



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Geologia

Bernard Pereira Magacho

**Estudo palinoestratigráfico e de petrografia orgânica do Cretáceo inferior da Bacia
do Recôncavo**

Rio de Janeiro

2011

Bernard Pereira Magacho

**Estudo palinoestratigráfico e de petrografia orgânica do Cretáceo inferior da Bacia do
Recôncavo**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação de Análise de Bacias e Faixa Móvel da Faculdade de Geologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Análise de Bacias.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Luzia Antonioli

Rio de Janeiro

2011

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

M188 Magacho, Bernard Pereira.
Estudo palinoestratigráfico e de petrografia orgânica do Cretáceo inferior da Bacia do Recôncavo / Bernard Pereira Magacho. – 2011.
142 f. : il.

Orientadora: Luzia Antonioli.
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia.
Bibliografia.

1. Palinologia – Recôncavo (BA) - Teses. 2. Bioestratigrafia - Teses. 3. Petrologia – Recôncavo (BA) – Teses. 4. Geologia estratigráfica – Cretáceo – Teses. I. Antonioli, Luzia. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade Geologia. III. Título.

CDU 902.67:552(813.8)

Bernard Pereira Magacho

**Estudo palinoestratigráfico e de petrografia orgânica do Cretáceo inferior da Bacia do
Recôncavo**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação de Análise de Bacias e Faixa Móvel da Faculdade de Geologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Análise de Bacias.

Aprovado em 31 de agosto de 2011.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Luzia Antonioli (Orientadora)

Faculdade de Geologia da UERJ

Prof. Dr. Rodolfo Dino

Faculdade de Geologia da UERJ

Prof^a. Dr^a. Maria Judite Garcia

Lab. Palinologia e Paleobotânica da UnG.

Dr^a. Norma Maria da Costa Cruz

CPRM

Rio de Janeiro

2011

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus pela minha vida e por todas as bênçãos concedidas e me iluminado até o presente momento.

Agradeço a minha orientadora e amiga Dra. Luzia Antonioli pelo seu profissionalismo, incentivo e apoio em todas as horas.

Ao Professor e Dr. Rodolfo Dino por sugestões, presteza, interesse e esclarecimentos e identificações do universo da palinologia, além da revisão e críticas deste trabalho, apresentando sugestões para o melhoramento deste estudo.

Agradeço ao grupo de funcionários do DEPA, à Secretaria da Pós-Graduação da Faculdade de Geologia e do Laboratório Geológico de Processamento de Amostras (LGPA) por todo auxílio fornecido.

À Capes que proporcionou todo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Professor Dr. Marco André e ao Dr. Mitsuru Arai por todas as sugestões fornecidas.

Aos professores e funcionários da Faculdade de Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro pela transmissão de seus conhecimentos.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pela amizade e incentivo.

A minha família e meus amigos que incentivaram e estiveram presentes no decorrer deste trabalho.

RESUMO

MAGACHO, Bernard Pereira. **Estudo palinoestratigráfico e de petrografia orgânica do Cretáceo inferior da Bacia do Recôncavo**. 2011. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

O presente estudo baseou-se na análise das variações verticais do conteúdo orgânico de 50 amostras derivadas do furo de sondagem 9-FBA-61-BA, que permitiu conhecer melhor os representantes palinofaciológicos e palinológicos do Cretáceo Inferior da Bacia do Recôncavo, na área estudada. Através da observação a luz da microscopia óptica em luz branca transmitida e luz ultravioleta, foi possível posicionar temporalmente a seção, e individualizar quatro tipos de palinofácies distintas, levando-se em conta os tipos e o grau de preservação da matéria orgânica. As análises quantitativas do conteúdo orgânico mostram um predomínio de material orgânico de origem alóctone, representado por grãos de pólen, esporos e fitoclastos na base e no topo da seção, sendo sua porção média dominada por material orgânico amorfo autóctone. As mais altas fluorescências são observadas nas porções média e basal da seção indicando um ambiente mais redutor à época de sedimentação, destes estratos. Os dados de ICE apresentam valores de maturação entre 4,5 e 5,0 caracterizando um material orgânico maduro para geração de hidrocarbonetos. A associação palinoflorística identificada, bem como os dados litológicos obtidos, indicam um paleoambiente exclusivamente continental, composto por um sistema fluvial e deltaico-lacustre, sob um clima quente árido para a época deposicional. Tal associação enquadra-se àquelas observadas nas bacias do nordeste brasileiro e insere-se nas características das associações pertencentes à Província Microflorística *Dicheiropollis* (ex-WASA). Foram identificadas 56 espécies de palinomorfos, incluindo grãos de pólen, esporos, algas e fungos. A detecção das espécies, *Dicheiropollis etruscus* e *Aequitriradites spinulosus*, nos permitiu posicionar o intervalo nas biozonas *Vitreisporites pallidus* e *Dicheiropollis etruscus*, consideradas como de idades Hauteriviano – Barremiano.

Palavras-chave: Palinologia. Palinofácies. Bioestratigrafia. Petrografia Orgânica. Bacia do Recôncavo.

ABSTRACT

The present study was based on vertical variations analysis of the organic matter from 50 core samples collected from the well 9-FBA-61-BA, allowing better understanding of the Early Cretaceous of Reconcavo Basin palynological and palynofacies characteristics. Observations throughout combined light and blue light/UV fluorescence techniques, permitted to defined the section depositional time, and to distinguish four individual types of palynofacies, taking into account the variety and degree of preservation of organic matter.. Quantitative analysis of the organic content shows a predominance of allochthonous organic matter, represented by pollen, spores and phytoclasts on the base and top of the section; however the middle part is dominated by amorphous organic matter. On the other hand, the highest fluorescence was observed at the base and middle portion of the section suggesting a low oxidizing level at this sedimentation time. ICE data presents mature values ranging between 4.5 to 5.0 indicating that the deposits are in the oil generation window. The identified palynoflora and obtained lithological data suggests an exclusively continental paleoenvironment, composed by fluvial and deltaic - lake systems, in a warm and arid climate at the deposition time. Were identified 56 species of palynomorphs, including pollen, spores, algae and fungi. The detection of the *Dicheiropollis etruscus* and *Aequitriradites spinulosus* index species indicates these deposits belong to the Hauterivian - Barremian *Vitreisporites pallidus* and *Dicheiropollis etruscus* palynozones, respectively. This assemblage fits into those observed in the Brazilian northeastern basins and have the microfloristic assemblage characteristics that fit in to the *Dicheiropollis* Province (= WASA Province).

Keywords: Palynology. Palynofacies. Biostratigraphy. Organic Petrography. Recôncavo Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização, limites e arcabouço estrutural da Bacia do Recôncavo.....	15
Figura 2 -	Localização, limites e mapa geológico da Bacia do Recôncavo.....	16
Figura 3 -	Mapa Geológicos simplificado do Cráton de São Francisco.....	18
Figura 4 -	Mapa Geológicos simplificado do segmento do Orógeno Paleoproterozóico exposto na porção norte do Cráton de São Francisco.....	18
Figura 5 -	Mapa Estrutural do embasamento do Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá.....	20
Figura 6 -	Configuração Continental no Aptiano Superior.....	21
Figura 7 -	Caracterização dos segmentos Sudeste e Nordeste do Rifte Sul-Atlântico quanto à sua ascensão da atmosfera.....	22
Figura 8 -	Divisão da Bacia do Recôncavo em compartimentos e sua configuração estrutural.....	24
Figura 9 -	Carta Estrigráfica da Bacia do Recôncavo.....	28
Figura 10 -	Paleogeografia da fase Pré-Rifte da Bacia do Recôncavo.....	32
Figura 11 -	Paleogeografia da fase Sin-Rifte da Bacia do Recôncavo.....	33
Figura 12 -	Paleogeografia durante a deposição da Formação Taquipe.....	34
Figura 13 -	Testemunho do poço 9-FBA-61-BA.....	37
Figura 14 -	Fluxograma de preparação de amostras.....	39
Figura 15 -	Fluxograma das etapas das análises de Palinofácies.....	41
Tabela 1 -	Critérios ópticos para avaliação do estado de preservação da matéria orgânica.....	44
Tabela 2 -	Relação entre a composição química e fluorescência dos diferentes componentes do querogênio imaturo.....	45
Tabela 3 -	Variações de cor e intensidade de fluorescência resultantes das reações de aromatização ocasionadas pelo aumento da maturação térmica.....	47
Figura 16 -	Índice de Coloração de Esporos (ICE) – <i>Robertson Research International Limited</i> ...	48
Figura 17 -	Fluxograma da classificação do querogênio.....	53
Figura 18 -	Exemplos de fitoclastos opacos encontrados na seção.....	59
Figura 19 -	Exemplos de fitoclastos não-opacos encontrados na seção.....	59
Figura 20 -	Exemplos de fitoclastos originados de tecidos vasculares.....	60
Figura 21 -	Exemplos de cutículas encontradas na seção.....	60

Figura 22 - Esporos encontrados na seção.....	62
Figura 23 - Grãos de Pólen encontrados na seção.....	62
Figura 24 - Exemplos de Matéria Orgânica Amorfa encontrada na seção.....	63
Figura 25 - Exemplos de Resinas encontradas na seção.....	64
Figura 26 - Gráfico representando a porcentagem relativa entre os três grupos de querogênio (Fitoclastos, MOA, Palinomorfos) ao longo da seção.....	65
Figura 27 - Índice de Coloração de Esporos (ICE) e sua relação com outros parâmetros de maturação térmica (baseado em <i>Robertson Research International Limited</i>).....	67
Figura 28 - Descrição das três palinofácies individualizadas.....	72
Figura 29 - Gráfico mostrando a relação entre o Grupo do Querogênio, COT e Palinofácies.....	73
Figura 30 - Gráfico exibindo a relação MOA x COT.....	74
Figura 31 - Bloco diagrama representando o ambiente deposicional para a época.....	81
Tabela 4 - Distribuição bioestratigráfica do poço 9-FBA-61-BA.....	84

