

ANÁLISE DE FÁCIES DA FORMAÇÃO CARIRI, BACIA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL

Zenilda Vieira Batista¹
Lúcia Maria M. Valença²
Sônia Maria A. da Silva²
Virginio H. Neumann²
Cristiano Aprígio dos Santos³
Gelson L. Fambrini²

¹Programa de Pós-Graduação em Geociências– Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: zenilda.geo@gmail.com

²Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco. E-mails: lmmv@ufpe.br; sonia@ufpe; neumann@ufpe.br; gfambrini@yahoo.com

³Universidade Federal de Sergipe – UFS/DGEI. E-mail: aprigeo@gmail.com

RESUMO

Este trabalho enfoca análise de fácies e sistemas deposicionais dos arenitos da Formação Cariri, Bacia do Araripe. Através de análises textural, litológica, composicional, geometria dos corpos, estruturas sedimentares e padrão de paleocorrentes, foram identificadas seis fácies e nove litofácies. Estes depósitos apresentam fácies: (i) conglomeráticas e arenitos conglomeráticos maciços, suportados por matriz arenítica; (ii) arenitos grossos conglomeráticos, com estratificações cruzadas planares de médio a pequeno porte, em geometria tabular; (iii) arenitos médios a grossos, com estratificações cruzadas tangenciais/planares de grande porte e alto ângulo de mergulho; (iv) arenitos médios a grossos, com intercalações de níveis conglomeráticos, com camadas tabulares de ângulo médio, em geometria tabular; (v) arenitos médios a grossos, com *sets* de estratificações horizontais (plano-paralelas), em camadas tabulares a lenticulares; (vi) arenitos finos a grossos, com cruzadas acanaladas e planares, e pequenos *ripples* de lentes argilosas intercaladas, com camada de argilito vermelho e clastos argilosos (*rip up mud clasts*). As paleocorrentes medidas possuem padrão de dispersão consistente para NW e N e, subordinadamente, NE. As fácies descritas foram geradas por sistemas fluviais entrelaçados (*braided*) de alta energia, depositadas, possivelmente, em condições climáticas quentes e secas, corroborando a interpretação do sistema deposicional.

Palavras-chave: Bacia do Araripe; Formação Cariri; Fácies; Sistemas Depositionais; Elementos Arquitetônicos.

ABSTRACT

This work focuses on the analysis of facies and the depositional systems of the sandstones of Cariri Formation, Araripe Basin. From data of textural, compositional, lithological, geometry of sedimentary structures, bodies and paleocorrentes pattern analysis, six facies and nine litofácies were identified. These deposits are composed of the following facies: (i) conglomeratic and massive conglomeratic sandstones, fine-grained supported; (ii) conglomeratic coarse sandstones within medium to small-sized cross-bedding in tabular geometry; (iii) medium to coarse sandstones within planar/tangential high-angle cross-

bedding; (iv) medium to coarse sandstones within conglomeratic levels, with layers of medium-angle in tabular geometry; (v) medium to coarse sandstones, with sets of horizontal-bedding (plan parallel) in tabular to lenticular layers; (vi) fine to coarse sandstones within planar and trough cross-bedding, and small ripples of clay lenses interspersed within red-argillite and rip up mud clasts. The palaeocurrents data shows three main directions NW, N and NE. The facies described in this work were generated by high-energy braided river systems, deposited in hot and dry weather conditions, corroborating in the interpretation of the depositional system to the Cariri Formation.

Keywords: Araripe basin; Cariri Formation; Sedimentary Facies; Depositional Systems; Architectural Elements

INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe compõe parte das bacias conhecidas como “Bacias Interiores do Nordeste brasileiro”. Nela, a Formação Cariri, objeto de estudo, constitui a seção inferior da bacia, sobrepondo diretamente o embasamento cristalino.

A Formação Cariri é composta predominantemente por arenitos médios a grossos, com níveis conglomeráticos e ciclos granodecrescentes ascendentes. É bem representada na porção leste da Bacia do Araripe, principalmente na região denominada Vale do Cariri.

A unidade Cariri foi inicialmente definida como Formação Cariri por Beurlen (1962, 1963). O trabalho de Gaspary & Anjo (1964) marca a formalização da nomenclatura Formação Mauriti, ao contrário da Formação Cariri sugerida por Beurlen (*op. cit.*). Feitosa (1987), adotou a denominação Formação Mauriti de Gaspary & Anjo (*op. cit.*). Neste trabalho adota-se a nomenclatura Formação Cariri, proposta por Gaspary e Anjos (1964) e conforme sugestão de Assine (1992, 2007).

Com base em descrição de afloramentos (litologia, geometria dos corpos e medida de paleocorrentes) e levantamentos de perfis estratigráficos, realizados na Formação Cariri (Bacia do Araripe), Feitosa (1987) reconheceu três fácies sedimentares representadas por: arenitos conglomeráticos, com estratificações cruzadas acanaladas de grande

porte; arenitos médios a grossos, com estratificações cruzadas acanaladas de médio a pequeno porte; e arenitos conglomeráticos, com estratificações cruzadas acanaladas de médio a pequeno porte. Sob a ótica de estudos petrográficos e faciográficos, os afloramentos estudados por Feitosa (*op. cit.*) foram reanalisados posteriormente por Batista (2010), onde foram identificadas, além das fácies da autora já mencionada, duas subfácies associadas aos sistemas eólicos e deltaicos.

Estudos detalhados de afloramentos, a partir de informações obtidas em trabalhos de campo desenvolvidos (litologia, cor, textura, estruturas sedimentares, geometria dos corpos e medidas de paleocorrentes, além de levantamentos de perfis estratigráficos), apoiados por interpretação de imagens de satélite da EMBRAPA e fotografias aéreas da CPRM (escalas 1:65.000 e 1:40.000), revelaram a ocorrência de seis fácies sedimentares na Formação Cariri. Desta forma, o objetivo deste trabalho é apresentar uma análise faciográfica dos arenitos que constitui a Formação Cariri e seus sistemas deposicionais.

Por ser considerada uma unidade afossilífera, tendo em vista que até o presente não foram identificados fósseis, a unidade Cariri ainda é pouco estudada, o que despertou interesse para a realização o presente estudo. Nesse contexto, esse trabalho vem oferecer uma contribuição ao conhecimento mais detalhado das fácies de depósitos sedimentares atribuídos a unidade em apreço, importante para um

maior entendimento acerca da evolução sedimentar da Formação Cariri.

