





Estratigrafia da Bacia do Araripe: estado da arte, revisão crítica e resultados novos

Stratigraphy of the Araripe Basin: state of the art, critical review, and new results

Gelson Luís Fambrini¹ , Diego da Cunha Silvestre² , Aerson Moreira Barreto Junior² ,
Wellington Ferreira da Silva-Filho³ 

¹Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Geologia, Laboratório de Geologia Sedimentar e Ambiental, Avenida Acadêmico Hélio Ramos, s/n, sala 012, Cidade Universitária, CEP 02742-032, Recife, PE, BR (g_fambrini@yahoo.com)

²Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife, PE, BR (diegocs@hotmail.com; aerson@hotmail.com)

³Universidade Federal do Ceará - UFC, Departamento de Geologia, Fortaleza, CE, BR (welfer@ufc.br)

Recebido em 23 de outubro de 2019; aceito em 9 de outubro de 2020

Resumo

A Bacia do Araripe constitui-se em bacia rifte originada pelo rompimento do Supercontinente Gondwana, conhecida como a bacia interior de registro sedimentar mais completo na Região Nordeste do Brasil. O manuscrito apresenta o estado da arte da estratigrafia da Bacia do Araripe enfocando sua evolução no tempo, nas seqüências estratigráficas com base em superfícies de discordâncias, em novos resultados e faz ainda revisão crítica das classificações estratigráficas propostas com vistas à elaboração de classificação integrada. As primeiras propostas estratigráficas foram elaboradas de forma muito abrangente e simplificada. Com o tempo, foram realizados estudos mais minuciosos corroborando uma melhor e mais refinada compartimentação dos pacotes sedimentares presentes. A década de 1980 foi imprescindível para as produções científicas inerentes à geologia da bacia em função do interesse no potencial petrolífero das bacias brasileiras. Não obstante, ainda hoje a bacia é motivadora de inúmeras pesquisas determinantes para um melhor entendimento da geologia local e regional. A Bacia do Araripe tem cinco seqüências maiores: Paleozoica, representada pela Formação Cariri; Início de Rifte, constituída pela Formação Brejo Santo e parte inferior da Formação Missão Velha; Rifte, formada pela parte superior da Formação Missão Velha e por toda a Formação Abaiara; e Pós-Rifte, separada em duas seqüências — pós-rifte I, constituída pelas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo, e pós-rifte II, caracterizada pelas formações Araripina e Exu. Novos resultados estão incorporados às formações Missão Velha e Abaiara, cuja distinção é demonstrada aqui; também com relação às formações Barbalha e Cariri, novos elementos foram reunidos. Este trabalho foca a viabilidade dos dados, as interpretações propostas conforme as normas estratigráficas e a proposição de uma classificação estratigráfica seqüencial.

Palavras-chave: Bacia do Araripe; Estratigrafia; Seqüências; Gondwana.

Abstract

The Araripe Basin is a rift basin originated by the rupture of the Gondwana paleocontinent, known as the most complete sedimentary record Interior Basin in the northeastern Brazil. The manuscript presents the state of art of the stratigraphy of the Araripe Basin, focusing on its evolution over time with respect to stratigraphic sequences based on unconformity surfaces, presenting new results and also making a critical review of stratigraphic classifications proposals aiming to elaborate an integrated classification. The first stratigraphic proposals were elaborated in a very comprehensive and simplified form. Over time, more detailed studies have been carried out, corroborating for a better and more refined compartmentalization of the present sedimentary packages. The 1980s were essential for the geoscientific production inherent to the geology of the basin due to the interest in the oil potential of the Brazilian basins. Nevertheless, even today the basin keeps motivating many researches that lead to a better understanding of local and regional geology. The Araripe Basin has five major sequences: Paleozoic, represented by the Cariri formation; Early Rift, consisting of the Brejo Santo formation and the bottom of the Missão Velha formation; Rift, formed by the upper part of the Missão Velha formation and throughout the Abaiara formation; and post-Rift, separated in two sequences: post-rift I constituted by the Barbalha, Crato, Ipubi and Romualdo formations, and post-rift II, characterized by the Araripina and Exu formations. New results are incorporated into the Missão Velha and Abaiara formations, whose distinction is shown here; also, in relation to the Barbalha and Cariri formations new data were gathered. This work focuses on the feasibility of the data, on the interpretations proposed according to the stratigraphic norms and the proposition of a sequential stratigraphic classification.