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	12
1	CONTEXTO GEOLÓGICO – REGIONAL	17
1.1	Contexto Geotectônico – Estrutural	21
2	ESTRATIGRAFIA	26
3	ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS	29
4	EVOLUÇÃO TECTONO-SEDIMENTAR	31
5	METODOLOGIA	36
5.1	Seleção e Coleta das Amostras	36
5.2	Preparação das Amostras Organopalinológicas	38
5.3	Análises Palinofaciológicas e Palinológicas	40
5.3.1	<u>Análises de Palinofácies</u>	40
5.3.2	<u>Análises Palinológicas</u>	41
5.4	Análises Quantitativas	43
5.5	Análise de Preservação da Matéria Orgânica	43
5.6	Fluorescência do Querogênio	45
5.7	Índice de Coloração dos Esporos (ICE)	47
5.8	Análises de Carbono Orgânico Total (COT)	49
5.8.1	<u>Preparação das Amostras</u>	49
6	ESTUDO DO QUEROGÊNIO	52
6.1	Classificação do Querogênio	52
6.1.1	<u>Fitoclastos</u>	53
6.1.1.1	Fitoclastos Não – Opacos.....	53
6.1.1.2	Fitoclastos Opacos.....	54
6.1.2	<u>Palinomorfos</u>	55
6.1.2.1	Esporomorfos.....	55
6.1.2.2	Fitoplâncton.....	55
6.1.2.3	Zooplâncton.....	56
6.1.3	<u>Material Orgânico Amorfo</u>	56
6.1.3.1	Matéria Orgânica Amorfa (MOA).....	56
6.1.3.2	Resinas.....	56

6.2	Tipos de Querogênio	57
7	RESULTADOS PALINOFACIOLÓGICOS	58
7.1	Identificação dos Componentes Orgânicos	58
7.1.1	<u>Grupo dos Fitoclastos</u>	58
7.1.2	<u>Grupo dos Palinomorfos</u>	61
7.1.3	<u>Grupo da Matéria Orgânica Amorfa (MOA)</u>	63
7.2	Representação Quantitativa dos Principais Grupos de Querogênio	64
7.3	Maturação Térmica do Material Orgânico	65
7.4	Estado de Preservação do Material Orgânico	68
7.4.1	<u>Crítérios Óticos</u>	68
7.4.2	<u>Intensidade da Fluorescência</u>	68
7.5	Caracterização das Palinofácies	69
7.5.1	<u>Carbono Orgânico Total (COT)</u>	74
8	RESULTADOS PALINOLÓGICOS	75
8.1	Características Gerais da Palinoflora	75
8.2	Interpretação Paleoambiental	78
8.3	Palinologia Estratigráfica	82
8.3.1	<u>Zoneamento Palinológico</u>	82
8.3.2	<u>Idade</u>	85
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
10	ESTUDO SISTEMÁTICO	89
	REFERÊNCIAS	115
	ESTAMPAS	128

INTRODUÇÃO

Sequências do Cretáceo Inferior não-marinhas ocorrem na quase totalidade das bacias marginais brasileiras, nas bacias mesozóicas interiores do nordeste e também nas bacias terrestres paleozóicas. A maioria destes depósitos se encontra em subsuperfície e são importantes pacotes geradores e reservatórios dos campos petrolíferos brasileiros. Dentre estas bacias, destaca-se a do Recôncavo-Tucano-Jatobá, localizada no Nordeste do Brasil. Trata-se de um rifte abortado intracontinental preenchido por sedimentos continentais e desenvolvido nos Períodos Neojurássico e Eocretáceo, durante a fase de abertura do Rifte do Atlântico Sul.

O início da exploração Petrolífera no Brasil ocorreu na Bacia do Recôncavo, onde teve a sua primeira descoberta significativa de óleo em 1939, em poços perfurados no distrito de Lobato, em Salvador. Sua produção máxima de óleo atingiu cerca de 60.000 barris por dia durante os anos 60 e início dos anos 70.

A atuação do sistema petrolífero da Bacia do Recôncavo foi extremamente eficiente. De uma maneira geral, os dados estratigráficos/geoquímicos comprovam que a geração de hidrocarbonetos ocorreu a partir de folhelhos lacustres da Formação Candeias, de idade Rio da Serra, enquanto o início da migração ocorreu no tempo Buracica/Jiquiá; e que os seus principais reservatórios são de natureza siliciclástica envolvendo fácies fluvio-eólicas e deltaicas, como a Formação Pojuca.

Entretanto, apesar do imenso volume de dados geológicos, resultado de décadas de atividade exploratória, várias questões permanecem imprecisas, em função da gênese lacustre de seus depósitos. Estas incertezas relacionam-se às idades destes depósitos, dada a impossibilidade de sua correlação com as unidades internacionais (ausência de fósseis marinhos), heterogeneidade dos reservatórios, áreas da bacia em diferentes estágios de maturação das rochas geradoras e regiões da bacia ainda pouco exploradas. Assim, mesmo com o já grande volume de dados existentes, faz-se necessário estudos geológicos ainda mais aprofundados, particularmente nos campos da bioestratigrafia, geoquímica e de palinofácies de modo a garantir uma sobrevida a exploração da Bacia do Recôncavo.

Visando precisamente contribuir com o enriquecimento de dados na bacia referente às disciplinas supracitadas é que o presente trabalho foi desenvolvido, pois apresenta resultados em uma área pouco conhecida da bacia.

A área de estudo localiza-se na porção NE do Estado da Bahia, próximo da cidade de Aramari na borda noroeste da bacia, em região próxima ao limite com a Bacia do Tucano. Aqui se procedeu à integração dos resultados palinológicos e palinofaciológicos obtidos, aliado a um adequado controle estratigráfico, de forma a contribuir para a reconstituição da história deposicional desta área da bacia. A caracterização dos tipos e preservação do material orgânico que compõem esses estratos nos permitiu ainda terminar do grau potencial gerador para a seção.

Objetivos

Os principais objetivos deste trabalho foram:

- Identificar os principais palinomorfos diagnósticos de idade e ambiente, dando inferência a respeito do posicionamento temporal da seção;
- Reconstituir a história deposicional da seção, através da associação palinoflorística presente;
- Determinar os valores percentuais do Carbono Orgânico Total (% COT);
- Identificar os diferentes tipos de material orgânico presente nos sedimentos, classificando o tipo de querogênio;
- Determinar o Índice de Maturação Térmica pelo qual a matéria orgânica foi submetida durante o processo diagenético;
- Individualizar as diferentes palinofácies presente na seção.

Localização

A Bacia do Recôncavo está situada na região Nordeste do Brasil, no estado da Bahia (Figura 1 e 2). Os limites da Bacia do Recôncavo se dão, ao sul, por uma zona de transferência E-W (Sistema de Falhas da Barra), que a separa da Bacia de Camamu; a leste, por afloramentos pré-cambrianos, através dos sistemas de Falhas de Salvador,

sendo este o mais expressivo, podendo atingir até seis mil metros de rejeito; a oeste, pela Falha de Maragogipe, associada à borda flexural do meio-gráben; e a norte pelo Alto de Aporá, que a separa da Bacia do Tucano (COSTA et al., 2006). A coordenada geográfica (UTM) do poço é $x= 8.669.409$ e $y= 545.022$.

Inúmeras campanhas prospectivas para a avaliação do potencial mineral da bacia foram realizadas por diversas empresas, destacando-se a atuação da Petrobrás, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), e da antiga Petromisa, além de trabalhos realizados por pesquisadores ligados a outras instituições de pesquisa e ensino.