A área de estudo do presente trabalho localiza-se na sub-bacia leste, da Bacia do Araripe (Figura 1), localizada no interior da região Nordeste do Brasil, abrangendo parte dos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A área pesquisada está inserida na Bacia do Araripe, a qual foi formada a

partir de eventos tectônicos responsáveis pela quebra do paleocontinente Gondwana e abertura do Oceano Atlântico Sul. A fragmentação do Gondwana promoveu a reativação de falhas preexistentes no embasamento cristalino Pré-Cambriano, originadas durante a Orogênese Brasileira-Pan-africana, desencadeando o desenvolvimento de pequenas bacias sedimentares ao longo das margens atlânticas dos continentes africano e sulamericano. Essa fragmentação causou uma fenda entre o Brasil e a África, a qual deu origem à depressão Araripe-Potiguar (Matos, 1992).

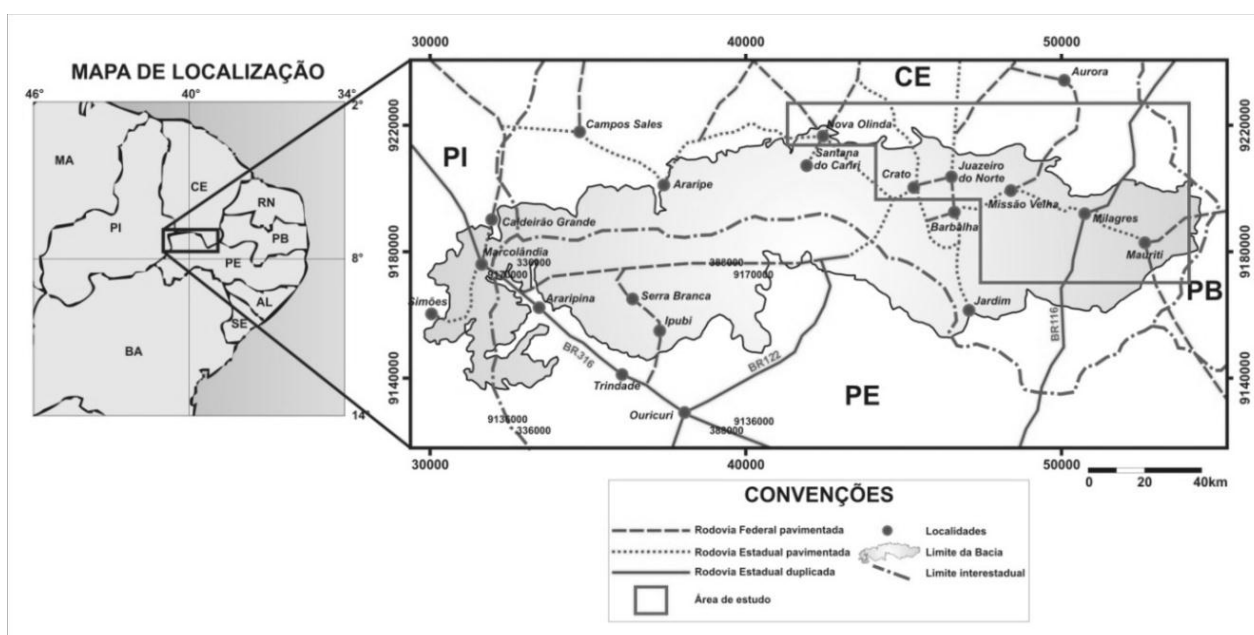


Figura 1: Mapa de localização da Bacia do Araripe. O polígono na cor verde corresponde à área estudada (Sub-bacia Leste). Modificada do DNIT (site).

A abertura do Oceano Atlântico Sul é responsável pela formação dos riftes mesozoicos do Nordeste, cuja arquitetura deposicional é representada por uma série de blocos falhados, formando *grabens* e *horsts*, que posteriormente foram recobertos por corpos sedimentares tabulares de idade Aptiano-Albiano (Ponte & Ponte Filho, 1996).

A Bacia do Araripe apresenta uma estruturação de acordo com as direções NE-SW a E-W e, subordinadamente, NW-SE, que coincide com descontinuidades do

embasamento Pré-Cambriano, reaproveitadas para a instalação da referida bacia (Brito-Neves, 1990; Matos, 1992; Ponte e Ponte-Filho, 1996a, 1996b).

O empilhamento estratigráfico é composto por quatro tectono-sequências deposicionais, limitadas por discordâncias de caráter regional (Assine, 1990, 1992; Ponte e Ponte-Filho, 1996a, 1996b; Neumann e Cabrera, 1999; Assine, 2007 e Fambrini et al., 2007, 2008):

I. Sequência paleozoica, representada exclusivamente pela Formação Mauriti (de provável idade siluriana), composta por arenitos médios a grossos, com níveis conglomeráticos granodecrescentes;

II. Sequência pré-rifte (Jurássico a Neocomiano), composta pelas formações Brejo Santo e Missão Velha. A primeira formação é constituída por folhelhos e lamitos vermelhos e, a segunda é composta por arenitos quartzosos, por vezes feldspáticos e/ou cauliniticos;

III. Sequência rifte (Neocomiano), formada apenas pela Formação Abaiara, constituída por sucessão de arenitos intercalados com folhelhos calcíferos;

IV. Sequência pós-rifte (Aptiano-Albiano), abrangendo as formações Rio da Batateira, Crato, Ipubi, Romualdo, Arajara e Exu. As quatro primeiras formações representam um intervalo de ciclo transgressivo-regressivo com ingressão marinha, onde ocorrem arenitos intercalados por folhelhos, calcários laminados, camadas de gipsita e, por fim, arenitos intercalados com folhelhos, com concreções carbonáticas fossilíferas. A Formação Arajara apresenta intercalações de arenitos finos com lâminas e clastos de argila. A Formação Exu é composta por argilitos, siltitos e arenitos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de analisar as fácies sedimentares da Formação Cariri, foram

estudados mais de 100 afloramentos e coletadas 51 amostras de arenitos em cinco etapas de campo. Além disso, foram utilizadas, interpretação de imagens de satélite da EMBRAPA e fotografias aéreas da CPRM (escalas 1:65.000 e 1:40.000), que resultaram no esboço geológico da Figura 2.

Para descrição de fácies, foram adotados os procedimentos usuais para análise faciológica descritos por Reading (1986) e Walker e James (1992).

Reading (1986) considera fácies como parte de um corpo rochoso que pode ser definida com base na composição, textura, estrutura sedimentar, geometria, cor e conteúdo fossilífero. Segundo este autor, o conceito de fácies pode ser utilizado tanto de forma descritiva quanto genética. De acordo com Walker e James (1992), fácies é definida como parte de um depósito sedimentar caracterizado por uma combinação de aspectos geométricos, estruturais, litológicos e biológicos, capaz de ressaltar as particularidades do corpo rochoso, e que o difere em relação às rochas adjacentes, tanto verticalmente, como horizontalmente. Della Fávera (2001), por sua vez, considera fácies como sendo: “um conjunto de feições que caracteriza uma rocha sedimentar, sejam elas: cor, granulação, estruturas internas, geometria deposicional, espessura, fósseis e paleocorrentes, conferindo aspecto diferente dos corpos rochosos adjacentes”.

