

ESTRATIGRAFIA DE ALTA RESOLUÇÃO DO INTERVALO SILICICLÁSTICO APTIANO DA BACIA DO ARARIPE

Alexandre Braga Leal de PAULA FREITAS ^{1, 2} & Leonardo BORGHI ²

(1) Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Avenida Athos da Silveira Ramos, 274, s/J1-11. CEP 21941-916. Rio de Janeiro, RJ. Endereço eletrônico: alebpl@gmail.com
(2) Laboratório de Geologia Sedimentar, Departamento de Geologia, IGEO, CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Avenida Athos da Silveira Ramos, 274, s/J1-11. CEP 21941-916. Rio de Janeiro, RJ. Endereço eletrônico: lborghi@ufrj.br

Introdução
Material e Método
Contexto Geológico
 Bacia do Araripe
 Estratigrafia
Perfil do Rio da Batateira
 Fácies Sedimentares
 Superfícies Estratigráficas
 Superfícies de Inundação e Retração
 Superfície Discordante
 Superfícies Diastêmicas Fluviais
 Sistemas Depositionais
 Fluvial Meandrante (FM)
 Fluvial *Wandering* (FW)
 Lacustre (Lac)
 Sequências Depositionais/Tectonossequências
Discussão
Conclusão
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – O presente estudo propõe uma análise estratigráfica de alta resolução no intervalo siliciclástico aptiano da bacia do Araripe (sub-bacia do Cariri), correspondente à Formação Rio da Batateira, baseado na identificação de elementos da Estratigrafia Sequencial, tais como superfícies e sequências estratigráficas. A Formação Rio da Batateira é classificada, por diversos autores, como o primeiro registro pós-rifte da bacia, composto por conglomerados, arenitos, argilitos e folhelhos. Foram realizadas duas seções estratigráficas através da correlação de perfis de 7 poços (680 m), e de afloramentos da seção-tipo da Formação Rio da Batateira (130 m). O que possibilitou a identificação de duas superfícies discordantes principais, hierarquizadas como limites de sequência, duas superfícies de inundação e uma de retração, definindo quatro tectonossequências. A análise dos dados mostrou haver indícios de um controle tectônico resultando na deposição de corpos de areias potencialmente reservatórios ao longo da calha da sub-bacia do Cariri, contrapondo a classificação pós-rifte presente na literatura, a qual pressupõe quiessência tectônica.

Palavras-chave: Formação Rio da Batateira, Bacia do Araripe, Andar Aptiano, Estratigrafia Sequencial.

ABSTRACT – *A.B.L. de Paula Freitas & L. Borghi - High resolution stratigraphy of the Aptian siliciclastic interval in Araripe basin.* This study aims a high-resolution stratigraphic analysis of the Aptian siliciclastic interval in Araripe basin (Cariri sub-basin) NE Brazil, corresponding to the Rio da Batateira Formation, focused on the identification of sequence stratigraphic elements such as stratigraphic surfaces and sequences, based on its previous facies analysis. The Rio da Batateira Formation is usually classified as the first post-rift basin record, consisting of conglomerates, sandstones, mudstones and shales. Stratigraphic correlation between corings from 7 wells (680 m) and the Rio da Batateira Formation type-section (130 m), enabled the identification of two major erosive surfaces, ranked as sequence boundaries, two flooding surfaces and a retraction one, and finally of 4 tectonossequences. The stratigraphic data interpretation shows that the interval was subject a tectonic control, contrasting to the post-rift previous interpretation. Tectonics seem to control potential reservoir sand bodies geometry along the Cariri sub-basin.

Keywords: Rio da Batateira Formation, Araripe Basin, Aptian Stage, Sequence Stratigraphy.

INTRODUÇÃO

A bacia do Araripe destaca-se, dentre as demais bacias interiores do Nordeste, por sua extensão em área e amplitude estratigráfica. Seu registro é o mais completo dentre as bacias interiores do Nordeste compreendendo as fases Pré-rifte, Rifte e Pós-rifte

da evolução do oceano Atlântico Sul. Assim, fica evidente sua importância na compreensão geostórica das demais bacias em âmbito regional, tanto de interior (e.g. Souza, Iguatu e Jatobá) quanto de margem (e.g. Potiguar, Pernambuco-Paraíba e Sergipe-Alagoas).

O intervalo Aptiano da bacia do Araripe, onde se concentra o presente estudo, equivale em parte ao andar local Alagoas (conforme Regali & Viana, 1989) que corresponde, litoestratigraficamente, à Formação Rio da Batateira e à base da Formação Santana (Mb. Crato) (Figura 1). O intervalo registra a evolução de sistemas deposicionais continentais, de fluviais para lacustres, correspondentes à Fase Pós-rifte de abertura do oceano Atlântico Sul. Na literatura da bacia, tal intervalo é tido como de natureza Pós-rifte, portanto livre de ação tectônica (q.v. Ponte & Ponte Filho, 1996). Contudo, discordâncias intraformacionais de caráter regional, que podem ser observadas e correlacionadas em subsuperfície, sugerem atividade tectônica (Moura, 2007; Paula Freitas & Borghi, 2009). A Formação Rio da Batateira (Fase Transicional), tem seu contato basal indefinido com arenitos da Formação Abaiara (Fase Rifte), particularmente devido à similaridade litológica, já o seu contato superior é considerado transicional com a Formação Santana, porém de difícil identificação tanto em superfície quanto em subsuperfície. Assim, a presença de discordâncias intraformacionais e problemas na definição de limites litoestratigráficos surgem no reconhecimento e correlação das unidades deste

intervalo. Neste contexto, questiona-se aqui a classificação geotectônica Pós-rifte (?) do intervalo, para o qual a análise dos seus sistemas deposicionais sob o enfoque da Estratigrafia Sequencial levantou questões relevantes ao entendimento do preenchimento sedimentar da bacia. A abordagem da Estratigrafia Sequencial traz ainda uma alternativa de compreensão aos problemas estratigráficos postos, além de auxiliar a elaboração de um modelo deposicional que contemple aspectos paleogeográficos do intervalo em âmbito regional. Contudo, deve-se atentar para o fato de que a bacia do Araripe não se trata de uma bacia de margem continental, carecendo assim de adaptações de seus postulados para uma bacia de “rifte”.

O presente trabalho tem como objetivo a identificação de sistemas deposicionais e superfícies estratigráficas e, por fim, de seqüências deposicionais, em alta resolução, tendo por base a correlação de dados de afloramento da seção tipo da Formação Rio da Batateira com dados de subsuperfície de trabalhos anteriormente desenvolvidos na bacia e, como fim, reconhecer a arquitetura deposicional do intervalo para subsidiar estudos de reservatórios de água ou hidrocarbonetos, do intervalo siliciclástico de idade aptiana da bacia do Araripe.

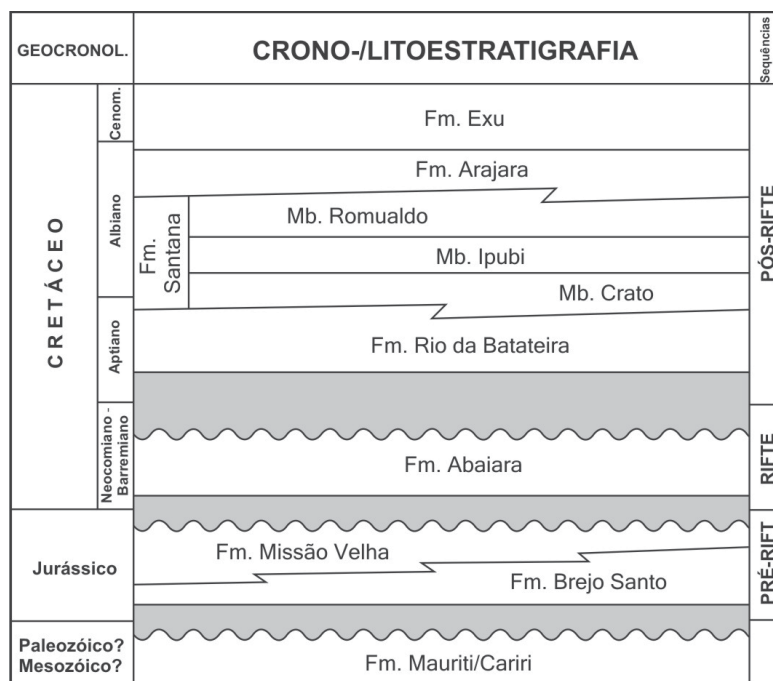


FIGURA 1. Diagrama estratigráfico simplificado da bacia do Araripe baseado em Ponte & Appi (1990). Não está figurada a discordância entre os membros Romualdo e Ipubi (Fm. Santana), proposto por Silva (1986) e sustentado por Moura & Borghi (2005) e Moura (2007).

