

**Enzo Tiriba Appi**

**ANÁLISE SISMOESTRATIGRÁFICA DO INTERVALO  
PÓS-NEOCOMIANO DA BACIA DO ARARIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
(Bacharelado em Geologia)

UFRJ  
Rio de Janeiro  
2009



UFRJ

**Enzo Tiriba Appi**

**ANÁLISE SISMOESTRATIGRÁFICA DO INTERVALO  
PÓS-NEOCOMIANO DA BACIA DO ARARIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador:

Leonardo Fonseca Borghi de Almeida

Rio de Janeiro

Março de 2009

APPI, Enzo Tiriba

Análise sismoestratigráfica do intervalo pós-Neocomiano da bacia do Araripe / Enzo Tiriba Appi - - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2009.

xi, 36 p. : il.; 30cm

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2009.

Orientador: Leonardo Fonseca Borghi de Almeida

1. Geologia. 2. Paleontologia e Estratigrafia – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Leonardo Fonseca Borghi de Almeida. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia. III. Título.

Enzo Tiriba Appi

Análise sismoestratigráfica do intervalo pós-Neocomiano da bacia do Araripe

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador:

Leonardo Fonseca Borghi de Almeida

Aprovada em: 13 de março de 2009.

Por:

---

Orientador: Dr. Leonardo Fonseca Borghi de Almeida (UFRJ)

---

Dr. Ciro Jorge Appi (Serviço Geológico do Brasil/CPRM)

---

Dr. Ismar de Souza Carvalho (UFRJ)

UFRJ  
Rio de Janeiro  
2009

Aos meus pais Ciro e Valéria Appi, que me educaram, apostaram em mim e nunca me desampararam mesmo no momento mais difícil da minha vida.

## Agradecimentos

Aos coordenadores do Laboratório de Geologia Sedimentar da UFRJ (Lagesed), professor Leonardo Fonseca Borghi de Almeida, e do Grupo de Estudos em Águas Profundas (GEDAP), professor Carlos Jorge de Abreu, pela infraestrutura de pesquisa oferecida para o estudo.

Ao técnico em informática Fábio Zenoni que me auxiliou com a digitalização dos arquivos.

Ao colega e amigo geólogo Alexandre Braga Leal de Paula Freitas, que me auxiliou em muito no estudo.

Ao geólogo Max Vasconcellos de Moura pelo acesso aos seus dados de mestrado.

Ao meu orientador e também amigo Prof. Dr. Leonardo Fonseca Borghi de Almeida, pelos debates e ensinamentos durante todo o desenvolvimento deste estudo.

“A minha preocupação não está em ser coerente com as minhas afirmações anteriores sobre determinado problema, mas em ser coerente com a verdade.”

(Mahatma Gandhi)

## Resumo

APPI, Enzo Tiriba. **Análise sismoestratigráfica do intervalo pós-Neocomiano da bacia do Araripe**. 2009. xi, 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A história evolutiva da bacia do Araripe tem sido apresentada na literatura em três tectonossequências: Pré-rifte (Dom João), sobreposta concordantemente pela tectonossequência Rifte (Rio da Serra-Aratu ?), limitada no topo por uma discordância erosiva regional, “pré-aptiana”, com a tectonossequência Pós-rifte (Alagoas). O presente estudo tem como objetivo a análise sismoestratigráfica do intervalo superior Pós-rifte (formações Rio da Batateira, Santana, Arajara e Exu) em linhas sísmicas afim de reavaliar o contexto deposicional. A discussão proposta gira em torno do fato deste intervalo apresentar evidências estratigráficas, na literatura mais recente, que contradizem o contexto pós-tectônico de sedimentação em uma bacia de subsidência flexural (Idade pós-Neocomiano). Na interpretação sismoestratigráfica de uma linha, reconheceram-se três sismo-horizontes (H1, H2 e H3) e duas feições estruturais distintas (falhas normais de descolamento e falhas transcorrentes), que corroboram com fato do controle tectônico do intervalo discutido, bem como, apresenta novas idéias acerca do arcabouço tectônico da bacia.

Palavras-chave: **Andar Alagoas; Pós-rifte; bacia do Araripe.**

## Abstract

APPI, Enzo Tiriba. **Seismostratigraphic analysis of the post-Neocomian interval of the Araripe Basin**. 2009. xi, 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The evolutionary history of Araripe Basin has been presented in three tectonic sequences: Pre-rift (Dom João) overlaid conformably by the Rift tectonic sequence (Rio da Serra-Aratu ?) bounded at its top by a regional “pre-aptian” erosional unconformity and overlaid by the Post-rift tectonic sequence (Alagoas). The present study aims a seismostratigraphic analysis of the Post-rift upper interval (Rio da Batateira, Santana, Arajara and Exu formations) in seismic lines to reevaluate its depositional context. The focus of present discussion goes around the fact that recent stratigraphic evidences, in present studies, diverge from the post-tectonic sedimentation context as a flexural subsident basin (post-Neocomian Age). Based on this seismostratigraphic interpretation, three seismo-horizons (H1, H2 and H3) and two distinct structural styles (normal detachment faults and strike-slip fault) have been recognized, supporting the tectonic control idea the interval, as well as presenting a new idea about the tectonic framework evolution of the whole basin.

Key-Words: **Alagoas Stage; Post-rift; Araripe Basin**

## Lista de figuras

- Figura 1:** Diagrama estratigráfico simplificado da bacia do Araripe (fonte: PAULA-FREITAS, 2009).  
página 2
- Figura 2:** Mapa da disposição das linhas sísmicas e dos poços utilizados no estudo. (A) dado de Ponte e Ponte-Filho (1996) e (B) localização das linhas neste estudo.  
página 3
- Figura 3:** Mapa de localização da “Zona Transversal” da Província Borborema (Modificado de PONTE e PONTE-FILHO, 1996).  
página 5
- Figura 4:** Mapa estrutural da bacia do Araripe. (fonte: PONTE e PONTE-FILHO, 1996).  
página 6
- Figura 5:** Modelo esquemático de evolução de uma bacia rifte proposto por Rosendahl (1987). Legenda: ASTH – astenosfera, CL – Litosfera continental (fonte: PONTE-FILHO, 2006).  
página 8
- Figura 6:** Linha sísmica da bacia de Campos mostrando os estágios evolutivos tectonossedimentares de Chang *et al.* (1991) (fonte: da SILVA *et al.*, 2003).  
página 10
- Figura 7:** Discordância angular entre duas sismossequências no “zoom” da porção Leste da linha ARARIPE-RL-0141-0001 (setas vermelhas: terminações onlap e linha amarela: topo do embasamento).  
página 21
- Figura 8:** Correlação do sismo-horizonte H1 com a descrição litológica do poço 1-PS-12-CE.  
página 21
- Figura 9:** “Zoom” de detalhe entre PT660 e o PT820 da linha ARARIPE-RL-0141-0001 mostrando em rosa o sismo-horizonte H2 e em setas pretas as terminações *truncation*.  
página 22
- Figura 10:** Correlação do sismo-horizonte H3 com a descrição litológica do poço 1-PS-12-CE.  
página 23
- Figura 11:** Seção sísmica UFRJ-ARARIPE-RL-0141-0001 da bacia do Araripe: (a) linha original “crua”; (b) linha interpretada.  
página 28
- Figura 12:** Detalhe entre os Pontos de tiro (PT) 190 e 360 da linha ARARIPE-RL-0141-0001. São claramente perceptíveis as duas feições estruturais mapeadas (falhamentos normais de descolamento e os falhamentos transcorrentes). Pode ser reparado também que essas duas famílias afetam diferentemente os intervalos sedimentares da bacia; os falhamentos normais de descolamento dividem-se em dois grupos: os que afetam somente os refletores (ou sedimentos) posicionados acima do *sismo-horizonte H1* e os que afetam os refletores (ou sedimentos) entre o *sismo-horizonte H2*; dentre os falhamentos em flor, são observados claramente

neste detalhe da linha ARARIPE-RL-0141-0001 os que afetam os refletores entre os *simo-horizontes H1 e H2* com geometrias em flor negativas e as suas ramificações que afetam em uma arranjo semelhante a grandes árvores, inclusive, os refletores (ou sedimentos) posicionados acima do *sismo-horizonte H2*, afetando portanto todas as seções da linha.

página 29

**Figura 13:** Detalhe entre os Pontos de Tiro (PT) 850 e 980 da linha ARARIPE-RL-0141-0001. São claramente perceptíveis, à exemplo da figura anterior, as duas feições estruturais mapeadas (falhamentos normais de descolamento e os falhamentos transcorrentes), entretanto, reparam-se algumas diferenças. Os falhamentos normais de descolamento dividem-se, a exemplo da figura anterior, em dois grupos: os que afetam somente os refletores (ou sedimentos) posicionados acima do *sismo-horizonte H1* e os que afetam os refletores (ou sedimentos) entre o *sismo-horizonte H2*; dentre os falhamentos em flor, entretanto, são observados neste detalhe da linha ARARIPE-RL-0141-0001 somente os que afetam os refletores entre os *simo-horizontes H1 e H2* com geometrias em flor negativas.

página 30

**Figura 14:** Comparação da interpretação sismoestratigráfica. (a) Linha UFRJ-ARARIPE-RL-0141-0001 do presente estudo. (b) Linhas sísmicas 141-RL-01 e 141-RL-06 de Ponte-Filho (1996) Nota-se entre essas duas seções as diferenças das feições e o arcabouço estrutural concebido pelos dois estudos.

página 31

### Lista de Quadros

**Quadro 1:** Quadro comparativo das colunas litoestratigráficas propostas para a bacia do Araripe (fonte: ASSINE, 1992).

página 13

**Quadro 2:** Quadro de correlação tectonoestratigráfico (fonte: PONTE e PONTE-FILHO, 1996).

página 18

## Sumário

Agradecimentos	vi
Resumo	viii
<i>Abstract</i>	ix
Lista de figuras	x
Lista de quadros	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODO	3
3 CONTEXTO GEOLÓGICO	5
3.1 Arcabouço estrutural regional	5
3.2 Arcabouço tectonoestratigráfico	7
4 BACIA DO ARARIPE	12
5 RESULTADOS	20
5.1 Sismo-horizontes	20
5.2 Feições estruturais	24
5.3 Arcabouço tectonoestratigráfico	25
6 DISCUSSÃO	26
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	32
Referências bibliográficas	33
Apêndice A - Fotos de afloramentos da Formação Santana na excursão da disciplina de Paleontologia mostrando falhamentos normais com crescimento. (A) Visão geral do afloramento normais reconhecidos (B) Foto de detalhe de um dos falhamentos normais de orientação 75° ou NE.	
Anexo A – Perfil litológico-faciológico do poço 1PS-12-CE (MOURA, 2007).	

## 1 INTRODUÇÃO

Os estudos sobre a estratigrafia da bacia iniciaram-se no começo do século XIX e intensificaram-se no século XX, através da Inspetoria Federal de Obras Contra às Secas, empenhados no levantamento dos recursos naturais do Nordeste visando o combate às secas, retomados na década de 1960 pela (SUDENE) com o enfoque na hidrogeologia regional. No final da década de 1980 e início da década de 1990 a Petrobras também dedicou atenção ao estudo estratigráficos na bacia como é o caso dos trabalhos de: Appi *et al.* (1986), Hashimoto *et al.* (1987), Ponte e Appi (1990) e Silva-Telles e Vianna (1990). Dentre os outros estudos relevantes que contribuíram para a evolução do conhecimento da bacia do Araripe destacam-se: Assine (1990, 1992), Braun (1966), Silva-Santos e Valença (1968) e Silva (1983, 1986a, 1986b, 1988).

A história evolutiva da bacia do Araripe tem sido reportada, na literatura, como pertencente a três tectonossequências: a tectonossequência Pré-rifte correspondente ao Andar Dom João compreendendo as formações Brejo Santo e Missão Velha sendo sobreposta gradacionalmente pela tectonossequência Rifte correspondente aos andares Rio da Serra Aratu(?) que engloba a Formação Abaiara, limitada por uma discordância erosiva regional “préaptiana” e sobreposta pela tectonossequência Pós-rifte correspondente ao Andar Alagoas, estendendo-se, até o Cenozóico, compreendendo as formações Rio da Batateira, Santana, Arajara e Exu (Fig. 1).