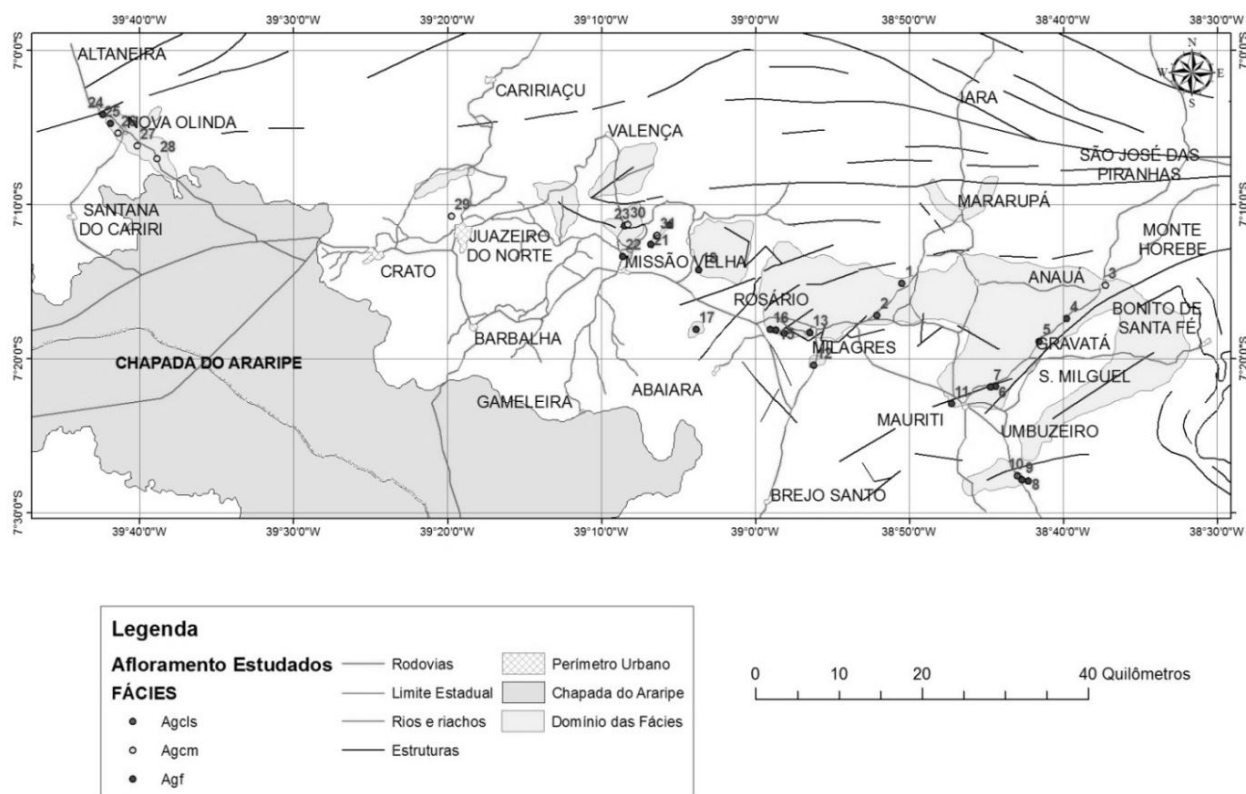


Figura 2: Rodovias e acesso aos afloramentos estudados com suas respectivas fácies.

Assim, os trabalhos de mapeamento foram acompanhados por (i) levantamentos estratigráficos de detalhe, como confecção de seções colunares medidas tipo Selley (1978); (ii) análises de fácies sedimentares; (iii) estabelecimento de fácies sedimentares segundo a proposição de Miall (1978), e de elementos arquiteturais conforme Miall (1985, 1991, 1996) e Miall & Tyler (1991) e por meio da elaboração de painéis fotográficos (mosaicos) com base em Sgavetti (1991) e Wisevic (1991); (iv) coleta de medidas de paleocorrentes ao longo de cada seção levantada e, por fim, (v) análises petrográficas, não incluídas nesse trabalho, mas citadas algumas características. A interpretação dos sistemas deposicionais, com base em Walker (1992), Reading (1996) e Davies & Gibling (2003), o reconhecimento dos padrões de empilhamento e a caracterização das principais unidades litoestratigráficas a interpretação de sistemas

deposicionais (de acordo com Schanley & McCabe 1994).

A análise de paleocorrentes baseou-se na medição sistemática de estruturas sedimentares indicadoras de paleofluxo, principalmente estratificações cruzadas acanaladas e tabulares conforme trabalhos de Miall (1974, 1996, 2000) e de Assine (1994). Os dados coletados foram corrigidos de forma a se restabelecer a posição original de cada plano ou eixo antes da deformação e consequente basculamento das camadas, quando necessário.

As fácies encontradas foram interpretadas e relacionadas aos trabalhos de Miall (1978, 1996). Entretanto, foram adicionadas à referida classificação novas fácies diferentes das estabelecidas por Miall (*op. cit.*), identificadas nas seções levantadas, mas não contempladas nas classificações já citadas. Nessa classificação, são utilizados elementos arquiteturais por uma associação de fácies

típica e por uma geometria específica para cada elemento, onde as relações genéticas entre fácies e as condições hidrodinâmicas são responsáveis pela sua deposição.

Para caracterização das unidades deposicionais, Miall (1985) propôs um novo modelo usando um método de análise de fácies, denominado de Análise dos Elementos de Arquitetura, onde o autor caracteriza oito elementos arquiteturais, os quais são classificados como: canal (CH), forma de leito do tipo barras conglomeráticas (GB), depósitos de fluxos gravitacionais (SG), forma de leito arenosa (SB), macroforma de acreção frontal (DA), depósito de acreção lateral (LA), lençóis de areias laminados (LS) e depósitos de finos de planície de inundação (OF).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fácies e Litofácies

Com base na descrição dos afloramentos estudados e perfis estratigráficos levantados, foram reconhecidas na Formação Cariri seis fácies, compostas por nove litofácies.

FÁCIES CONGLOMERÁTICAS MACIÇAS SUSTENTADAS (CMS)

Esta fácies corresponde a conglomerados e arenitos conglomeráticos médios a grossos, suportados por matriz arenosa, com acamamento maciço. É composta por clastos angulosos e subangulosos (seixos com até 4 cm), mal selecionados. Os clastos são predominantemente quartzosos, ocorrendo em menor quantidade clastos do tipo feldspatos e fragmentos líticos, principalmente de rocha metamórfica (gnaisse). É comum sua ocorrência como pacotes delgados homogêneos, geralmente com bolsões conglomeráticos variando de 20 a 30 cm de espessura.