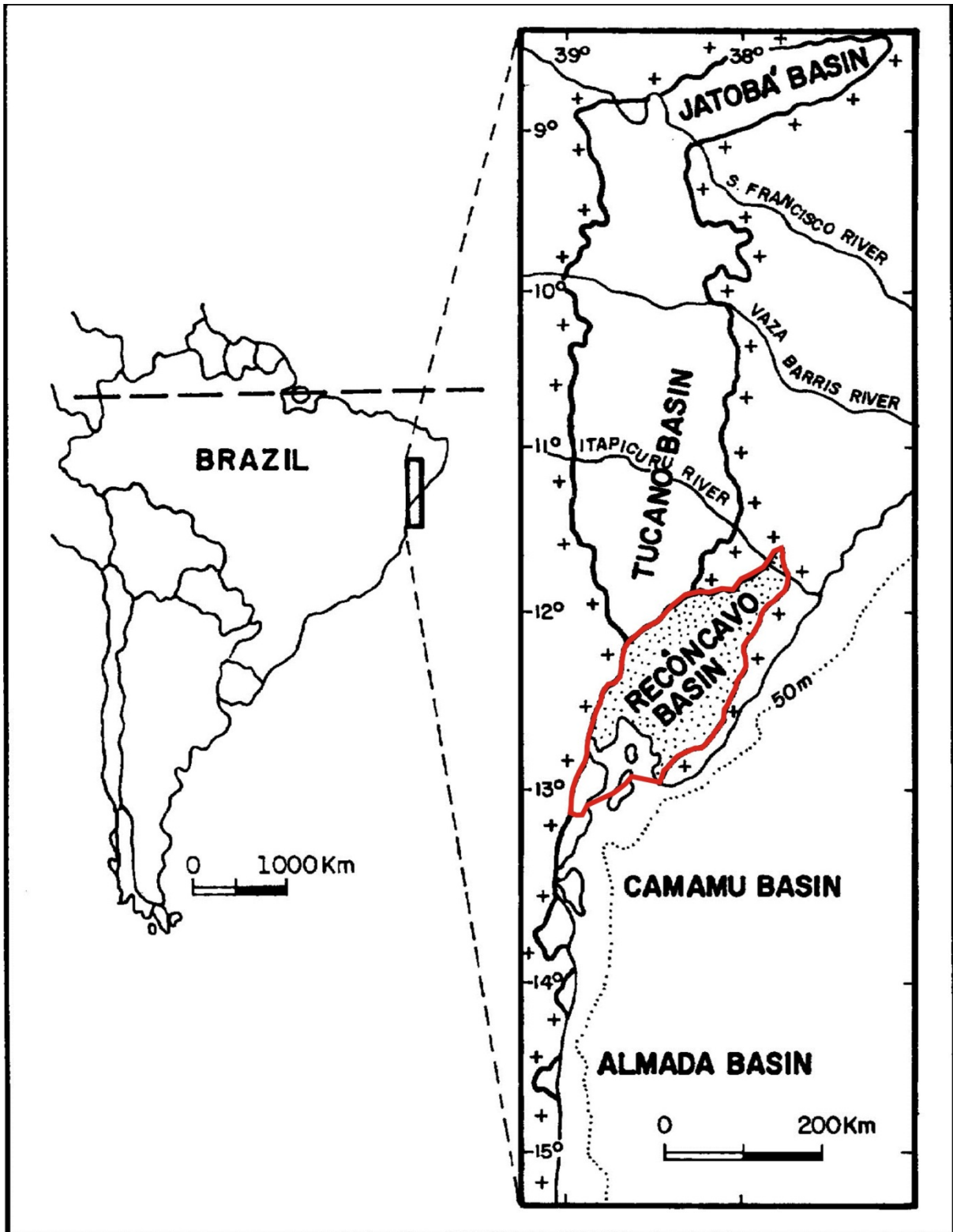


Figura 1: Localização, limites e arcabouço estrutural da Bacia do Recôncavo, destacado em vermelho.

Fonte: Modificado de Figueiredo et al., 1994.

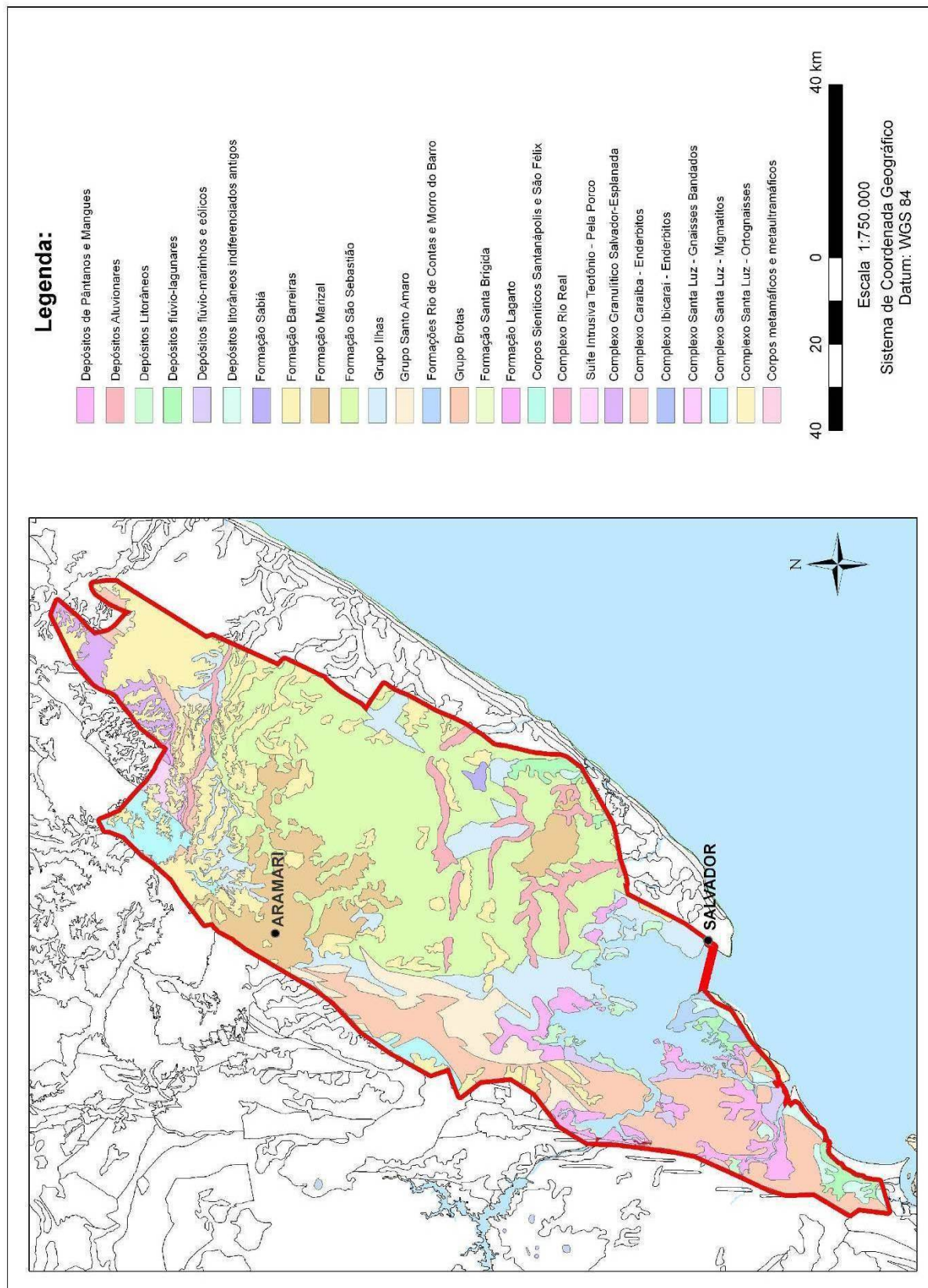


Figura 2: Localização, limite e mapa geológico da Bacia do Recôncavo.

1 CONTEXTO GEOLÓGICO-REGIONAL

Após várias colisões arqueanas, paleoproterozóicas, mesoproterozóicas, e durante a Tafrogênese do Toniano, a cerca de 950 Ma, desenvolve-se por completo o Cráton São Francisco-Congo; durante a Orogênese Brasiliana, que ocorre já no Neoproterozóico Superior, esse continente é envolvido numa sucessão de colisões que terminam com a formação do Gondwana. As margens passivas e ativas são convertidas nos cinturões orogênicos que definem o contorno atual do cráton (ALKMIM, 2004) (Figura 3).

As bacias marginais brasileiras, de uma forma geral, compartilham grandes semelhanças quanto à evolução tectônica e história do preenchimento sedimentar. Essas semelhanças devem-se à gênese comum, resultante dos processos que culminaram com a quebra do Supercontinente Gondwana, a partir do final do Jurássico. (MILHOMEN et al., 2003).

Dessa maneira, foi formado o Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá que está alojado sobre terrenos pertencentes ao Cráton do São Francisco, à Faixa Sergipana e ao Maciço Pernambuco-Alagoas (Figuras 3 e 4: ALKMIN, 2004; e 5: MILANI; DAVISON, 1988). Este substrato apresenta grande heterogeneidade de composição e estruturação, refletida pela diversidade de litotipos e estruturas geológicas.

Neste contexto, a Bacia do Recôncavo está sobreposta a unidades pertencentes apenas ao cráton, mais precisamente ao domínio chamado de Cinturão Paleoproterozóico do Leste da Bahia (CPLB, ALKMIM, 2004). Esta subdivisão do cráton corresponde a uma faixa de dobramentos consolidada no Ciclo Orogenético Transamazônico (2,1 – 2,0 Ga). Tal faixa teria se desenvolvido em torno de um paleocontinente correspondente ao domínio chamado Plataforma Paleoproterozóica. O CPLB é composto de terrenos de idade predominantemente Paleoproterozóica, mas possui núcleos e blocos de idade arqueana que foram aglutinados em meio aos processos de consolidação da faixa móvel.

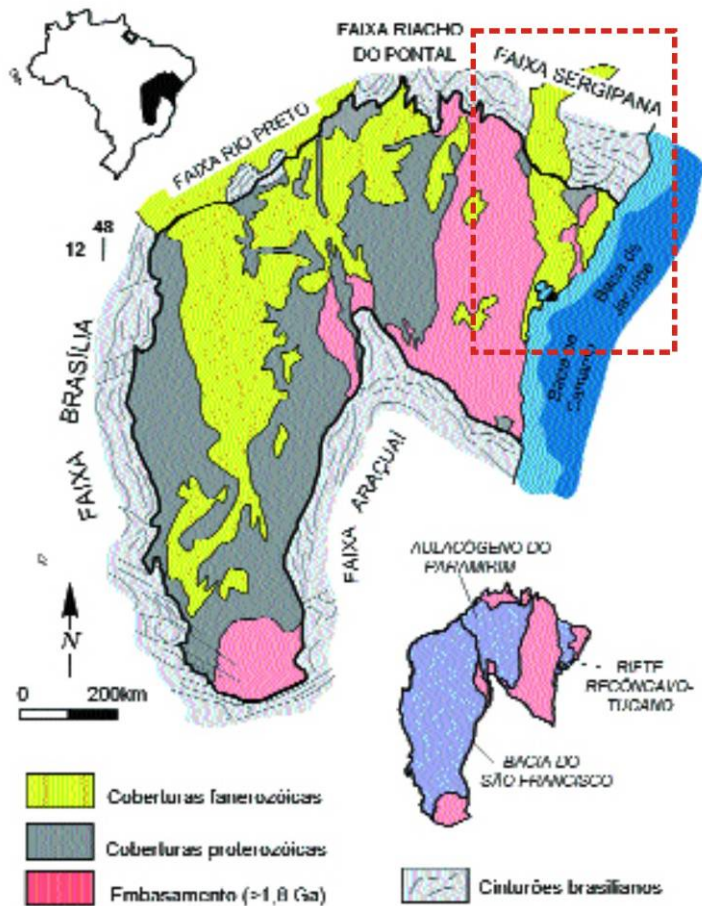
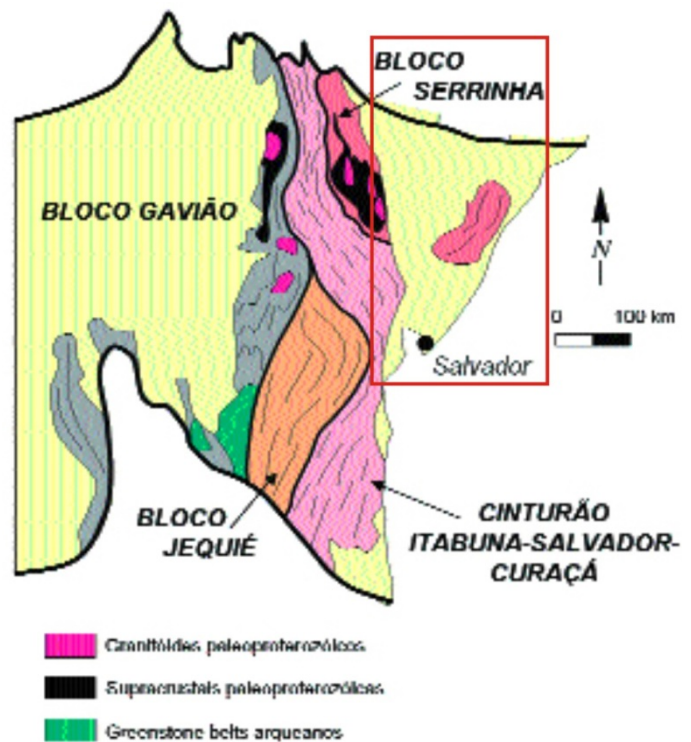