GEOCRONOL.		CRONO-/LITOESTRATIGRAFIA		Sequências	Sistemas Depositionais	
<b>CRETÁCEO</b>	Cenom.	Fm. Exu		<b>PÓS-RIFTE</b>	Fluvial entrelaçado e meandrante	
	Albiano	Fm. Arajara			Fm. Santana	Transicional e marinho raso
		Mb. Romualdo				
		Mb. Ipubi				
	Aptiano	Mb. Crato		Fm. Rio da Batateira	Flúvio lacustre carbonático	
	Neocomiano-Barremiano	Fm. Abaiara				RIFTE
<b>Jurássico</b>	Fm. Missão Velha		Fm. Brejo Santo	<b>PRÉ-RIFT</b>	Lacustre raso, fluvial e eólico	
	Fm. Mauriti/Cariri					Fluvial entrelaçado e eólico

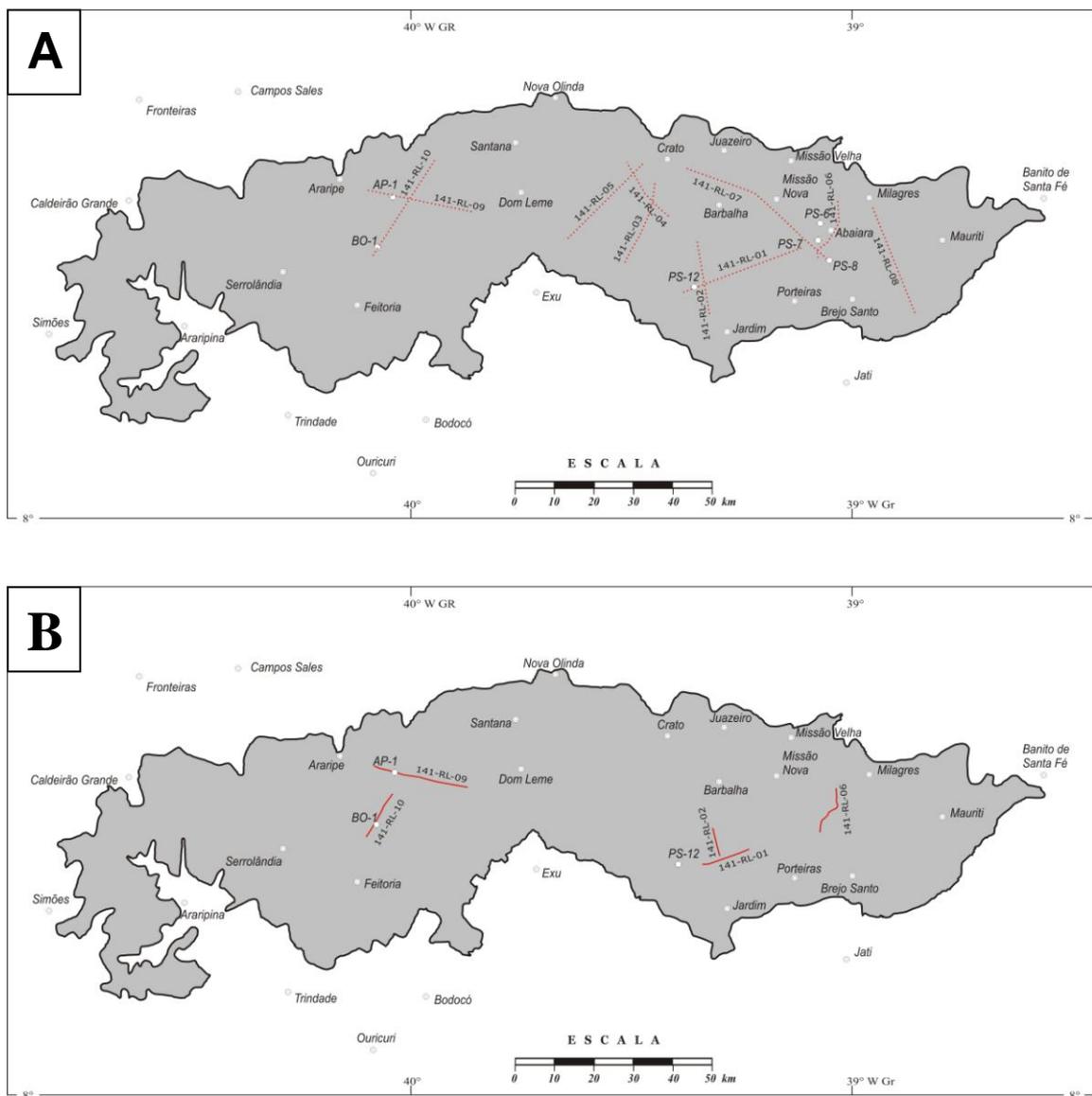
**Figura 1:** Diagrama estratigráfico simplificado da bacia do Araripe (fonte: PAULA-FREITAS, 2009).

Trabalhos recentes sobre a faciologia das formações Rio da Batateira (PAULA-FREITAS, 2009) e Santana (MOURA, 2007) questionam a real delimitação estratigráfica da base da tectonossequência Pós-rifte, relatada na literatura como uma tectonossequência quiescente, do ponto de vista do controle tectonossedimentar, sob regime tectônico flexural termal (CHANG *et al.*, 1991 e PONTE; PONTE-FILHO, 1996). Paula-Freitas (2009) e Moura (2007), por outro lado, sugerem a existência de tectônica ativa controlando a sedimentação da bacia durante o intervalo.

O presente estudo tem como objetivo a identificação dos eventos tectonossedimentares bem como dos estilos tectônicos atuantes, na bacia em linhas sísmicas, para uma maior compreensão do intervalo Pós-rifte na bacia do Araripe, dentro do questionamento exposto sobre a precisão do modelo tectonossedimentar vigente.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

O material para o estudo consiste basicamente de um conjunto de cinco linhas sísmicas (ARARIPE-RL-0141-0001, ARARIPE-RL-0141-0002, ARARIPE-RL-0141-0006, ARARIPE-RL-0141-0009 e ARARIPE-RL-0141-0010) cedidos pela ANP, ao qual somaram-se perfis geofísicos de dois poços da Petrobras (2-AP-01-CE e 4-BO-01-PE), além do perfil litológico-faciológico do poço do Projeto Santana (**Anexo A**) descrito por Moura (2007), os quais serviram para a “amarração” estratigráfica dos horizontes sísmicos interpretados.



**Figura 2:** Mapa da disposição das linhas sísmicas e dos poços utilizados no estudo. (A) dado de Ponte e Ponte-Filho (1996) e (B) localização das linhas neste estudo.

Dentre as linhas estudadas, foi escolhida a linha ARARIPE-RL-0141-0001(**Fig. 2a, b e 11a**) que se localiza na porção Sudoeste da bacia, mais precisamente na sub-bacia do Vale do Cariri, aqui discutida, por apresentar feições que embasam o questionamento inicialmente exposto.

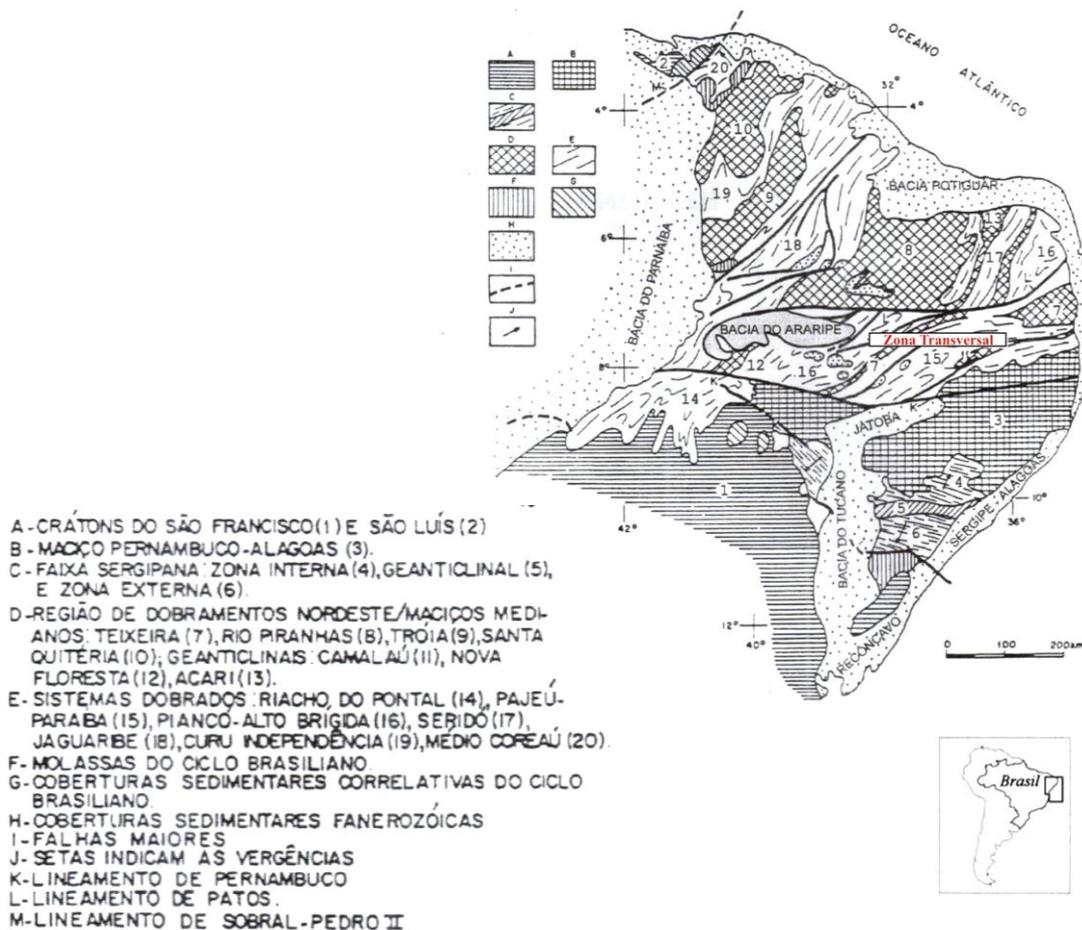
A interpretação dessa linha foi realizada em três etapas. Primeiramente, foram reconhecidos e delineados os falhamentos que intersectam a bacia. Posteriormente, foram mapeados horizontes sísmicos e feitas “amarrações” estratigráficas com o apoio da análise de velocidades dos refletores realizadas por Ponte e Ponte-Filho (1996), com base nos da Petrobras, e das descrições litológicas do poço 1PS-12-CE de Moura (2007) (**Anexo A**).

Finalmente, foi realizada uma comparação das interpretações deste estudo com as interpretações do arcabouço estrutural da bacia, concebida por Ponte e Ponte-Filho (1996), que conduziram a discussão sobre a validade do modelo vigente.

### 3 CONTEXTO GEOLÓGICO

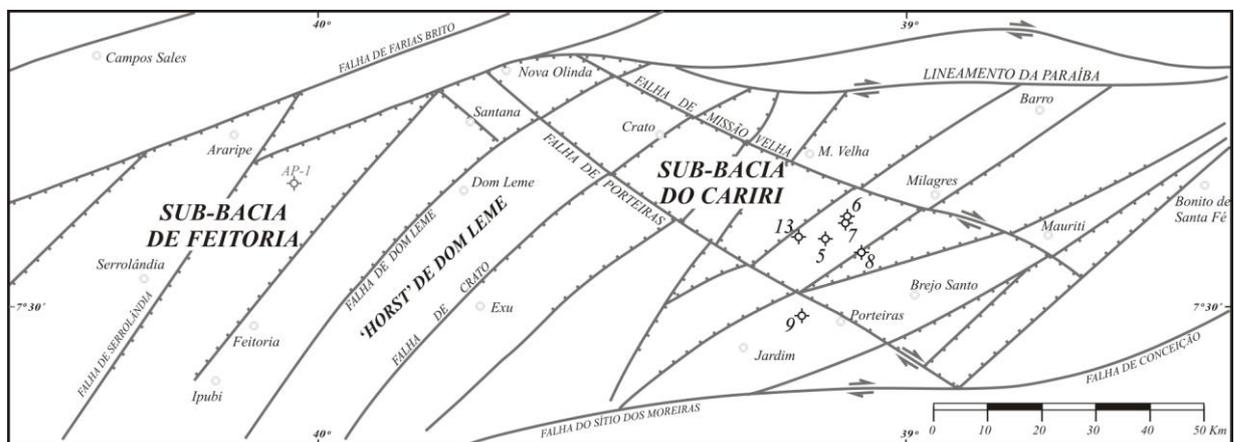
#### 3.1- Arcabouço estrutural regional

Segundo Ponte e Ponte-Filho (1996) a bacia está inserida sobre a “Zona Transversal” da Província Borborema (**Fig. 3**), cuja complexa estruturação foi originada no Pré-cambriano, sendo caracterizada por lineamentos de orientação predominantemente E-W e NE-SW, dentre os quais se destacam dois lineamentos regionais principais: o lineamento de Patos, ao norte, e o lineamento Pernambuco ao sul (**Fig. 3**).



**Figura 3:** Mapa de localização da “Zona Transversal” da Província Borborema (Modificado de PONTE e PONTE-FILHO, 1996)

A bacia é fortemente controlada por falhas reativadas do embasamento, sendo dividida em duas sub-bacias: do Cariri (oriental) e de Feitoria (ocidental), ou, sub-bacias do Leste e do Oeste, respectivamente, separadas por um alto estrutural denominado de horste de Dom Leme (Ponte e Ponte-Filho, 1996). Em ambas sub-bacias, as unidades fundamentais são “semi-grábens”, com orientação NE-SW e mergulho para NW. Os falhamentos são agrupados em três conjuntos: NE-SW, E-W e NW-SE. O conjunto NE-SW é concordante com os lineamentos que limitam a “Zona Transversal”, enquanto que o NW-SE à um conjunto de falhas transferentes NW-SE (Ponte e Ponte-Filho, 1996) (**Fig. 4**).