Ocorre em contato erosivo com rochas xistosas do embasamento, bastante

caulinizadas. O pacote sedimentar apresenta ciclos granodecrescentes ascendentes, em lobos sigmoidais (fácies **Ss**), e é restrito à base da formação (Figura 3). Em geral, pode-se dizer que a fácies mostra uma baixa maturidade mineralógica, evidenciada pela presença de uma grande quantidade de seixos de feldspatos e da angulosidade dos grãos.

Devido ao acamamento maciço, sem orientação dos seixos, e a baixa maturidade textural, a fácies **Cms** pode ser correlacionada a fácies **Gcm** de Miall (1996), cujos depósitos seriam formados por fluxos de detritos de alta energia (fluxo turbulento).

Sobrepostos a esses conglomerados ocorrem, respectivamente, arenitos grossos a médios, com estratificações cruzada acanalada (com alguns seixos quartzosos dispersos) e planar de baixo ângulo (fácies **Sp** e **St**). Estas estratificações podem ser interpretadas como sendo originadas pela migração de formas de leito 2D e 3D.

FÁCIES DE ARENITOS GROSSOS CONGLOMERÁTICOS (AGC)

Ocorre disposta em camadas tabuladas de espessura média a grande (em torno de 50 a 60 cm), com base plana ou irregular. A fácies **Agc** é constituída por arenitos grossos conglomeráticos, compostos por grãos que variam de seixos a areia média (2,8 a 0,5 cm), com minerais esverdeados e matriz areno-argilosa (suportada). Apresenta alternância de níveis conglomeráticos (ricos em seixos e grânulos) e níveis arenosos.

Os grãos são angulosos a subarredondados, mal selecionados, compostos predominantemente por quartzo e subordinadamente por feldspatos, com maturidade mineralógica média. Estes depósitos possuem cor variando de branco-acinzentada, acinzentada-esverdeada e esverdeada, com estratificações cruzadas planares de médio a pequeno porte, com baixo ângulo de mergulho, em geometria tabular. Em direção ao topo, ocorrem

arenitos grossos, em ciclos grano-decrescentes ascendentes, predominantemente quartzosos (Figura 4A). Estes arenitos contêm internamente níveis argilosos esverdeados, provavelmente relacionados a variações de níveis freáticos.

Esta fácies corresponde a depósitos de preenchimento de canal gerados pela migração de barras longitudinais, onde as estratificações cruzadas planares podem representar barras de acreção frontal e lateral. No entanto, a fácies associa-se à fácies **Gp** de Miall (1996), interpretada como sendo de depósitos de formas de leitos transversais, crescimento deltaico a partir de barras remanescentes. Sobreposta a fácies **Gp**, ocorre a fácies **Sp**, composta por arenitos grossos, com seixos quartzosos dispersos, em uma matriz areno-argilosa, com estratificações cruzadas planares de médio a pequeno porte. A fácies **Sp** de Miall (1996) é interpretada como sendo depósitos de dunas transversais 2D.

FÁCIES DE ARENITOS COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA TANGENCIAL (ACT)

Corresponde a arenitos médios a grossos, com alguns seixos de quartzo dispersos, com estratificações cruzadas tangenciais/planares de grande porte e alto ângulo de mergulho, de coloração branco-acinzentada, em geometria tabular (Figura 4B). Estes arenitos são moderadamente selecionados, com grãos subangulosos a subarredondados, suportados pelos grãos, quase sem matriz, constituídos predominantemente por quartzo. São essencialmente quartzosos, maduros, classificados no diagrama de Folk (1968) como um quartzarenito.

Os depósitos desta fácies apresentam *sets* de estratos cruzados tangenciais com espessuras centimétricas a métricas, e grande extensão lateral. Os estratos são tangenciais a superfície limítrofe basal, em contato com o embasamento caulinitico alterado.

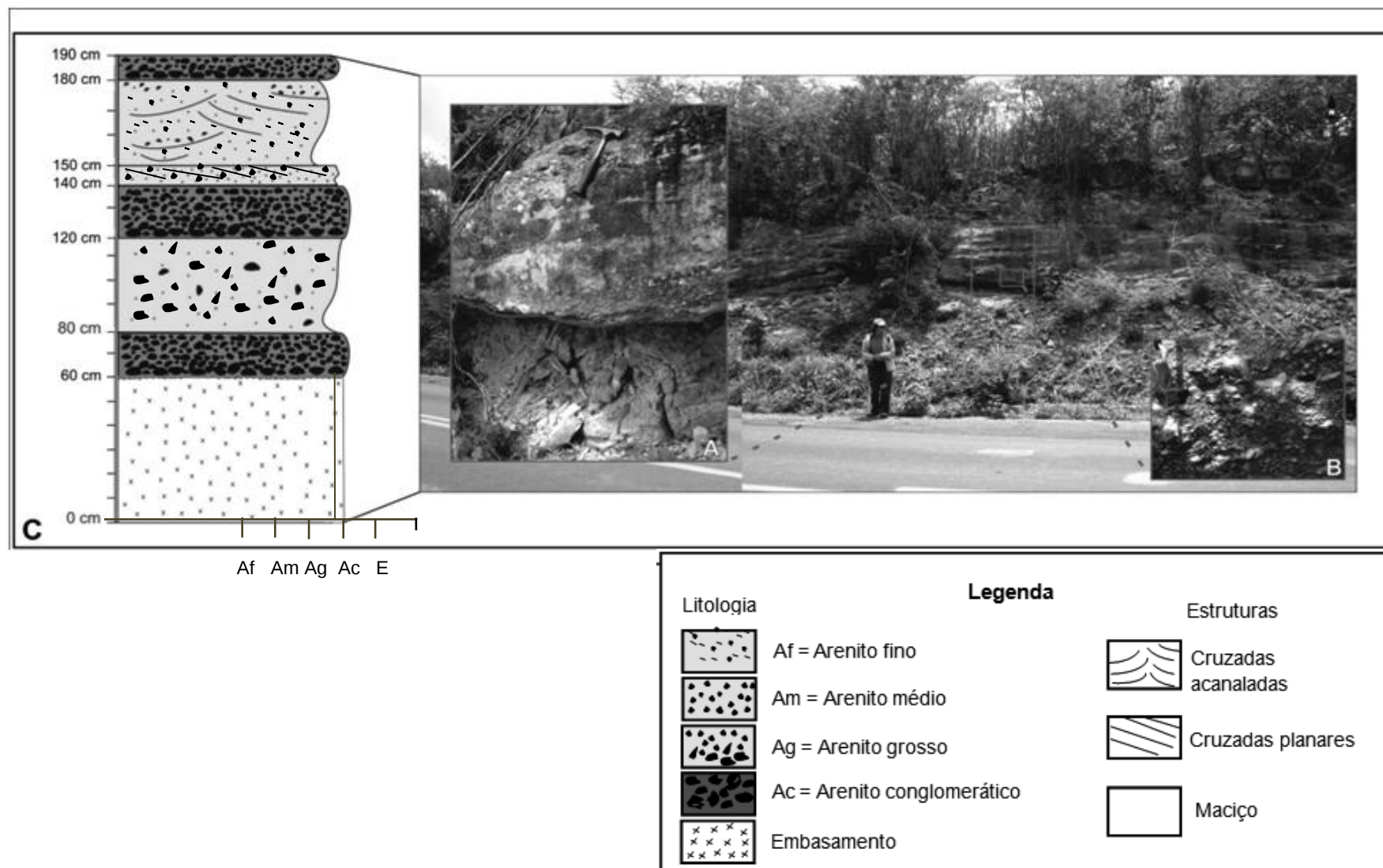


Figura – 3: Perfil estratigráfico do afloramento 1 e aspecto do arenito com geometria em lobos sigmoidais: A) Contato Cariri/embasamento indicado pela linha vermelha; B) Nível conglomerático com seixos imbricados; C) Perfil estratigráfico do afloramento 1.