MATERIAL E MÉTODO

Para o estudo utilizaram-se os afloramentos da seção-tipo da Formação Rio da Batateira, localizados ao longo do rio homônimo, que têm início na rodovia BR-122, mais precisamente na localidade Cascata do Lameiro (UTM 0449944/9198624 24M) junto ao sopé da escarpa da chapada do Araripe (Figura 2), terminam cerca de 4 km rio abaixo, próximo ao encontro com a ponte da Avenida J P de Menezes (UTM 0453361/9201428 24M), totalizando cerca de 132 m de descrição. Assim, elaborou-se um perfil estratigráfico detalhado (escala 1:40) ao longo dos afloramentos do rio (Figura 3); cujos atributos faciológicos considerados nesta perfilagem foram a litologia, geometria (forma estratal), textura, estrutura sedimentar (primárias e secundárias),

cor e conteúdo fossilífero, particularmente icnofossilífero. Em seguida, o perfil foi digitalizado no programa AppleCore®, cujas fácies identificadas foram as de Paula Freitas & Borghi (no prelo). Por fim, foram identificadas superfícies estratigráficas sequenciais (conforme Catuneanu, 2006), o que possibilitou a divisão em seqüências deposicionais e a interpretação estratigráfica do intervalo, através da correlação dos testemunhos dos poços, 1-PS-01-CE, 1-PS-05-CE, 1-PS-06-CE, 1-PS-07-CE, 1-PS-08-CE, 1-PS-09-CE e 1-PS-13-CE, do Projeto Santana (Scheid et al., 1978) (Figura 2), descritos por Paula Freitas & Borghi (2009) e Moura (2007), que somam cerca de 700 m sondados com 67% de recuperação (~ 469 m de testemunho).



FIGURA 2. Mapa de localização geográfica da bacia do Araripe e dos pontos de estudo (poços e afloramentos). Poços: 1, 5, 6, 7, 8, 9 e 13 (Projeto Santana DNPM/CPRM). Afloramentos: rio da Batateira.

CONTEXTO GEOLÓGICO

BACIA DO ARARIPE

A bacia do Araripe encontra-se sobre a Província Borborema, uma província geotectônica pré-cambriana de estruturação complexa localizada no Nordeste do Brasil. Possui lineamentos de direções E-W e NE-SW, dentre os quais se destacam dois, Lineamento de Patos e Lineamento de Pernambuco (ao sul), ambos de direção E-W, que delimitam a “Zona Transversal” (Ponte & Ponte Filho, 1996), dentro da qual se encontra, mais precisamente, a bacia. Sua forma é alongada segundo o eixo E-W e fortemente compartimentada por falhas reativadas do embasamento pré-cambriano. Considerando seu arcabouço estrutural, pode ser dividida em duas sub-bacias, sub-bacia do Cariri (ou leste) e sub-bacia de Feitoria (ou oeste), separadas

pelo alto estrutural denominado “horste Dom Leme”. Assim, sua estrutura geral é dominada por lineamentos NE-SW, à exceção da sub-bacia do Cariri, que representa um gráben de orientação NW-SW delimitado pelas falhas de Porteira e Missão Velha (q.v. Ponte & Ponte Filho, 1996).

ESTRATIGRAFIA

Desde o trabalho pioneiro de Small (1913), a normatização estratigráfica da bacia do Araripe vem evoluindo com a contribuição de diversos autores. Com os trabalhos de Assine (1990) e Ponte & Appi (1990) ocorre a consolidação terminológica das unidades litoestratigráficas da bacia, muito embora, no intervalo de estudo, tenham surgido divergências. Assine (1990)

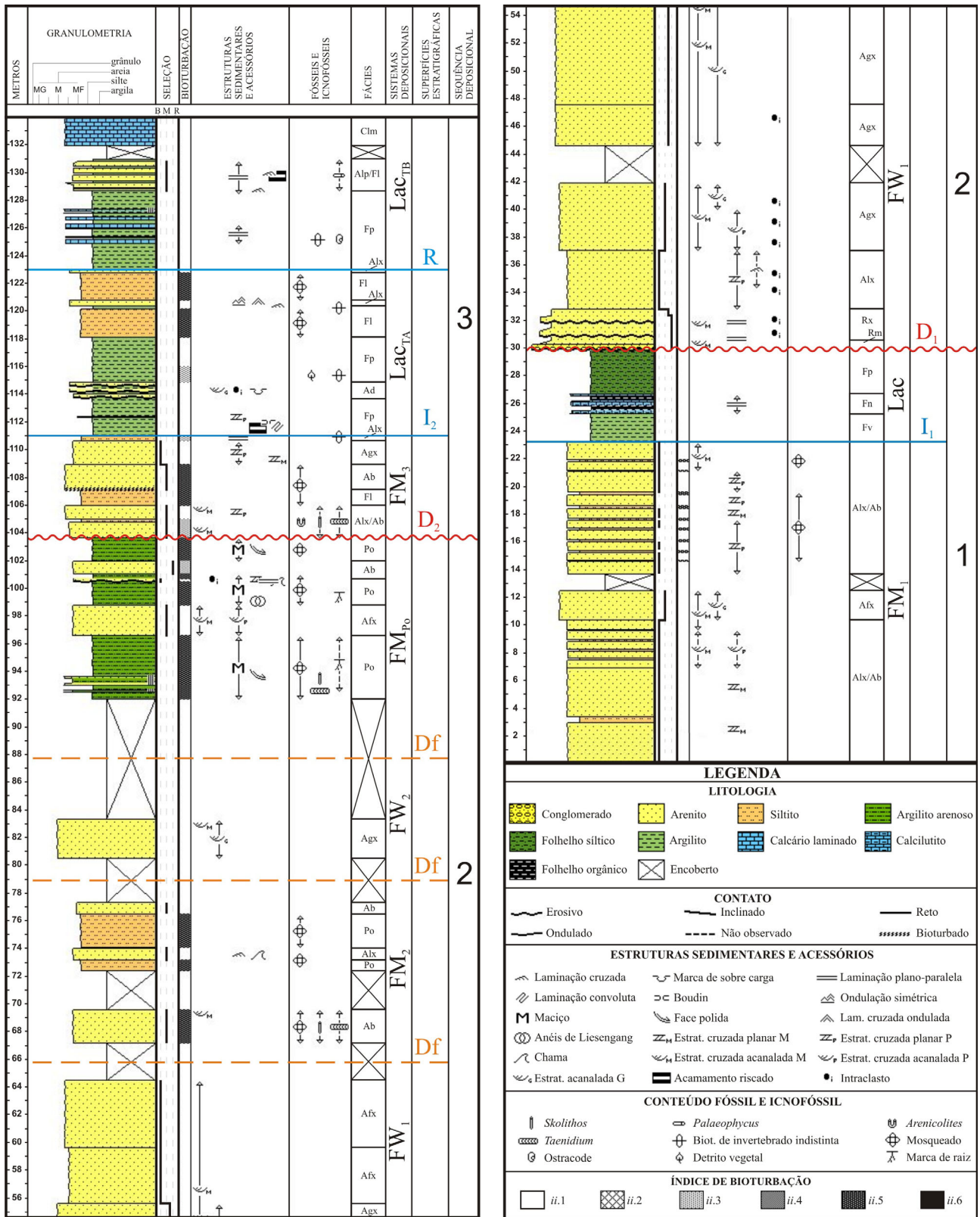


FIGURA 3. Perfil estratigráfico dos afloramentos do rio da Batateira, seção-tipo da Formação Rio da Batateira, contendo fácies, sistemas deposicionais, superfícies estratigráficas e seqüência deposicional. Iniciado nas coordenadas UTM 0453361/9201428 (24M) base do perfil.

propôs o nome Barbalha para o intervalo correspondente ao da Formação Rio da Batateira de Ponte & Appi (1990). O uso do nome Rio da Batateira é questionado por Assine (1990, 1992, 2007) que se justifica no fato de Hashimoto et al. (1987) já terem usado o nome “camadas Batateira” para designar um importante marco estratigráfico da bacia. Ponte & Appi (1990) sustentam seu nome calçados na orientação dos códigos brasileiro e norte-americano de nomenclatura estratigráfica, vigentes à época, de atribuir o nome da localidade da seção-tipo à formação. Em ambos os trabalhos, Assine (1990 e 2007) e Ponte & Appi (1990) apontam os afloramentos ao longo do rio da Batateira como seção-tipo da unidade. Somando-se este fato ao amplo emprego, na literatura, do nome sugerido por Ponte & Appi (1990), o presente trabalho adota a denominação Formação Rio da Batateira, julgando-a mais apropriada na designação deste intervalo da bacia.