**Figura 4:** Mapa estrutural da bacia do Araripe. (fonte: PONTE-FILHO, 1996)

A coluna estratigráfica da bacia do Araripe é usualmente separada em três intervalos estratigráficos distintos: Formação Mauriti (ou Cariri), Grupo Vale do Cariri e Grupo Araripe (ASSINE, 1990; BEURLIN, 1962, 1963 e 1971; BRAUN, 1966; GASPARY e ANJOS, 1964; LIMA, 1978 e 1979; MABESOONE e TINOCO, 1973; MORAES *et al.*, 1976; PONTE e APPI, 1990; SILVA, 1983, 1986a e 1986b; SILVA SANTOS e VALENÇA, 1968; SMALL, 1913). Segundo Ponte e Appi (1990), Ponte (1992), Ponte e Ponte-Filho (1996), estes intervalos estratigráficos integram três tectonossequências: Pré-rifte, Rifte e Pós-rifte. Desta forma, ligam-se ao evento geológico que marcou a quebra do paleocontinente Gondwana e a consequente formação do oceano Atlântico Sul.

### 3.2 Arcabouço tectonoestratigráfico

Margens divergentes são regiões onde duas placas tectônicas movimentam-se em sentidos opostos entre si (TWISS and MOORES, 2007), afastando-se uma da outra, dando origem as chamadas bacias de margem extensivas ou divergente ou até mesmo bacias rifte.

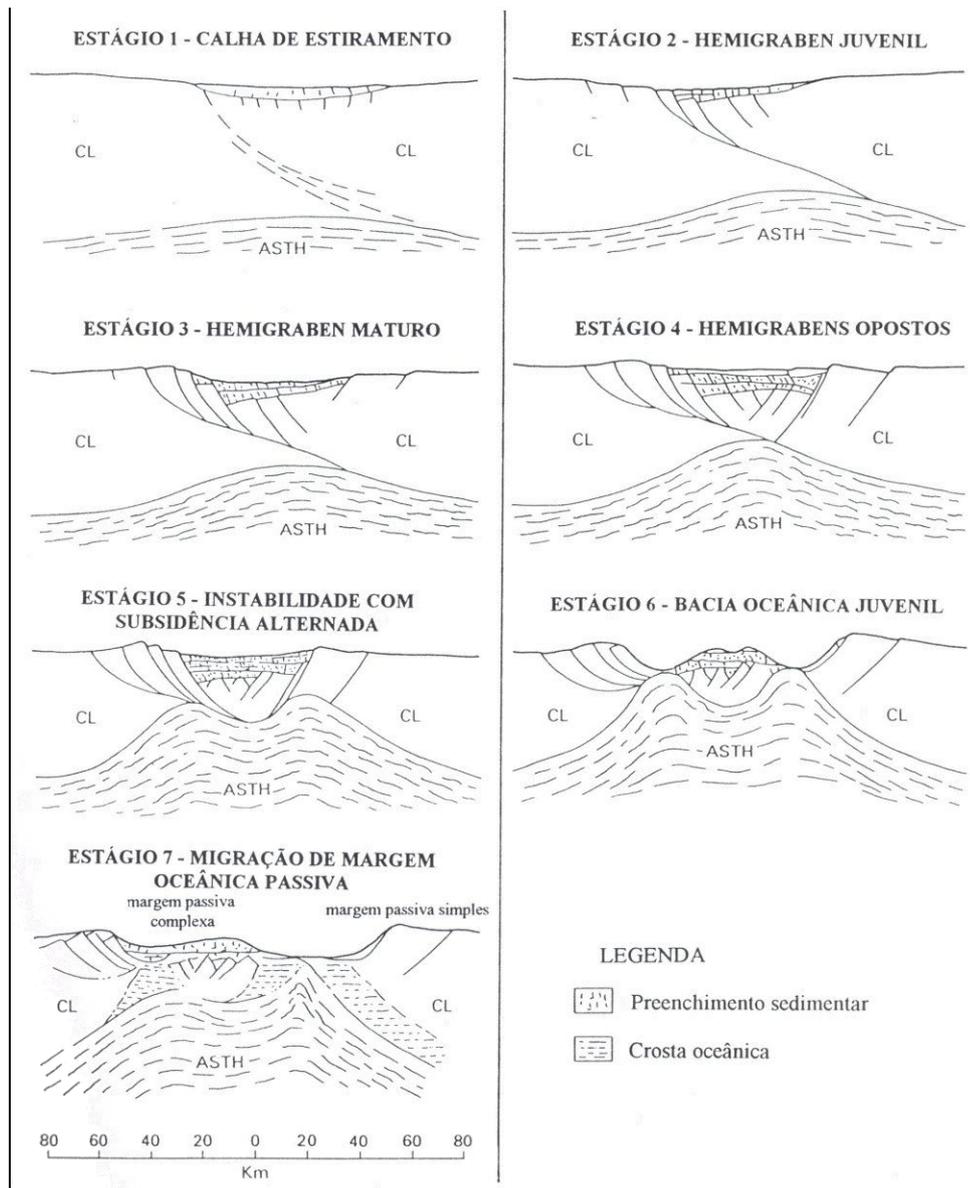
Dentre as várias estruturas que são originadas por consequência dessa movimentação, acomodando esforços horizontais que geram afinamento e extensão no interior da crosta terrestre, as principais e dominantes são as falhas normais e ou lístricas, evidenciadas por limitarem uma feição geomorfológica característica, os “rift valleys” ou, simplesmente, riftes.

Em escala regional Twiss e Moores (1995) separam a tectônica de margens divergentes em três domínios distintos: zonas de “riftes” continentais, bacias oceânicas jovens e margens continentais maduras ou margens passivas.

- (1) Zonas de “riftes” continentais: grandes “riftes” instalados sobre crosta continental, que caracterizam processos extensionais continentais; exemplos: Sistema de Riftes do Leste Africano e a Província “Basin and Range” do Norte Americano.
- (2) Bacias oceânicas jovens: áreas de transição entre duas margens continentais, reconhecidos facilmente pelos “golfs” ou mares restritos instalados nos vale criados pelos “riftes” continentais; exemplo: o Mar Vermelho.
- (3) Margens continentais maduras ou margens passivas: domínio tectônico caracterizado por duas margens continentais que outrora estavam conectadas, estando agora separadas por um oceano; exemplos: a margem leste sul-americana e a margem oeste africana; a margem leste norte-americana e a margem oeste européia.

Chorowicz *et al.* (1987), Dickinson (1974) e Rosendahl (1987) propuseram modelos evolutivos esquemáticos para sistemas de riftes extensionais em bacias de margens

divergentes com base em suas experiências de pesquisa; como exemplo, o modelo de Rosendahl (1987), que a partir de estudos nos Sistemas de Riftes do Leste Africano, propôs sete estágios evolutivos de uma bacia rifte em margem continental divergente para uma bacia oceânica em margem passiva (**Fig.5**).



**Figura 5:** Modelo esquemático de evolução de uma bacia rifte proposto por Rosendahl (1987). Legenda: ASTH – astenosfera, CL – Litosfera continental (fonte: PONTE-FILHO, 2006).

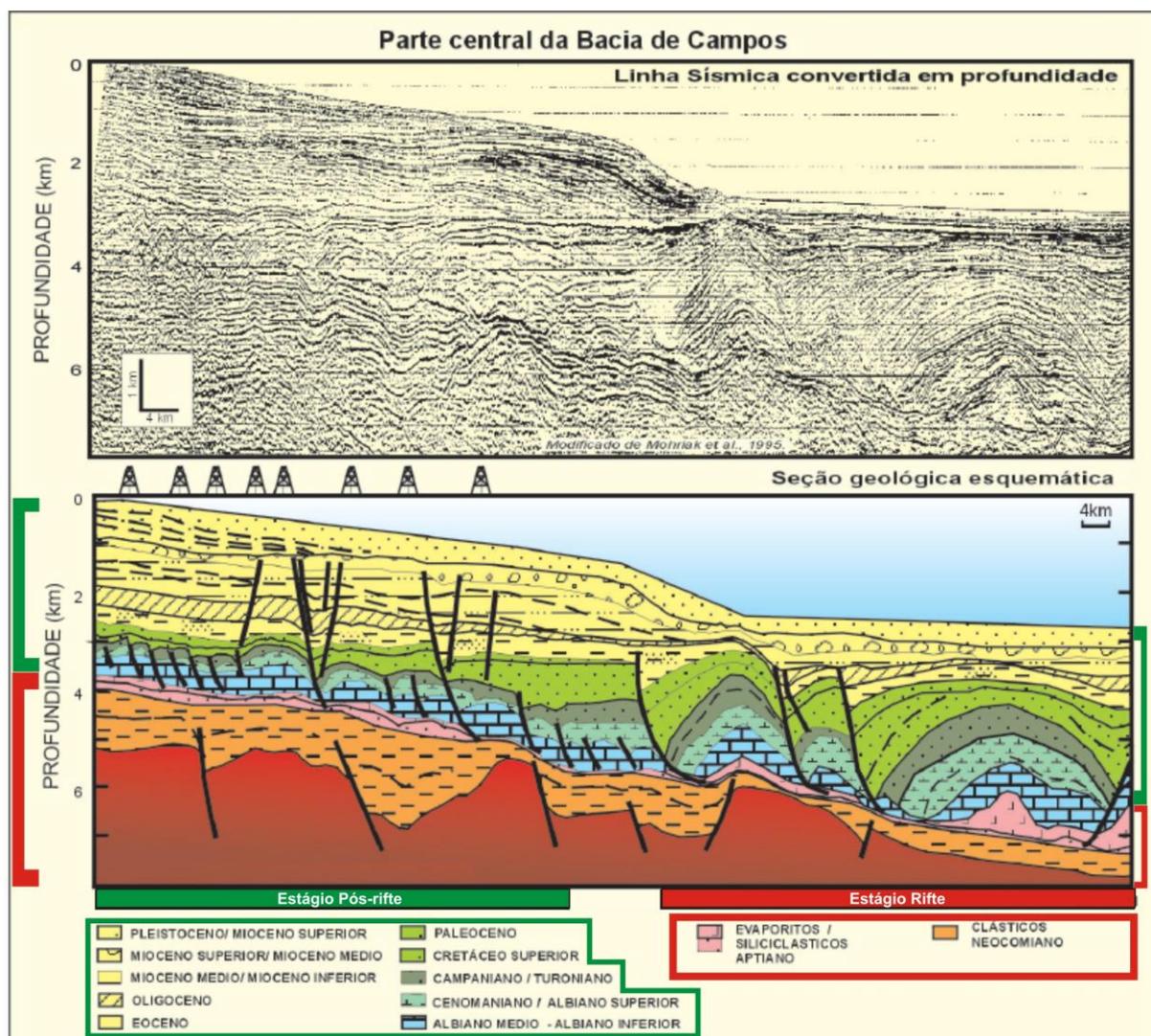
Para a margem continental brasileira Ponte e Asmus (1978) subdividiram, inicialmente, a coluna estratigráfica em três intervalos: (1) Clástico Inferior ou Não-Marinho, subdividido

em uma seção (a basal, de idade Dom João, e outra, superior, de idades Rio da Serra, Aratu, Buracica e Jiquiá) estabelecidas por conteúdo fossilífero não-marinho (ostracodes), (2) Evaporítico Médio, de idade Alagoas, datada por fósseis de amonóides, peixes e ostracodes e (3) Carbonático-Marinho Clástico Superior, de idade Albiano-Cenozóico. Tais intervalos foram associados a quatro estágios tectônicos: Pré-rifte e Rifte, condizentes ao primeiro intervalo; Proto-oceânico, condizente ao segundo intervalo; e o estágio Margem Continental, ligado ao terceiro intervalo.

Chang *et al.* (1991), seguindo os argumentos de Ponte *et al.* (1978), consideraram a evolução estratigráfica da margem continental brasileira como representada por cinco megassequências: Continental (idades Dom João, Buracica e Jiquiá/Valgiano-Barremiano), Evaporítica transicional (Idade Alagoas), Plataforma Carbonática Rasa (Idade Albiano), Marinha Transgressiva (Idade Cenomaniano–Turoniano) e Marinha Regressiva (Cenozóica). A megassequência Continental subdivide-se em três sequências: Sin-rifte I, Sin-rifte II e Sin-rifte III. Estes autores simplificaram, ainda, a evolução tectônica propondo apenas dois estágios: Rifte e Pós-rifte. Consideram dois estilos para o rifteamento da margem leste brasileira: o dômico ou ativo, com a presença de vulcanismo (bacias de Santos, Campos e Espírito Santo) e interdômico ou passivo, com a presença de sedimentos pré-rifte (bacias de Bahia sul e Sergipe-Alagoas).

(a) Estágio Rifte: iniciou-se em tempos distintos nas bacias da margem brasileira. Segundo Chang *et al.* (1991) o estiramento ao sul do Alto de Florianópolis, mais precisamente na Bacia de Pelotas, teve início aproximadamente no Jurássico Médio a Superior, enquanto ao norte desse mesmo alto estrutural o início dessa provavelmente ocorreu durante o Andar Dom João (Sin-rifte I), seguido por uma discordância (andares Jiquiá superior – Alagoas inferior) que marcou o final do evento de rifteamento, separando portanto a sequência rifte, falhada e basculada por tectônica ativa, da sequência superior pós-rifte (**Fig. 6**).