ANÁLISE DE FÁCIES DA FORMAÇÃO CARIRI, BACIA DO ARARIPE...

Com base nos aspectos anteriormente mencionados, esta fácies pode ser correlacionada à fácies **Sp** de Miall (1978, 1996), com estratos cruzados associados à depósitos de dunas transversais 2D e regime de fluxo

inferior. Contudo, esses depósitos podem estar relacionados à retrabalhamento de depósito de preenchimento de canal com mudanças na orientação e regime de fluxo, durante a sedimentação.

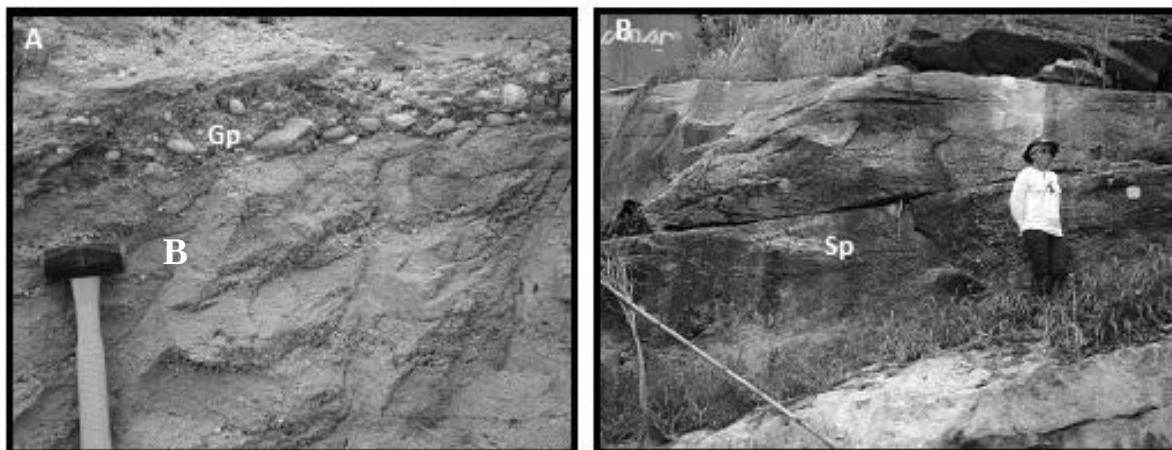


Figura 4: A) Arenito grosso conglomerático; e B) Arenito médio a grosso, com estratificações cruzadas planares de grande a médio porte.

FÁCIES DE ARENITOS COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA PLANAR DE PEQUENO PORTE (AEPP)

É formada por arenitos médios a grossos, por vezes com intercalações de níveis conglomeráticos, com grão-decrescência ascendente. Estes arenitos são pobremente selecionados nos níveis conglomeráticos, e moderadamente selecionados nos níveis arenosos, com grãos subangulosos a subarredondados, de coloração variando de branco acinzentado a cinza esverdeado (Figura 5A). São constituídos predominantemente por quartzo, com o arcabouço sustentado pelos grãos e quase sem matriz.

Esta fácies é a mais bem representada em toda Formação Cariri. Apresenta camadas tabulares (fácies **Sp**) centimétricas de ângulo médio, em geometria tabular, com estratos cruzados de médio porte, tangenciais na base. Estes depósitos são interpretados como tendo sido gerados por migração

de barras transversais (regime de fluxo inferior) e dunas transversais 2D, de acordo com Miall (1978, 1996).

Mineralogicamente, esses arenitos são considerados maduros, com alta proporção de constituintes resistentes (quartzo e *chert*), em relação aos menos resistentes (feldspatos e fragmentos líticos).

FÁCIES DE ARENITOS COM ESTRATIFICAÇÃO PLANO-PARALELA (APP)

Os depósitos da fácies **App** são compostos por arenitos médios a grossos, quartzosos, branco acinzentado, contendo alguns seixos discretos dispersos nas camadas. Do ponto de vista mineralógico, os depósitos dessa fácies são considerados maduros. Apresentam *sets* com estratificações horizontais (plano-paralelas), em camadas tabulares a lenticulares (Figura 5B). Estes arenitos são fraturados, silicificados, sustentados pelos grãos;

são moderadamente selecionados, com grãos subarredondados.

Esta fácies sugere fluxo de acamamento planar, e está associada à fácies **Sh** de Miall (1978, 1996), a qual

é interpretada como tendo sido formada a partir de regime de fluxo inferior e superior, originando formas de leito plano.

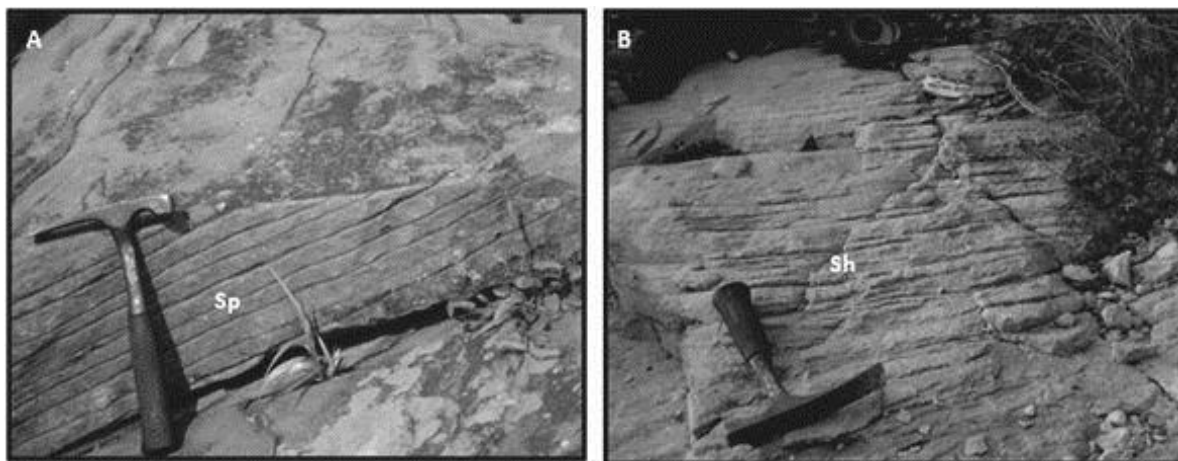


Figura 5: A) Arenito médio a grosso, com estratificações cruzadas planares de pequeno porte; e B) Arenitos médios a grossos, com estratificações plano-paralelas.