Keywords: Araripe Basin; Stratigraphy; Sequences; Gondwana.

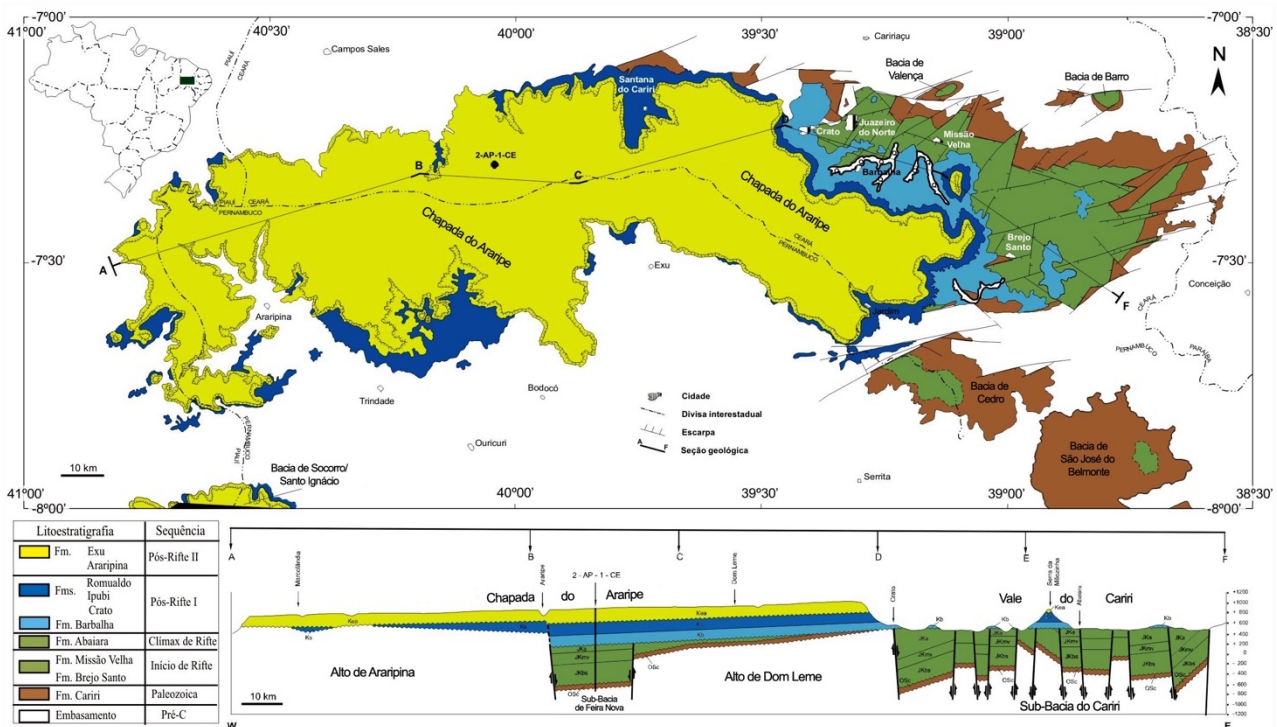
INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe (Figura 1) é a maior dentre as Bacias Interiores do Nordeste do Brasil, com mais de 9.000 km², compreendendo toda a Chapada do Araripe e se estendendo pelo Vale do Cariri. Exibe estruturação alongada segundo E-W, com mergulho suave da chapada para oeste (Ponte, 1996). A bacia encontra-se implantada no Domínio da Zona Transversal da Província Borborema (Almeida et al., 1977, 1981; Brito Neves et al., 2000; Santos, 2000; Santos et al., 2004), entre as zonas de cisalhamento de Patos e de Pernambuco ao norte e ao sul, respectivamente. Os depósitos mesozoicos da Bacia do Araripe tiveram como origem as mudanças tectono-estruturais causadas pela subsidência mecânica devido ao estiramento litosférico viscoelástico que compôs a Depressão Afro-Brasileira, uma bacia sedimentar com até 300.000 km² de área, que se estendeu desde o extremo sul da Bahia até regiões interioranas no Nordeste brasileiro (Assine, 2007; Brito Neves, 1990; Cesero e Ponte, 1972; Da Rosa e Garcia, 2000; Fambrini et al., 2011b, 2011d, 2013b, 2017, 2019b; Garcia e Wilbert, 1994; Ponte e Asmus, 1978; Kuchle et al., 2011).