Figura 3: Mapa geológico simplificado do Cráton de São Francisco. No Retângulo pontilhado vermelho, destaque para o Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá.

Fonte: Modificado de Alkmim et al. (1993) por Alkmim (2004).

Figura 4: Mapa geológico simplificado do segmento do orógeno paleoproterozóico exposto na porção norte do Cráton do São Francisco. Fonte: Barbosa; Sabaté (2001) por Alkmim (2004).



O embasamento da Bacia do Recôncavo, no limite oeste, é formado por gnaisses granulíticos de idade paleoproterozóica, de foliação N30° W e mergulho 70° – 80° SW. Ainda no setor oeste, um pouco mais para norte, os granulitos são substituídos por terrenos do tipo *Greenstone Belt*. No limite leste e sudeste, incluindo a região do Alto de Aporá, ocorrem gnaisses de composição granulítica e anfibolítica com foliação N30°E e caimento 80° – 90° NW (COSTA et al., 2006).

As estruturas principais que caracterizam o embasamento da bacia são representadas por dois sistemas de grandes zonas de cisalhamento, um com orientação N30° – 40° e outro N30° – 80° W (Figura 5: MILANI; DAVISON, 1988).

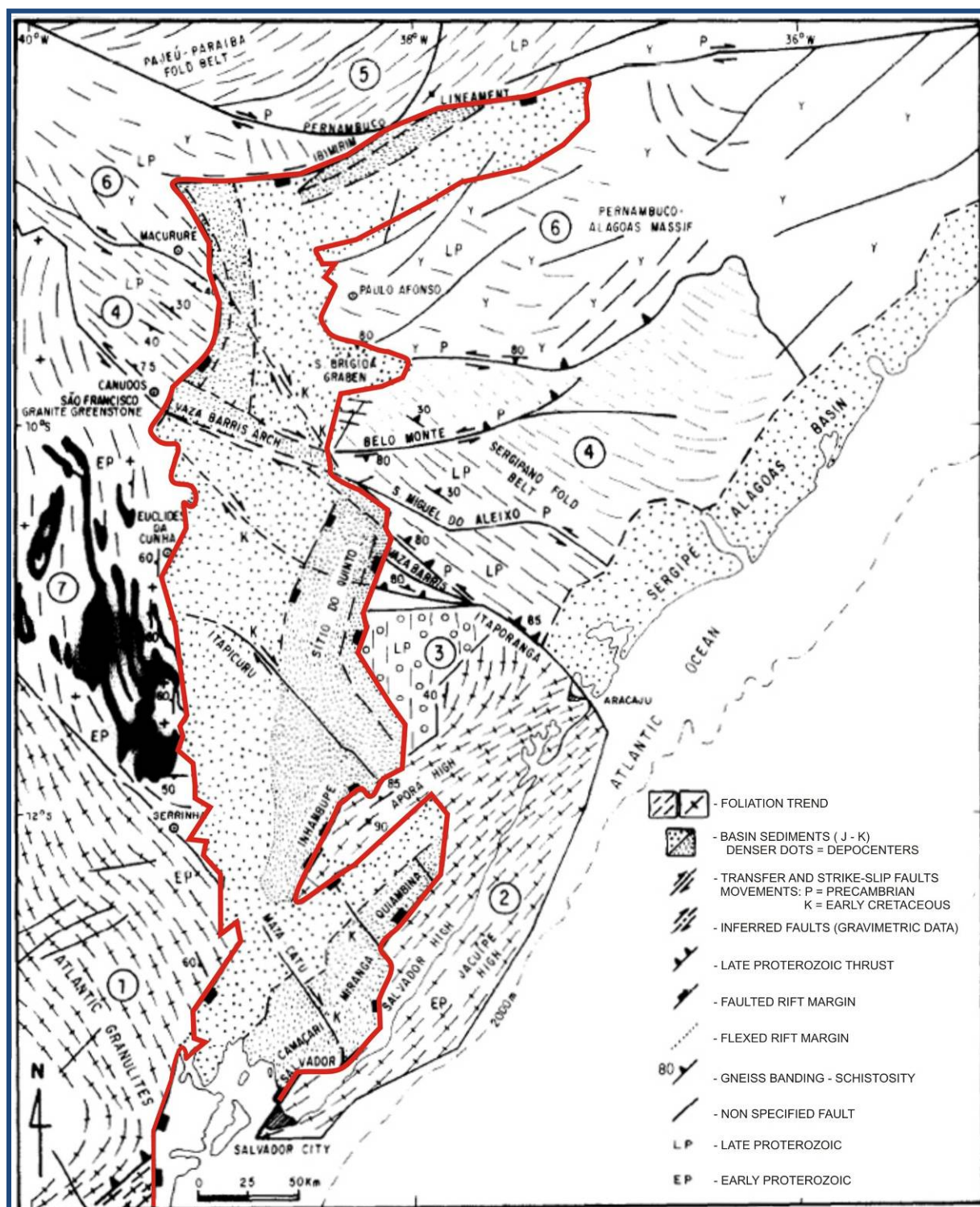


Figura 5: Mapa estrutural do embasamento de Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá. **1 e 2:** Granulitos do Proterozóico Inferior; **3:** Sedimentos do Proterozóico Superior; **4 e 5:** cinturões de dobramentos formados durante o Proterozóico Final; **6:** gnaisses e granitos retrabalhados durante o Proterozóico Superior; **7:** terrenos do Proterozóico Inferior (granito-greenstone); as áreas em preto correspondem ao *Greenstone Belt* Rio Itapicuru. Fonte: Milani; Davison, 1988.

1.1 Contexto Geotectônico-Estrutural

O desenvolvimento deste sistema de rifte intracontinental, único da Margem Leste Brasileira, ocorreu devido a resposta ao mesmo campo de stress da Ruptura do Gondwana e separou definitivamente em América do Sul, África, Índia, Austrália, Antártica e algumas ilhas, como a Nova Zelândia e Madagascar.

Esta ruptura ocorreu a partir do Neojurássico, a cerca de 200 Ma, e durante o Eocretáceo, foi formado o Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá (Figura 6) (FIGUEIREDO et al.,1994).