FÁCIES DE ARENITOS COM CRUZADAS CAVALGANTES E LENTES DE ARGILA (ACLA)

Os depósitos pertencentes a esta fácies são compostos por arenitos que variam de tamanho, desde finos, médios até grossos, com pequenos *ripples* de lentes argilosas intercaladas, sendo sobreposta por uma sequência onde predomina a fácies de arenito maciço.

Na base da seção ocorrem arenitos finos a médios maciços, com contato plano, e uma camada de argilito vermelho de espessura centimétrica, seguido por um nível conglomerático constituído por grânulos e seixos de quartzo, além de clastos argilosos (*rip up mud clasts*) (**Se**) bem arredondados e de baixa esfericidade, com coloração verde e vermelha. Em direção ao topo ocorrem arenitos grossos, contendo seixos, dispostos em camadas métricas tabulares, com laminações plano-paralelas (**Sl**). As estruturas primárias são representadas por estratificações cruzadas acanaladas (**St**) e planares (**Sp**)

de pequeno porte, enquanto que, as estruturas secundárias são representadas por laminações cruzadas cavalgantes (*climbing-ripples*) (**Sr**), as quais acompanha as estratificações cruzadas acanaladas e planares (Figura 6A e B).

Os arenitos desta fácies são constituídos por grãos subarredondados a arredondados, moderadamente selecionados, com retrabalhamento eólico, e com níveis conglomeráticos definindo limites de sets. São mineralogicamente submaturados, sustentados por matriz argilosa. Mostra padrão granocrescente ascendente, começando o ciclo com granulação de areia fina a média, gradando para granulação de areia grossa em direção ao topo.

Os litotipos dessa fácies são característicos de depósitos de regime de energia moderada; associam-se a preenchimento de canal fluvial de padrão entrelaçado, mas também pode estar associada a depósitos de lençóis eólicos, em virtude do retrabalhamento eólico. A litofácies **Sr** e **Se** de Miall (1978) são interpretada pelo referido

autor, respectivamente, como sendo originada por regime de fluxo inferior e

preenchimento de sulcos.

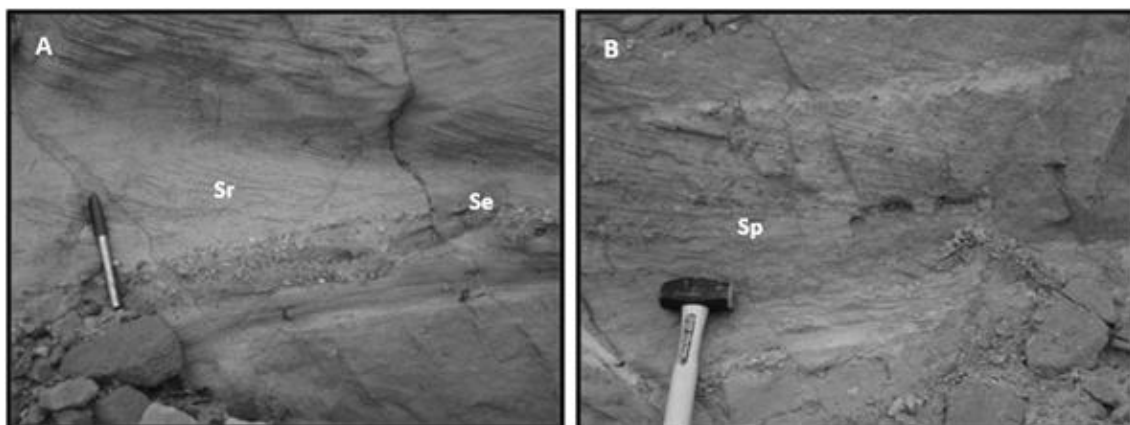


Figura 6: A) Arenitos finos a grossos, com pequenos *ripples* de lentes argilosas intercaladas e clastos argilosos (*rip up mud clasts*); e B) Arenitos finos a grossos, com estratificações cruzadas acanaladas e planares de pequeno porte.

Cabe ressaltar ainda que, importante afloramento ocorre na Cachoeira de Missão Velha, no Rio da Batateiras (Figura 7), onde se observa arenitos grossos a médios, com porções conglomeráticas e coloração que varia do róseo avermelhado ao amarelado, no qual estudos de fácies e paleocorrentes foram desenvolvidos. Em sua maior parte, encontram-se fortemente silici-

ficados. A presença de estratificações cruzadas tabulares de médio à grande porte é predominante, contudo, ocorrem, também, estratificações cruzadas acanaladas de médio.

Por fim, é importante enfatizar que, com base na proposta de Miall (1978, 1996), foi possível identificar nove litofácies principais na Formação Cariri, descritas na Tabela 1.



Figura 7 - Afloramento da Cachoeira de Missão Velha, com destaque para seção colunar do afloramento e as principais litofácies (**St** = arenito com estratificações cruzadas acanaladas, **Sp** = arenito com estratificações cruzadas planares, **Sh** = arenito com estratificações plano-paralelas, **Gp** = arenito conglomerático com estratificações cruzadas planares. Modificada de Tesser Jr., 2008.

ANÁLISE DE FÁCIES DA FORMAÇÃO CARIRI, BACIA DO ARARIPE...

Tabela 1 – Principais litofácies identificadas nos arenitos da Formação Cariri e suas características. Os códigos apresentados na primeira coluna correspondem à proposta da nomenclatura de Miall (1978, 1996).