(b) Estágio Pós-rifte: segundo Chang e Kowsmann (1984, 1986) *apud* Chang *et al.* (1991) esse estágio caracterizou-se por uma tectônica flexural em consequência do resfriamento e contração da litosfera. Chang *et al.* (1991) propuseram uma subsidência geral que basculou a margem continental em direção ao oceano, sendo preenchida, por consequência, por uma cunha de sedimentos marinhos que posteriormente foram afetados intensamente por falhamentos lístricos cuja geometria torna-se horizontal na base dos depósitos evaporíticos (andar Alagoas), formando estruturas “rollover” (Fig. 6).



**Figura 6:** Linha sísmica da bacia de Campos mostrando os estágios evolutivos tectonossedimentares (colchetes: vermelho – estágio Rifte; verde - estágio Pós-rifte) de Chang *et al* (1991). (fonte: modificado de MOHRIAK, 2003).

Para os riftes intracontinentais do Nordeste do Brasil, Ponte *et al* (1992) e Ponte e Ponte-Filho (1996), propuseram três fases para sua história evolutiva.

- (1) Fase Pré-rifte (Andar Dom João): caracterizada por uma lenta subsidência regional, correspondente ao estágio 1 de Rosendahl (1987) (**Fig. 5**) e à sequência Sin-rifte I de Chang *et al.* (1991).
- (2) Fase Sin-rifte, ou Rifte (andares Rio da Serra, Aratu, Buracica e Jiquiá): rápida subsidência local, correspondentes aos estágios 2, 3 e 4 de Rosendahl (1987) (**Fig. 5**) e à sequência Sin-rifte II de Chang *et al.* (1991).
- (3) Fase Pós-rifte (final do Andar Alagoas / neo-Aptiano ?): retorno às condições de suave subsidência regional, sendo a sobrecarga sedimentar a causadora de uma deformação flexural regional qua passa a ser controlada, posteriormente, por processo termal, ou termo-mecânico.

#### 4 BACIA DO ARARIPE

A bacia do Araripe é uma bacia sedimentar de interior continental, integrando, mais precisamente, o conjunto de bacias intracontinentais mesocenozóicas do Nordeste do Brasil juntamente com as bacias do Rio do Peixe (Brejo das Freiras, Pombal e Souza), Cedro, Iguatu, Malhada Vermelha, Lima Campos e Icó. Sua extensão regional de aproximadamente 12.200 Km<sup>2</sup> de área compreende três estados: Ceará (sua porção sul), Pernambuco (sua porção noroeste) e Piauí (porção extremo leste).

Seu embasamento é composto, segundo Arai *et al.* (2004), por gnaisses e migmatitos de alto grau metamórfico, rochas metassedimentares (quartzitos), clorita-xistos, filitos, mármore e, por vezes, rochas magmáticas que afloram nas margens oeste e sul da bacia.

Quanto à evolução sedimentar da bacia, diversos autores propuseram colunas litoestratigráficas (**Quadro 1**), acarretando revisões nomenclaturais litoestratigráficas. Contudo, todos os autores subdividem o preenchimento sedimentar da bacia do Araripe em três intervalos litoestratigráficos pertencentes a três tectonossequências distintas. Toma-se como base, a coluna litoestratigráfica proposta por Ponte e Appi (1990), por ser a mais difundida na literatura (**Quadro 1**).

Ponte e Appi (1990), interpretando o testemunho de sondagem 2-AP-1-CE, que atravessou 1.500 m de espessura de sedimentos na bacia do Araripe, propuseram três sequências estratigráficas, limitadas por discordâncias consideradas angulares de extensão regional, equivalentes à Formação Mauriti, ao Grupo Vale do Cariri (compreendendo as formações Brejo Santo, Missão Velha e Abaiara) e ao Grupo Araripe (compreendendo as formações Rio da Batateira, Santana, Arajara e Exu).

**Quadro 1:** Quadro comparativo das colunas litoestratigráficas propostas para a bacia do Araripe (fonte: ASSINE, 1992).

Small 1913	Beurlen 1962	Barros 1963	Beurlen 1963	Gaspary & Anjos 1964	Braun 1966	Silva Santos & Valença 1968	Beurlen 1971	Mabesoone & Tinoco 1973	Moraes et al 1976	Lima 1978 1979	Silva 1983 1986a; b	Assine 1990	Ponte & Appi 1990
ARENITO SUPERIOR	FM EXU	FM ARAJARA	FM EXU	FM FEIRA NOVA	FM EXU	FM FEIRA NOVA	FM EXU	FM EXU MB SUP MB INF	FM EXU	FM EXU	FM EXU	FM EXU MB SUP MB INF	FM EXU FM ARAJARA
CALCÁREOS SANTANA	FM SANTANA	FM SANTANA	FM SANTANA FM CRATO	FM SANTANA	FM SANTANA	FM SANTANA MB SUP MB INF	FM SANTANA MB ROMUALDO MB IPUBI MB CRATO	FM SANTANA MB ROMUALDO MB IPUBI MB CRATO	FM SANTANA fac. Argilo-silt-evaço fac. Carbo	FM SANTANA MB CRATO	FM SANTANA FM ARARIPINA	FM SANTANA MB CRATO	FM SANTANA MB ROMUALDO MB IPUBI MB CRATO
ARENITO INFERIOR	FM MISSÃO VELHA	FM MISSÃO VELHA	FM MISSÃO VELHA	FM MISSÃO VELHA FM BREJO SANTO	FM SERGI FM ALIANÇA	FM MISSÃO VELHA	FM MISSÃO VELHA	FM SERGI FM ALIANÇA	FM MISSÃO VELHA SUP INF	FM SERGI	FM SERGI	FM BARBALHA FM ABAIARA FM MISSÃO VELHA FM BREJO SANTO	FM RIO DA BATATEIRA FM ABAIARA FM MISSÃO VELHA FM BREJO SANTO
CONGLOMERADO BASAL	FM CARIRI	FM CARIRI	FM CARIRI	FM MAURITI	FM TACARATU	FM CARIRI	FM CARIRI	FM TACARATU	FM CARIRI	FM TACARATU	PALEOZOICO	FM CARIRI	FM MAURITI

A *Formação Mauriti* é afossilífera, de idade neossiluriana a eodevoniana inferida, constituída por arenitos de fácies eólica associado a arenitos de fácies fluviais, repousa sobre o Complexo do embasamento e é superposta discordantemente pela *Formação Brejo Santo*, do Grupo Vale do Cariri (PONTE e APPI, 1990), todavia, Carvalho *et al.*(1995) propõe, baseado em icnofósseis (pegadas) de dinossauros, que a *Formação Mauriti* seria cretácica.

*Grupo Vale do Cariri* — Na base do Grupo Vale do Cariri, ocorre a *Formação Brejo Santo*, que repousa discordantemente sobre a *Formação Mauriti* e é sobreposto em contato gradacional normal pela *Formação Missão Velha*. Arai *et al.* (2001) e Braun (1966), afirmam uma idade Dom João (Neojurássico ?) desta formação, confirmada pela presença de fósseis da *Biozona Bissulcocypris pricei* (NRT-001).

Tal intervalo é correlacionado litológica e cronologicamente à *Formação Aliança* nas bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá (BRAUN, 1966 e ASSINE, 1992).

Segundo Assine (1992), os fósseis não-marinhos encontrados nesta formação indicam uma sedimentação continental, que analogamente à *Formação Aliança*, teriam ocorrido em

depressões rasas e amplas onde se desenvolveram sistemas aluviais/lacustres sob condições oxidantes.

A *Formação Missão Velha* repousa sobre a Formação Brejo Santo em contato gradacional normal, sendo sobreposta de modo semelhante pela Formação Abaiara. Compondo-se, segundo Ponte e Appi (1990), por arenitos ricos em troncos silicificados, interpretados por Assine (1992) como depósitos de lagos rasos e/ou planícies aluviais distais úmidas, colmatadas por sistemas fluviais entrelaçados de pequeno a médio porte, com grande energia de fluxo. Esta formação foi correlacionada por Braun (1966) à Formação Sergi nas bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá.

A *Formação Abaiara* repousa sobre a Formação Missão Velha em contato gradacional ao contrário do seu contato superior, discordante, com a Formação Rio da Batateira (Grupo Araripe). Tem-se conhecimento de fato que esta Formação é de idade Rio da Serra devido a constatação de ostracodes como *Cypridea sellatta* e *Cypridea Candeiensis*, das biozonas RT-002 e RT-003 de Viana *et al.* (1971); contudo, devido à presença de outras espécies de ostracodes como o *Cypridea vulgaris*, a parte superior da Formação Abaiara é estendida para o Andar Aratu (?), proposta rediscutida por Arai *et al.* (2001), que sugerem a restrição desta ao andar Rio da Serra.

Segundo Ponte e Appi (1990), a litologia e o conteúdo fossilífero são indicativos de sedimentação em ambientes flúvio-lacustre raso.

*Grupo Araripe* — A *Formação Rio da Batateira* repousa discordantemente sobre a Formação Abaiara (Grupo Vale do Cariri) e seu contato superior com o Membro Crato da Formação Santana é brusco. A idade da Formação Rio da Batateira (neo-alagoas) é baseada em fragmentos de peixes, conchostráceos, ostracodes (PONTE e APPI, 1990) e palinórfos da Palinozona *Sergipea variverrucata* (P-270) (HASHIMOTO *et al.*, 1987 e PONS *et al.*, 1990).

Segundo Ponte e Appi (1990), a sucessão litológica evidencia um sistema deposicional flúvio-lacustre, sendo separada em depósitos de corrente fluvial de alta energia, depósitos de planície de inundação e lobos arenosos sub-aquáticos depositados em ambientes lacustres rasos e, finalmente, depósitos do fundo de lagos. Paula-Freitas (2009), em descrições de testemunhos de sondagem do Projeto Santana (DNPM/CPRM) reconheceu oito fácies sedimentares, cujas quais, agrupou em cinco sucessões e duas associações de fácies (fluvial e lacustre). Reconheceu também três superfícies erosivas (discordâncias) cujas quais permitiram-lhe definir cinco sequências deposicionais. As verificações espaciais das fácies através de correlação estratigráfica, permitiram-lhe considerar também a existência de elementos externos condicionando a deposição, destacando-se o fator tectônico.

A *Formação Santana* repousa em contato brusco normal sobre a Formação Rio da Batateira e é sotoposto em contato gradacional à Formação Arajara. Segundo Ponte e Appi (1990) esta formação divide-se em três membros: Crato (membro inferior), Ipubí (membro médio), em contato gradacional com o membro inferior e, segundo Silva (1983, 1986a,b e 1988), em contato brusco (discordância erosiva regional) com o membro superior, e Romualdo (membro superior). Segundo os mesmos autores, estes membros representam um paleolago batizado de “Lago Araripe”, que progressivamente foi ressecando e tornando-se hipersalino, porém, ingressões marinhas estão registradas no topo do Membro Romualdo. Moura e Borghi (2005), estudando dois testemunhos de sondagem (1PS-11-CE e 1PS-12-CE) do Projeto Santana (DNPM/CPRM) descreveram nove fácies, relacionadas em três sucessões e interpretadas como registros de sistemas deltáico-lacustre/marinho, bem como identificaram superfícies de discordância, correlata à identificada por Silva (1983,1986a,b e 1988), regressão forçada, transgressiva, de inundação e de inundação máxima no intervalo superior da Formação Santana.

Possui o maior acervo paleontológico da bacia do Araripe, compreendendo, segundo Arai *et al.* (2001), ostracodes e palinórfos. Segundo Maabesoone e Tinoco (1973) o registro fossilífero compreende, ainda, conchostráceos, fragmentos vegetais lenhosos carbonizados, pequenos peixes e insetos.

A *Formação Arajara* repousa em contato gradacional normal sobre o Membro Romualdo da Formação Santana e é sotoposto discordantemente à Formação Exu. Ponte e Appi (1990) interpretaram a Formação Arajara como depósitos flúvio-lacustres, marginais, onde o afluxo sedimentos terrígenos promovem o assoreamento da bacia.

Quanto ao conteúdo fossilífero, Lima (1978), em estudos palinológicos indica uma idade albiana e condições áridas e quentes para a Formação Arajara.

A Formação Exu é a última unidade proposta para a bacia; repousa em discordância erosiva sobre a Formação Arajara e segundo Ponte e Appi (1990) constitui-se por uma sequência de fácies fluviais. Quanto à idade da Formação Exu (Albiano/Cenomaniano), Ponte e Appi (1990) ressaltam que é uma inferência, devido ao fato desta, ser afossilífera.