O intervalo siliciclástico de idade aptiana da bacia do Araripe (Rios Netto & Regali, 2007) que corresponde à Formação Rio da Batateira possui, no topo,

contato transicional com rochas carbonáticas do Membro Crato da Formação Santana. Neste intervalo siliciclástico, ocorrem sucessões de conglomerados finos, arenitos, siltitos, argilitos e folhelhos, predominando os arenitos, e com presença ocasional de rochas carbonáticas que são típicas da unidade sobrejacente. A interpretação paleoambiental não é precisa, havendo autores que lhe atribuem um paleoambiente predominantemente “flúvio-lacustre” com contribuições de rios entrelaçados, deltas e reelaboração eólica (Assine, 1992, 2007; Cavalcanti & Viana, 1992; Chagas et al., 2007; Hashimoto et al., 1987; Medeiros, 1990; Moura, 2007; Neumann et al., 2002; Ponte, 1992; Ponte & Appi, 1990). Tal problema paleoambiental é melhor abordado por Paula Freitas & Borghi (no prelo), que propõem a existência de sistemas deposicionais fluvial e lacustre independentes, sob a ótica da análise de fácies. Para o topo, nas camadas de calcário representadas pelo Membro Crato, não há divergências na literatura quanto a sua origem lacustre (q.v. Assine, 1990; Neumann, 1999; Neumann et al., 2002; Ponte & Appi, 1990).

PERFIL DO RIO DA BATATEIRA (SEÇÃO-TIPO)

FÁCIES SEDIMENTARES

Foram identificadas no perfil de campo as fácies de Paula Freitas & Borghi (no prelo) elaboradas para o intervalo em questão, à exceção das fácies Cn e Ri, não ocorrentes nos afloramentos do rio da Batateira. As fácies terrígenas são correlacionáveis com as de Miall (1996), enquanto que as carbonáticas o são com as fácies de Neumann (1999) (Quadros 1, 2, 3 e 4).

SUPERFÍCIES ESTRATIGRÁFICAS

Na análise estratigráfica do perfil no rio da Batateira, foram definidas oito superfícies estratigráficas (Figura 3) de ampla correlação entre o afloramento e os poços executados pelo projeto Santana (Scheid et al., 1978; Paula Freitas & Borghi, 2009; Moura, 2007). Dentre as superfícies identificadas, duas são discordantes (D_1 e D_2), duas são de inundação (I_1 e I_2) e uma de retração (R); outras três são superfícies

QUADRO 1. Síntese das fácies rúbricas de Paula Freitas & Borghi (no prelo), e sua comparação com as fácies propostas por Miall (1996).

Código	Diagnose		Fósseis e icnofósseis	Interpretação	Miall (1996)
	Litologia	Estruturas sedimentares, diagenéticas e acessórios			
Rh	Ortoconglomerado polimítico	Estratificação horizontal insipiente, imbricação	—	Fluxo hidrodinâmico unidirecional trativo de alta energia	Gh
Rx	Ortoconglomerado fino oligomítico	Acamamento cruzado planar e acanalado	—	Fluxo hidrodinâmico unidirecional trativo de alta energia	Gp, Gt
Ri	Conglomerado de intraclastos	Maciço	—	Fluxo hidrodinâmico unidirecional trativo de alta energia associado a erosão intraformacional	Gh, Gcm

QUADRO 2. Síntese das fácies areníticas de Paula Freitas & Borghi (no prelo), e sua comparação com as fácies propostas por Miall (1996).

Código	Diagnose		Fósseis e icnofósseis	Interpretação	Miall (1996)
	Litologia	Estruturas sedimentares, diagenéticas e acessórios			
Alx	Arenito muito fino a fino cinza, bem selecionado	Laminação cruzada, marca de ondulação assimétrica, intraclastos	Detritos vegetais, <i>Taenidium</i> isp.	Fluxo hidrodinâmico unidirecional trativo de baixa energia	Sr
Alp	Arenito muito fino a fino cinza, bem selecionado	Laminação plano-paralela, intraclastos	Detritos vegetais, bioturbação indistinta	Fluxo hidrodinâmico unidirecional desacelerativo	Sh, Sr
Afx	Arenito fino a médio cinza, bem selecionado	Acamamento e estratificação cruzada, intraclastos	Detritos vegetais, bioturbação indistinta	Fluxo hidrodinâmico unidirecional trativo; macroformas fluviais (acrecção lateral)	Sp, St
Ab	Arenito fino a médio cinza bioturbado	intraclastos	Alto índice de icnotrama, <i>Taenidium</i> isp., detritos vegetais	Intensa bioturbação de sedimentos arenosos	Sp, St, Sh
Ad	Arenito fino a médio amarelado, deformado	Estruturas de fluidização e carga, intraclastos	—	Deformação de sedimentos arenosos em substrato lutítico inconsolidado	—
Aex	Arenito fino a médio, moderadamente selecionado, amarelado	Estratificação cruzada, granulos, intraclastos	—	Fluxo hidrodinâmico unidirecional trativo constante e uniforme; megaondulações	Sp, St
Agx	Arenito fino a grosso, moderadamente a mal selecionado, amarelado	Acamamento cruzado, intraclastos	—	Fluxo hidrodinâmico unidirecional trativo; macroformas fluviais (acrecção frontal)	Sp, St

QUADRO 3. Síntese das fácies lutíticas de Paula Freitas & Borghi (no prelo), e sua comparação, em parte, com as fácies propostas por Miall (1996).

Código	Diagnose		Fósseis e icnofósseis	Interpretação	Miall (1996)
	Litologia	Estruturas sedimentares, diagenéticas e acessórios			
Fn	Folhelho nodular preto	Nódulos carbonáticos	Coprólitos, ostracodes	Acumulação auto/parautóctone de ostracodes sobre esteiras microbianas	—
Fp	Folhelho argiloso cinza escuro a preto	—	Ostracode, <i>Planolites</i> isp., conchostráceo, restos de peixes	Decantação subaquosa de argilas em ambiente redutor	—
Fv	Argilito siltico castanho-avermelhado	Maciço	—	Decantação subaquosa de argilas e silte em ambiente oxidante	—
Fl	Lamito silte/argila	Laminação plano-paralela, maciço	Detritos vegetais	Decantação de sedimentos finos associados a correntes turbulentas subaquosas desacelerantes	Fsm, Fl
Po	Lamito silte/argila arenoso, vermelho	Nódulos carbonáticos, face polida, greta de ressecamento	Marcas de raiz, <i>Taenidium</i> isp.	Fluxo hidrodinâmico unidirecional trativo	Fr, P, Fm

QUADRO 4. Síntese das fácies carbonáticas de Paula Freitas & Borghi (no prelo), e sua comparação com as fácies propostas por Neumann (1999).

Código	Diagnose		Fósseis e icnofósseis	Interpretação	Neumann (1999)
	Litologia	Estruturas sedimentares, diagenéticas e acessórios			
C _{lm}	Calcilutito, eventualmente calcissilito / calcarenito	Laminação plano-paralela, marca de ondulação simétrica, marca de cristal	Planolites isp., detritos vegetais	Precipitação química subaquosa em ambiente carbonatado	C6
C _p	Calcilutito peloidal	Pirita framboidal, microoncólitos	—————	Precipitação química de carbonato de cálcio subaquosa bioinduzida em esteiras microbianas	<i>Caliza peletoidal</i>

diastêmicas (discordantes de menor hierarquia), que representam variações na energia de sistemas fluviais (Df). Tanto as superfícies D quanto as I podem ser associadas a superfícies da Estratigrafia Sequencial, o que não ocorre com as superfícies Df.