A reativação tectônica e o conseqüente rifteamento do Supercontinente Gondwana no Mesozoico causaram diversas transformações estruturais (Almeida, 1967). As tensões geradas pelo rifteamento reativaram zonas de cisalhamento

no Nordeste brasileiro a exemplo daquelas da Província Borborema (Brito Neves et al., 2000). Tais esforços promoveram a abertura de depressões nos domínios continentais, dando origem às Bacias Interiores no Mesozoico. Dessa forma, a Bacia do Araripe é cronostratigraficamente correlata às demais bacias riftes marginais e interiores situadas no Nordeste do Brasil.

Estudos estratigráficos pioneiros na Bacia do Araripe se devem a Spix e Martius (1828-31) e Small (1913). Este dividiu o registro sedimentar da Bacia do Araripe em quatro unidades principais, a saber, da base para o topo: “Conglomerado Basal”, seguida de “Arenito Inferior” grosso a médio, pacote de camadas calcárias (designando-as “Calcário de Sant’Anna”) e, finalmente, “Arenito”. Essa primeira divisão foi refinada ao longo dos anos, sendo que atualmente são reconhecidas oito formações para a bacia (e.g., Ponte e Appi, 1990). Estudos sistemáticos foram realizados apenas na segunda metade do século XX (a partir da década de 1960), período de intensos trabalhos desenvolvidos por professores e alunos da Universidade Federal de Pernambuco, dentre os quais cita-se Beurlen (1962, 1963), que redefiniu as unidades estabelecidas por Small (1913) da seguinte maneira, para as quais estimou espessura sedimentar total de cerca de 850 m: formações Cariri (base), Missão Velha, Santana e Exu (topo).



Fonte: adaptado e modificado de Assine (2007).

Figura 1. Mapa geológico simplificado da Bacia do Araripe com seção geológica e estratigrafia adotada e proposta neste trabalho

Desde as propostas iniciais, houve pouco consenso que permitisse se estabelecer uma única proposta para representar a coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. As propostas consideradas mais importantes, por serem mais difundidas e empregadas, são as de Assine (1992, 2007), Neumann (1999), Neumann e Cabrera (1999) e Ponte e Appi (1990). Recentemente, Assine et al. (2014) propuseram nova classificação para o Andar Alagoas da Bacia do Araripe.

Este trabalho objetivou discutir, revisar de maneira crítica e apresentar novos dados a respeito da estratigrafia da Bacia do Araripe. A profusão de várias propostas estratigráficas dificulta o entendimento de sua evolução estratigráfica. Revisão estratigráfica da Bacia do Araripe faz-se necessária tendo em vista os seguintes novos dados, resultados e eventos observados no estudo da bacia ao longo dos últimos anos oriundos de nossa pesquisa:

- a definição da unidade basal, seu posicionamento estratigráfico e seu sistema deposicional;
- a caracterização do contato geológico entre as formações Brejo Santo e Missão Velha;
- a abrangência da Formação Missão Velha, que contém restos de lenhos e madeira fósseis, incluindo a determinação do contato geológico com a Formação Abaiara;
- a confirmação da presença de discordância interna à Formação Missão Velha (sensu Fambrini et al., 2011b);
- a correta delimitação, abrangência e espessura da Formação Abaiara da fase rifte;
- o empilhamento sedimentar das unidades pós-rifte da bacia, com destaque para as unidades Barbalha (flúvio-lacustre), Crato (lacustre), Ipubi (lacustre-costeiro), Romualdo (heterogênea com ingressão marinha) e Araripina (aluvial), esta discutida em sua definição e abrangência.

