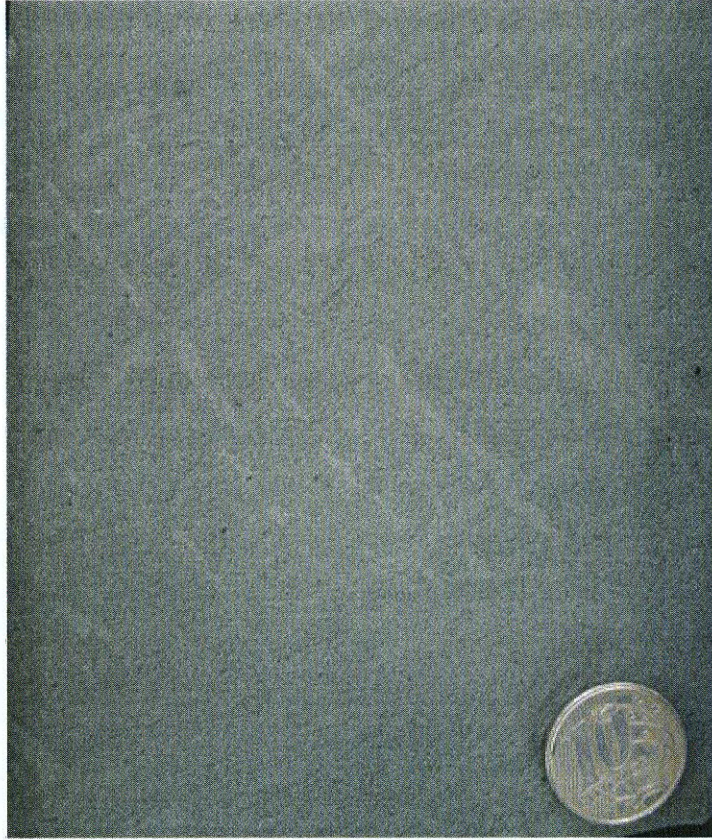


Figura 25 – Estruturas em pilar de tamanho centimétrico em camadas da fácies Ae, testemunho 20, caixa 8, profundidade 1179,26 m do poço 7-JA-14-BA.

3.1.7 Fácies F5 (Mutti, 1992)

Descrição – Arenito médio, maciço, moderadamente selecionados, localmente com laminações cruzadas cavalgantes no topo (Figura 26). As camadas possuem espessura variando de 20 a 50 cm e os contatos basais são nítidos com ocasionais bases grosseiras, por vezes erosivos.

Interpretação – Esta fácies é interpretada como originada pela deposição *en masse*, ou pela deposição por congelamento, a partir de uma corrente de turbidez de alta densidade.

Discussão – O fluxo interpretado para essa fácies vem diretamente da descrição de Mutti (1992), porém o depósito resultante pode ser correlacionado aos resultantes de fluxos descritos por Shanmugan (2000) como *sand debris*. Segundo Mutti (1992), esta fácies representa um caráter mais proximal se comparada à fácies F8, descrita a seguir. A rocha é pobremente selecionada, composta por grãos de boa e baixa

circularidade, angulosos e bem arredondados. Apresenta cimentação carbonática em níveis variados, de 5% chegando a 40% de cimentação, e também apresenta quantidade variável de pseudo-matriz (intraclastos argilosos esmagados) indo de desprezível até 10%. Levando-se em conta essa variação na presença de cimento e matriz, a porosidade visual da fácies oscila entre 0 e 20%. O arenito apresenta 10-15% de litoclastos de origens variadas: sedimentares, vulcânicos e carbonáticos (que por dissolução dão origem ao cimento). Esta fácies só foi observada no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste), com relativa pequena freqüência.



Figura 26 – Aspecto de campo da fácies F5, mostrando sua base erosiva, afloramento BA1a (Bom Despacho Leste)

3.1.8 Fácies F8 (Mutti, 1992)

Descrição – Arenito fino, maciço, mal selecionado (Figura 27). Apresentam-se em camadas delgadas (10 a 30 cm) de topo e base abruptos.

Interpretação – Essa fácies pode ser interpretada como sendo depositada por um fluxo turbidítico de alta densidade.

Discussão – Esse fluxo teria origem em um fluxo de caráter turbulento com alta concentração de sedimentos que, através da transformação de fluxo por gravidade, dá origem à um fluxo de caráter laminar em sua base. Essa fácies pode ser interpretada por um processo como aquele descrito por Shanmugan (2000) como *sand debris* e é diretamente relacionada à fácies F8 de Mutti (1992). Esta fácies tem como

características principais sua estrutura maciça e granulometria, é diferenciada da fácies Am pela associação em que se encontra inserida. É melhor apresentada no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste) e nos testemunhos 1 e 2 do poço 7-JA-14-BA.

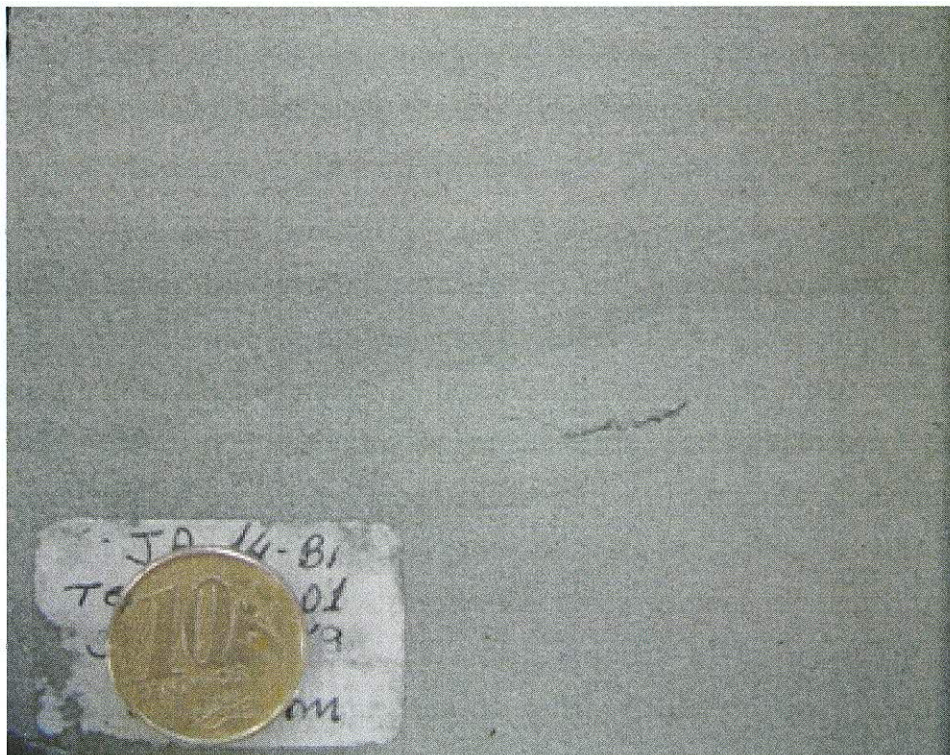


Figura 27 – Camada centimétrica, maciça da fácies F8, testemunho 1, caixa 5, profundidade 399 m do poço 7-JA-14-BA.

3.1.9 Facies F9 (Mutti, 1992)

Descrição – Camadas de pequeno porte de arenito muito fino gradando para lamito (Figura 28) com turboglifos na base (Figura 29). Os arenitos são quartzo-arenitos muito finos, moderadamente selecionados e com estruturas do tipo laminações cruzadas cavalgantes, gradando para os lamitos. Os lamitos são compreendidos por siltitos e argilitos. Os siltitos se apresentam bem selecionados e com estruturas do tipo laminações cruzadas cavalgantes, laminação plano-paralela e maciça. Os argilitos se apresentam com laminação plano-paralela muito delgada e maciços. A fácies se apresenta em conjunto de camadas de espessuras variando de 0,2 a 1 m com as delgadas camadas da intercalação variando de decimétricas à centimétricas (argilitos

milimétricos). As camadas da fácies F9 se apresentam com diferentes quantidades relativas das camadas interlaminaadas (arenitos e siltitos). Representando essa variação subdivide-se a fácies F9 em subfácies F9(T_{c-e}), predominância dos arenitos e subfácies F9(T_{d-e}), com predominância dos siltitos.

Interpretação – Interpreta-se a fácies F9 como representante da fase final de um fluxo turbidítico de baixa densidade. A fácies pode ser diretamente relacionada aos intervalos T_c, T_d e T_e da seqüência turbidítica de Bouma (1962) ou à fácies F9 de Mutti (1992). A fácies seria uma repetição cíclica de pequenas seqüências T_{c-e}, T_{d-e} e T_e de Bouma ou interpretada como fácies F9 de Mutti.