Superfícies de Inundação (I) e Retração (R)

Foram identificadas duas superfícies de inundação de mesma natureza (I₁ e I₂) que representam a passagem brusca de um sistema fluvial para um sistema lacustre; outra (R) marca a passagem de um trato de lago alto para um trato de lago baixo. A primeira superfície de inundação (I₁) localiza-se na cota de 23 m do perfil RB e corresponde à superfície I₁ de Paula Freitas & Borghi (2009). A segunda superfície de inundação (I₂) localiza-se na cota de 111 m, e corresponde às superfícies I₂ de Paula Freitas & Borghi (2009) e SF de Moura (2007) em subsuperfície. A terceira superfície (R) localiza-se na cota de 123 m, não havendo paralelo com trabalhos anteriores. As duas primeiras superfícies (I₁ e I₂) caracterizam-se pelo recobrimento abrupto de arenitos por lamitos (fácies Fl, Fp e Fv), interpretadas como o afogamento de um sistema fluvial por um lacustre. Estas superfícies (I₁ e I₂) limitam sucessões fluviais e associam-se à superfície arquitetural de 6ª ordem de Miall (1996), podendo ser compreendida como o afogamento de vales fluviais. Segundo Prosser (1993), estas duas superfícies correspondem também ao limite entre os depósitos do *rift initiation* e do *rift climax*. A terceira superfície (R) é caracterizada pela mudança faciológica dos sedimentos lacustres relacionada ao aparecimento de rochas carbonáticas (fácies C_{lm}) e é interpretada como o limite entre um lago de trato alto (com aporte sedimentar) para outro de trato baixo (com baixo aporte sedimentar), tratando-se de uma retração do antigo lago. Na Estratigrafia Sequencial lacustre de Martins Neto & Catuneanu (2010) as superfícies de inundação

(I₁ e I₂) são tidas como limites de sequência. Estes limites possuem ainda uma forte semelhança física ao limite de uma parassequência marinha (Figura 4).

Superfície Discordante

Foram identificadas duas superfícies estratigráficas de natureza erosiva, envolvendo incisão de vales fluviais correlacionáveis às superfícies de 6ª ordem de Miall (1996). A primeira superfície (D₁), localizada na cota de 30 m do perfil RB (Figura 3), pode ser correlacionada à superfície D₁ de Paula Freitas & Borghi (2009). Chagas et al. (2007) utilizam-na como datum de correlação com outros afloramentos da Formação Rio da Batateira; contudo, devido à sua natureza erosiva, é desaconselhável tal utilização por não se constituir em uma superfície horizontal, caracterizada por ruditos do sistema fluvial sobrepostos a lamitos de um sistema lacustre. A segunda superfície (D₂), localizada na profundidade de 104 m do perfil RB (Figura 3), é caracterizada pela mudança litológica de lamitos vermelhos pedogeneizados da planície de inundação de um sistema fluvial (fácies Po) para arenitos cinzentos micáceos de outro sistema fluvial (Alx, Afx e Ab), sobreposto. Apesar de possuir um aspecto local fracamente erosivo (perfil RB), por correlação no poço PS-13, pode-se constatar tal característica mais evidente, o que permite interpretá-la como a retomada da ação fluvial, representada por corpos canalizados. Esta superfície pode ser correlacionada à superfície discordante D₂ de Paula Freitas & Borghi (2009) e SC de Moura (2007).

As superfícies D apresentam uma forte semelhança física ao limite de sequências deposicionais da Estratigrafia Sequencial marinha, por envolver degradação (incisão fluvial). No esquema elaborado por Martins Neto & Catuneanu (2010), tais superfícies correspondem ao limite basal do intervalo *overfilled phase* que, devido à maior taxa de sedimentação em

Perfis								Coluna Estratigráfica	Superfícies Estratigráficas		Sistemas Depositionais		Sequências Depositionais	
1	5	6	7	8	9	13	RB		Este trabalho	Miall (1996)	Este trabalho	Prosser (1993)	Este trabalho	Martins Neto & Catuneanu (2010)
								R		Lac _{TB}	Climax	TS ₃	SD ₃	Underfilled
								I ₂	6	Lac _{TA}				
								Df	6	FM ₃	Rift Initiation	TS ₂	SD ₂	Filled / Overfilled
								D ₂	5	FW ₃	Rift Initiation			
								Df	5	FM _{po}	Rift Initiation	TS ₁	SD ₁	Underfilled
								Df	5	FW ₂	Rift Initiation			
								Df	5	FM ₂	Rift Initiation	TS ₁	SD ₁	Underfilled
								Df	5	FW ₁	Rift Initiation			
								D ₁	6	Lac	Climax	TS ₁	SD ₁	Underfilled
								I ₁	6	FM ₁	Rift Initiation			

FIGURA 4. Esquema estratigráfico comparativo entre os intervalos identificados nos perfis de poços (1, 5, 6, 7, 8, 9 e 13) e do rio da Batateira (RB); sua correlação com os trabalhos de Prosser (1993) e Martins-Neto & Catuneanu (2010) e, correlação das superfícies identificadas com as superfícies hierárquicas propostas por Miall (1996).

relação à taxa de acomodação acarreta, na formação, escavações fluviais. O modelo de Prosser (1993) não contempla discordâncias internas; assim, associam-se as superfícies D à base do intervalo de *rift initiation*, que é um intervalo de taxa de sedimentação e acomodação semelhante ao intervalo *overfilled phase* de Martins Neto & Catuneanu (2010) (Figura 4).

Superfícies Diastêmicas Fluviais

Foram identificadas três superfícies estratigráficas discordantes de menor hierarquia (diastêmicas) no perfil RB, nomeadas Df, que são associáveis às superfícies de ordem 5 de Miall (1996), as quais delimitam a base de elementos arquiteturais de canal. Contudo, suas posições exatas não puderam ser definidas no perfil do rio da Batateira por situarem-se em intervalos encobertos (Figura 3).

A primeira superfície (Df₁) localiza-se na cota de 66 m do perfil RB (Figura 3) e é marcada pela mudança litológica de arenito grosso amarelado (fácies Agx) para arenito fino a médio cinzento e bioturbados (fácies Alx, Afx e Ab). É interpretada como resultante do aumento

do espaço de acomodação sedimentar, com o aumento da frequência de associações de canais com padrão meandrante e planície de inundação. A segunda superfície (Df₂), localizada na cota de 79 m, marca uma mudança litológica inversa ao da superfície Df₁, e é interpretada como a redução do espaço de acomodação, com aumento da frequência da associação de canais com padrão *wandering* (Miall, 1996). A terceira superfície (Df₃), localizada na cota de 88 m, é marcada pela mudança litológica de arenitos cinzentos (fácies Alx, Afx e Ab) para lutitos vermelhos (fácies Po), interpretada de modo análogo ao contexto de Df₁, porém envolvendo o desenvolvimento de paleossolo. Esta superfície (Df₃) pode ser correlacionada à superfície S de Paula Freitas & Borghi (2009).

Por não se constituírem em superfícies da Estratigrafia Sequencial, não possuem paralelo nos trabalhos de Prosser (1993) e Martins Neto & Catuneanu (2010) (Figura 4); contudo, sua origem está relacionada a mudanças na taxa de criação de espaço para acumulação, que implicam na mudança da arquitetura depo-

sicional do sistema fluvial, provavelmente causada por mudanças tectônicas.

SISTEMAS DEPOSICIONAIS

Fluvial Meandrante (FM)

O sistema fluvial meandrante pode ser dividido, no perfil RB, em três padrões de características distintas. O primeiro padrão é definido entre a superfície I_1 e o início da descrição do perfil do rio da Batateira, entre as cotas de 0 m e 23 m (FM_1). O intervalo é composto pela intercalação de camadas das fácies Alx/Afx (ca. 70 cm) e Ab (ca. 15 cm), dispostas de forma sigmoidal em um conjunto de camadas tabular de aproximadamente 2 m de espessura, que se sucede até a cota de 23 m. Corresponde ao elemento arquitetural LA (*lateral accretion*) de Miall (1996) e inclui-se no acamamento do tipo IHS (*inclined heterolithic stratification*) de Thomas et al. (1987), interpretado como o registro de barras de acreção lateral de um sistema fluvial meandrante de baixa energia. Paleocorrentes aferidas no local apontam sentido de $180^\circ (\pm 10^\circ)$. Em subsuperfície, ocorre de maneira pouco significativa nos poços PS-5 (66-70 m), PS-8 (88-94 m) e PS-13 (148-153 m), e por vezes, não ocorre (q.v. Paula Freitas & Borghi, 2009).