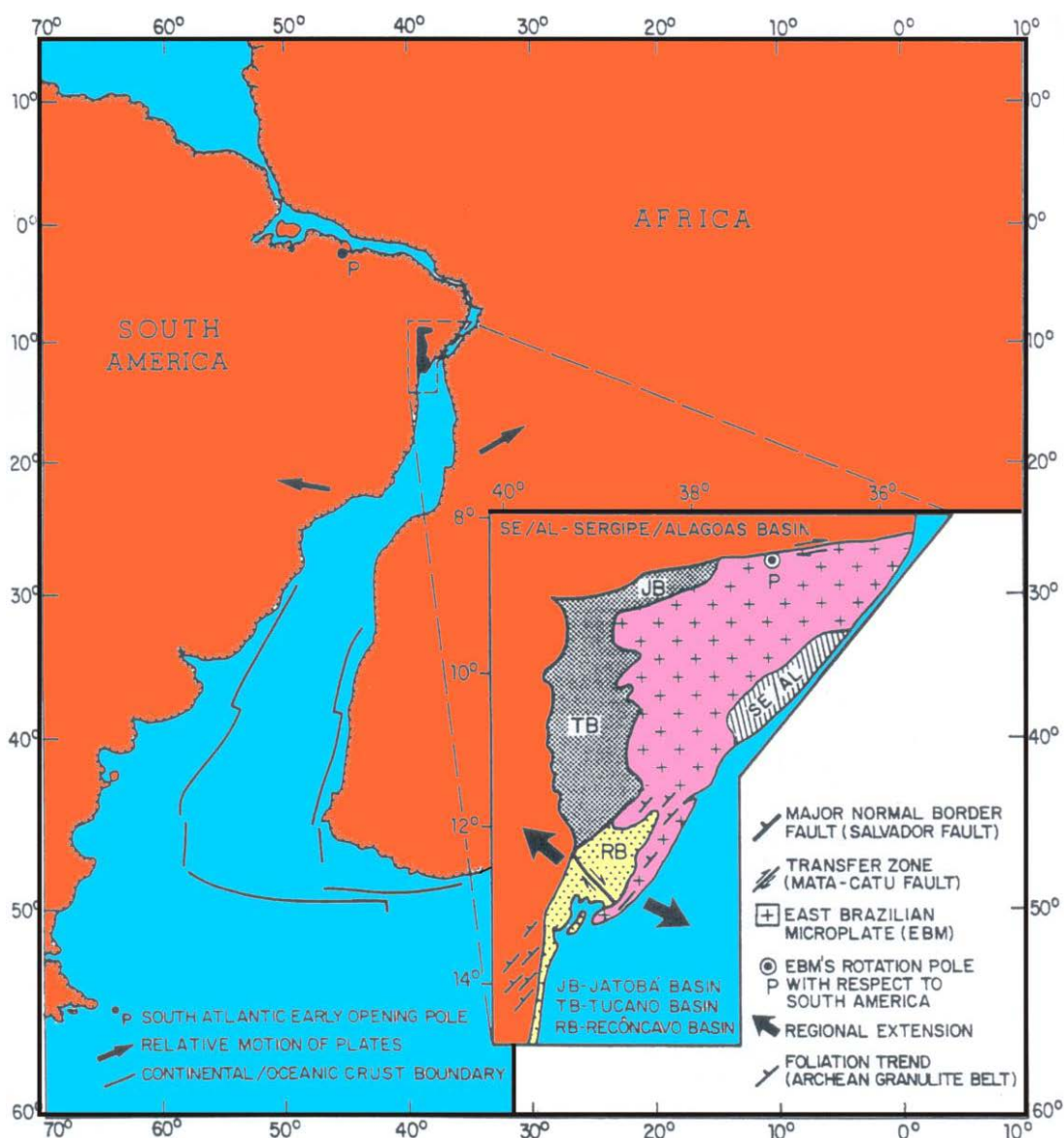


Figura 6: Configuração continental no Aptiano Superior.
Fonte: Modificado de Figueiredo et al. 1994.

Segundo Milani (1987), no modelo evolutivo do rifte do Recôncavo, não ocorrem evidências de um arqueamento crustal precedente à fase rifte destas bacias. A geometria da sedimentação pré-rifte caracteriza um lento e progressivo processo de subsidência da região nordeste, característico de rifteamento passivo. Entretanto, no segmento sudeste da margem continental brasileira, a presença do volumoso vulcanismo basáltico da Província do Paraná, os arcos de Rio Grande, Ponta Grossa e o Platô de São Paulo, refletem a forte influência da pluma mantélica Tristão da Cunha na elevação das geotermas na área de desenvolvimento do Rifte Sul – Atlântico, sendo excelente exemplo do modelo de rifte ativo (Figura 7).

Esta ação magmática pontual entre as placas sul-americana e africana gerou uma alternância entre comportamento crustal dúctil no rifte ativo e rúptil no passivo, provavelmente sendo a responsável pela variação da largura do rifte ao longo do seu trajeto (MILANI, 1987).

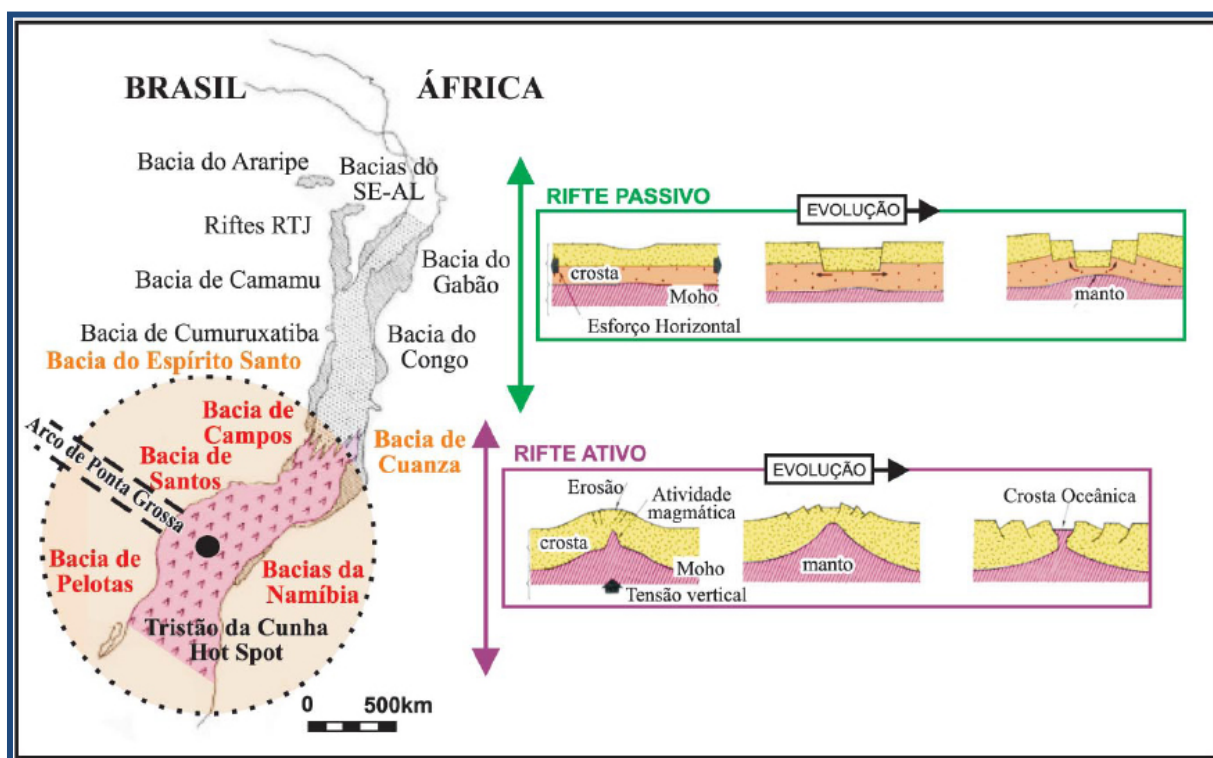


Figura 7: Caracterização dos segmentos sudeste e nordeste do Rifte Sul - Atlântico quanto à ascensão da astenosfera: riftes passivo e ativo
Fonte: Bueno, 2004.

De acordo com Szatmari; Milani (1999), o desenvolvimento do Atlântico Sul na região do Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá teve sua propagação para norte impedida ao se deparar com uma feição perpendicular à sua direção, a zona de cisalhamento Pernambuco-Ibimirim. Este grande anteparo reológico teria provocado a transferência dessa abertura continental para a zona transformante Sergipe – Alagoas e por consequência o abortamento do Rifte Recôncavo – Tucano – Jatobá.

Seu arcabouço estrutural desenvolveu-se principalmente no Neocomiano, mais precisamente entre o Berriasiano e o Valanginiano, sendo formado por sistemas de falhas normais de orientação NE – SW e falhas de alívio de direção NNW – SSE. Entre o Hauteriviano e o Eoaptiano, ocorreu uma diminuição da atividade tectônica, que se resume à manutenção da atividade de algumas falhas e formação de falhas lítricas por argilocinese (MILHOMEM et al., 2003).

De acordo com Chang et al. (1990), a estruturação da bacia está associada à existência das zonas de fraqueza pertencentes ao embasamento. A orientação da foliação metamórfica das rochas do embasamento e as zonas de cisalhamento principais, de direção N30° E, seriam os elementos que controlaram o desenvolvimento das falhas normais da Bacia do Recôncavo. Por outro lado, as zonas de cisalhamento de orientação N30° – 40° W devem ter atuado como os planos de fraqueza principais para o desenvolvimento das falhas de transferência, incluindo Mata-Catu e Itanagra-Araçás.

De maneira geral, o setor oeste do Recôncavo é constituído por falhas normais de orientação preferencial N30° E, mergulho predominante para NW e caimento dos planos de falha em torno de 60°. O setor leste possui suas falhas com mesma direção, mas algumas delas possuem caimentos para NW e outras para SE, conforme observado pelas falhas de Mata-Araçás e Salvador. Conforme Milani; Davison (1988), a ocorrência de falhas em pares conjugados sintéticos e antitéticos é um dos fatores que levaram à formação dos baixos e altos estruturais com alinhamento aproximadamente NNW.

A partir da observação da Figura 8, podemos dividir e caracterizar cada setor da Bacia do Recôncavo em:

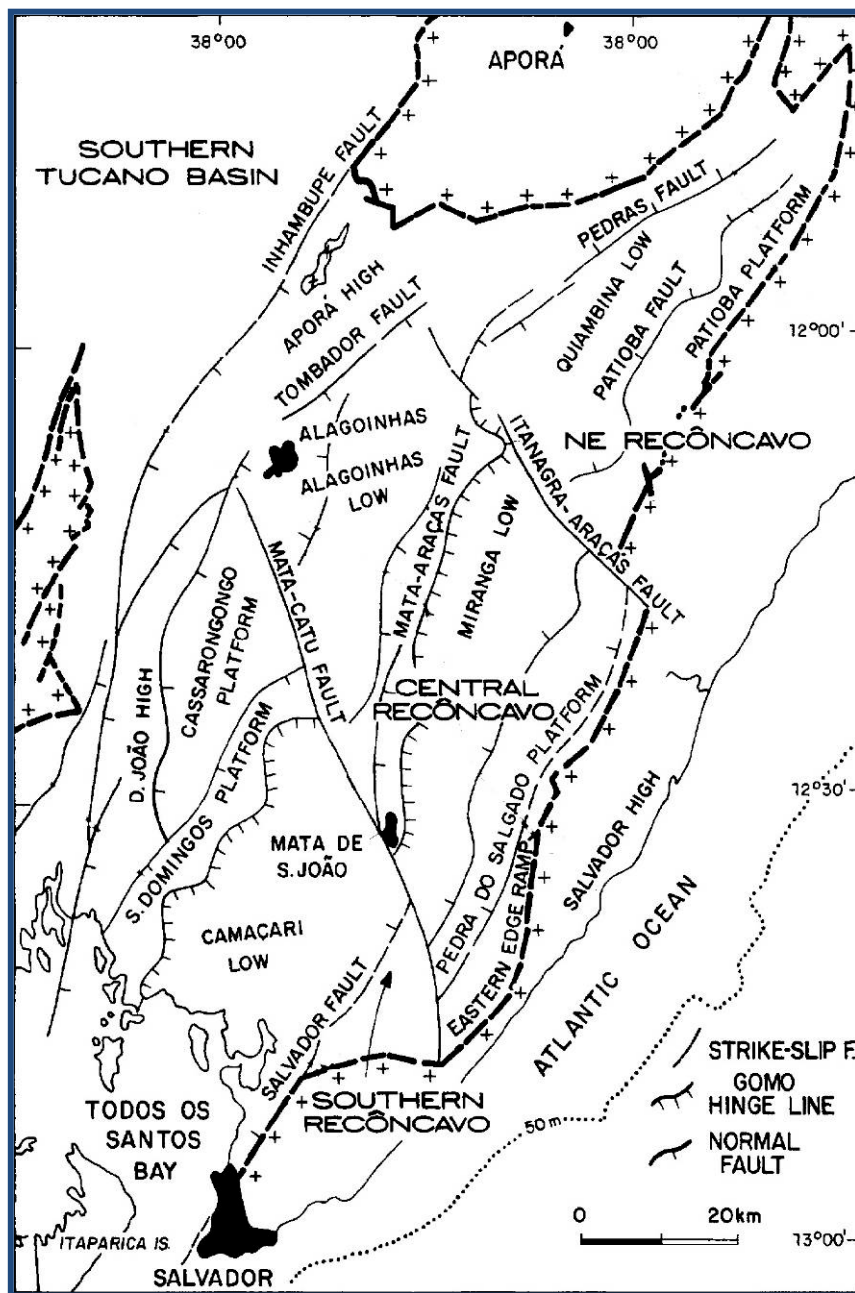


Figura 8: Divisão da Bacia do Recôncavo em compartimentos e sua configuração estrutural.
 Fonte: Modificado de Figueiredo et al., 1994;

- Nordeste do Recôncavo:

A estruturação principal é marcada por falhas normais antitéticas, com mergulho para sudeste e idade do Neocomiano médio ao final. Neste setor da bacia, destaca-se a Plataforma de Patioba, constituída por pequenos grábens. Já o baixo estrutural Quiambina é caracterizado por importantes alinhamentos estruturais, resultado do desenvolvimento de falhas com mergulho para oeste e diápiros de argila.

- Recôncavo Central:

Caracterizado por falhas normais antiéticas e sintéticas, diapirismo de argila e outras feições que evidenciam movimentações atectônicas mediante argilocinese. No entanto, as principais feições neste setor correspondem ao Alto de Aporá, formado por pequenos *horsts* e grábens, o Baixo Alagoinhas, depocentro local da bacia, a Plataforma Mata-Araçás, importante *play* exploratório, o Baixo Miranga, marcado por forte diapirismo de argila, além da Plataforma Pedra do Salgado.

- Sudeste do Recôncavo:

Abrange a Falha de Mata-Catu; O Alto de Dom João (composto por pequenos *horsts*) separando em dois compartimentos: uma falha antitética a oeste e uma falha sintética a leste. Engloba também a Plataforma de São Domingos, o Baixo Camaçari e o *canyon* de Taquipe.

2 ESTRATIGRAFIA

A gênese da Bacia do Recôncavo se difere das outras Bacias da Margem Leste Brasileira, devido à interrupção do processo formador do rifte, ocorrido no Cretáceo Inferior. Apresenta apenas 2 sequências estratigráficas (Figura 9; CAIXETA et al, 1994), na qual são limitadas por discordâncias e limites de sequências, representadas por ciclos continentais lacustrinos e transicionais.

A Formação Afligidos, de idade permiana, compreende os membros Pedrão e Cazumba. O Membro Pedrão é composto por arenitos, siltitos e evaporitos, depositados em ambiente restrito. O Membro Cazumba, composto por folhelhos vermelhos, foi depositado em ambiente lacustre.

O Grupo Brotas, depositado durante o Jurássico, é composto pelas formações Aliança e Sergi. A Formação Aliança subdivide-se no Membro Boipeba, que consiste de arcóseos flúvio-eólicos, e no Membro Capianga, que consiste de folhelhos vermelhos depositados em ambiente lacustre. A Formação Sergi compreende arenitos finos a conglomeráticos, com intercalações de folhelhos e conglomerados, depositados por sistemas fluviais entrelaçados com posterior retrabalhamento eólico.

O Grupo Santo Amaro abrange as formações Itaparica, Água Grande, Candeias e Maracangalha. A Formação Itaparica é caracterizada por folhelhos marrons a cinzentos, de ambiente lacustre, depositados no Eo-Berriasiano. A Formação Água Grande é constituída por arenitos finos a grossos, com estratificação cruzada acanalada, depositados por sistemas fluviais com retrabalhamento eólico durante o Eo-Berriasiano. A Formação Candeias foi depositada em ambiente lacustre durante o Berriasiano (Eo-Rio da Serra), sendo composta pelo Membro Tauá, caracterizado por folhelhos escuros, e pelo Membro Gomo, formado por folhelhos cinza-esverdeados com intercalações de calcários e arenitos finos. A Formação Maracangalha, de idades Neo-Rio da Serra e Aratu (Valanginiano a Barremiano), apresentam corpos de arenitos finos e argilosos do Membro Pitanga e camadas de arenitos finos a médios do Membro Caruaçu.

O Grupo Ilhas é composto pelas formações Marfim e Pojuca, depositadas por deltas do Valanginiano ao Aptiano. A Formação Marfim inclui arenitos cinza-claros com intercalações de camadas de folhelhos cinza-esverdeados; um nível arenoso bem

caracterizado por marcos elétricos individualiza o Membro Catu. A Formação Pojuca apresenta intercalações de arenito cinza muito fino a médio, folhelho cinza-esverdeado, siltito cinza-claro e calcário castanho. O Membro Santiago é uma camada de arenito muito fino de distribuição regional, bem balizada por finas camadas calcárias, que compõem um marco de grande distribuição lateral, possibilitando ótimas correlações na porção centro-norte do Recôncavo (VIANA et al., 1971).

A Formação Taquipe preenche uma feição erosiva em forma de *canyon*, dentro da Formação Pojuca, alongada na direção norte-sul da bacia, na porção centro-oeste, sendo composta por folhelhos cinzentos com estratificação plano-paralela e lentes de arenitos maciços muito finos, com estruturas de escorregamento.

O Grupo Massacará equivale à Formação São Sebastião, que é constituída por arenitos grossos, amarelo-avermelhados, com intercalações de argila síltica, depositados do Berriasiano ao Eoaptiano por sistemas fluviais.

A Formação Salvador é composta por conglomerados depositados por leques aluviais sintectônicos da fase rifte da borda leste da bacia, entre o Berriasiano e o Eo-Aptiano. Os arenitos distais desta unidade caracterizam o Membro Sesmaria.

A Formação Marizal consiste de arenitos finos a grossos com estratificação cruzada, depositados por leques aluviais durante o Neo-Aptiano.

A Formação Sabiá, de idade miocênica, é composta por folhelhos cinza-esverdeados. A Formação Barreiras, composta por areias grossas com estratificação cruzada, depositou-se durante o Plioceno.