Para a coluna estratigráfica da bacia, no poço 2-AP-01-CE, Ponte e Appi (1990), designaram três tectonossequências: Pré-rifte, Rifte e Pós-rifte posteriormente reafirmada por Ponte-Filho (1992) e Ponte e Ponte-Filho (1996) que também designou três tectonossequências: Pré-rifte, Sin-rifte e Pós-Rifte. Essas tectono-sequências foram estabelecidas à partir das correlações dos andares locais brasileiros datados por conteúdo fossilífero na coluna estratigráfica, com a escala geocronométrica internacional. (ARAI *et al.*, 1989). (**Quadro 2**)

A Tectonossequência Pré-rifte (Andar Dom João) na bacia do Araripe é, segundo Ponte (1992), Ponte e Appi (1990); Ponte e Ponte-Filho (1996), representada pelas formações Brejo Santo e Missão Velha recobrimo estratos de uma Tectonossequência mais antiga (siluro-devonina (?)) e rochas pré-cambrianas do embasamento. Vale ressaltar que eses autores

afirmam que o limite superior desta tectonossequência é puramente especulativo, devido ao fato de a Formação Missão Velha ser afossilífera, portando apenas trocos e fragmentos de madeira silicificada sem valor cronoestratigráfico.

A Tectonossequência Rifte (PONTE, 1992; PONTE e APPI, 1990) ou Tectonossequência Sin-rifte (PONTE e PONTE-FILHO, 1996) representada pela Formação Abaiara, limitada na base pela ausência da parte inferior do Andar Rio da Serra e, no topo, pela discordância “pré-aptiana”, sendo, segundo esses autores, de idade Rio da Serra e, possivelmente, parte inferior do Andar Aratu (?), não sendo presentes na bacia do Araripe, portanto, os andares Buracica e Jiquiá.

Por fim, a Tectonossequência Pós-rifte, que segundo Ponte (1992) é representada por um ciclo deposicional transgressivo/regressivo completo, compreendendo três sistemas deposicionais: o sistema fluvio-lacustre carbonático de idade Aptiano-Albiano (englobando a Formação Rio da Batateira e Membro Crato da Formação Santana); o sistema transicional-evaporítico e marinho raso de idade meso-albiano (incluindo os membros Ipubi e Romualdo da Formação Santana e a Formação Arajara); o sistema fluvial entrelaçado e meandrante de idade Albiano-Cenomaniano (?) ( englobando a Formação Exu).

Segundo Ponte (1992) e Ponte e Appi (1990), a Tectono-sequência é limitada na base pela discordância “préaptiana”.

**Quadro 2:** Quadro de correlação tectonoestratigráfica.  
(fonte: PONTE e PONTE-FILHO, 1996)

Tectono-sequências	Horizontes	Idades em M.a.	Coluna litológica	Profundidade (m)	Litologias principais	Unidades lito-estratigráficas	Cronoestratigrafia					
							Local	Internacional				
PÓS-RIFTE	2	94		2	Arenitos	FM. EXU	GRUPO ARARIPE	ALAGOAS	ALBIANO			
	3	100		237	Arenitos argilosos	FM. ARAJARA						
				337	Margas	Mb. Romualdo				SANTANA		
				397	Gipsitas	Mb. Ipubi						
	4	112		475	Flh. calcíferos	Mb. Crato						
				514	Arenitos argilosos e Arenitos grosseiros	FM. RIO DA BATATEIRA					APTIANO SUPERIOR	CRETÁCEO INFERIOR/MÉDIO
SIN-RIFTE	5	118		712	Arenitos argilosos	FM. ABAIARA	RIO DA SERRA	NEOCON.				
	6	138										
PRÉ-RIFTE	7	141		836	Arenitos grosseiros	FM. MISSÃO VELHA	GRUPO CARIRI	ANDAR DOM JOÃO	TITON. ?			
				1023	Folhelhos vermelhos	Mb. Superior				FM. BREJO SANTO	OXFORD/KIMMERID ?	JURÁSSICO SUPERIOR
				1308	Arenitos argilosos	Mb. Inferior						
		8	165		1452					FM. MAURITI		SILURIANO ?

Segundo Ponte e Ponte-Filho (1996), durante o estágio Pré-rifte, a bacia do Araripe integrava a parte setentrional da Depressão Afro-Brasileira, limitada pelos lineamento da Paraíba, o afinamento crustal prosseguiu até ser superado o limite dúctil-rúptil no final do Cretáceo, iniciando-se por consequência o estágio Sin Rifte. Este estágio, segundo estes autores, caracterizou-se por uma ruptura crustal da Margem Continental Brasileira,acompanhando zonas de fraquezas oferecidas por alinhamentos estruturais pré-cambrianos reativados por esforços extensionais, que sofreram ao seu progresso quando se aproximaram dos alinhamentos estruturais E-W da “Zona Transversal”, por consequência, estes atuaram como megazonas de transferências que acomodaram as tensões contrárias

geradas nas porções Norte e Sul. Sendo os falhamentos NE-SW subortogonais à direção dos esforços reativados tracionalmente como falhas tensionais normais (falhas de Portoalegre, Orós e Tatajuba e o lineamento do Jaguaribe), os falhamentos de orientação E-W e NW-SE foram reativados como falhas de cisalhamento (falhas de transferência).

Ainda segundo Ponte e Ponte-Filho (1996) durante o estágio Pós-rifte, a tectônica cessou e a bacia do Araripe voltou a se comportar como uma sinéclise interior, preenchida pela última sequência estratigráfica. Essa tectônica é, assim, caracterizada pela subsidência flexural regional.

## 5 RESULTADOS

Nas interpretações sismoestratigráficas da linha ARARIPE-RL-0141-0001 (**Fig. 11a**), foram reconhecidos três sismo-horizontes (H1, H2 e H3), correlacionados com as descrições litológico-faciológicas do poço de sondagem 1PS-12-CE; além de duas feições estruturais distintas: falhas normais de descolamento e falhas transcorrentes (**Fig. 11b**).

Posteriormente, conjuntamente com os sismo-horizontes e as feições estruturais, foi possível discutir o arcabouço tectonoestratigráfico. Em alguns destes sismo-horizontes foram observadas terminações de refletores sísmicos que permitiram classificá-los do ponto de vista de limites de sequências.

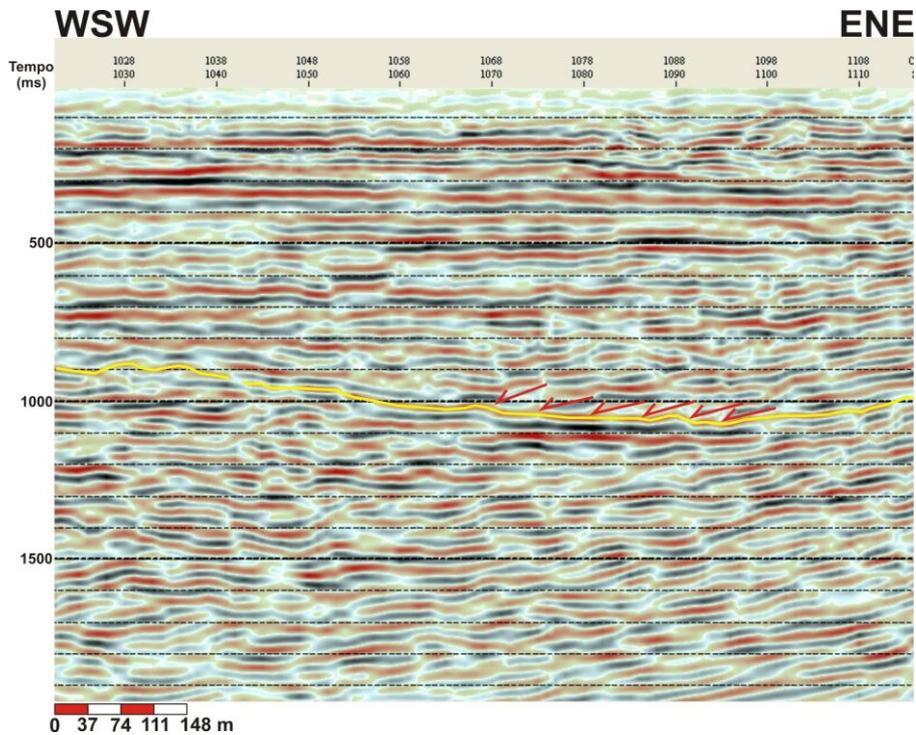
### 5.1 Sismo-horizontes

*Sismo-horizonte H1* — De modo geral, este sismo-horizonte é contínuo, de alta amplitude, de contraste forte, variando de profundidade (tempo duplo) ao longo da linha. Na porção Leste da linha (PT-0) a profundidade em tempo duplo (2T) encontrada é de aproximadamente 300 ms; enquanto que na porção Oeste a profundidade, em tempo duplo (2T), encontrada é de 1000 ms (**Fig. 11b**).

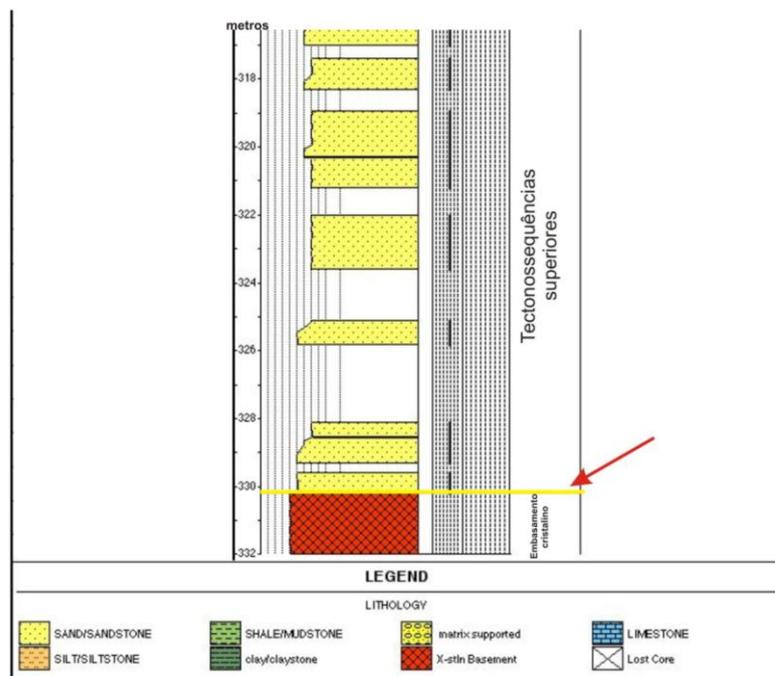
Visualizam-se claramente terminações *onlap* (**Fig. 7**) na porção Leste da linha, sugerindo uma discordância, neste caso do tipo angular, que separa duas sismossequências distintas.

Segundo as descrições litológicas do poço 1PS-12-CE (MOURA, 2007) e o cálculo das velocidades dos refletores sísmicos (PONTE e PONTE-FILHO, 1996), interpretou-se o sismo-

horizonte H1 como o topo do embasamento cristalino da bacia (Fig. 8), uma tectonossequência mais antiga (PONTE e PONTE-FILHO 1996).

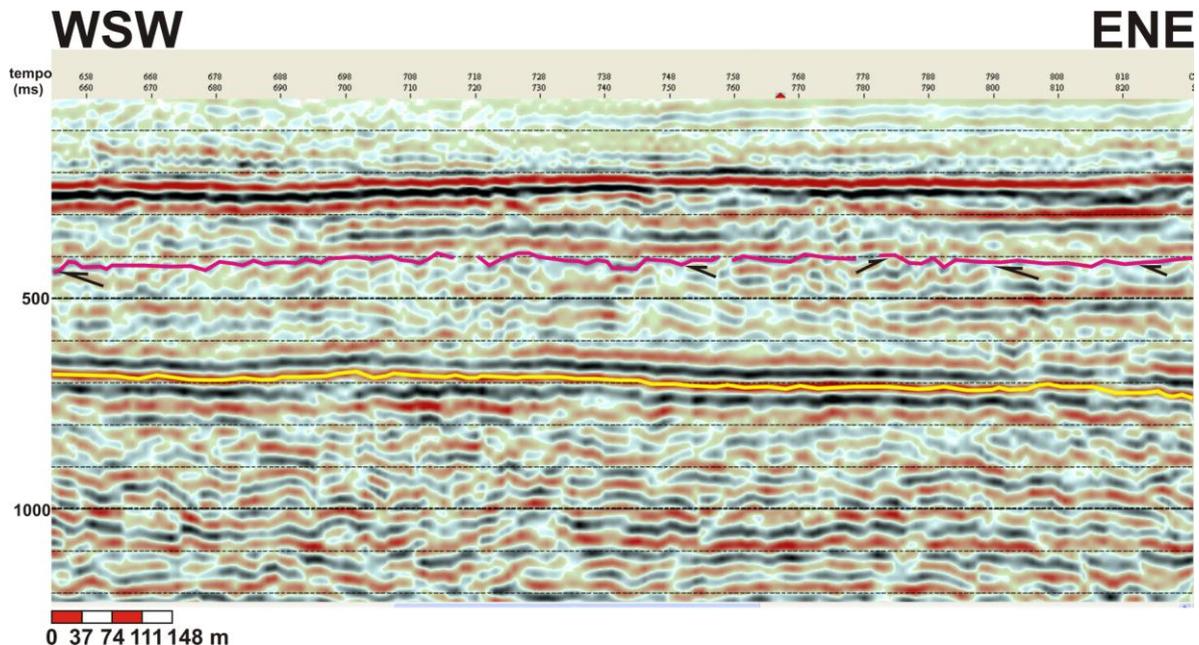


**Figura 7:** Discordância angular entre duas sismossequências no “zoom” da porção Leste da linha ARARIPE-RL-0141-0001 (setas vermelhas: terminações *onlap* e linha amarela: topo do embasamento).