O segundo padrão é definido pelas superfícies Df_1 e Df_2 (FM_2), apresentando cerca de 13 m de espessura

no perfil RB, e pelas superfícies D_2 e I_2 (FM_3), apresentando cerca de 7 m de espessura. Nele ocorrem as fácies Ab, Alx, Po e Fl, todas de coloração cinzenta e bastante bioturbadas. Correspondem aos elementos arquiteturais LA (*lateral accretion*), CR (*crevasse-channel*), FF (*floodplain fines*) e CS (*crevasse-splay*) de Miall (1996). O intervalo representa o registro de planície de inundação com pequenos corpos de arenito canalizados de um sistema fluvial meandrante de baixa energia. Nos testemunhos dos poços PS-6 (54-86 m) e PS-7 (57-84 m) estes depósitos podem alcançar cerca de 30 m de espessura, ocorrendo também nos demais poços.

O terceiro e último padrão de sistema fluvial meandrante é definido pelas superfícies Df_3 e D_2 (FM_{po}), apresentando cerca de 16 m de espessura. Seu contato basal está encoberto e o de topo, brusco, foi observado pela mudança litológica. É representado pelas fácies Afx, Alx, Ab e Po dispostas nos elementos arquiteturais CR (*crevasse-channel*), FF (*floodplain fines*), CS (*crevasse-splay*), LV (*levee*) e LA (*lateral accretion*) de Miall (1996), interpretado como de origem fluvial meandrante de baixa energia, submetidos à forte pedogênese. No poço PS-13, ocorre com espessuras bem menores (ca. 5 m) com o topo erodido por um intervalo fluvial *wandering* não presente nos afloramentos do rio da Batateira (Figura 5).

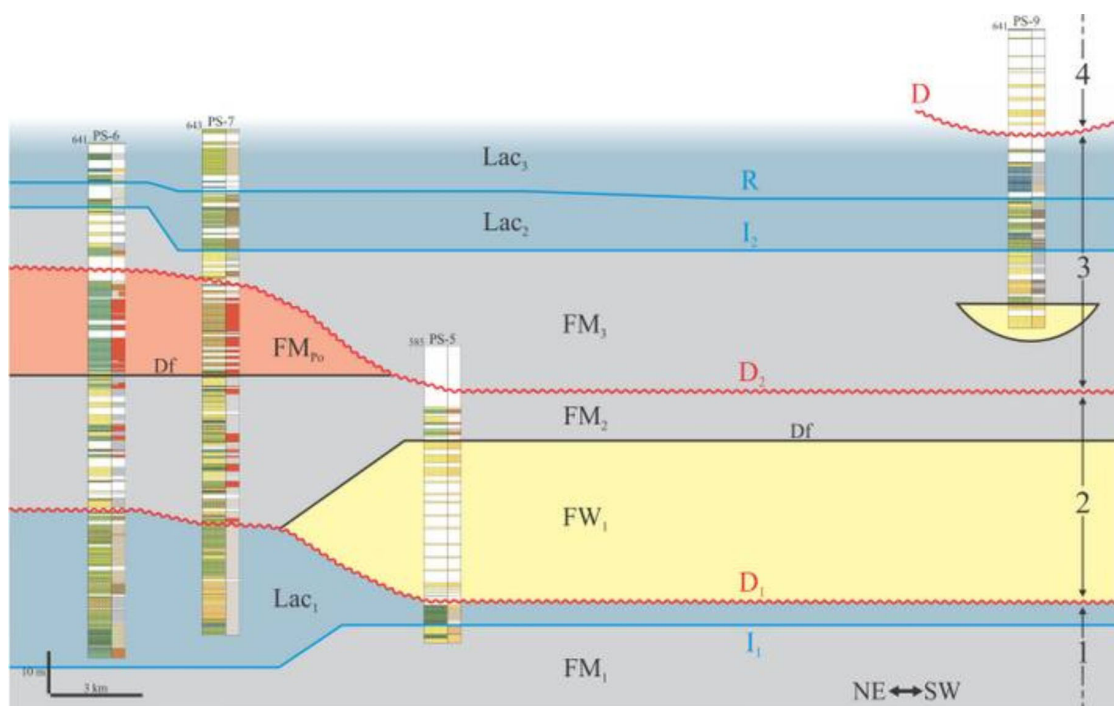


FIGURA 5. Seção geológica NE-SW com a correlação dos poços PS-5, PS-6, PS-7 e PS-9, perpendicular ao eixo da sub-bacia do Cariri. O número no canto superior esquerdo indica a cota topográfica da boca do poço ou, no caso do perfil RB, o final da descrição. As colunas, da esquerda para a direita, representam a litologia (vide legenda da Figura 3) e cor. A superfície D no poço PS-9 representa a entrada de uma unidade terrígena sobre os depósitos lacustres Lac_3 , não abordada neste estudo.

Fluvial Wandering (FW)

O sistema fluvial *wandering* pode ser definido, no perfil RB, entre as superfícies D_1 e Df_1 , apresentando cerca de 36 m de espessura. Na base ocorrem as fácies conglomeráticas (ca. 2,5 m) em contato erosivo com o intervalo estratigraficamente abaixo. Acima, ocorrem cerca de 30 m das fácies areníticas Agx e Afx, amareladas sem contato observado com o intervalo que lhe sucede. Na primeira metade do intervalo, os intraclastos de argila são bastante frequentes, provavelmente relacionados à erosão do intervalo lacustre abaixo (Figura 3). Correspondem aos elementos arquiteturais DA (*downstream accretion*), SB (*sandy bed and bedforms*) e LA (*lateral accretion*) de Miall (1996). O intervalo é interpretado como o registro de barras de acreção frontal e de migração de formas de leito de um sistema fluvial com padrão de canais entrelaçado que contém ainda o registro de barras de acreção lateral, correlacionável ao modelo fluvial *wandering* de Miall (1996). Paleocorrentes aferidas no local apontam sentido de $160^\circ (\pm 10^\circ)$. Há o registro deste sistema também entre as superfícies Df_2 e Df_3 no perfil RB, e nos poços PS-5 (21-56 m) e PS-8 (50-80 m); já no PS-13, ocorre em dois níveis estratigráficos (50-80 e 99-140 m). Por correlação, o intervalo fluvial *wandering* inferior trata do mais expressivo corpo de arenitos limpos, podendo constituir-se no melhor reservatório dentre os demais intervalos areníticos (Figuras 4 e 5).

Lacustre (Lac)

O sistema deposicional lacustre pode ser dividido em dois padrões deposicionais distintos, um de trato de lago alto (com aporte sedimentar) e outro de trato de lago baixo (com baixo aporte sedimentar). O intervalo de trato de lago alto pode ser definido, no perfil RB, pelas superfícies I_2 e R, apresentando cerca de 12 m de espessura. Seu contato de base e topo são concordantes. O trato de lago alto é representado principalmente pelas fácies Fp e Fl, e subordinadamente pelas fácies Alp e Ad. O intervalo inicia-se, no perfil RB, com folhelhos da fácies Fp (ca. 7 m), rico em detritos vegetais, intercalados com camadas de arenito deformadas e fluidizadas da fácies Ad, seguido por siltitos bioturbados da fácies Fl (ca. 3 m), intercalados com camadas de arenito da fácies Alx, onde podem ser observadas estruturas de marca de onda simétrica de direção de crista 347° - 165° . O intervalo foi interpretado como um corpo lacustre com influxo de areias via fluxos hiperpicnais, atestados pela presença dos corpos arenosos e abundantes detritos vegetais. Equivale ao tipo de lago aberto ou intermitente de Bohacs et al. (2000). Tal trato ocorre em nos poços PS-6 (9-15 e

86-120 m), PS-7 (0-28 e 84-118 m), PS-9 (40-52 m) e PS-13 (32-50 e 141-148 m).

O intervalo lacustre de trato baixo é definido, no perfil RB, apenas pela superfície R em sua base, terminando no topo do perfil, contendo ao menos 10 m de espessura. Constitui-se de um pacote de folhelhos calcíferos intercalado com camadas delgadas de calcilitos da fácies Fp (ca. 4,5 m), seguido por um intervalo (ca. 2,5 m) de arenito com laminação plano-paralela da fácies Alp intercalado com lutitos da fácies Fl. Por fim, camadas de calcilitos da fácies Clm e folhelhos da fácies Fp encerram o perfil. Tal intervalo é interpretado como um corpo lacustre restrito, sujeito à deposição de carbonatos, classificado do tipo intermitente, podendo variar para um padrão fechado (*sensu* Bohacs et al., 2000). O trato de lago baixo pode ocorrer nos poços PS-9 (30-40 m) e PS-13 (29-31 m).