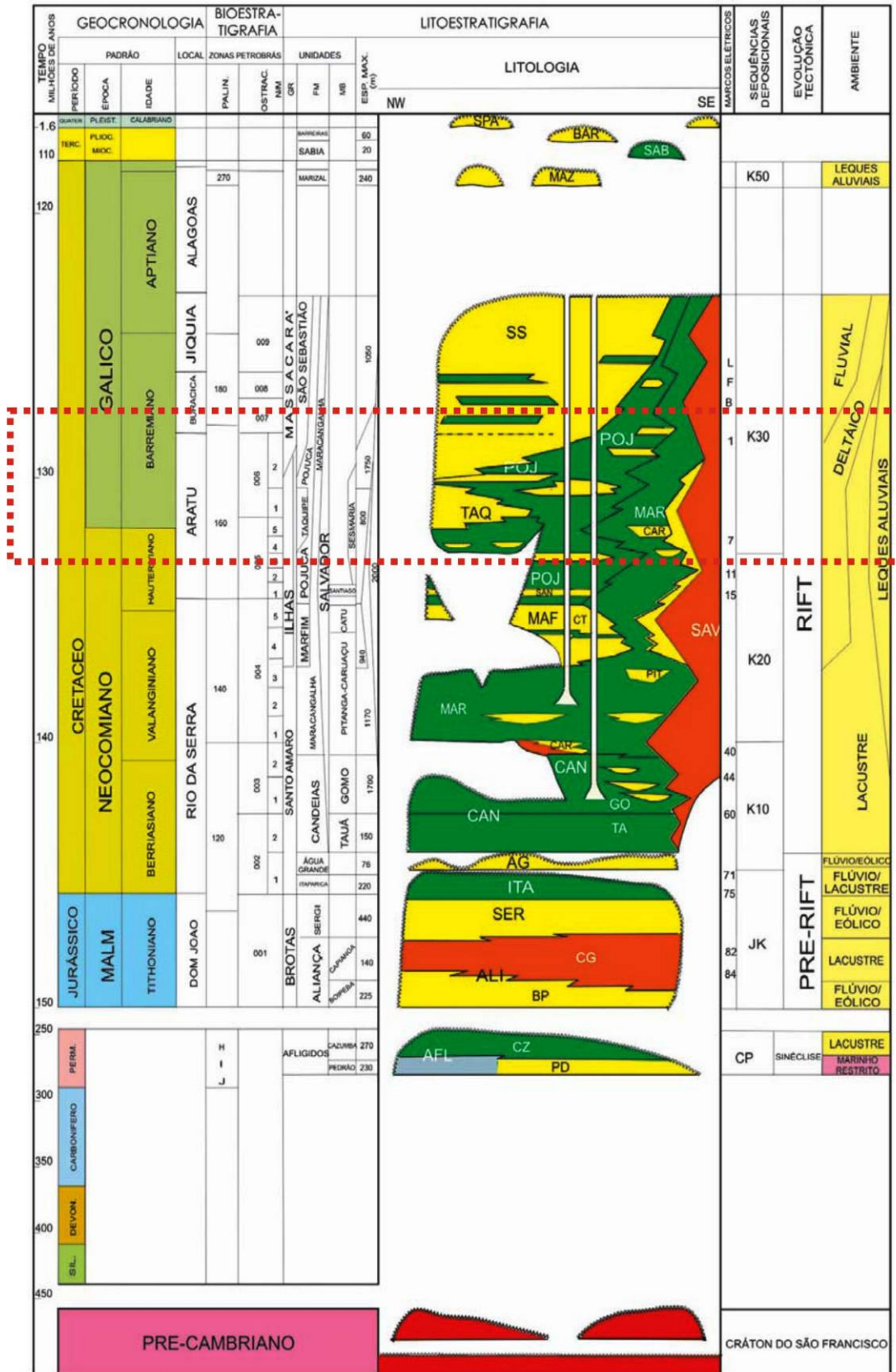


Figura 9: Carta Estratigráfica da Bacia do Recôncavo destacando a formação estudada. Fonte: Caixeta et al. (1994).

3 ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS

Sloss (1963) usou o termo tectonosequência para designar as sequências estratigráficas que estavam diretamente ligadas à tectônica global e às mudanças no nível do mar. Desse modo, muitos geólogos começaram a notar e a estabelecer disconformidades estratigráficas que marcam o período de tempo quando a bacia é exposta e ocorre erosão. Seu aluno, Peter R. Vail, estudando a variação do *onlap* costeiro, propôs que a variação do nível do mar é o principal agente causador. A partir disso, deu início à revolução científica que hoje conhecemos como Estratigrafia de Sequências.

Silva et al. (2007) dividiram a coluna estratigráfica da Bacia do Recôncavo em sete sequências sedimentares com base em discordâncias regionais:

1. Sequência Permiana: É representada pelos membros Pedrão e Cazumba da Formação Afligidos, com sedimentação marinha rasa, marginal, a bacias evaporíticas isoladas, ambientes de *sabkha* continental e sistemas lacustres (AGUIAR; MATO, 1990 apud SILVA et al. 2007).

2. Sequência J20-K05 (Supersequência Pré-Rifte): Reúne uma sedimentação pré-rifte englobando três grandes ciclos flúvio-eólicos, representado pelo membro Boipeba da Formação Aliança e pelas Formações Sergi e Água Grande. Ocorreram também transgressões lacustres de caráter regional separando esses ciclos marcados por sedimentação pelítica que caracteriza o Membro Capianga (Formação Aliança) e a Formação Itaparica. Essas formações estão relacionadas ao Jurássico Superior e Cretáceo Inferior.

3. Sequências K10 e K20 (Supersequência Rifte): Abrangem grande parte do Andar Rio da Serra e as Formações Candeias (Membros Tauá e Gomo) e Maracangalha. Houve uma atenuação da atividade tectônica e o incremento do aporte sedimentar resultou na redução dos gradientes deposicionais, com erosão progressiva dos depocentros. Na borda flexural, as discordâncias marcam o registro associado ao Andar Rio da Serra; justamente um desses eventos erosivos entre o Rio da Serra Médio e a base do Rio da Serra Superior marca o limite entre as sequências K10 e K20. Alguns afirmam que essa discordância pode estar associada a uma provável rebaixamento de nível do lago, associado a uma mudança climática (DA SILVA E PICARELLI, 1990, apud

SILVA et al. 2007) ou até inversões de polaridade observadas no sul da bacia, sugerindo um fator tectônico (BUENO, 2004). A discordância que separa as sequências K20 e K30 foi originada através da propagação diácrona do sistema de riftes da margem leste, atribuindo a tal discordância ao tectonismo que promoveu o fim da fase Rife (BUENO, 2004).

4. Sequência K30: Em sua base, registra expansão dos sistemas deltaicos ao longo da bacia, com progressivo recuo de sítios deposicionais lacustres, representada pela formação Maracangalha; ainda na seção basal dessa sequência, temos a formação Marfim, que foi depositada em *onlap* sobre as áreas plataformais submersas. O depósito da Formação Pojuca é marcado por ciclos deltaicos lacustres, indicando a passagem do Andar Rio da Serra para o Aratu. No início do Mesoaratu, foi formado o Cânion de Taquipe devido a reativação da Falha de Paranaguá (BUENO, 1987 apud SILVA et al. 2007) aliada a uma provável rebaixamento do nível do mar. Durante o Andar Jiquiá, com predomínio de fácies fluviais surgindo a Formação São Sebastião. A Formação Salvador, que consiste em conglomerados sintectônicos, estende-se ao Andar Jiquiá.

5. Sequência K50 (Supersequência Pós-Rife): Representada por conglomerados e arenitos, folhelhos e calcários da formação Marizal, de idade Andar Neo-Alagoas, depositadas por sistemas aluviais desenvolvidas na fase pós-rife.

6. Sequências N20 e N50: Representadas pela Formação Sabiá, caracterizada por folhelhos cinza esverdeados e calcários impuros, relacionada a um transgressão marinha (Sequência N20) e pelo Grupo Barreiras, caracterizado por sistemas de leques aluviais (Sequência N50).

7. Sequências N60: Representada por sedimentos pleistocenos a holocenos de praias e aluviões, recobrando, por igual, todo o embasamento cristalino da borda Leste da bacia.

4 EVOLUÇÃO TECTONO-SEDIMENTAR

A Bacia do Recôncavo foi gerada pelo processo de estiramento crustal que deu origem aos continentes sul-americano e africano, bem como as demais bacias da margem continental. No final do Eocretáceo (Andar Alagoas), o ramo oeste do sistema de riftes foi abortado, não permitindo a deposição de sedimentos marinhos dentro de sua calha. Segundo Szatmari et al. (1985), a rotação anti-horária da Microplaca do leste brasileiro seria responsável pela origem deste rifte interior.

Na fase Pré-rifte ou Estágio 1, é desenvolvida na crosta continental um domo de grande extensão, divididas em duas partes, ao longo da linha que hoje corresponde ao Oceano Atlântico: uma ao sul, entre as cidades do Rio de Janeiro e Florianópolis, e outra ao norte, na área correspondente a Paraíba e Pernambuco. Na região intermediária é caracterizada por uma lenta e progressiva subsidência, instalou-se uma bacia resultante de um adelgaçamento crustal (bacia tipo *sag*), cuja sedimentação esteve associada a paleoambientes continentais (sistemas flúvio-eólico e lacustre).

Na fase Rifte ou Estágio 2, houve a ruptura do continente com a fragmentação do cráton do São Francisco, com abortamento do Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá. Nesta fase, a bacia sofreu forte basculamento, desenvolvendo uma fossa tectônica profunda (gráben), cuja seção transversal ao eixo maior (NE-SW) tem a forma de graben assimétrico, basculado para SE. Nesta fossa tectônica, desenvolveu-se um ambiente caracterizado por lagos profundos.

Com o início da subsidência na fase Pré-rifte (idade Dom João), instalaram-se sistemas fluviais entrelaçados, em clima árido/semi-árido, com retrabalhamento eólico e o desenvolvimento de lagos rasos e oxidantes (Formação Aliança). Devido à retração (e colmatação) desses lagos, novamente implantaram-se sistemas fluviais entrelaçados, retrabalhados pelo vento pelo vento, porém ainda associados a lagos efêmeros (Formação Sergi). Tais rochas continentais (Grupo Brotas) são tratadas como *red-beds*, cuja proveniência foi provavelmente do Sul e de Oeste. A Figura 10 ilustra a paleogeografia da fase Pré-rifte, mostrando a distribuição espacial do Grupo Brotas.

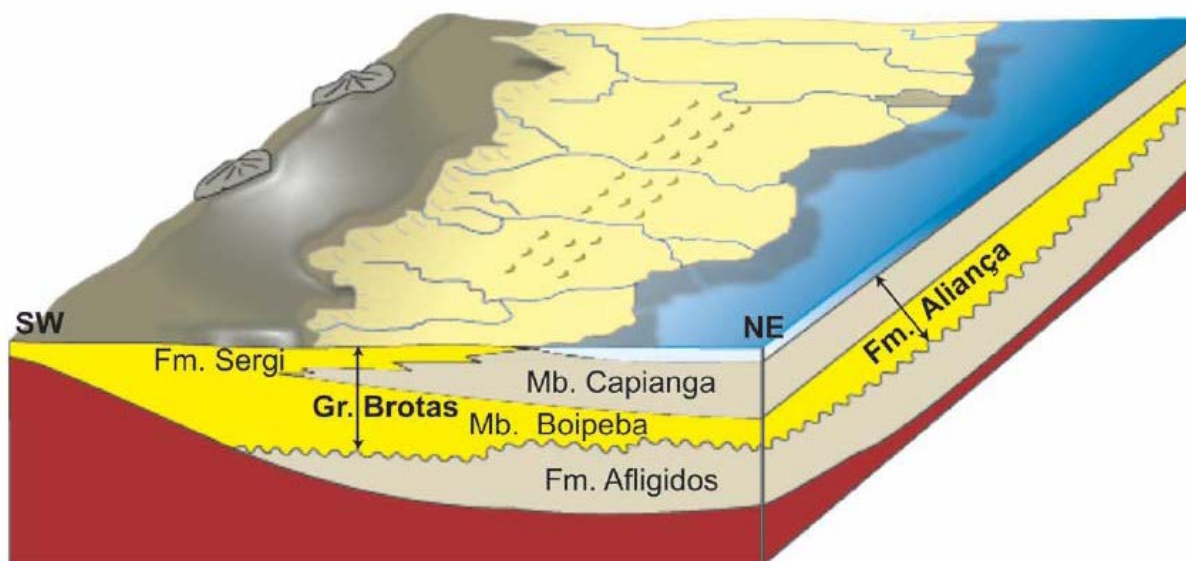


Figura 10: Paleogeografia da fase pré-rifte da Bacia do Recôncavo.
 Fonte: Costa 2006; modificado de Medeiros; Ponte, 1981.