Discussão – Nesses pequenos ciclos, o T_c é composto pelos arenitos e siltitos com laminações cruzadas cavalgantes e depositado pela combinação de um processo trativo de fundo com a influência de uma carga suspensiva. Representam a diminuição da influência trativa e o predomínio do processo suspensivo no fluxo. São compostos por grãos sub-arredondados e de baixa circularidade, apresentam baixa porosidade intergranular ($\pm 5\%$) e fraca cimentação carbonática (10%). O T_d é composto pelos siltitos com laminações plano paralelas, grãos de baixa circularidade e sub-angulosos, 15% de cimento carbonático, 10% de pseudo-matriz (cloritas alteradas), porosidade desprezível. O T_e é composto pelos siltitos maciços e representa um processo puramente suspensivo ou a última fase de sedimentação do fluxo. A interpretação paleoambiental para esses fluxos é a de origem em fluxos gravitacionais plásticos originados na frente instável de um delta que, com a gradativa incorporação de água e deposição das frações grosseiras, torna-se liquefeito e veloz o bastante para adquirir um caráter turbulento e depositar a fácies na posição mais distal do delta. Esta fácies tem suas principais exposições nos afloramentos BA1a (Bom Despacho Leste) e BA11 (Ponta da Sapoca), aparecendo em grande abundância no afloramento BA1a.

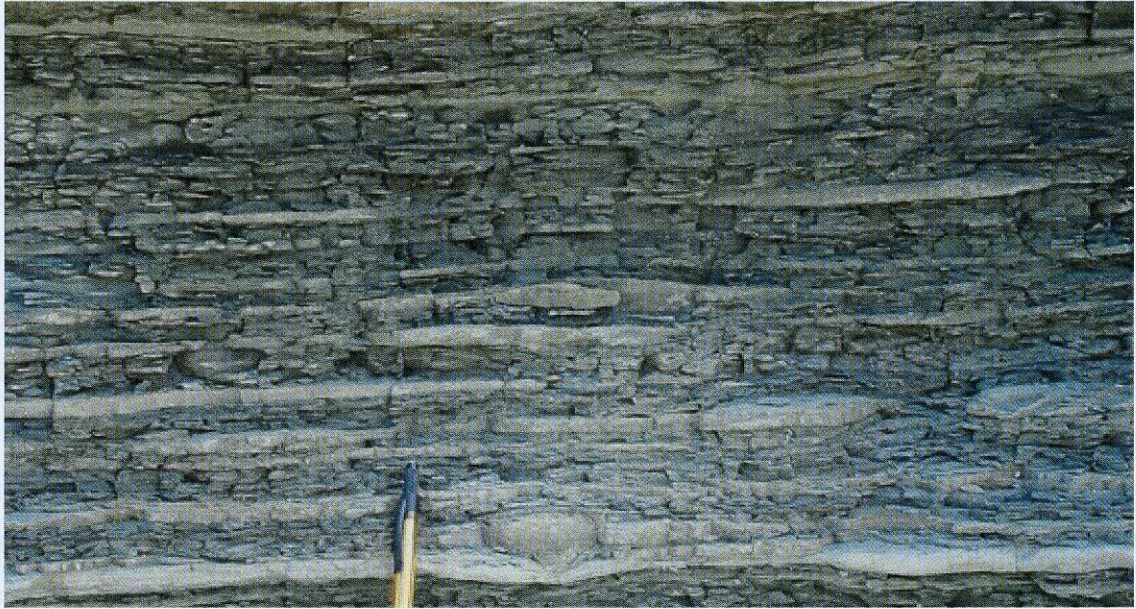


Figura 28 – Intercalação centimétrica de arenitos T_c , siltitos T_d e lamitos T_e da fácies F9, no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste)

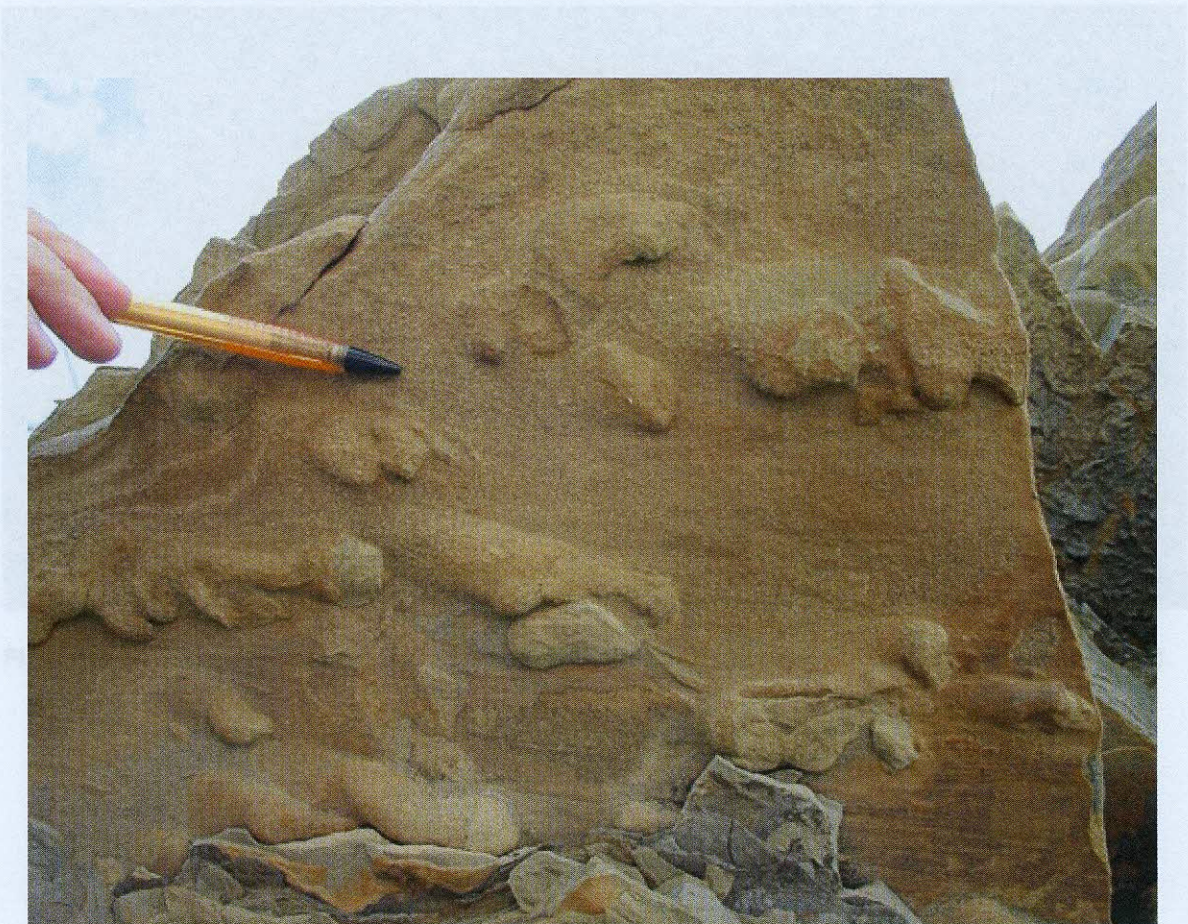


Figura 29 – Turboglifos (vista de sola) da fácies F9, no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste)

3.1.10 Fácies Lp – Lamito pelágico

Descrição – Lamitos de cor cinza escura e preta, que apresentam acamamento muito delgado. Podem apresentar-se bastante deformados, com pequenas dobras e falhas, estruturas de carga e planos de folhelho paralelos ao acamamento com brilho vítreo (plano encerado).

Interpretação – Representam a deposição por decantação de finos. É chamado de lamito pelágico, por representar a sedimentação de *background* da bacia.

Discussão – Esta fácies encontra-se tanto em lâminas muito delgadas, intercaladas às da fácies F9 no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste), quanto em espessos pacotes no afloramento BA1b (Bom Despacho Oeste), Figura 30, nos testemunhos 25 do poço 9-JA-12-BA e 37 no poço 7-JA-14-BA, Figura 31.



Figura 30 – Camada decimétrica dos folhelhos da fácies Lp, afloramento BA1b (Bom Despacho Oeste).