No intervalo do perfil RB definido entre as superfícies I_1 e D_1 , o sistema lacustre apresenta características de trato alto apresentando cerca de 40 cm de argilitos da fácies Fv, seguidos de 1,6 m de folhelhos da fácies Fp que se tornam carbonáticos nodulares e passam à fácies Fn (ca. 1,5 m). A presença da fácies Fn representa a deposição de carbonatos e esteiras microbianas durante um episódio de trato baixo do lago. Por fim, o intervalo encerra-se com 3,2 m de argilitos silticos da fácies Fp, representando a retomada de um padrão de trato alto. Assim, o intervalo é interpretado como uma sucessão lacustre de natureza aberta, que gradualmente se constringe, culminando na deposição da fácies Fn e, em seguida, torna-se aberto novamente. A camada de folhelho nodular carbonático do intervalo corresponde à “Sequência Plumbífera” de Farina (1974) ou “camadas Batateira” de Hashimoto et al. (1987), o qual foi alvo das sondagens executadas pelo projeto Santana, cujo registro do intervalo lacustre todo pode alcançar até 30 m nos poços PS-06 (86-121 m) e PS-07 (84-119 m) (Figuras 4 e 5), além de ocorrer no PS-5 (61-66 m), PS-8 (81-88 m) e PS-13 (141-148 m).

SEQUÊNCIAS DEPOSICIONAIS / TECTONOSSEQUÊNCIAS

Correlacionando os testemunhos dos poços do projeto Santana com o perfil do rio da Batateira podemos identificar quatro sequências presentes no intervalo aptiano da bacia (1, 2, 3 e 4) (Figuras 4 e 5), que se definem com base em superfícies discordantes. As duas sequências intermediárias (2 e 3) são representadas em toda sua amplitude, enquanto que, nas sequências inferior e superior (1 e 4) não foram identificados seus limites de base e topo respectivamente. A complexidade litológica do intervalo aptiano aliada a atividade tectônica sugerida por Paula Freitas & Borghi (2009) levam à divisão do intervalo em

seqüências deposicionais que podem ser melhor definidas como tectonosseqüências, relacionando-se as incisões fluviais (superfícies D) a causas tectônicas.

Seqüência 1

A seqüência 1 envolve os intervalos FM_1 e Lac_1 . Seu limite basal não é observado no perfil do rio da Batateira e nos demais poços do projeto Santana. Corresponde a uma sistema fluvial meandrante submetido a baixas taxas de subsidência e criação de espaço, que resulta na deposição de um espessos pacotes areias, que, no perfil geofísico de raio gama, são semelhantes à assinatura em caixa de sistemas fluviais entrelaçados. Este sistema fluvial é interrompido bruscamente (superfície I_1) por um sistema lacustre, que representa o incremento no espaço para acomodação sedimentar. Devido à superfície discordante D_1 , seu limite superior, o intervalo lacustre (Lac_1) pode variar significativamente de espessura de 5 a 36 m, onde a região a SW esteve mais suscetível a erosão (Figura 5). Internamente, a variação faciológica da porção lacustre é possivelmente resultante de fatores climáticos de alta frequência.

Seqüência 2

A seqüência 2, completa, envolve os intervalos FW_1 , FM_2 , FE_2 e FM_{p0} . Representa uma perda de espaço de acumulação sedimentar resultando numa

incisão fluvial (degradação) e na instalação de um sistema fluvial *wandering*, que se encontra confinado ao longo do eixo da subacia do Cariri (NW-SW). Em seguida, há um incremento no espaço de acumulação sedimentar resultando numa perda de energia, tornando-o um sistema fluvial meandrante, não confinado. Com a estabilidade tectônica e taxa de subsidência praticamente nula, os depósitos passam a ser dominados por processos pedogenéticos, correspondente ao intervalo FM_{p0} . Nesta seqüência, ao contrario das outras, não há superfície de inundação culminando em depósitos lacutres. Devido à superfície discordante D_2 , limite superior, esta seqüência pode variar significativamente de espessura, de 10 a 25 m, onde novamente a região a SW esteve mais suscetível à erosão (Figuras 4 e 5).

Seqüência 3

A seqüência 3, registrada em toda sua amplitude, contempla os intervalos FW_2 , FM_3 , Lac_2 e Lac_3 . Seu limite de topo não é observado no perfil do rio da Batateira; contudo pode ser observado no poço PS-13. Assim, como a seqüência anterior, corresponde a uma perda de espaço de acumulação sedimentar resultando numa incisão fluvial (degradação) e na instalação de um sistema fluvial *wandering* confinado (Figura 6). Em seguida, há um incremento no espaço de acumulação sedimentar resultando numa perda de energia, tornando-o um sistema fluvial meandrante

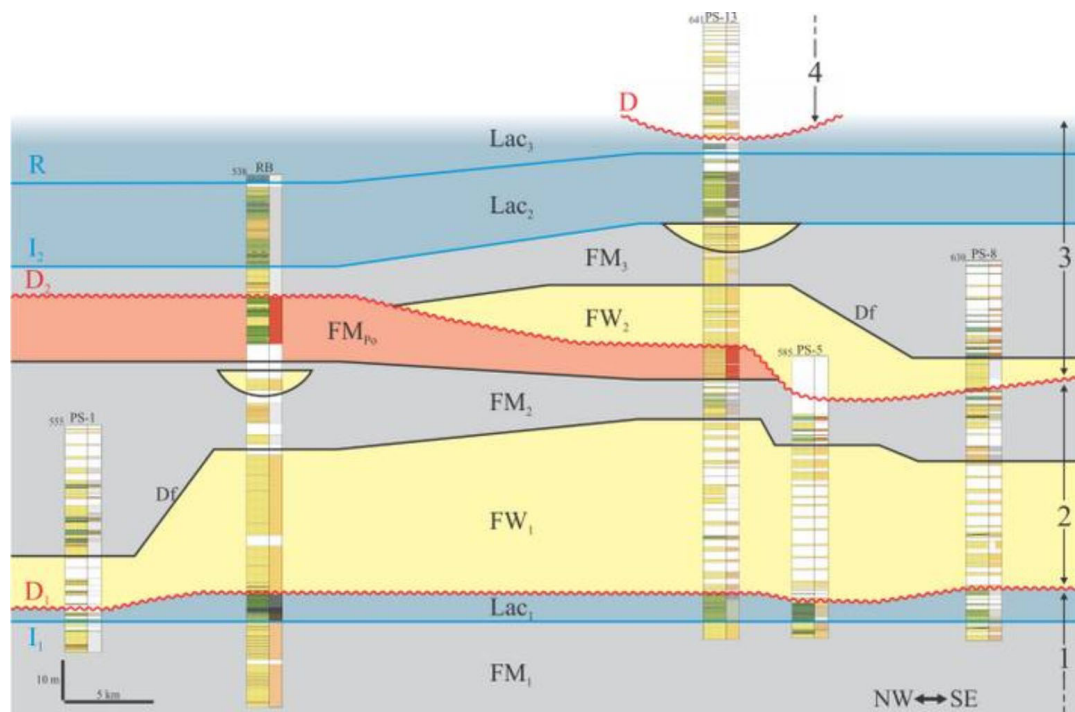


FIGURA 6. Seção geológica NW-SE com a correlação do perfil RB e dos poços PS-1, PS-5, PS-8 e PS-13, coincidente ao eixo da sub-bacia do Cariri. O número no canto superior esquerdo indica a cota topográfica da boca do poço ou, no caso do perfil RB, o final da descrição. As colunas, da esquerda para a direita, representam a litologia (vide legenda da Figura 3) e cor. A superfície D no poço PS-13 representa a entrada de uma unidade terrígena sobre os depósitos lacustres Lac_3 , não abordada neste estudo.

desconfinado (Figura 6). O sistema fluvial interrompe-se por uma superfície de inundação (I_2) resultando na deposição de um corpo lacustre de trato alto (Lac_2), que se constringe, resultando numa superfície de retração (R) e tornando-se um lago de trato baixo (Lac_3), de caráter fechado ou intermitente (q.v. Bohacs et al., 2000). Os depósitos carbonáticos do intervalo Lac_3 são tidos, na literatura, como pertencentes ao Membro Crato (Fm. Santana). O estudo estratigráfico de Paula Freitas & Borghi (2009), baseado em dados de subsuperfície (testemunho), aponta erroneamente

este intervalo com sendo a “camadas Batateira” de Hashimoto et al. (1987).