Código de Litofácies	Fácies	Estruturas Sedimentares	Interpretação
Gcm	Conglomerados e arenitos conglomeráticos, maciços, suportado por matriz.		Depósitos de fluxos de detritos pseudoplástico (fluxo turbulento).
Gp	Arenitos grossos, com níveis conglomeráticos.	Estratificações cruzadas planares de médio a pequeno porte.	Depósitos de barras longitudinais, depósitos de formas de leitos transversais, crescimento deltaico a partir de barras remanescentes.
St	Arenitos médios a grossos.	Estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a grande porte.	Gerada por pela migração de forma de leito de crista sinuosa (dunas 3D), de regime de fluxo inferior.
Sp	Arenitos muito grossos a médios, com alguns seixos de quartzo dispersos, por vezes, com intercalações de níveis conglomeráticos.	Estratificações cruzadas tangenciais/planares de grande porte e alto ângulo, e medio porte e ângulo médio.	Estratos cruzados associados à depósitos de dunas transversais 2D (regime de fluxo inferior) e migração de barras transversais.
Sh	Arenitos médios a grossos, com seixos dispersos nas camadas.	Estratificações horizontais (plano-paralelas), em camadas tabulares a lenticulares.	Sugere fluxo acamamento planar, gerada a partir de regime de fluxo superior.
Sr	Arenitos finos a grossos, com <i>ripples</i> de lentes argilosas intercaladas, com grãos subarredondados e moderadamente selecionados.	Estruturas primárias do tipo estratificações cruzadas acanaladas e planares de pequeno porte; estruturas secundárias do tipo laminações cruzadas cavalcavalgantes (<i>climbing-ripples</i>).	Litotipos de marcas onduladas são típicos de regime de fluxo inferior.
Se	Arenitos médios, com uma camada de argilito vermelho, seguido por nível conglomerático e, com clastos argilosos (<i>rip up mud clasts</i>).	Estratificações cruzadas incipientes, sulcos erosionais, com intraclastos.	Preenchimento de sulcos.
Sl	Arenitos grossos, com seixos.	Laminações plano-paralelas.	Preenchimento de canais, erosão de topo de dunas, antidunas.
Ss	Arenitos médios a grossos, com seixos.	Lobos sigmoidais.	Preenchimento de sulco.

Para caracterização das unidades deposicionais, Miall (1985), propõem um novo modelo usando um método de análise de fácies, denominada de Análise dos Elementos de Arquitetura, onde o autor caracteriza oito elementos arquiteturais, os quais são classificados como: canal (CH), forma de leito do tipo barras conglomeráticas (GB), depósitos de fluxos gravitacionais (SG), forma de leito arenosa (SB), macroforma de acreção frontal (DA), depósito de acreção lateral (LA), lençóis de areias laminados (LS) e depósitos de finos de planície de inundação (OF).

Foi implementada a análise estrati-gráfica de elementos arquiteturais com o intuito de consolidar a análise de fácies e permitir interpretação dos sistemas deposicionais de forma mais cautelosa. Entretanto, adicionou-se nesse trabalho, um elemento extra que reúne fácies interpretada como gerada por processos

eólicos (LE), totalizando nove elementos arquiteturais. Um resumo desses elementos arquiteturais identificados na área de trabalho encontra-se na Tabela 2.

Desta forma, as fácies Cms (conglomerados maciços sustentados) e Agc (arenitos grossos conglomeráticos), são representativas das porções proximais e medianas de sistemas fluviais entrelaçados, com a predominância dos elementos SG (barras) e GB (formas de leito cascalhosas). As fácies App (arenitos com estratificação pano-paralela), Aepp (arenitos com estratificação cruzada planar de pequeno porte), representam porções mediana-distais a distais de sistemas fluviais entrelaçados com os elementos arquiteturais SB (formas de leitos arenosos), LS (lençóis de areia laminada), DA (macroformas, formas de acréscimo para jusante), CH (canais) e, subordinadamente, LA (depósito de acréscimo lateral).

ANÁLISE DE FÁCIES DA FORMAÇÃO CARIRI, BACIA DO ARARIPE...

Tabela 2 – Síntese dos Elementos Arquiteturais de Depósitos Fluviais. Modificado de Maill (1985). *LE (elemento extra).

Elementos Arquiteturais	Símbolos	Principais assembléias de litofácies	Geometria e relacionamento
Canais	CH	Várias combinações	Interdigitação, lente ou camadas; base erosional, côncava para cima; escala e forma altamente variáveis, superfícies internas de erosão secundárias côncavas para cima são comuns.
Formas de leito tipo barras conglomeráticas	GB	Gp	Lente, lençol; corpos geralmente tabulares; geralmente interdigitado com SB
Formas de leito arenosas	SB	St, Sp, Sh, Sl Sr, Se, Ss	Lente, camada, lençol, cunha; ocorre com o preenchimento de canal, <i>crevasses splays</i> , topo de barras
Macroformas de acréscimo para jusante.	DA	St, Sp, Sh, Sl Sr, Se, Ss	Lente repousando em superfície plana ou base dos canais, com superfícies internas de segunda ordem convexas para cima e superfícies limitantes superior
Depósitos de acreção lateral	LA	St, Sp, Sh, Sl Se, Ss; sendo menos comum Gp	Cunha, camadas, lobo; caracterização por superfícies internas da acreção lateral
Sedimento de fluxo gravitacional, barras.	SG	Gms	Lobo, camada; tipicamente interdigitados com GB
Lençóis de areia eólicos	*LE	Ae	Retrabalhamento de barras arenosas por processos eólicos
Lençóis de areia laminados	LS	Sh, Sl; St menor proporção de Sp, Sr	Camada e lençol
Depósitos finos de planície de inundação	OF	_____	_____

CONCLUSÕES

Foram identificadas na Formação Cariri, seis fácies e nove litofácies, ligadas a sistemas fluviais entrelaçados (*braided*), associados a sistemas de leques aluviais.

As fácies descritas foram interpretadas como geradas por sistemas fluviais entrelaçados de alta energia, com as seguintes características: ciclos granodecrescentes, estratificações cruzadas acanaladas e tabulares, truncamentos entre estratos cruzados, feições canalizadas, seixos esparsos e, por sistemas eólicos, confirmados pela presença de arenitos finos arredondados a subarredondados, bem selecionados, com estratificações cruzadas planares e acanaladas de grande porte, em geometria tabular. No geral, apresentam paleofluxos para NW e N e, subordinadamente, NE.

A ocorrência espalhada de minerais esverdeados, identificados por Feitosa (1987) como palygorskita (argilomineral fibroso), é característica diagnóstica destes arenitos e sugere que os sedimentos da Formação Cariri teriam sido depositados, possivelmente, em condições climáticas quentes e secas, corroborando a interpretação do sistema deposicional (fluviais entrelaçados).

Com relação à composição, as areias são essencialmente quartzosas, ocorrendo de forma subordinada, arcoseanas, contendo fragmentos líticos de gnaiss, quartzito e *chert*. Predominam grãos angulosos a subarredondados, pobremente selecionados, e às vezes grãos subangulosos a arredondados, moderadamente selecionados a bem selecionados, com bimodalidade, indicando influência eólica. São mineralogicamente submaduros a maduros, com base no valor considerável de feldspatos e quartzo.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece ao LAGESE – Laboratório de Geologia Sedimentar e Ambiental – pela sala concedida e pelo apoio com veículos para atividades de campo.