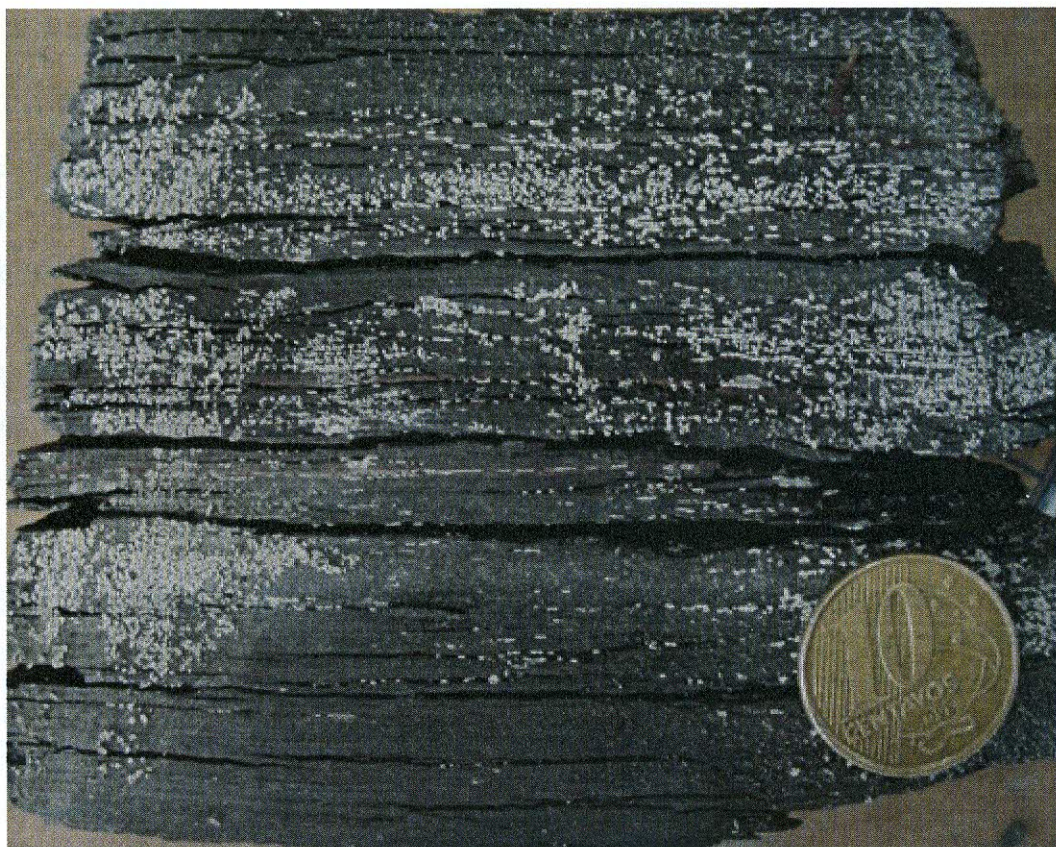


Figura 31 – Folhelhos da fácies Lp no testemunho 31 do poço 7-JA-14-BA.

3.2 Associações de Fácies

3.2.1 Associação de fácies do tipo “Rampa”

Esta associação de fácies é composta pelas fácies **F5, F8 e F9** e **fácies 5(T_c)** em tratos (sucessões de fácies) conforme a Figura 32. Sua interpretação é a de uma fase inicial de desenvolvimento de um delta entrando em um “lago de rifte”. Durante esta fase inicial, este lago apresenta uma geomorfologia de fundo em rampa; isto é, não existe a diferença entre uma plataforma e talude, simplesmente uma “rampa” de gradiente constante indo de águas rasas até águas profundas. Esta geomorfologia é explicada pela tectônica de ajuste de blocos e blocos girados, presente na bacia (tectônica de rifte).

Esta associação ainda pode ser dividida em dois tratos de fácies distintos, porém intimamente relacionados. O primeiro, que pode ser chamado de trato turbidítico, é composto pelas fácies **F5, F8 e F9** e representa parte do modelo de fácies descrito por Mutti (1992). O segundo pode ser chamado de trato dos inunditos, neste caso foi reconhecida apenas a **fácies 5**, porém interpreta-se para este trato uma origem nas fácies de 1 a 4 de Mutti *et alii* (1996), não descritas e representadas pelo ? na Figura 32.

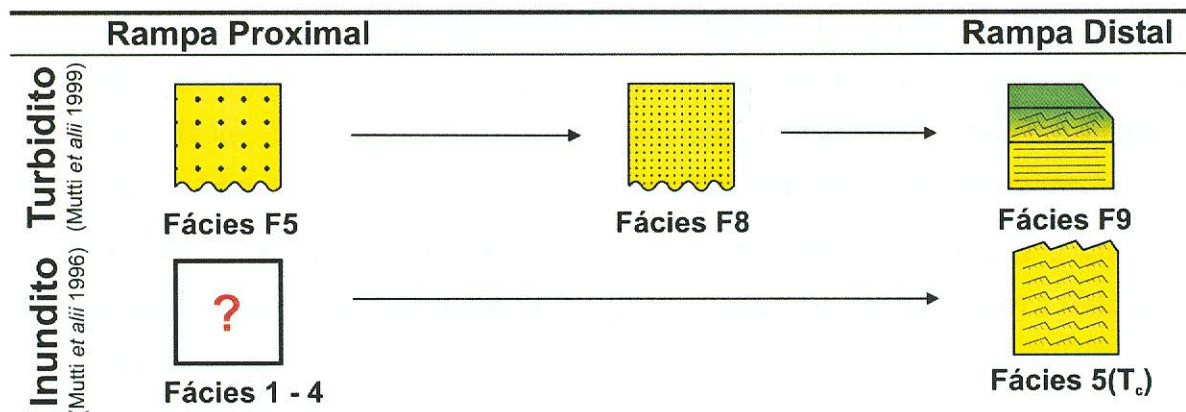


Figura 32 – Associação de fácies do tipo rampa proposta para a Formação MARACANGALHA.

A interpretação para o primeiro trato é a de fluxos turbidíticos vindos de águas rasas, tendo como fonte sedimentos de descarga fluvial, nesse primeiro evento de desenvolvimento de um delta. A relação entre as fácies do modelo de Mutti e colaboradores seria da seguinte forma: inicialmente os sedimentos instabilizados se movimentariam por gravidade rampa a baixo como fluxos turbidíticos com uma alta

concentração de sedimentos; a fácies **F5** seria depositada por esse fluxo através de um processo de congelamento; de acordo com a descida pela rampa, o fluxo remanescente, através de uma transformação de fluxo por gravidade, originaria um fluxo de caráter laminar em sua base, que é interpretado como a origem da fácies **F8**; ao final do fluxo, em porções ditais desta rampa, se depositaria a fácies **F9** como resultado de um fluxo turbidítico de baixa densidade, apresentando as divisões de Bouma T_{c-e} e T_{d-e} e T_e . Como descrito anteriormente, a fácies **F9** foi subdividida em duas subfácies **F9(T_{c-e})** e **F9(T_{d-e})**, para refletir a razão areia / lamito dentro das camadas. A variação vertical dessa sugere a idéia de proximidade da área fonte desses sedimentos e a posterior interpretação de padrões regionais de empilhamento do mesmo.

O segundo trato dentro dessa associação, o de inunditos, é interpretado como inundações fluviais catastróficas que teriam a capacidade de jogar uma pluma de sedimentos direto sobre porções mediais dessa rampa. Essa entrada catastrófica de sedimentos se depositaria em água profundas como resultado de fluxos turbidíticos de baixa densidade. Sua principal diferença dos depósitos originados de fluxos plásticos vindos da rampa proximal seria a presença de camadas de espessura média com laminações cruzadas cavalgantes ou laminações plano-paralelas da base até o topo, refletindo uma constância do fluxo por um certo intervalo de tempo, em contraponto à desaceleração dos turbiditos clássicos. Este trato é representado na associação do tipo rampa pela **fácies 5**, subfácies **5(T_c)**; porém tem interpretado como fácies proximais as fácies de **1 a 4** de de Mutti *et alii* (1996), mesmo estas não tendo sido descritas.

Esta associação seria representação de parte do Membro Caruaçu e tem sua melhor exposição nos afloramentos BA1a (Bom Despacho Leste) e BA11 (Ponta da Sapoca) (figuras 33 e 34).

Esta associação de fácies apresenta pacotes de grande espessura no poço 9-JA-12-BA. Apresenta padrões do tipo sino invertido nas curvas de raio gama e potencial espontâneo (Figura 35), refletindo seu padrão de granocrescência ascendente, típico de seqüências deltáicas.