No final da fase Pré-rifte, desenvolveu-se o primeiro paleoambiente lacustre efetivo na bacia (Formação Itaparica). Entretanto, teve curta duração, devido a uma nova fase de estabilidade tectônica, quando um extenso sistema flúvio-eólico (Formação Água Grande) sobrepôs-se aquele paleoambiente.

Ainda no início da idade Rio da Serra, uma forte subsidência induziu a reinstalação de paleoambiente lacustre (Formação Candeias); porém, ao contrário do paleolago Itaparica, este era totalmente anóxico (“paleolago Candeias”), criando condições para a deposição de folhelhos cinza escuros (membros Tauá e Gomo).

Os depósitos pelíticos do paleolago Candeias marcaram o início da fase Rife da bacia do Recôncavo, registrando sem aprofundamento mediante a atividade das falhas normais de grande rejeito. Em resposta a essas falhas, uma série de leques deltáicos desenvolveu-se ao longo da borda leste da bacia (Formação Salvador).

No período de desenvolvimento do paleolago Candeias, em virtude da instabilidade tectônica, fluxos gravitacionais depositaram espessos pacotes de arenitos no depocentro da bacia (Formação Maracangalha), alimentados por sistemas deltáicos localizados na borda oeste da bacia (Grupo Ilhas).

Durante a idade Aratu, Buracica e Jiquiá, houve diminuição da atividade sísmica na bacia, o que permitiu a progradação de sistemas deltáicos (formações Marfim e Pojuca). O tectonismo desta fase gerou bordas mais distantes dos depocentros, não permitindo que os sedimentos dos deltas os atingissem sob a forma de fluxos gravitacionais. A Figura 11 mostra a paleogeografia do estágio Sin-rifte, mostrando a distribuição dos grupos Ilhas, Massacará e Santo Amaro.

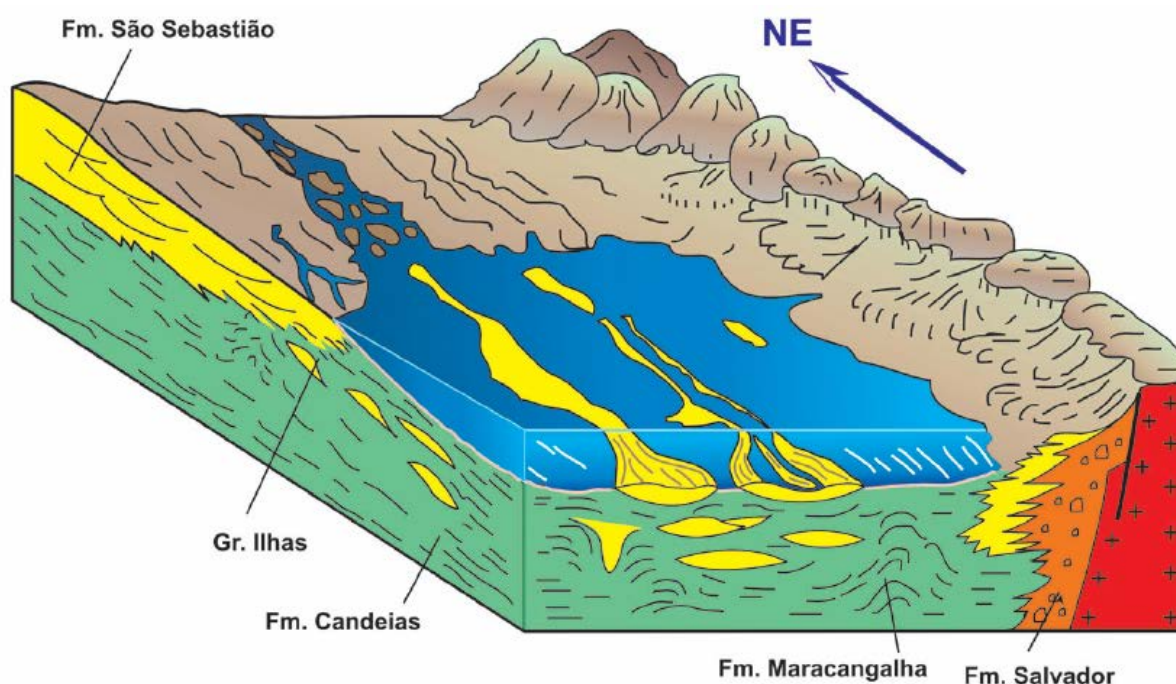


Figura 11: Paleogeografia da fase Sin-rifte da Bacia do Recôncavo.
Fonte: Costa 2006; modificado de Medeiros; Ponte, 1981).

Na idade Meso Aratu, apesar de baixa a atividade tectônica, diversas estruturas antigas foram reativadas, gerando falhas de crescimento e o rebaixamento do compartimento sul da bacia. Nessa situação, implantou-se o *paleocanyon* de Taquipe (Figura 12), que erodiu parte dos sedimentos dos andares Rio da Serra final e Aratu inicial (Formações Pojuca e Marfim). Posteriormente, esta mesma feição foi preenchida por folhelhos, margas e calcários e arenitos turbidíticos (Formação Taquipe).

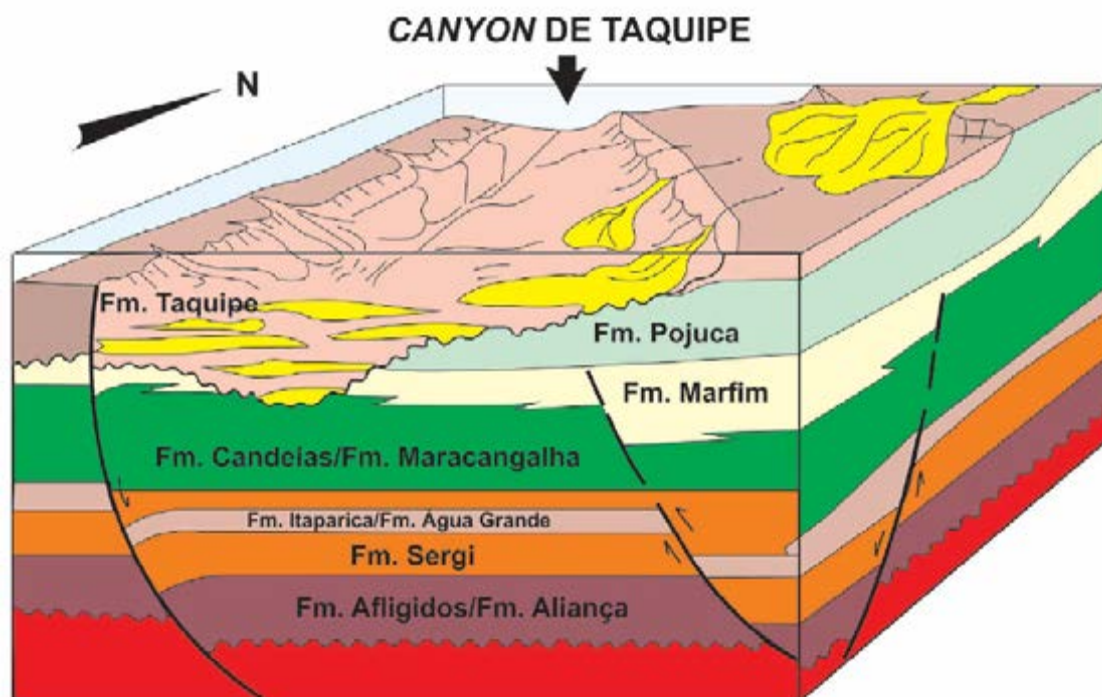


Figura 12: Paleogeografia durante a deposição da Formação Taquipe.
Fonte: Costa 2006; modificado de Figueiredo et al., 1994).

Ainda durante a fase rifte, espessos pacotes de sedimentos mais grossos depositados ao longo dos depocentros (Formação Maracangalha), desestabilizaram depósitos lamosos subjacentes iniciando a formação de diápiros de argila (lutocinese). As rochas que migraram nesse fenômeno foram os sedimentos argilosos do andar Rio da Serra (formações Candeias e Maracangalha).

Na fase Pós-rifte, estendeu-se do início da idade Buracica até o final da idade Jequiá, com a implantação de sistemas fluviais provenientes de NW (Formação São Sebastião). Contemporaneamente, a reativação tectônica do sistema de falhas perpendiculares N40°W gerou a atual configuração das falhas de Mata-Catu e Itanagrá-Araçás, cujos deslocamentos horizontais subdividiram a bacia do Recôncavo nos compartimentos Nordeste, Central e Sul.

Devido ao afastamento das fontes de calor, iniciou-se um período de subsidência térmica que, apesar de menor no continente que nas bacias marginais, permitiu a

acumulação de uma série de sedimentos fluviais (Formação Marizal), que recobrem amplamente o nordeste brasileiro.

Finalizando o processo deposicional, porém, já em contexto fora da Bacia do Recôncavo, houve, durante o Mioceno, a deposição de sedimentos marinhos (Formação Sabiá) e, no Plioceno, a deposição de leques aluviais (Formação Barreiras).