Sequência 4

A sequência 4 não é observada no perfil do rio da Batateira; contudo pode ser observada, em parte, nos poços PS-13 e PS-09. Corresponde a uma sucessão siliciclástica de origem fluvial, cuja conservação dos testemunhos e as baixas taxas de recuperação dificultam a interpretação mais precisa de seus depósitos e superfície discordante basal.

DISCUSSÃO

Na análise estratigráfica sequencial do intervalo aptiano da bacia do Araripe, tido como Pós-rifte, foi possível observar indícios que questionam o atual modelo geotectônico a ele atribuído. Através da correlação estratigráfica, a arquitetura deposicional das sequências 1, 2, 3 e 4 demonstra haver uma direção preferencial no estabelecimento da paleodrenagem do sistema fluvial presente na Formação Rio da Batateira. As fácies de areias grossas mal selecionadas e com estruturas cruzadas concentram-se ao longo da calha correspondente à sub-bacia do Cariri, que forma um gráben de direção NW-SE, mais profundo a SW (Castro & Castelo Branco, 1999). Tal concentração de fácies sugere um sistema fluvial principal de sentido SE, axial à sub-bacia, o que é suportado por dados de paleocorrentes (Assine, 1994; Chagas, 2006). Neste sistema fluvial principal, há o predomínio das fácies típicas da sucessão fluvial de padrão *wandering* (q.v. Paula Freitas & Borghi, no prelo). Paleodrenagens de menor energia concentram-se na região quando a taxa de

subsidência supera a taxa de sedimentação permitindo a expansão do sistema fluvial de padrão *wandering* para um de padrão meandrante. Este padrão de organização espacial coincide com o arcabouço estrutural presente na sub-bacia do Cariri (Ponte & Ponte Filho, 1996; Castro & Castelo Branco, 1999), sugerindo que estas estruturas estariam atuando controlando a sedimentação do intervalo (Figura 7).

Superfícies erosivas de diferentes ordens e magnitude são comuns aos sistemas deposicionais fluviais (Miall, 1996; Walker & Cant, 1984), cabendo a análise de fácies apontar sua origem. As superfícies discordantes (D) e de inundação (I) possuem um caráter fortemente alocíclico, nas quais não há transição entre as fácies na mudança de sistema deposicional. A natureza das superfícies discordantes está relacionada à mudanças bruscas no padrão deposicional da bacia afetando-a em caráter regional; tais mudanças não são características de paleoambientes fluviais em bacias tectonicamente inativas.

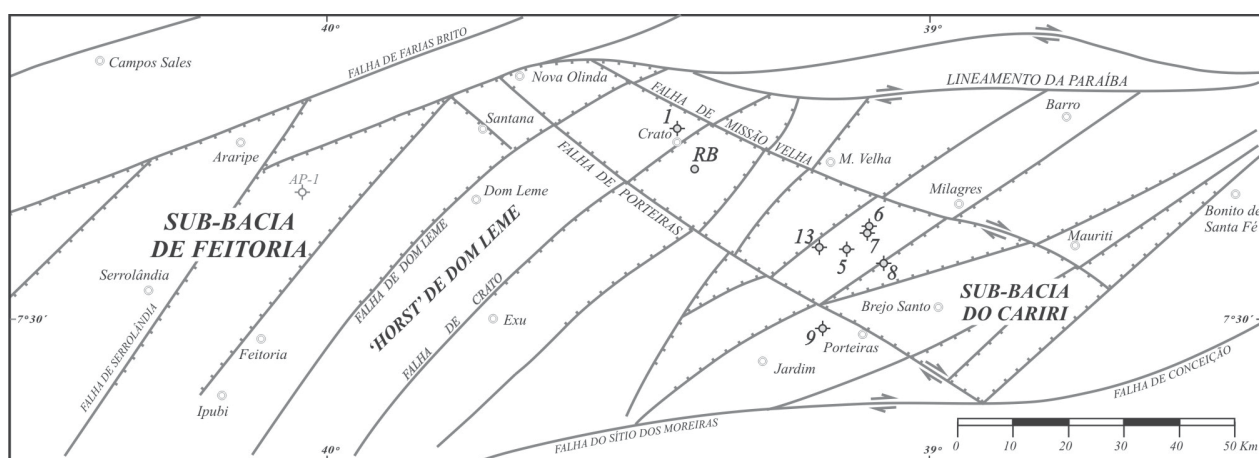


FIGURA 7. Mapa estrutural da bacia do Araripe, com a localização do rio Batateira e os poços estudados. Modificado de Ponte & Ponte Filho (1996).

A província Borborema possui um padrão estrutural predominantemente transcorrente (Brito Neves, 1990), em especial durante os estágios tectônicos de formação do oceano Atlântico Sul (Moulin et al., 2010). A Zona Transversal, dentro da qual se encontra depositada a bacia do Araripe, é delimitada pelos lineamentos de direção E-W Patos e Pernambuco, ambos de caráter cinético dextral (q.v. Ponte & Ponte Filho, 1996). Associado a estes dois lineamentos principais tem-se os lineamentos internos de direção predominantemente NE-SW e, no caso da sub-bacia do Cariri, NW-SE (Brito Neves, 1990; Ponte & Ponte Filho, 1996; Castro & Castelo Branco, 1999). Este padrão estrutural permite a formação de bacias transtrativas do tipo *pull-apart*, tal como a bacia do Araripe. Contudo, estruturas do tipo *pop-up* (compressionais) também podem ocorrer, sem que o padrão cinético regional (dextral) mude. Para isso, bastaria haver uma variação na taxa de movimentação dos lineamentos principais modificando o movimento relativo dentro da Zonal Transversal, alternando o padrão tectônico entre distensional e compressional.

As superfícies erosivas (D) dentro do intervalo Aptiano da bacia do Araripe estão relacionadas aos esforços de natureza compressional, de pequena amplitude temporal, que atuaram organizando as sequências fluviais sobre as lacustres. Prosser (1993), em seu modelo estratigráfico sequencial, aponta este estágio como a fase inicial de sequências rifte (*rift initiation*), na qual há pouco espaço de acomodação, favorecendo, assim, a instalação de sistemas fluviais. No modelo estratigráfico sequencial de Martins-Neto & Catuneanu (2010) o estágio de implantação do sistema fluvial está presente no final da sequência

deposicional lacustre (*overfilled phase*) onde, igualmente em Prosser (1993), a taxa de sedimentação é maior que a taxa de criação de espaço de acomodação. Já as superfícies de inundação (I) estão relacionadas aos esforços de natureza distensional, que atuam gerando espaço para acumulação e acomodação sedimentar e, por consequência, formam os corpos lacustres. A este estágio atribui-se o clímax do rifte (*rift climax*; Prosser, 1993). Martins Neto & Catuneanu (2010) posicionam o limite sequência neste horizonte e, novamente análogo a Prosser (1993), relacionam a formação dos corpos lacustres (*underfilled phase*) a uma maior taxa de criação de espaço para acomodação em relação a taxa de sedimentação. Os intervalos carbonáticos destes corpos estão relacionados a variações climáticas de 6ª ordem, cuja deposição de rochas carbonáticas está associada a eventos de aridização, que resulta na passagem de lagos intermitentes de trato alto para lagos fechados de trato baixo (Bohacs et al., 2000).

Apesar da aparente concordância na correlação com os trabalhos de Prosser (1993) e Martins-Neto & Catuneanu (2010), é importante ressaltar que os modelos adaptativos da Estratigrafia Sequencial para depósitos continentais construídos por estes autores contemplam um sistema continental lacustre de característica aberta *sensu* Bohacs et al. (2000), com participação fluvial efetiva, a exemplo do trabalho desenvolvido por Kuchle et al., (2007) na bacia do Recôncavo. O intervalo da bacia do Araripe em questão corresponde aos tipos de lago intermitente e fechado (Moura, 2007). Tais tipos de sistemas lacustres não foram abordados ainda do ponto de vista da estratigrafia sequencial.

CONCLUSÃO

A abordagem sob a ótica da Estratigrafia Sequencial, aplicada na análise estratigráfica de alta resolução, mostrou-se mais apropriada na discussão do intervalo aptiano da bacia do Araripe. Uma vez que a litoestratigrafia não se aplica com eficácia a corpos não tabulariformes como no caso do intervalo em questão. A aloestratigrafia põe-se como alternativa formal a tal problema.

O arcabouço estrutural da sub-bacia do Cariri é apontado como dominante na sedimentação do intervalo controlando o padrão e sentido das paleodrenagens. O que possibilita o reconhecimento, em subsuperfície, dos corpos fluviais potencialmente

reservatórios e tectonossequências na bacia.