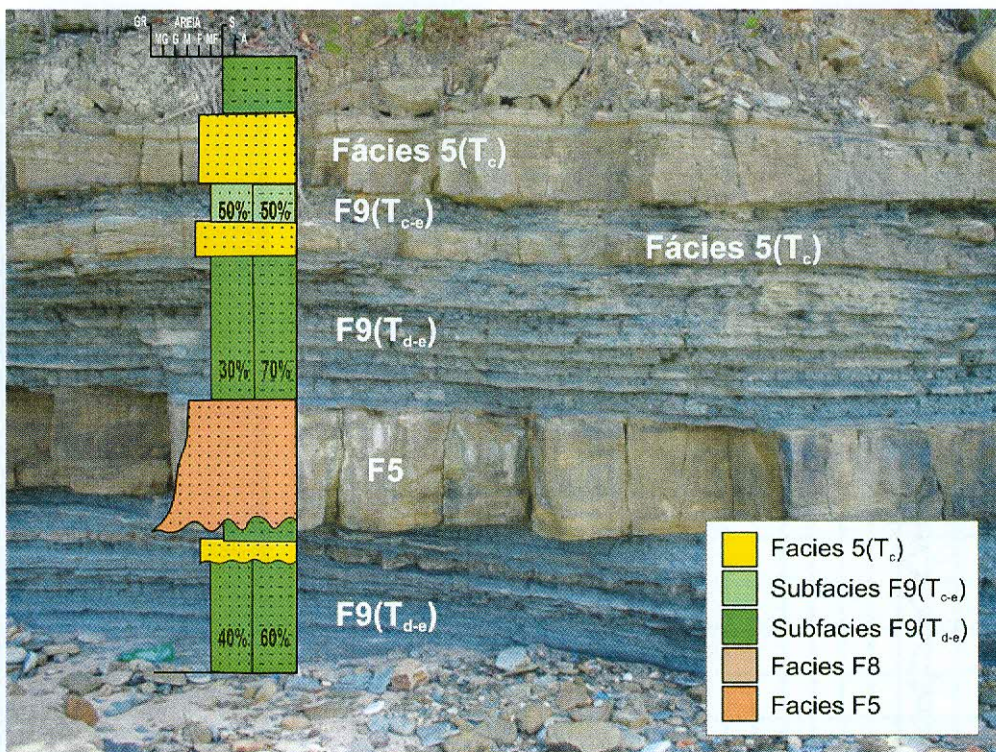


Figura 33 – Associação de fácies do tipo rampa no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste), apresentando tipicamente a fácies F5.

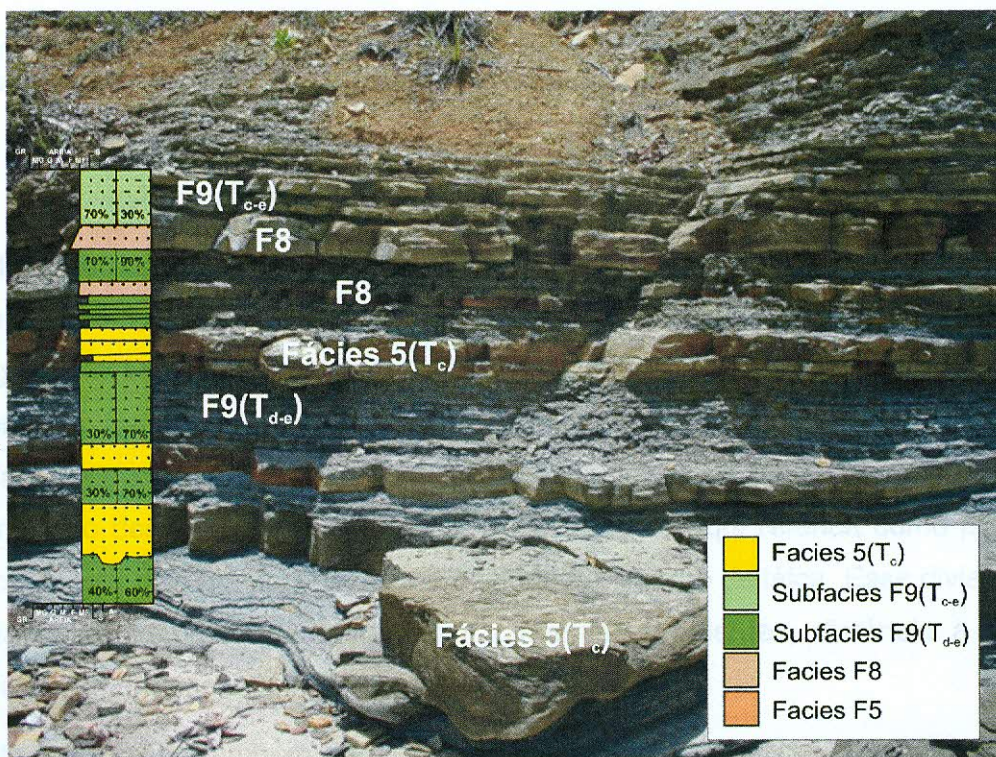


Figura 34 – Associação de fácies do tipo rampa no afloramento BA1a (Bom Despacho Leste), apresentando tipicamente a fácies F8.

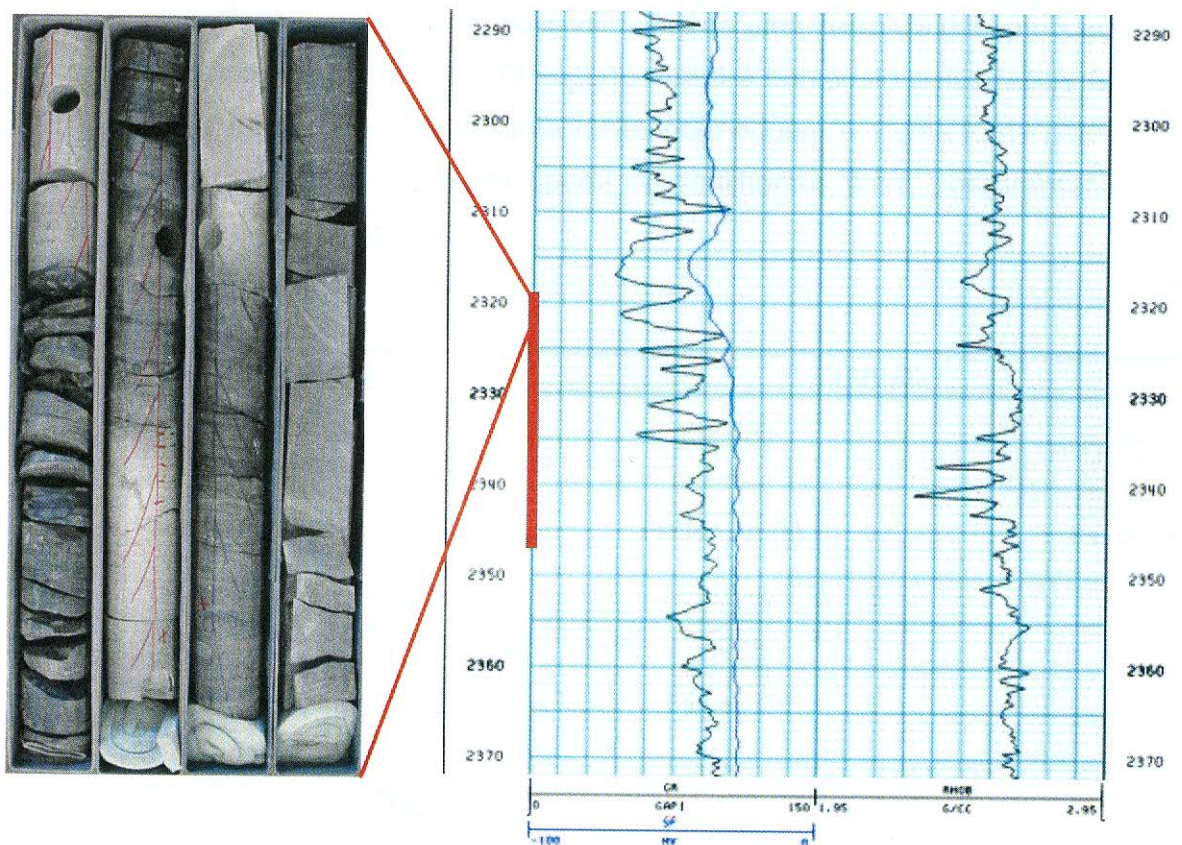


Figura 35 – Comportamento geofísico da associação de fácies do tipo rampa no intervalo 2290 – 2370 m do poço 9-JA-12-BA , ilustrado pelo testemunho 25, caixas de 1a 4.

3.2.2 Associação de fácies do tipo “Plataforma / Talude”

Esta associação é composta pelas **fácies Am(a), Am(h), O, Ad(d), Ad(r), Ae, F8, fácies 5(T_d) e 6**, organizada conforme dois tratos (sucessões de fácies) apresentados na Figura 36. Reflete um cenário mais avançado no desenvolvimento do delta. No momento em que a bacia apresenta uma geomorfologia de fundo mais complexa que a primeira, compondo um sistema “plataforma – talude”. Essa mudança na configuração se daria pelo desenvolvimento do delta, onde a região aqui referida como plataforma seria composta pela planície deltáica e o talude pela frente deltáica. Essa divisão se faz importante no fato de que apresentam diferentes gradientes, distância à fonte de sedimentos e, por conseguinte, composição sedimentar.