**Figura 8:** Correlação do sismo-horizonte H1 com a descrição litológica poço 1PS-12-CE.

*Sismo-horizonte H2* — Este sismo-horizonte é parcialmente contínuo ao longo da linha, de contraste variável, sendo mais forte na parte Leste do que na parte Oeste da linha. (**Fig. 11 b**). Reconheceram-se terminações de *truncamento*, que caracterizam este refletor como um limite superior de sismossequência, sendo interpretado como uma discordância. (**Fig. 9**)

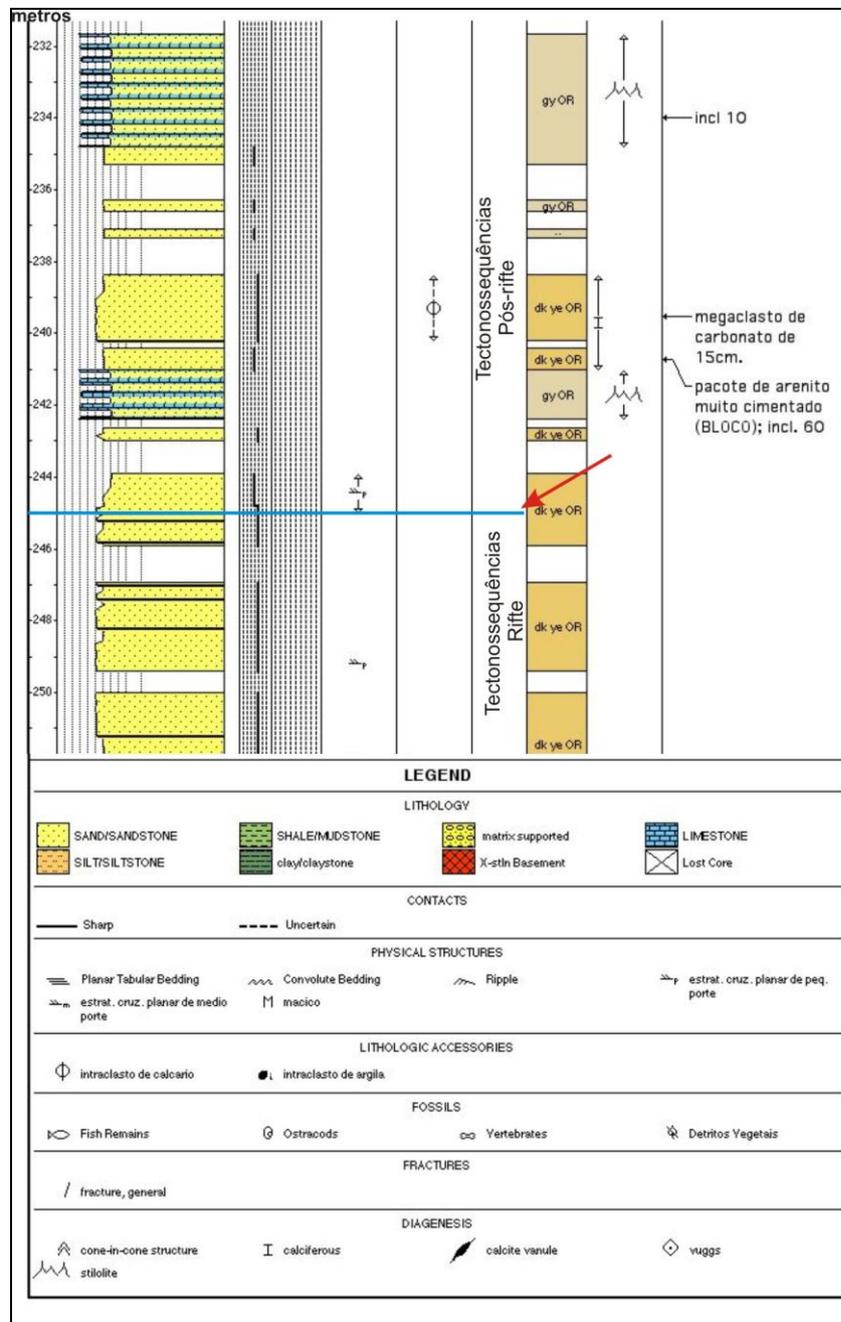


**Figura 9:** Detalhe entre PT660 e o PT820 da linha ARARIPE-RL-0141-0001 mostrando em amarelo o sismo-horizonte H1, em rosa o sismo-horizonte H2 e em setas pretas as terminações *truncamento*.

Este, foi correlacionado à base da Formação Rio da Batateira através de interpretações sísmicas, pois no poço 1-PS-12-CE não foi interpretado ou não aflora esta seção. O significado tectonoestratigráfico equivale à discordância “pré-aptiana” que separa o topo da tectonossequência Rifte (Formação Abaiara) da base da tectonossequência Pós-rifte (Formação Rio da Batateira) (PONTE e PONTE-FILHO, 1996).

*Sismo-horizonte H3* — Terceiro e último sismo-horizonte reconhecido, trata-se de um refletor contínuo ao longo da linha toda, de contraste não tão intenso como o H1, mas também é forte, de natureza concordante, não aparentando truncar nenhum outro refletor (**Fig. 11 b**).

É correlacionado com a descrição litológica do poço 1PS-12-CE ao intervalo da profundidade aproximadamente 245m à base da Formação Santana e topo da Formação Rio da Batateira (**Fig. 10**). Não representa limite de tectonossequência.



**Figura 10:** Correlação do sismo-horizonte H3 com a descrição litológica do poço 1PS-12-CE.

## 5.2 Feições estruturais

*Falhas em flor* — Concentram-se nos limites Leste e Oeste da linha sísmica ARARIPE-RL-0141-0001 (**Fig. 11a** e **11b**), mais precisamente em dois blocos: o primeiro, entre os Pontos de Tiro (PT) 190 e 360 (**Fig. 12**) e, um segundo, entre os Pontos de Tiro (PT) 850 e 980 (**Fig. 13**). Estas falhas indicam que componentes tanto transtrativos como transpressivos afetaram todas as tectonossequências desde a Pré-rifte até a Pós-rifte, foram divididas em duas famílias. A primeira família trata-se de falhas com geometrias em flor negativa, que afetam a tectonossequência Rifte. E uma segunda família de falhas em flor que possuem geometrias de ramificação dos falhamentos que afetaram a tectonossequência Rifte, ultrapassando esta tectonossequência, e afetando a tectonossequência Pós-rifte.

*Falhas normais de descolamento* — São observadas duas famílias ao longo de toda a linha, possuem estruturas “rollover” (**Fig. 11b**). Essas famílias de falhas estão condicionadas a origens distintas. A primeira família de falhas de descolamento afeta concomitantemente as tectonossequências Rifte e Pós-rifte com sua raíz horizontalizando-se perto do limite do embasamento. A segunda família está condicionada inteiramente a seção Pós-rifte, sendo suas raízes terminadas horizontalmente no sismo-horizonte H3 (base da Formação Santana) (**Fig. 12** e **13**), bem como, já haviam sido observadas em escala de afloramento em excursões de campo (**Apêndice A**).

### 5.3 Arcabouço tectonoestratigráfico

As tectonossequências descritas conforme Ponte e Ponte-Filho (1996) foram correlacionadas à interpretação sísmica, de modo que o sismo-horizonte H1 e o sismo-horizonte H2 limitam as tectonossequências Pré-rifte e Rifte, separando-as, na base de uma tectonossequência abaixo (siluro-devoniana) e acima, da tectonossequência Pós-rifte (**Figs. 11b, 12 e 13**).

Em um contexto geral, é perceptível que a geometria da bacia comporta-se como uma grande bacia de subsidência flexural, afetada por falhamentos que atingem na maioria das vezes, todos os registros sedimentares, não sendo observados grandes rejeitos de falhamento de borda, como o espessamento sedimentar evidentes nos padrões das sismofácies.

## 6 Discussão

O argumento estratigráfico da subdivisão das tectonossequências da bacia parece ter sido baseado em dados de bioestratigrafia, em estreita correlação com as bacias da margem continental (Leste setentrional), com o auxílio de mapeamentos estruturais e gravimétricos, em que foram observados altos e baixos estruturais que caracterizariam bordas de uma bacia rifte.

Posteriormente, Ponte e Ponte-Filho (1996), com os argumentos já consagrados pela literatura geológica da bacia, buscaram mostrar em seções sísmicas esquemáticas um modelo (**Fig. 14b**), que veio a corroborar com a idéia de que realmente a bacia do Araripe teve uma gênese e evolução de preenchimento sedimentar de uma bacia rifte, tal como as bacias marginais.

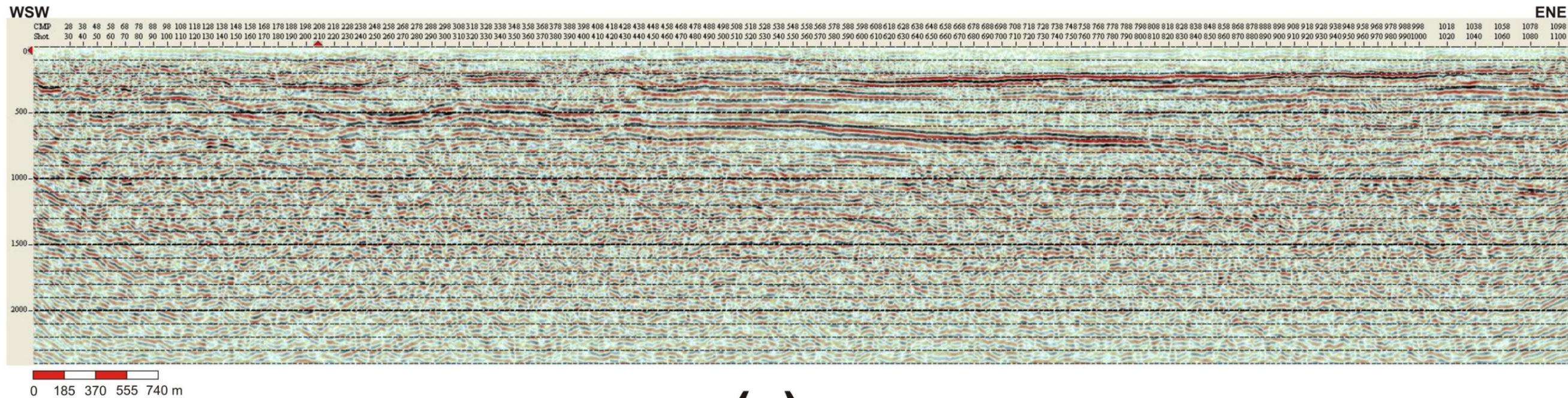
Do ponto de vista bioestratigráfico, não há questionamentos maiores que possam ser feitos, exceto, à uma provável idade eocretácica da tectonossequência basal, considerada siluro-devoniana, datada por meio de observações de pegadas (icnofósseis) de dinossauros em afloramentos, no campo.

Neste estudo, esperavam-se encontrar evidências estruturais que corroborassem com o arcabouço estrutural proposto por Ponte e Ponte-Filho (1996) (**Fig. 14b**), para a tectonossequência Rifte, como feições de falhamentos amplos de bordas típicas de bacias rifte, além de sismofácies divergentes (*cf.* MITCHUM *et al.*, 1977), denotando espessamento de sedimentar típico de preenchimento de espaço em bordas de falhas normais ativas.

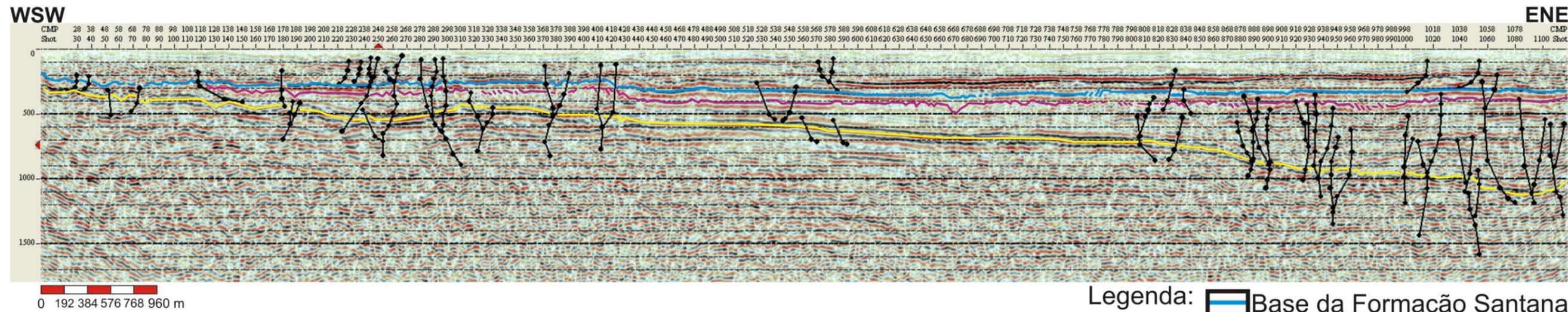
Em contrapartida, foi observado que na seção da bacia ficaram registrados inúmeros falhamentos; uns afetam a tectonossequência Rifte, porém com natureza tipicamente transtrativa (falhas em flor negativas).