Novos resultados estão incorporados às formações Missão Velha e Abaiara, cuja distinção é claramente demonstrada aqui. Igualmente, com relação às formações Barbalha e Cariri foram reunidos novos dados, sobretudo com relação à abrangência das unidades e seus sistemas deposicionais. Outro aspecto importante que será abordado refere-se à classificação tectônica e sequencial das unidades sedimentares. A concepção clássica e ainda usual (Asmus e Ponte, 1973; Assine, 2007; Ponte e Asmus, 1976, 1978) compreende as sequências sinéclise, pré-rifte, rifte e pós-rifte. Este trabalho propõe nova concepção das sequências com base nos estudos de bacias rifte de Morley et al. (1992), Morley (1999) e comparações com os modelos de Prosser (1993), de Morley (2002) e de Almeida et al. (2009).

ESTRATIGRAFIA

A coluna estratigráfica da Bacia do Araripe comporta a seguinte distribuição de unidades divididas em cinco

sequências, de acordo com Assine (1992, 2007) (Figura 2) e, mais recentemente, Fambrini et al. (2010a, 2010b, 2011b, 2012b, 2013b, 2015a, 2017, 2019a, 2019b):

- Sequência Paleozoica, constituída pela Formação Cariri, representada por arenitos médios a grossos fluviais, de idade neordoviciana a eossiluriana;
- Sequência Início de Rifte, de idade neojurássica, composta pelos pelitos da Formação Brejo Santo e pelos arenitos da porção inferior da Formação Missão Velha;
- Sequência Clímax de Rifte, constituída pelos arenitos grossos da porção superior da Formação Missão Velha e pelos pelitos e arenitos da Formação Abaiara, de idade neocomiana;
- Sequência pós-rifte, separada em duas, Pós-Rifte I, de idade aptiano-albiana, constituída pelas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo, e Pós-Rifte II, de idade albiano-cenomaniana, acha-se caracterizada por sedimentos aluviais das formações Araripina e Exu.

As sequências mesozoicas dispõem-se em *horsts* e *grábens* em duas sub-bacias principais separadas pelo Alto de Dom Leme: Cariri, ao leste, e Serrolândia, ao oeste (Assine, 1992, 2007). Essa subdivisão em duas sub-bacias representa unidades diferentes da bacia de oeste para leste (Figura 1). As sequências são estruturadas sobre falhamentos de direções principais NE e WNW, consequência dos eventos tectônicos oriundos do rifte da Margem Atlântica (Assine, 1990, 1992, 2007; Matos, 1992; Ponte e Ponte-Filho, 1996a, 1996b).

Na classificação litoestratigráfica proposta no presente trabalho reconhecem-se as seguintes unidades: Formação Cariri e Supergrupo Araripe, com os grupos Juazeiro do Norte, Santana e Chapada (Tabela 1). Essa classificação baseia-se no esquema estratigráfico de Neumann e Cabrera (1999), com modificações.

FORMAÇÃO CARIRI

A sequência basal da Bacia do Araripe é constituída por uma única unidade litoestratigráfica, denominada originalmente de Formação Cariri por Beurlen (1962, 1963), nomenclatura utilizada em muitos trabalhos, e rebatizada por Gasparly e Anjos (1964) de Formação Mauriti. Esta denominação foi adotada no importante trabalho de Ponte e Appi (1990), tendo em vista que a localidade Mauriti tem excelentes exposições da unidade, e foi seguida por diversos trabalhos subsequentes (Batista et al., 2008, 2012; Fambrini et al., 2007, 2008, 2010a, 2010b, 2010c, 2011a, 2011b, 2011c, 2012b; Neumann, 1999; Neumann e Cabrera, 1999; Paula-Freitas e Borghi, 2011). Porém, em outros trabalhos importantes sobre a estratigrafia da bacia, Assine (1992, 1994, 2007) defendeu a manutenção do termo clássico Formação Cariri definido por Beurlen (1962, 1963), pela prioridade do termo