Esta associação também se divide em dois tratos distintos, denominados de trato de fonte arenácea e trato de fonte heterolítica. O primeiro trato é composto pelas fácies **5(T_d), O, Am(a) e Ae**, e representa uma associação genética de fácies com uma fonte

no delta essencialmente arenácea, possivelmente de uma barra de desembocadura de um canal principal ou distributário. O segundo trato é composto pelas fácies **5(T_d)**, **6**, **Ad(r)**, **Ad(d)**, **Am(h)** e **F8**, e representa fácies com origem em uma fonte heterolítica, ou seja, uma região com um maior aporte de sedimentos finos, possivelmente uma região de baía interdistributária.

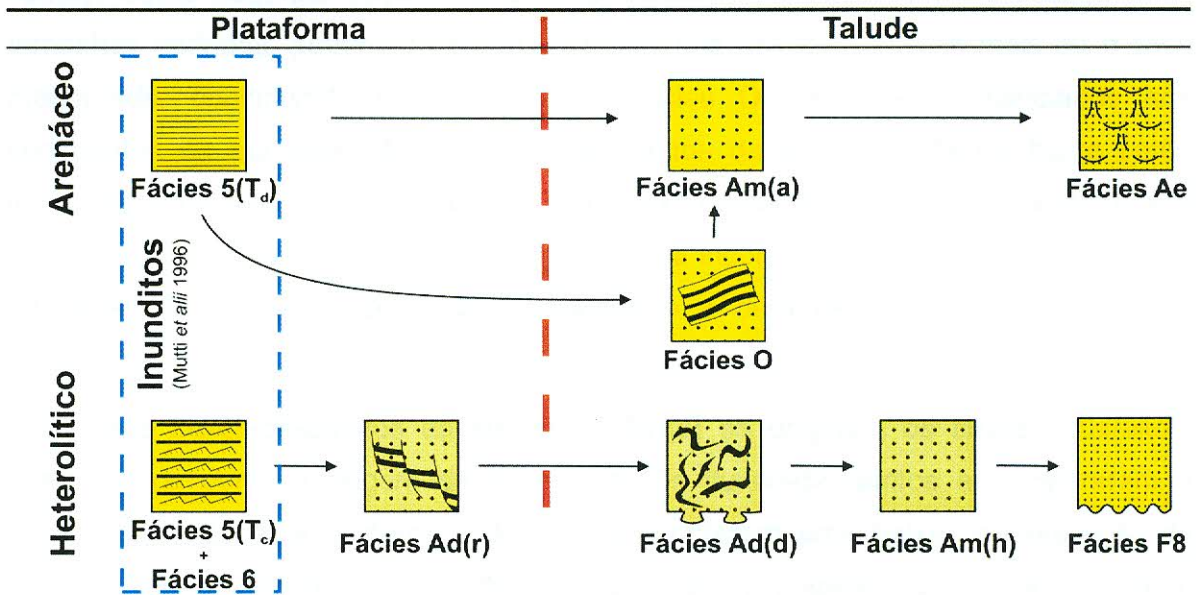


Figura 36 – Associação de fácies do tipo Plataforma / Talude proposta para a Formação Maracangalha.

Trato de Fonte Arenácea

O primeiro trato tem como fácies mais proximal a **fácies 5(T_d)**. Esta fácies é interpretada como originada por inundações fluviais entrando no delta como fluxos hiperpicnais turbulentos em desaceleração, e sua composição, principalmente arenácea com baixa porcentagem de lamitos, permite a associação desta fácies a uma região de desembocadura de canais fluviais em um paleoambiente deltáico. Para esta interpretação, também contribui a constante presença de fragmentos de matéria orgânica carbonizada de origem continental.

Com o gradual empilhamento e progradação do sistema deltáico, a região de transição entre a planície deltáica e a frente deltáica (ou região da quebra plataforma – talude) poderia atingir um ângulo crítico de empilhamento, se instabilizando e dando

origem a fácies de diferentes graus de deformação. Essa instabilização poderia criar falhas sedimentares (deformação de caráter rúptil), dando origem a matacões de sedimentos da plataforma que, por gravidade, desceriam pelo talude em um processo de deslizamento (*creep*). Estes matacões poderiam começar a incorporar água do sistema e evoluir para uma deformação de caráter plástico ou, por terem uma composição predominantemente arenosa, poderiam resultar diretamente na fácies **Am(a)**. Como segunda opção, parte desses blocos e matacões mais coesos e de tamanhos variados, poderiam permanecer com sua estrutura interna mais ou menos preservada, constituindo os olistólitos da fácies **O**, geralmente associados aos sedimentos da subfácies **Am(a)**. Os sedimentos da subfácies **Am(a)** ficam então interpretados como depositados por um fluxo-de-detritos arenoso (*sand debris*) originado tanto pelo aumento da deformação pela incorporação de água dos olistólitos da fácies **O**, ou diretamente da instabilização e deformação dos sedimentos da plataforma.

Desses fluxos-de-detritos da subfácies **Am(a)** se originam os fluxos liquefeitos, interpretados como a origem da fácies **Ae**. Os fluxos-de-detritos ao acelerarem e incorporarem água do sistema, além de apresentarem uma baixa concentração de matriz argilosa, dão origem aos fluxos liquefeitos que, apesar de alcance limitado, depositam sedimentos diretamente por congelamento e dão origem aos sedimentos da fácies **Ae**.

Esse trato de fácies é um dos representantes do Membro Pitanga e tem boas exposições na associação dos afloramentos BA12 (Ilha de Maré), BA13 (Estr. BA-522), BA14 (Ilha dos Frades), BA15 (Madre de Deus) e o testemunho 20 do poço 7-JA-14-BA (vide ilustração das fácies).

Trato de Fonte Heterolítica

Este trato de fácies, à semelhança do anterior, tem como fácies mais proximal os depósitos de plataforma das fácies **5(T_c)** e **6**. Estas fácies representam também eventos de deposição de inundações fluviais, porém em um cenário um pouco diferente do trato anterior, pela presença de abundantes lamitos intercalados (fácies **6**). Assim interpreta-se um ambiente de mais baixa energia, como leques de arrombamento em

uma baía interdistributária na planície deltáica. Essa maior presença de lamitos é que dá o caráter heterolítico deste trato.

Com base na idéia de progradação até um ângulo crítico de empilhamento sedimentar, essas fácies de inundação poderiam se instabilizar e dar origem a fácies de diferentes graus deformacionais. Estas fácies deformacionais são denominadas **Ad**, sendo a subfácies **Ad(r)** o representante rúptil da mesma (Figura 37A). Desta subfácies se originariam também matações de sedimentos que se precipitariam em movimento ao longo do talude em um processo de deslizamento (*slide*). Com a incorporação de água do sistema, essa fácies rúptil daria lugar a rochas apresentando uma deformação de caráter plástico, e se movimentando por um processo de escorregamento (*slump*) – fácies **Ad(d)** (Figura 37B). A composição de grande porcentagem argilosa desses corpos de rocha lhes confere um caráter mais plástico de deformação, essa a razão interpretada para a transição da subfácies **Ad(r)** para a subfácies **Ad(d)** sem a presença de grandes corpos olistolíticos.

Com a continuação desse movimento ao longo do talude, a fácies **Ad(d)** continuaria incorporando água do sistema e acelerando ao ponto de se transformar em um fluxo de detritos arenoso (*sand debris*) depositando a subfácies **Am(h)** (Figura 37B), que se difere do trato anterior pela composição argilosa. Por fim, esses fluxos, ainda de detritos, depositariam os sedimentos mais finos da fácies **F8**.

Deste trato de fácies, também representante do Membro Pitanga, encontram-se boas exposições na associação do afloramento BA14 (Ilha dos Frades) com os testemunhos 1 e 12 do poço 9-JA-12-BA, figuras 37 A e B.

Esta associação de fácies tem boa representação no poço 7-JA-14-BA (Figura 38), apresenta um comportamento das curvas de raio gama e potencial espontâneo do tipo caixa, o que reflete sua tendência à homogeneidade. Este padrão tende a manter-se com baixos valores de raio gama e potencial espontâneo.