Quanto à tectonossequência Pós-rifte, como suspeitava-se, constataram-se falhamentos normais de descolamento afetando a sedimentação ativa do intervalo, além de outros que, ramificam-se dos falhamentos em flor que afetaram a tectonossequência Rifte, ultrapassando-os e afetando a tectonossequência Pós-rifte, em arranjos que se assemelham a grandes árvores (**Fig.14a** e em detalhe, **Fig. 12 e 13**).

Desta forma, parecem proceder as hipóteses de tectônica ativa durante a sedimentação da Idade Alagoas, a qual é reconhecida como acumulada em uma bacia de subsidência flexural rígida.



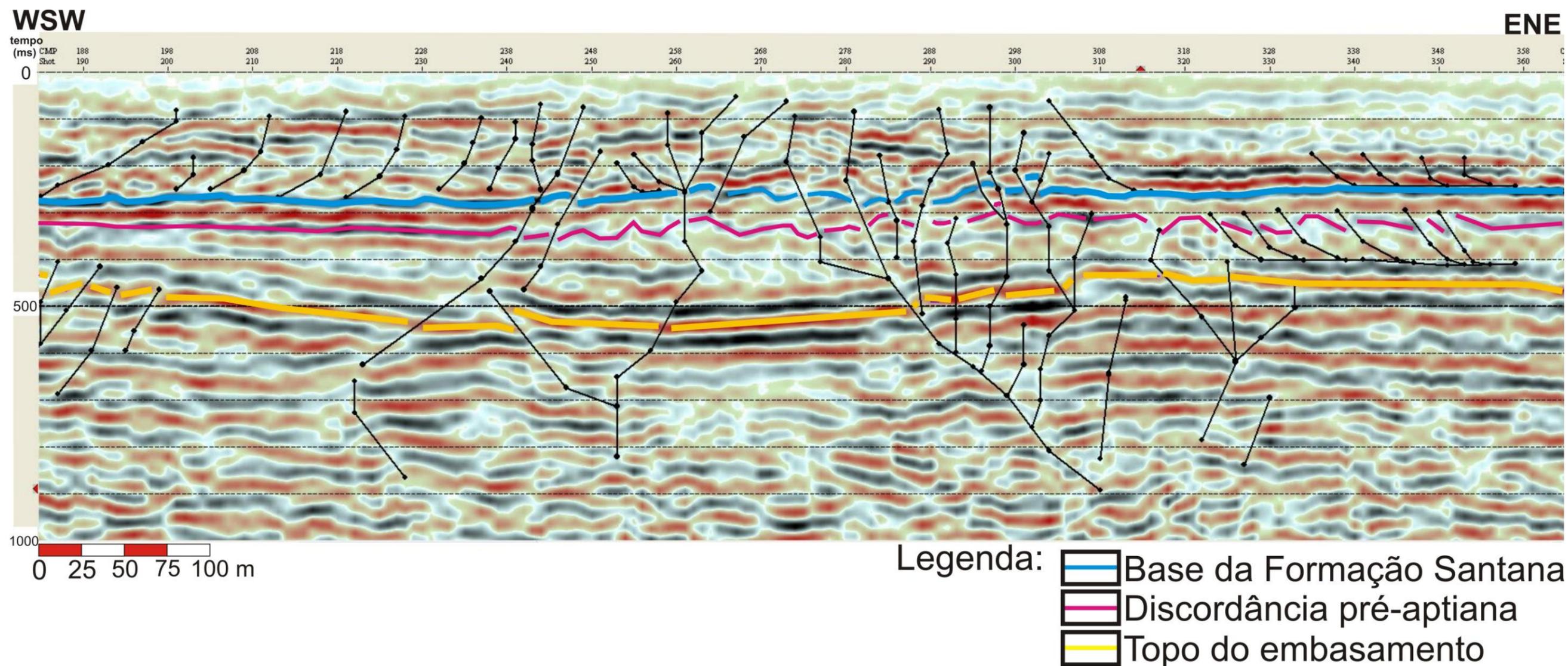
(a)



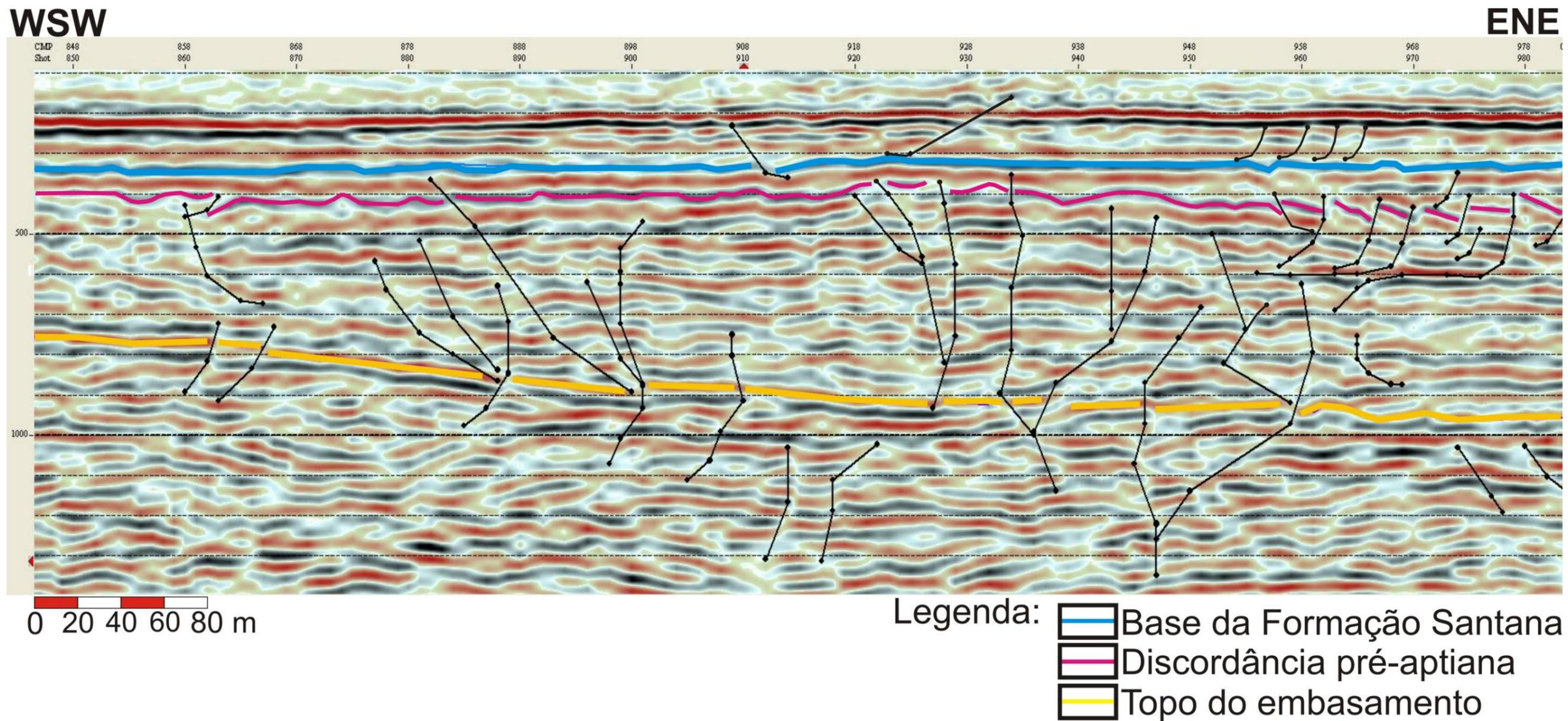
Legenda:   
 Base da Formação Santana   
 Discordância pré-aptiana   
 Topo do embasamento

(b)

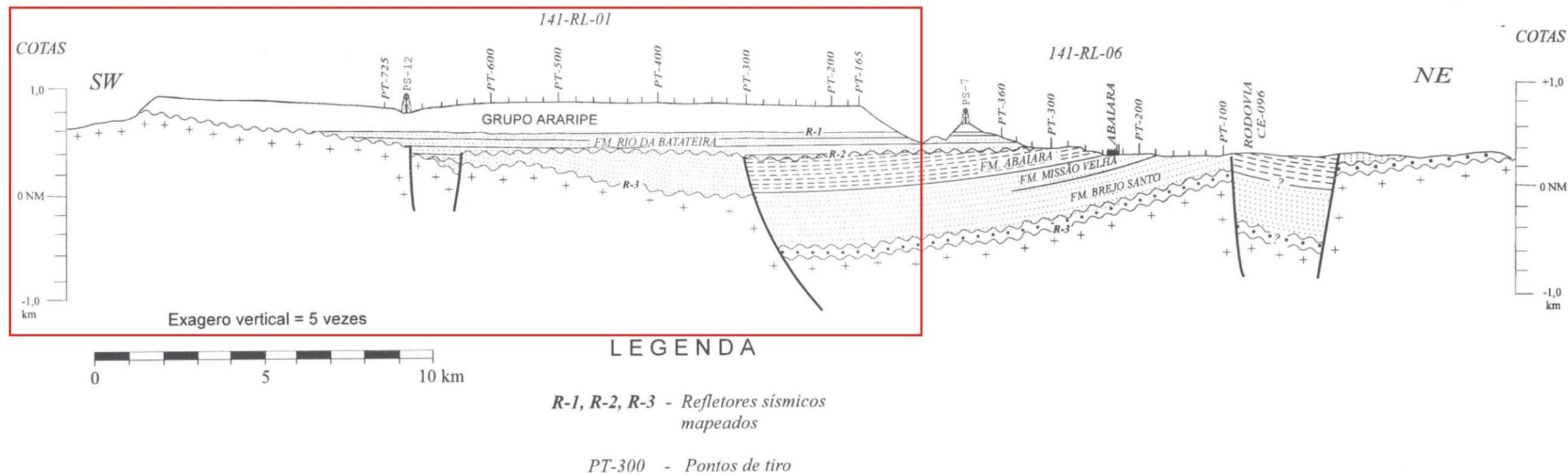
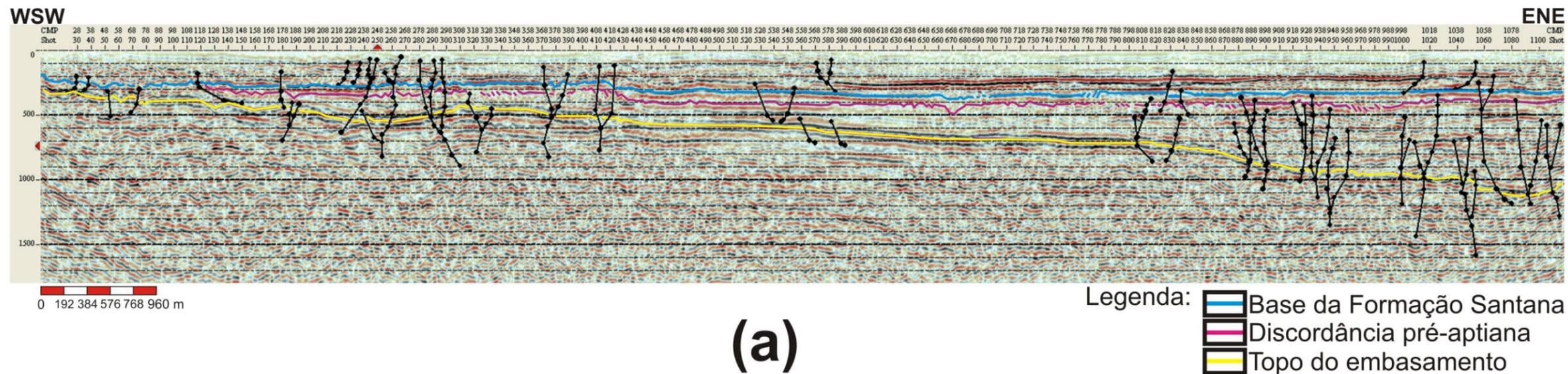
Figura 11: Seção sísmica ARARIPE-RL-0141-0001 da bacia do Araripe: (a) linha original “crua”; (b) linha interpretada: demarcados os três sismo-horizontes e os estilos estruturais.



**Figura 12:** Detalhe entre os Pontos de tiro (PT) 190 e 360 da linha ARARIPE-RL-0141-0001. São claramente perceptíveis as duas feições estruturais mapeadas (falhamentos normais de descolamento e os falhamentos transcorrentes). Pode ser reparado também que essas duas famílias afetam diferentemente os intervalos sedimentares da bacia; os falhamentos normais de descolamento dividem-se em dois grupos: os que afetam somente os refletores (ou sedimentos) posicionados acima do *sismo-horizonte H1* e os que afetam os refletores (ou sedimentos) entre o *sismo-horizonte H2*; dentre os falhamentos em flor, são observados claramente neste detalhe da linha ARARIPE-RL-0141-0001 os que afetam os refletores entre os *simo-horizontes H1 e H2* com geometrias em flor negativas e as suas ramificações que afetam em uma arranjo semelhante a grandes árvores, inclusive, os refletores (ou sedimentos) posicionados acima do *sismo-horizonte H2*, afetando portanto todas as seções da linha.