REFERÊNCIAS

- Assine, M. L. Sedimentação e tectônica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Rio Claro, 1990. 124 p. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Assine, M. L. Análise Estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista de Geociências*. v. 22, n. 3, p. 298-300, 1992.
- 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.
- Assine, M. L. 2007. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobras*. Rio de Janeiro, vol. 15 (2): p. 371-389.
- Batista, Z. V. Estudos de Proveniência e Eventos Diagenéticos da Formação Mauriti, Bacia do Araripe, 2010. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Beurlen, K. 1962. A Geologia da Chapada do Araripe. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 34, n. 3, p. 365-370.
- Beurlen, K. Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 17, 1963, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia/Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, 1963, p. 1 - 47.
- Brito Neves, B. B. 1990. A Bacia do Araripe no contexto geotectônico

- regional. In: Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste. Crato, Ceará. DNPM, p. 21-33.
- Davies, S. J.; Gibling, M. R. Architecture of coastal and alluvial deposits in an extensional basin: the Carboniferous Joggins Formation of eastern Canada. *Sedimentology*, v. 50, n. 3, p. 415-440, 2003.
- Della Fávera, J. C. 2001. Fundamentos de Estratigrafia Moderna. Ed. UERG, Rio de Janeiro, 264p.
- Fambrini, G. L.; Neumann, V. H. M. L.; Silva Filho, W. F.; Valença, L. M. M.; Lima Filho, M. F.; Barbosa, J. A.; Tesser JR., S.; Souza, B. Y. C. Sistemas lacustres da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: resposta à subsidência e tectônica de bacias rifte. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 22., 2007, Natal. Atas... Natal: SBG/Núcleo NE, 2007. p. 101.
- Fambrini, G. L.; Neumann, V. H. M. L.; Silva Filho, W. F.; Tesser JR., S.; Valença, L. M. M.; Lima-Filho, M. F.; Araújo, J. T.; Souza, B.Y. C.; Lemos, D. R. Eventos de subsidência e instalação de sistemas lacustres na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44., 2008, Curitiba. Anais... Curitiba: SBG, 2008. p. 118.
- Fambrini, G. L.; Lemos, D. R.; Tesser JR., S.; Araújo, J. T.; Silva Filho, W. F.; Souza, B.Y. C.; Neumann, V. H. M. L. Estratigrafia, arquitetura deposicional e faciologia da Formação Missão velha (Neojurássico-Eocretáceo) na área-tipo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: Exemplo de sedimentação de estágio de início de rifte a clímax de rifte. *Revista do Instituto de Geociências - USP*, v. 11, n. 2, p. 55-87, 2011.
- Feitosa, M. C. Facies sedimentares e modelo deposicional dos arenitos inferiores do Vale do Cariri. 1987. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Gaspary, J. & Anjos, N. F. R. Estudo Hidrogeológico de Juazeiro do Norte - CE. Recife: SUDENE, Série Hidrogeologia, n. 3, 25 p. 1964.
- Folk, R. L. 1968. **Petrology of sedimentary rocks**. Austin, Texas, Hemphill's, Pub., 107 p
- Matos, R. M. D. 1992. The Northeast Brazilian Rift System. *Tectonics*, v. 11, n. 4, p. 776-791.
- Miall, A. D. Palaeocurrent analysis of alluvial sediments: a discussion of directional variance and vector magnitude. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 44, n. 4, p. 1174-1185, 1974.
- Miall, A. D. Lithofacies types and vertical profile models in braided-rivers deposits: a summary. In: Miall, A. D. (Ed.) *Fluvial Sedimentology*. Calgary: Canadian Society of Petroleum Geologists. 1978. p. 597-604. (Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, 5).
- Miall, A. D. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Science Reviews*, v. 22, p. 261-308, 1985.
- Miall, A. D. Hierarchies of architectural units in terrigenous clastic rocks, and their relationship to sedimentation rate. In: Miall, A. D.; Tyler, N. (Ed.) The three-dimensional facies architecture of terrigenous clastic sediments and its implications for hydrocarbon discovery and recovery. Tulsa: SEPM, 1991, p. 6-12. (Concepts in Sedimentology and Paleontology, v. 3).
- Miall, A. D. *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin*

- analysis and petroleum geology*. Berlin: Springer, 1996. 582 p.
- Miall, A. D. *Principles of sedimentary basin analysis*. 3rd ed., New York: Springer-Verlag, 2000. 616 p.
- Miall, A. D.; Tyler, N. (Ed.). The three-dimensional facies architecture of terrigenous clastic sediments and its implications for hydrocarbon discovery and recovery. Tulsa: SEPM, 1991. 309p. (Concepts in sedimentology and paleontology, 3).
- Neumann, V. H. M. L.; Cabrera, L. Una nueva propuesta estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la Cuenca de Araripe, Noreste de Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., 1999, Serra Negra. *Boletim de Resumos...* Serra Negra: UNESP/IGCE, 1999. p. 279-285.
- Ponte, F. C. ; APPI, C. J. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36., 1990, Nacional. *Anais*. Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990, v. 1, p. 211-226.
- Ponte, F. C.; Ponte-Filho, F. C. Caracterização estratigráfica da Formação Abaiara, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe. In: SIMPÓSIO SOBRE BACIAS CRETÁCEAS BRASILEIRAS, 2., 1992, Rio Claro. *Resumos Expandidos...* Rio Claro: UNESP, 1992. p. 61-64.
- Ponte, F. C.; Ponte-Filho, F. C. *Estrutura geológica e evolução tectônica da Bacia do Araripe*. Recife: DNPM/DMME (Pernambuco e Ceará). 1996a, 68 p.
- Ponte, F. C.; Ponte-Filho, F. C. Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4., 1996, Águas de São Pedro. *Boletim.. Águas de São Pedro: UNESP/IGCE*, 1996b. p. 123-133.
- Reading H.G. 1986. *Sedimentary Environments and Facies*. British Library, Londres, 615 p.
- Reading, H. G. *Sedimentary environments: processes facies and stratigraphy*. Oxford: Blackwell Science, 1996. 668 p.
- Selley, R.C. *Ancient sedimentary environments*. Chapman e Hall, 1987. 317 p.
- Schanley, K. W.; McCabe, P. J. Perspectives on the sequence stratigraphy of continental strata. *AAPG Bulletin*, v. 78, p. 544-568, 1994.
- Sgavetti, R. Photostratigraphy of ancient turbidite systems. In: Weimer, P.; Link, M. H. (Ed.). *Seismic facies and sedimentary process of submarine fans and turbidite systems*. New York: Springer-Verlag, 1991. p. 107-125.
- Tesser JR., S. *Mapeamento geológico de detalhe de parte do município de Missão Velha, CE: contribuição para a estratigrafia da Bacia do Araripe*. 2008. 103 f. Monografia (Graduação) - Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- Walker, R. G.; James, N. P. *Facies models. Response to sea level changes*. Ontario: Geological Association of Canada, 1992. 212 p.
- Wizevic, M. C. Photomosaics of outcrops: useful photographic techniques. In: Miall A. D.; Tyler N. (Ed.). The three-dimensional facies architecture of terrigenous clastic sediments and its implications for hydrocarbon discovery and recovery. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Concepts in Sedimentology and Paleontology*, v. 3, p. 22-24, 1991.