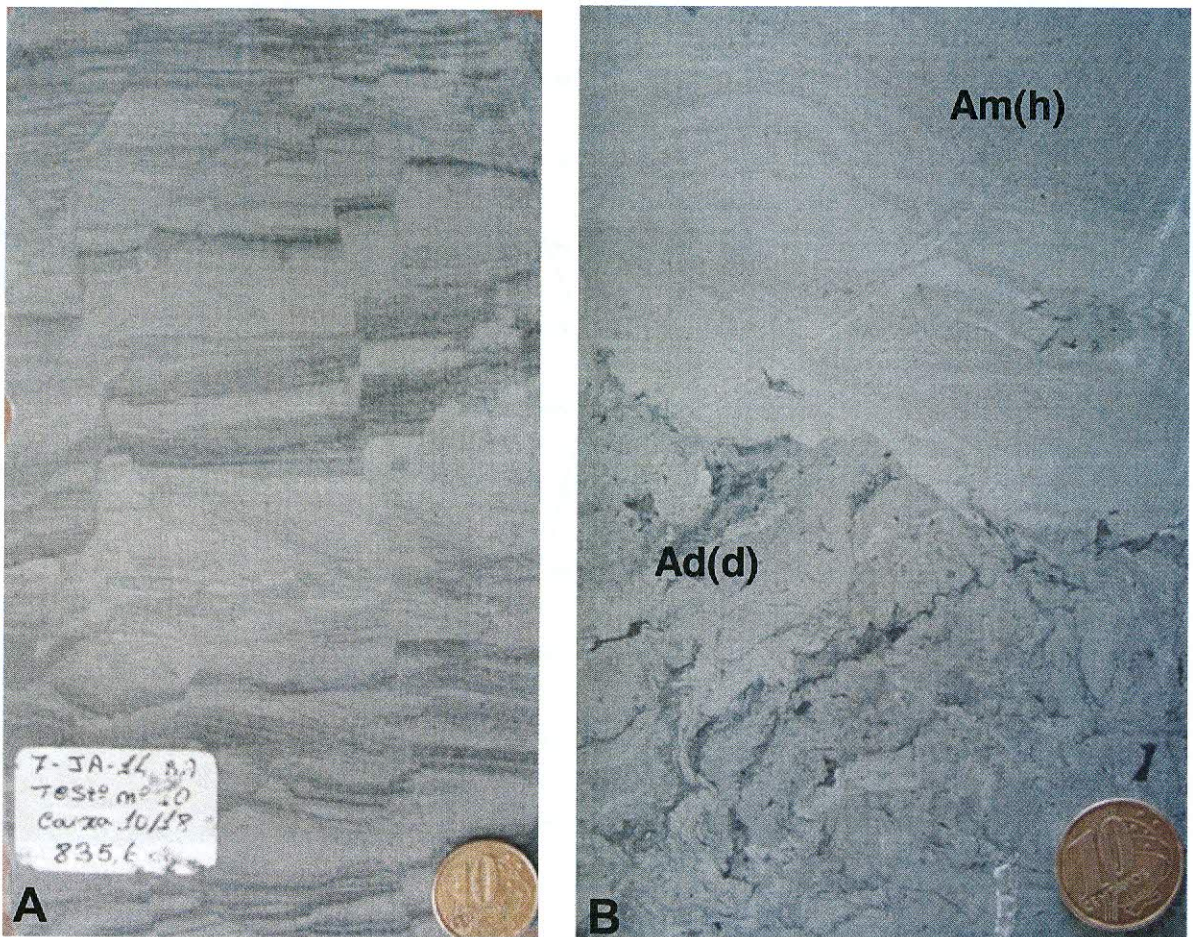


Figura 37 – (A) fácies Ad(r) originada a partir de sedimentos das fácies 5 e 6 falhados (testemunho 10, caixa 10, profundidade 835,6 m do poço 7-JA-14-BA); (B) contato entre sedimentos da fácies Am(h), superior, com sedimentos da fácies Ad(d), inferior (testemunho 12, caixa 16, profundidade 2113,34 m do poço 9-JA-12-BA)

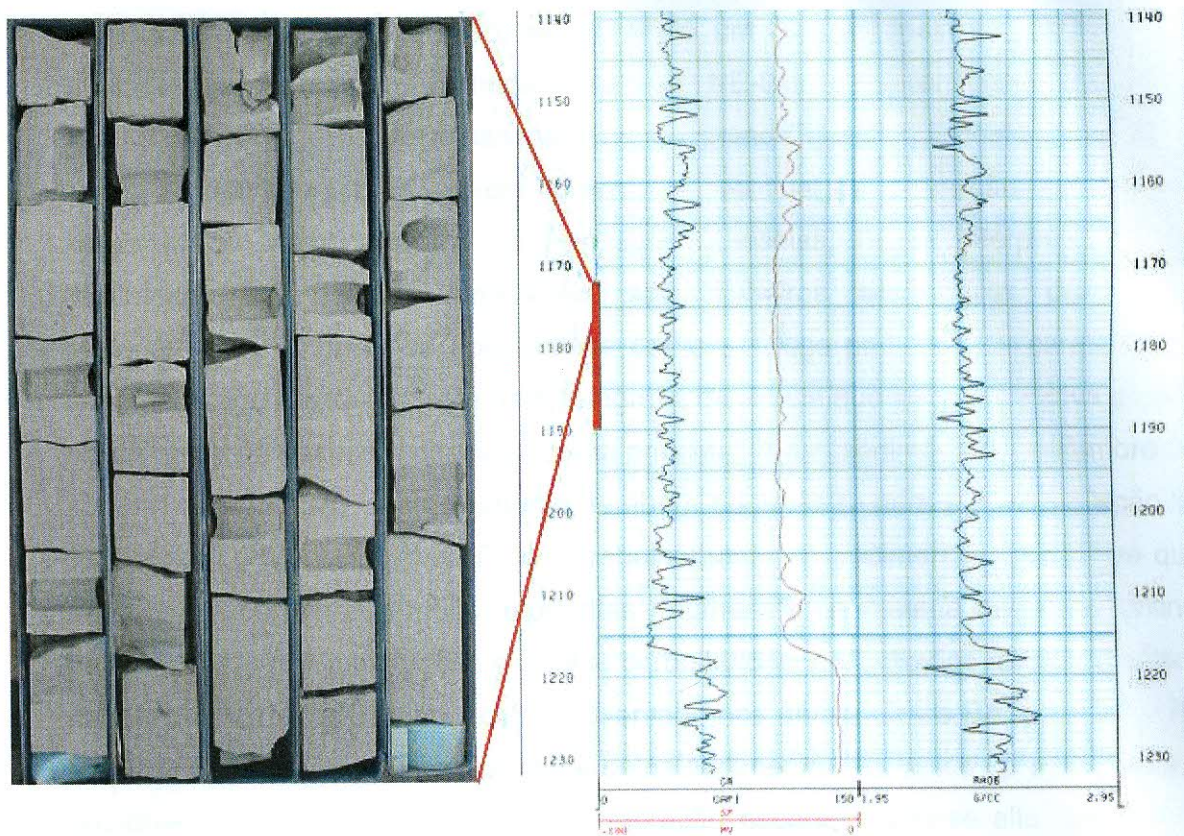


Figura 38 – Comportamento geofísico da associação de fácies do tipo Plataforma / Talude, testemunho 20, caixas de 1 a 5, do poço 7-JA-14-BA.

4 CONCLUSÕES

A história evolutiva da Formação Maracangalha tem seu início durante a Idade Rio da Serra (Valanginiano) correspondendo ao final da subzona NRT-003,2. Neste trabalho, divide-se esta história em três estágios ditintos, doravante tratados como os cenários paleogeográficos: pré-Maracangalha, rampa Maracangalha e plataforma-talude Maracangalha.

No primeiro cenário, pré-Maracangalha (Figura 39), a bacia, já em franca fase rifte, apresentava uma configuração estrutural de um gráben assimétrico, com a fossa principal (ou depocentro) alinhada na direção NE-SW. Esta configuração foi causada pelo desenvolvimento de falhas normais de grande rejeito na borda leste da bacia (falha de Salvador). Este estágio corresponde ao final da deposição dos sedimentos lacustres do Membro Gomo da Formação Candeias, sendo interpretado como o “embasamento” para a deposição dos primeiros sedimentos da Formação Maracangalha. A bacia se apresentava como um lago profundo de caráter anóxico, chamado Lago Candeias, com uma fisiografia de rampa que se aprofundava a partir da borda oeste da bacia em direção à calha principal. Estes sedimentos da Membro Gomo servem de substrato e, parcialmente, também como fonte para a sedimentação inicial da Formação Maracangalha. É do retrabalhamento de sedimentos desta fase que se interpreta a origem dos muito freqüentes fragmentos de matéria orgânica continental carbonizada e das concreções e clastos carbonáticos, encontrados em sedimentos dos membros Pitanga e Caruaçu, como observado nos afloramentos BA1a, BA13 e BA14. Este cenário é composto basicamente pelos sedimentos da fácies Lp e não apresenta qualquer potencial reservatório. Pela coloração escura, supõe-se alta quantidade de matéria orgânica nesta fácies, o que pode revelar um bom potencial como rocha geradora.

O segundo cenário, rampa Maracangalha (Figura 40), representa os primeiros eventos deposicionais da formação e abarca o que foi descrito na associação de fácies do tipo Rampa. Interpretam-se os sedimentos desta associação de fácies como originados pelas primeiras incursões fluviais sobre os sedimentos do Membro Gomo, vindas de oeste / noroeste e retrabalhando os mesmos, em um trato de lago baixo. Os sedimentos desta associação de fácies ter-se-iam desenvolvido sobre uma fisiografia

de rampa e se apresentariam como amplos lobos subaquosos, alcançando um ambiente de águas profundas.