**Figura 13:** Detalhe entre os Pontos de Tiro (PT) 850 e 980 da linha ARARIPE-RL-0141-0001. São claramente perceptíveis, à exemplo da figura anterior, as duas feições estruturais mapeadas (falhamentos normais de descolamento e os falhamentos transcorrentes), entretanto, reparam-se algumas diferenças. Os falhamentos normais de descolamento dividem-se, a exemplo da figura anterior, em dois grupos: os que afetam somente os refletores (ou sedimentos) posicionados acima do *sismo-horizonte H1* e os que afetam os refletores (ou sedimentos) entre o *sismo-horizonte H2*; dentre os falhamentos em flor, entretanto, são observados neste detalhe da linha ARARIPE-RL-0141-0001 somente os que afetam os refletores entre os *simo-horizontes H1 e H2* com geometrias em flor negativas.



**Figura 14:** Comparação da interpretação sismoestratigráfica (a) Linha UFRJ-ARARIPE-RL-0141-0001 do presente estudo. (b) Linhas sísmicas 141-RL-01 e 141-RL-06 de Ponte-Filho (1996). Nota-se entre essas duas seções as diferenças das feições estruturais e o arcabouço tectonoestratigráfico concebido pelos dois estudos.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos nas interpretações sismoestratigráficas conduzem a uma interpretação diferente daquele proposto por Ponte e Ponte-Filho (1996) quanto ao caráter das feições estruturais e do arcabouço tectonoestratigráfico concebido para a bacia (**Fig.14**)

Existe uma tectônica atuante no intervalo Pós-rifte.

É preciso um estudo tectônico mais aprofundado para a real compreensão da gênese e evolução da bacia, pois, esta pode ter sido uma bacia que foi afetada ao longo de sua história por uma tectônica transcorrente de pulsos policíclicos que reativou antigas zonas de fraquezas herdadas do embasamento e deformava os sedimentos já depositados. As feições estruturais de falhas em flor positivas e negativas podem estar associados a falhamentos transcorrentes originados, na porção ENE da linha, pela extensão de uma falha com orientação NE-SW, podendo ser até equivalente a extensão da falha de Portalegre dentro da bacia do Araripe.

## Referências bibliográficas

- APPI, C.J.; HASHIMOTO, A.; FREITAS, E.L. Fácies sedimentares e sequências deposicionais no Neo-alagoas da Chapada do Araripe. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, 1986, Goiânia. **Boletim de Resumos...** Goiânia:SBG, 1986. p. 47.
- ARAI, M.; CARVALHO, I.S.; CASSAB, R.C.T. **Bacia do Araripe**. Aracajú: Fundação Paleontológica Phoenix, 2004. 6p. (Bacias Sedimentares Brasileiras, n. 72)
- ARAI, M.; COIMBRA, J.C.; SILVA-TELLES JÚNIOR, A.C. Síntese bioestratigráfica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil). In: BARROS, L.M., NUVENS, P.C., FILGUEIRA, J.B.M. (eds.) **I e II Simpósios sobre a bacia do Araripe e bacias interiores do Nordeste**. Crato:TIPOGRESSO, 2001. P.109-117. (Coleção Chapada do Araripe, n.1)
- ARAI, M.; HASHIMOTO, A.T.; UESUGUI, N. Significado cronoestratigráfico da associação microflorística do Cretáceo inferior do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 3, n. ½, p. 87-103, 1989.
- ASSINE, M.L. **Sedimentação e tectônica da bacia do Araripe, Nordeste do Brasil**. 1990. 124f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Universidade Estadual de Paulista, Rio Claro.
- ASSINE, M.L. Análise estratigráfica da bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.22, n.3, p.289-300, 1992.
- BARROS, F.C. Sobre a sistemática da Série do Araripe. **Revista de Engenharia, Mineralogia e Metalogenia**, Rio de Janeiro, v. 37, n.?, 52p, 1963.
- BEURLLEN, K. A geologia da Chapada do Araripe. **Anais da Academia brasileira de ciências**, Rio de Janeiro, v.34, n.3, p.365-370, 1962.
- BEURLLEN, K. Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 17, 1963, Recife. **Anais...** Recife:SBG, 1963. 47p.
- BEURLLEN, K. **Geologie Von Brasilien**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1970, v. ?, 444p.
- BEURLLEN, K.As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.43, n. ?, p. 411-415, 1971.
- BRAUN, O.P.G. **Estratigrafia dos sedimentos da parte inferior da região nordeste do Brasil (bacias do Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe)**. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1966. 75p. (Boletim, n.236)
- CARVALHO, I.S.; VIANA, M.S.S.; LIMA-FILHO, M.F. Os icnofósseis de dinossauros da bacia do Araripe (Cretáceo inferior, Ceará-Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 67, n. 4, p. 433-442, 1995.

CHANG, H.K.; KOWSMANN, R.O.; FIGUEIREDO, A.M.F. Novos conceitos sobre o desenvolvimento das bacias marginais do leste brasileiro. In: GUILHERME, P.R.G.; MILANI, E.J. (Eds.) **Origem e evolução de bacias sedimentares**. 2<sup>a</sup>ed. Rio de Janeiro: Editora Gávea, 1991. p.269-289.

CHOROWICZ, J.; LE FOURNIER, J.; VIDAL, G. A model for rift development in Eastern Africa. **Geological Journal**, California, v.22, n.?, p.495-513, 1987.

DICKINSON, W.R. Plate tectonic and sedimentation. In: DICKINSON, W.R. (ed.) **Tectonics and sedimentation**. Tulsa: SEPM, 1974. p.1-27. (Special publication, n.22).

GASPARY, J.; ANJOS, N.F.R. 1964. Estudo Hidrogeológico de Juazeiro do Norte - Ceará. Recife: SUDENE. 25 p. (Série Hidrogeologia 3).

HASHIMOTO, A.T.; APPI, C.J.; SOLDAN, A.; CERQUEIRA, J.R. O Neo-alagoas nas bacias do Ceará, Araripe e Potiguar, (Brasil): caracterização estratigráfica e paleoambiental. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 17, n. 2, p. 118-122, 1987.

LIMA, M.R. **Palinologia da Formação Santana ( Cretaceo do Nordeste do Brasil)**. 1978 (a). 335f. Dissertação (Doutoramento em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Ciências Exatas e da Terra, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

LIMA, M.R. Estudo Palinológico preliminar de um folhelho betuminoso da Formação Missão Velha, Chapada do Araripe. **Boletim do Instituto de Geociências**, São Paulo, v. 9, n. ?, p. 57-152. 1978.

LIMA, M.R. Considerações sobre a subdivisão estratigráfica da Formação Santana – Cretaceo Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 9, n. 2, p. 116-121, 1979.

MABESOONE, J.M.; TINOCO, I.M. Paleoecology of the Aptian Santana Formation, (Northeastern Brazil). **Paleog. Paleoclim. Paleoecol.**, Amsterdam, v. 14, n. 2, p. 97-118, 1973.

MORAES, J.F.S.; SANTOS, J.S.; MASCARENHAS, J.C. **Projeto Santana. Relatório Final Etapa I**. DNPM/CPRM, Recife, 1976, 269p.

MOHRIAK, W.U. Bacias sedimentares da margem brasileira. In: BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, J.H. (eds.) **Geologia Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Texto Mapas & SIG**. Brasília:CPRM, 2003. Cap. III, p. 87-165.

MITCHUM Jr, R.M.; VAIL, P.R.; THOMPSON III, S. Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, part 2: the depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. In: PAYTON, C.E. (eds.) **Seismic Stratigraphy: applications to hydrocarbon exploration**. Tulsa: AAPG, 1977. p. 53-63.

MOURA, M. V. 2007. **Análise estratigráfica do andar Alagoas na borda leste da bacia do Araripe**. 2007. 74f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MOURA, M.V.; BORGHI, L. Análise das fácies siliciclásticas da parte superior da Formação Santana (bacia do Araripe): caracterização de potenciais rochas-reservatório. In: 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D PETRÓLEO E GÁS, 3, 2005, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro:IBP, 2005. p.6.

PAULA-FREITAS, A.B.L. 2009. **Caracterização faciológica e estratigrafia da Formação Rio da Batateira (Andar Alagoas), bacia do Araripe.** 2009. 30f. Trabalho Final de Curso (Bacharelado em Geologia) - Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PONS, D.; BERTHOU, P.Y.; CAMPOS, D.A. Quelques observations sur la palynologie de l' Aptien supérieur ET de l'Albien Du bassin d'Araripe (N.E. du Brésil). In: Simpósio sobre a bacia do Araripe e bacias interiores do Nordeste, I, 1990, Crato. **Atas...** Crato:..., 1990. P.241-252.

PONTE, F.C. Sistemas deposicionais na bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2., 1992, Rio Claro. **Resumos Expandidos...** Rio Claro: UNESP, 1992, p. 81-84.

PONTE, F.C.; APPI, C.J. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990, v.1, p. 211-226.

PONTE, F.C.; ASMUS, H.E. Geological framework of the Brazilian continental margin. **Geologische Rundschau**, Berlin, v.67, n.1, p.201-235, 1978.

PONTE, F.C; PONTE-FILHO, F.C. **Estrutura geológica e evolução tectônica da bacia do Araripe.** Recife: Departamento Nacional da Produção Mineral, 4º e 10º Distritos Regionais, Delegacias do Ministerio das Minas e Energia em Pernambuco e Ceará, 1996. 68p.

PONTE, F.C.; DAUZACKER, M.V.; PORTO, R. Origem e acumulação de petróleo nas bacias sedimentares brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, 1., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IBP, 1978, v.2, p.416-425.

PONTE-FILHO, F.C. Análise geohistórica do poço 2-AP-1-CE, bacia do Araripe. In: Simpósio sobre as Bacias Cretácicas Brasileiras, 2, 1992, Rio Claro. **Resumos expandidos.** Rio Claro: UNESP, 1992. P. 85-89

PONTE-FILHO, F.C. **Arquitetura e evolução tectônica dos riftes intracontinentais passivos.** 2006. 49p. Exame de Qualificação (Doutorado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ROSENDAHL, B.R. Architecture of continental rifts with special reference to East Africa. **Earth-Science Reviews**, Amsterdam, v.15, n.?, p.445-503, 1987.

SILVA, M.A.M. **The Araripe basin, Northeast Brazil. Regional geology and facies analysis of a lower Cretaceous evaporitic depositional complex.** 1983. 287f. Thesis (Ph.D. in Geology), Graduate School of Arts and Sciences, Columbia University, New York

SILVA, M.A.M. Lower Cretaceous sequences in the Araripe basin, Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, n. 3, p. 311-319, 1986 (a)

SILVA, M.A.M. Lower Cretaceous unconformity truncating evaporitic-carbonate sequence, in Araripe basin, Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, n. 3, p. 306-310, 1986 (b).

SILVA, M.A.M. Evaporitos do Cretaceo da bacia do Araripe: ambientes de deposição e história diagenética. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 53-63, 1988.

SILVA-TELLES Jr, A.C.da; VIANA, M.S.S. Paleoecologia dos ostracodes da Formação Santana (bacia do Araripe): um estudo ontogenético de populações. In: Simpósio sobre a bacia do Araripe e bacias interiores do Nordeste, I, 1990, Crato. **Atas...** Crato:DNPM, 1990. P. 309-328.

SILVA-SANTOS, R.; VALENÇA, J.G. A Formação Santana e sua paleoictiofauna. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 40, n. 3, p. 337-360.

SMALL, H.I. **Geologia e Suprimento de Água Subterrânea no Piauí e Parte do Ceará**. Rio de Janeiro: Ministério de Aviação e Obras Públicas, Inspectoria Federal de Obras Contra as Secas, 81p. 1913. (Boletim 25)

TWISS, R.J.; MOORES, E.M. Divergent margins and rifting. In: TWISS, R.J. and MOORES, E.M. (eds.) **Tectonics**. New York: W.H. Freeman and Company, 1995. chap.5, p.86-128.

TWISS, R.J.; MOORES, E.M. Development of structures at active plate margins. In: TWISS, R.J. and MOORES, E.M. (eds.) **Structural geology**. 2<sup>a</sup>ed. New York: W.H. Freeman and Company, 2007. chap.19, p.581-637.

VIANNA, C.F.; GAMA Jr, E.G.; SIMÕES, A.; MOURA, JA; FONSECA, J.R. ALVES, R.J. Revisão estratigráfica da bacia do Recôncavo/Tucano. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 14, n. <sup>3/4</sup>, p. 157-192, 1971.

Apêndice A – Fotos de afloramentos da Formação Santana na excursão da disciplina de Paleontologia mostrando falhamentos normais com crescimento. (A) Visão geral do afloramento normais reconhecidos (B) Foto de detalhe de um dos falhamentos normais de orientação 75° ou NE.



Anexo A – Perfil litológico-faciológico do poço 1PS-12-CE (MOURA, 2007).