Assim, calçado na análise estratigráfica de alta resolução do intervalo, questiona-se o atual modelo geotectônico Pós-rifte proposto na literatura, para o intervalo. Tal modelo implica na ausência de atividade tectônica, fato contrário ao observado. Propõe-se aqui, então, considerar o intervalo aptiano da bacia do Araripe um intervalo tectonicamente ativo, porém, de idade pós-rifte. Ressalta-se ainda a necessidade da elaboração de um modelo estratigráfico sequencial mais adequado a intervalos lacustres de natureza intermitente e fechada, a utilização dos modelos existentes compromete a interpretação de intervalos desta natureza.

AGRADECIMENTOS

Ao 4º distrito do DNPM (Recife/PE) pelo apoio na descrição dos testemunhos do Projeto Santana. Ao geólogo Msc. Max Vasconcellos de Moura pela cessão de suas descrições de testemunhos do Projeto Santana. Ao Centro de Pesquisas Paleontológicas da Chapada do Araripe (CPCA, 10º Distrito DNPM, Crato/CE) pelo apoio às atividades de campo realizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSINE, M.L. **Sedimentação e Tectônica da bacia do Araripe (Nordeste do Brasil)**. Rio Claro, 1990. 124 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
2. ASSINE, M.L. Análise estratigráfica da bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 3, p. 289-300, 1992.
3. ASSINE, M.L. Paleocorrentes e Paleogeografia na bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, n. 4, p. 223-232, 1994.
4. ASSINE, M.L. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 371-389, 2007.
5. BOHACS, K.M.; CARROLL, A.R.; NEAL, J.E.; MANKIEWICZ, P.J. Lake-basin type, source potential, and hydrocarbon character: a integrated-sequence-stratigraphic-geochemical framework. In: GIERLOWSKI-KORDESCH, E.H. & KELTS, K.R. (Eds.), **Lake basins through space and time**. Tulsa: AAPG, p. 3-34, 2000. (AAPG Studies in Geology, n. 46).
6. BRITO NEVES, B.B. A bacia do Araripe no contexto geotectônico regional. In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1990, Crato. **Atas...** Crato: DNPM / SBP / SBG - Núcleo Nordeste, 1990, v. 1, p. 21-33.
7. CASTRO, D.L. & CASTELO BRANCO, R.M.G. Caracterização da arquitetura interna das bacias do vale do Cariri (NE do Brasil) com base em modelagem gravimétrica 3-D. **Brazilian Journal of Geophysics**, v. 17, n. 2/3, p. 129-144, 1999.
8. CATUNEANU, O. **Principles of Sequence Stratigraphy**. Amsterdam: Elsevier, 375 p., 2006.
9. CAVALCANTI, V.M.M. & VIANA, M.S.S. Revisão estratigráfica da Formação Missão Velha, bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira Ciências**, v. 64, p. 155-168, 1992.
10. CHAGAS, D.B. **Litoestratigrafia da bacia do Araripe: Reavaliação e propostas para revisão**. Rio Claro, 2006. 112 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
11. CHAGAS, D.B.; ASSINE, L.M.; FREITAS, F.I. Fácies sedimentares e ambientes deposicionais da Formação Barbalha no Vale do Cariri, bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Geociências**, v. 26, n. 4, p. 313-322, 2007.
12. FARINA, M. Sequência plumbífera do Araripe-mineralização sulfetada no Cretáceo sedimentar brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974, v. 6, p. 61-77.
13. HASHIMOTO, A.T.; APPI, C.J.; SOLDAN, A.L.; 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.
14. KUCHLE, J.; HOLZ, M.; SCHERER, C.M.S.; FERNANDES, F.; BEDREGAL, R.P. Mapeamento estratigráfico de bacias rifte a partir de padrões de empilhamento e seus significados genéticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 4, 2007, Campinas. **Anais...** CD-ROM.
15. MARTINS NETO, M.A. & CATUNEANU, O. Rift Sequences stratigraphy. **Marine and Petroleum Geology**, v. 27, p. 247-253, 2010.
16. MEDEIROS, R.A. Estratigrafia da Chapada do Araripe - O Estado de Arte. In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1990, Crato. **Anais...** Crato: DNPM / SBP / SBG, 1990, p. 43-51.
17. MIAL, A.D. **The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology**. Berlin: Springer, 583 p., 1996.
18. MOULIN, M.; ASLANIAN, D.; UNTERNEHR, P. A new starting point for the South and Equatorial Atlantic Ocean. **Earth-Science Reviews**, v. 98, n. 1, p. 1-37, 2010.
19. MOURA, M.V. **Análise estratigráfica do andar Alagoas na borda leste da bacia do Araripe**. Rio de Janeiro, 2007. 74 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
20. MOURA, M.V. & BORGHI, L. Análise das fácies siliciclásticas da parte superior da Formação Santana (bacia do Araripe): caracterização de potenciais rochas-reservatórios. In: IBP CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3, 2005, Salvador. **Anais...** CD-ROM.
21. NEUMANN, V.H. **Estratigrafia, sedimentología, geoquímica y diagénesis de los sistemas lacustres Aptiense-Albienses de la Cuenca de Araripe (Nordeste de Brasil)**. Barcelona, 1999. 244 p. Tese (Doutorado em Análise de Bacias, Geomorfologia e Paleontologia) “ Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona.
22. NEUMANN, V.H.; CABRERA, L.; MABESOONE, J.M.; VALENÇA, L.M.M.; SILVA, A.L. Ambiente sedimentar e fácies da seqüência lacustre Aptiana-Albiana da bacia do Araripe, NE do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO NO BRASIL, 6, 2002, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Universidade Estadual Paulista, 2002, p. 37-41.
23. PAULA FREITAS, A.B.L. & BORGHI, L. Gearquitetura em megaescala de um potencial reservatório siliciclástico aptiano na bacia do Araripe (Formação Rio da Batateira). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 5, 2009, Fortaleza. **Anais...** CD-ROM.
24. PAULA FREITAS, A.B.L. & BORGHI, L. Fácies sedimentares e sistemas deposicionais siliciclásticos aptianos da bacia do Araripe. **Revista Brasileira de Geociências**. No prelo.
25. 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: Universidade Estadual Paulista, 1992, p. 81-84.

26. 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.
27. PONTE, F.C. & PONTE-FILHO, F.C. **Estrutura geológica e evolução tectônica da Bacia do Araripe**. Recife: DNPM, 4° e 10° Distritos Regionais, Delegacias do Ministério das Minas e Energia em Pernambuco e Ceará, 68 p., 1996.
28. PROSSER, S. Rift-related linked depositional systems and their seismic expression. In: WILLIAMS, G.D. & DOBB, A. (Orgs.), **Tectonics and Seismic Sequence Stratigraphy**. London: Geological Society, p. 35-66, 1993. (Special Publication, 71).
29. REGALI, M.S.P. & VIANA, C.F. **Sedimentos do Neojurássico-Eocretáceo do Brasil: Idade e correlação com a escala intencional**. Rio de Janeiro: Petrobrás, 95 p., 1989.
30. RIOS-NETTO, A.M. & REGALI, M.S.P. Estudo bioestratigráfico, paleoclimático e paleoambiental do intervalo Alagoas (Cretáceo Inferior) da bacia do Araripe, nordeste do Brasil (Poço 1-PS-11-CE). In: CARVALHO, I.S. et al. (Orgs.), **Paleontologia: Cenários de Vida**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2007, v. 2, p. 479-488.
31. SCHEID, C.; MUNIS, M.B.; PAULINO, J. **Projeto Santana. Relatório Final Etapa II**. Recife: DNPM / CPRM, 136 p., 1978.
32. SILVA, M.A.M. Lower Cretaceous unconformity truncating evaporite-carbonate sequence, Araripe Basin, Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, n. 3, p. 306-310, 1986.
33. 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, Boletim 25, 81 p., 1913.
34. THOMAS, R.G.; SMITH, D.G.; WOOD, J.M. Inclined heterolithic stratification: terminology, description, interpretation and significance. **Sedimentary Geology**, v. 53, p. 122-179, 1987.
35. WALKER, R.G. & CANT, D.J. Sandy fluvial systems. In: WALKER, R.G. (Org.), **Facies Models**, 2 ed. Kitchener: Ainsworth Prees Limited, p. 71-90, 1984.

*Manuscrito Recebido em: 5 de outubro de 2010
Revisado e Aceito em: 17 de junho de 2011*