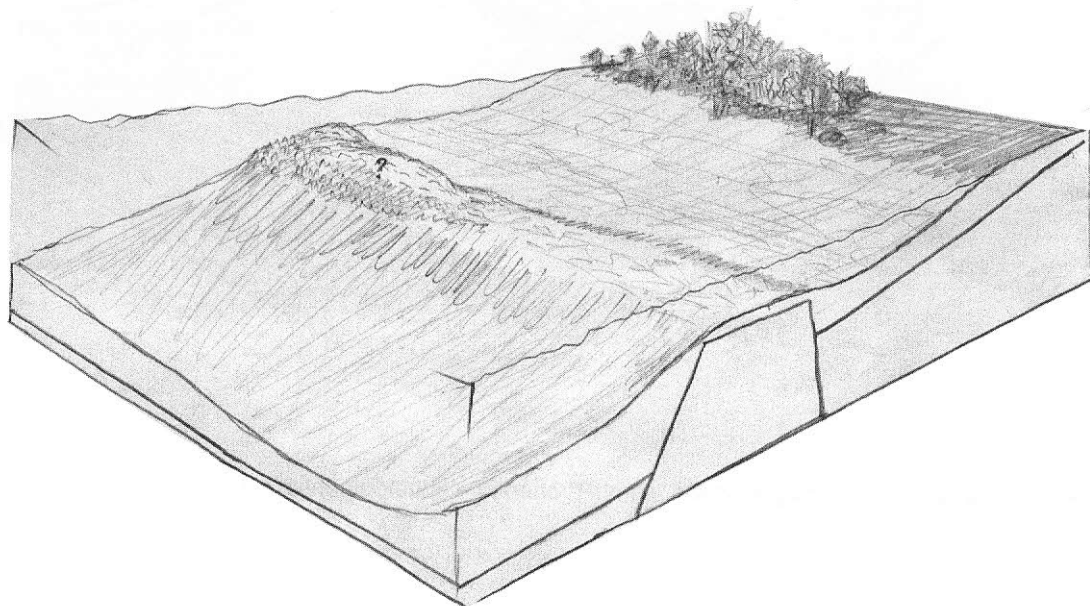


Figura 39 – Primeiro cenário paleoambiental – cenário Pré Maracangalha – mostrando baixios em águas rasas propícios a acumulações de calcários finos (calcilutitos)

Os sedimentos do segundo cenário compõem parte do Membro Caruaçu e compreendem os reservatórios abordados por Okabe (1988) nos campos de Salgado, Fazenda Boa Esperança e Fazenda Belém. Pode-se esperar, destes sedimentos, reservatórios compostos por intercalações de camadas de médio porte de arenitos predominantemente finos, fácies (F5, F8 e 5) com camadas de interlaminações de siltitos e lamitos, (fácies F9). Dentre os arenitos, as fácies F5 e F8 seriam as de melhor características de reservatório; porém apresentam baixa porosidade, em torno de 10%, muitas vezes diminuída pela presença de cimentação carbonática e de uma pseudo-matriz argilosa (intraclastos esmagados). Estas características tendem a ser homogêneas por todo o pacote e permitem-nos interpretar uma baixa permeabilidade horizontal e uma pequena, ou quase nula, comunicação vertical entre as diversas zonas do reservatório, o que leva a classificá-los como *tight-sands*. Estes reservatórios apresentam grande continuidade lateral e possuem uma arquitetura plano-convexa em seção *strike* e forma de cunha em seção *dip*, ambas de geometria muito ampla e suave (cf. Caixeta, 1988).

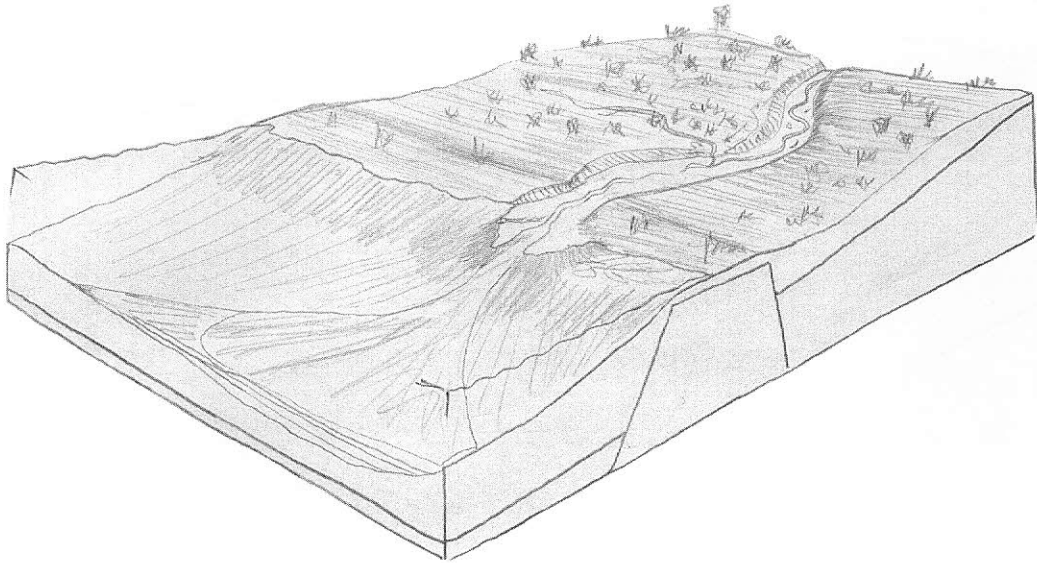


Figura 40 – Segundo cenário paleoambiental – cenário “Rampa” Maracangalha – mostrando situação de trato de lago baixo.

Com a contínua evolução das entradas fluviais do segundo cenário, desenvolve-se um amplo sistema deltáico sobre esta rampa inicial. Segundo Mello *et alii* (1971), este sistema deltáico tem sua fonte em rios vindos de oeste e noroeste e projeta-se em direção ao depocentro do lago, agora chamado de Lago Maracangalha. Com o desenvolvimento deste edifício deltáico, a fisiografia do fundo passa a apresentar uma configuração do tipo “plataforma / talude”, onde a plataforma seria representada pela planície deltáica e o talude pela frente deltáica e pró-delta. Este cenário denomina-se cenário “plataforma / talude” Maracangalha, (Figura 41), e abarca o que foi descrito na associação de fácies do tipo “plataforma / talude”. A importância desta mudança na configuração da morfologia do fundo, reside no fato da existência de superfícies com gradientes e composição sedimentar diferentes. A característica principal deste novo cenário é a presença de grandes corpos de sedimento maciços, homogêneos e com a presença de grandes corpos olistolíticos de sedimentos deltáicos. Neste terceiro cenário paleogeográfico, estão incluídos os sedimentos do Membro Pitanga e parte dos sedimentos do Membro Caruaçu. Compondo o Membro Pitanga, encontram-se os depósitos de ressedimentação por fluxos gravitacionais que se movimentam ao longo do “talude”, e, compondo parte do Membro Caruaçu (em conjunto com o que já foi descrito), encontram-se os sedimentos da planície deltáica e os inunditos.

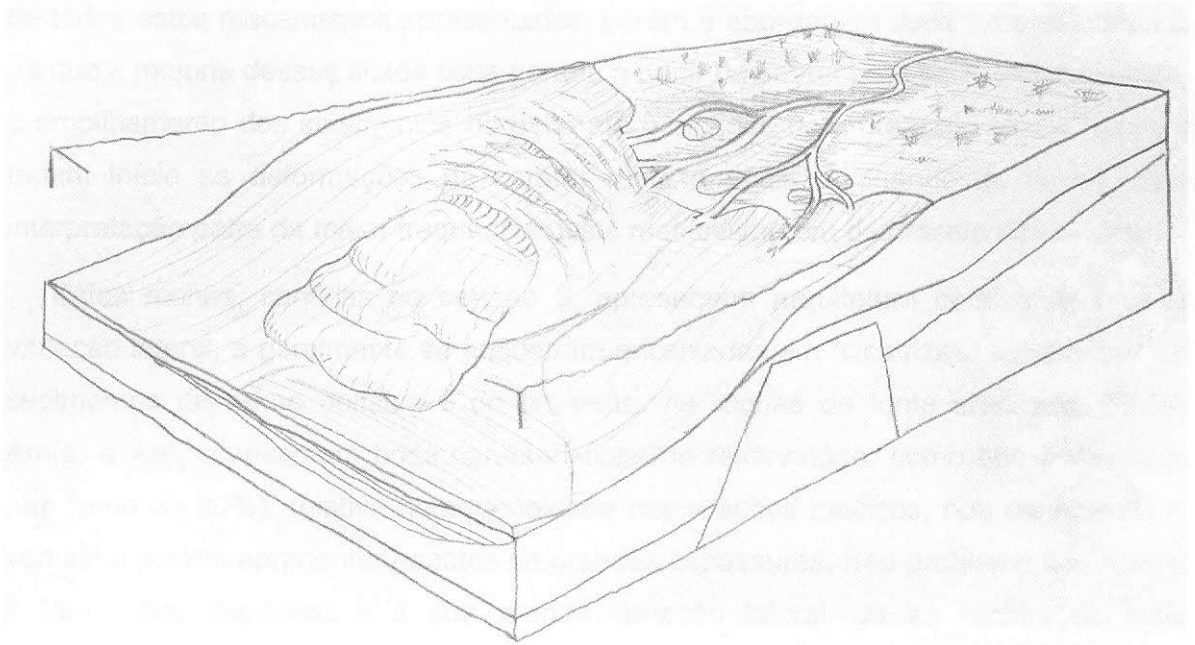


Figura 41 – Terceiro cenário paleoambiental – cenário “Plataforma / Talude” Maracangalha

As rochas do Membro Caruaçu, representativas de baías interdistributárias e de regiões de baixa energia, apresentam condições de reservatório semelhantes àquelas descritas para o cenário de rampa. Apresentam intercalações de arenitos e folhelhos, porém com uma predominância dos últimos e, apesar da boa continuidade lateral destes arenitos, apresentam baixo potencial como reservatórios. Já os depósitos representantes da fonte arenácea, apresentam bom potencial como rochas reservatório. Segundo Caixeta (1988), estes arenitos, médios, apresentam estratificação cruzada de médio porte e boa porosidade. Podem apresentar forma de lençóis de areia na desembocadura dos canais, bem como formas de canal, que podem apresentar boa continuidade ao longo do eixo principal.

A porção gravitacional deste cenário representa os sedimentos do Membro Pitanga e a maioria dos sedimentos estudados neste trabalho. Esses arenitos têm sua origem em fluxos gravitacionais de caráter pseudoplástico, disparados a partir da zona de transição entre a plataforma e o talude. A primeira discussão reside no mecanismo de disparo destes fluxos. Mello *et alii* (1971) aborda 3 possíveis mecanismos: falhas de crescimento, diapirismo e sobrecarga sedimentar; Raja Gabaglia (1990) levanta a hipótese do mecanismo a partir de simos, estes muito comuns em bacias de rifte em franca atividade tectônica. Neste trabalho se reconhece a possibilidade da ocorrência

de todos estes mecanismos apresentados; porém a abordagem dada ao problema é a de que a maioria desses fluxos seria gerada a partir da sobrecarga sedimentar, ou seja, o empilhamento dos sedimentos do delta até o alcance de um ângulo crítico, quando teriam início as deformações de caráter rúptil e dúctil originando os fluxos. Esta interpretação parte da maior frequência deste mecanismo em detrimento dos outros.

Estas rochas, contidas no cenário 3, apresentam arquitetura caótica de grande variação lateral, e geralmente se encontram encaixadas em “cicatrices” escavadas nos sedimentos da frente deltáica e do pró-delta. As rochas de fonte arenácea, (fácies Am(a) e Ae), apresentam boas características de reservatório, como boa porosidade (em torno de 20%), relativa homogeneidade nos arenitos maciços, boa conectividade vertical e podem apresentar pacotes de grandes espessuras. Seu problema fica restrito à forma dos depósitos e à sua grande variação lateral. Já as rochas de fonte heterolítica, (fácies Ad e Am(h)), como as de sua fonte, apresentam pobres características de reservatório pela constante presença de intraclastos argilosos e pseudo-matriz preenchendo os espaços porosos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIENTI, L. 1996. *Análise estratigráfica, estudo de fluxos gravitacionais e geometria dos depósitos rift da Formação Maceió - Bacia de Alagoas*. Porto Alegre, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (Tese de Doutorado.)
- BORGHI, L. 2000. *Visão Geral da Análise de fácies Sedimentares do Ponto de Vista da Arquitetura Depositional*. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 26p. (Boletim 53)
- BOUMA, A.H. 1962. *Sedimentology of some flysch deposits, a graphic approach to facies interpretation*. Amsterdam, Elsevier, 168p.
- CAIXETA, J.M. 1988. *Estudo faciológico e características de reservatório dos arenitos produtores de gás do Campo de Jacuípe (Cretáceo inferior) Bacia do Recôncavo-Brasil*. Ouro Preto, UFOP. (Tese de Mestrado)
- CAIXETA, J.M.; BUENO, G.V.; MAGNAVITA, L.P.; FEIJÓ, F.J. 1994. Bacia do Recôncavo, Tucano e Jatobá. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 8(1): 163–172.
- DELLA FÁVERA, J.C. 2001. *Fundamentos da Estratigrafia Moderna*. Rio de Janeiro, Ed. UERJ, 264p.
- FIGUEIREDO, A.M.F. & RAJA GABAGLIA, G.P. 1986. Sistema classificatório aplicado às bacias sedimentares brasileiras. *Revista Brasileira de Geociências*, 16:350-369.
- FIGUEIREDO, A.M.F.; BRAGA, J.A.E.; ZABALAGA, J.C.; OLIVEIRA, J.J.; AGUIAR, G.A.; SILVA, O.B.; MATO, L.F.; DANIEL, L.M.F.; MAGNAVITA, L.P.; BRUHN, C.H.L. 1994. Recôncavo Basin, Brazil: A prolific intracontinental rift basin. In: Landon, S.M. (ed.) *Interior Rift Basins - Tulsa, AAPG*, p.157-203. (Memoir 59)
- MATO, L.F. 1989. Aspectos Litológicos e ambiente deposicional dos biocalcarenitos ostracoidais – Marco 58 da Formação Candeias / Membro Gomo, compartimento nordeste da Bacia do Recôncavo, Bahia. In: SBP, Congresso Brasileiro de Paleontologia, 9, Curitiba, *Anais*, 2:1001-1015.
- MELLO, U.; DELLA FÁVERA, J.C.; KLEING, G.D. 1971. Processos gravitacionais subaquosos e rochas sedimentares na parte frontal de um delta cretáceo. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 25, São Paulo, *Anais* 3:159-177.

- MELLO, M.R.; KOUTSOUKOS, E.A.M.; MOHRIAK, W.U.; BACOCOLI, G. 1994. Select Petroleum Systems in Brazil. In: Magoon, L.B. & Dow, W.G. (eds.) *The Petroleum System - From Source to Trap*. Tulsa, AAPG, 499-512. (Memoir 60)
- MIALL, A.D. 1999. *Principles of sedimentary basin analysis*. Ed. Springer-Verlag, 3ed. New York, 616p.
- MILANI, E.J. 1987. Aspectos da Evolução Tectônica das Bacias do Recôncavo e Tucano Sul, Bahia, Brasil. *Ciência-Técnica-Petróleo, Setor: Exploração de Petróleo*, **18** p.61.
- MUTTI, E.; DAVOLI, G.; TINTERRI, R.; ZAVALA, C.1996. *The importance of ancient fluvio-deltaic systems dominated by catastrophic flooding in tectonically active basins*. Padova, Estratto da Memorie di Scienze Geologiche, **48**: 233-291p.
- MUTTI, E. 1992. *Turbidite sandstones*. Parma, Istituto de Geologia, Università di Parma, AGIP, 225p.
- OKABE, N. 1989. Avaliação em reservatórios de baixa permeabilidade das Camadas Caruaçu. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 3(4):299-306.
- RAJA GABAGLIA, G.P. 1990. Paleossismicidade e Sedimentação – Contribuição à geologia do compartimento sul da Bacia do Recôncavo – BA. Rio de Janeiro, UFRJ, 108p. (Tese de Mestrado)
- SANTOS, C.F.; CUPERTINO, J.A.; BRAGA, J.A.E. 1990. Síntese sobre a Geologia das Bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá. In G.P. Raja Gabaglia & E.J. Milani (coord.) *Origem e Evolução de Bacias Sedimentares*. Rio de Janeiro, PETROBRAS, 235-268.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. E. 1980. *Geologia do Brasil*. Brasília, DNPM, 501p.
- SOUSA, E.M.; SANCHES, C.P.; MATO, L.F. 1989. Registros transgressivos lacustres: origem dos marcos elétricos / radioativos da Formação Candeias (Cretáceo inferior), compartimento nordeste da Bacia do Recôncavo, Bahia. In: SBP, Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11, Curitiba, **2**:983-999.

VIANA, C.F.; GAMA JUNIOR, E.G.; SIMÕES, I.A.; MOURA, J.A.; FONSECA, J.R.; ALVES, R.J. 1971. Revisão Estratigráfica da Bacia Recôncavo / Tucano. Boletim Técnico da PETROBRAS; 14(3):157-192.

WALKER, R.G. 1984. Facies, facies sequences e facies models. In: *Facies Models*. Walker, R.G. (Ed.), Ontario, Geoscience Canada, 2ed., p.1-9.