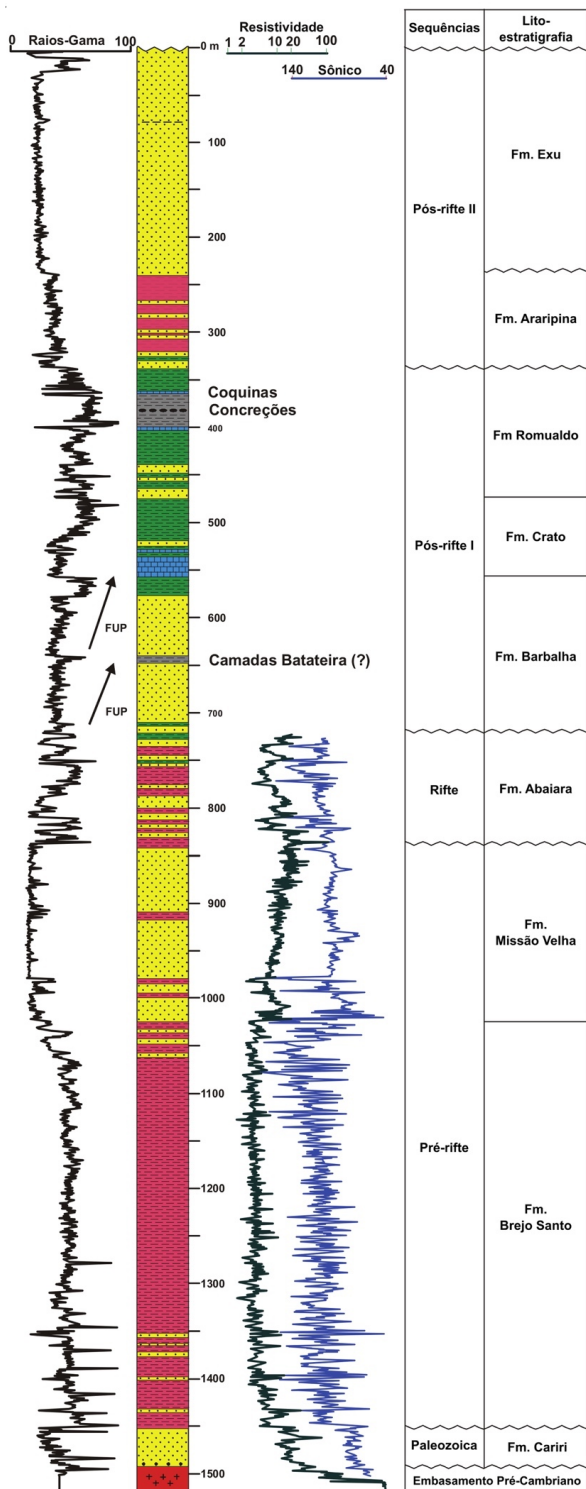
aplicado. Tendo em vista que as duas denominações vêm sendo utilizadas e respeitando-se o quesito prioridade, como preceitua o Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica

(SBG, 1986), propõe-se, neste trabalho, a manutenção da denominação Formação Cariri, como sugerido por Assine (1992, 2007), por se tratar de um termo original e consagrado pelo uso. A unidade aflora na porção leste da bacia, definindo os contornos do Vale do Cariri. Na parte oeste da bacia não aflora, ocorrendo apenas em subsuperfície, como na Sub-Bacia de Feira Nova (Figura 2).

Como se trata da seção basal da Bacia do Araripe, a formação está assentada sobre o embasamento e limitada, no topo, pela Formação Brejo Santo. No geral, apresenta espessura entre 20 e 60 m, como observado na Figura 2. A unidade aflora em altos estruturais e na borda leste (região da Sub-Bacia Vale do Cariri), além de ser evidenciada em testemunhos de sondagens realizados sobre a chapada e ocorrências isoladas próximas às cidades de Juazeiro do Norte, Santana do Cariri e Nova Olinda. A Figura 3 ilustra seção estratigráfica da unidade em afloramento muito conhecido e bem representativo (Geopark Araripe Cachoeira de Missão Velha).

De acordo com Batista (2010), Fambrini et al. (2010c, 2013a), Feitosa (1987) e resultados deste trabalho, a Formação Cariri caracteriza-se litologicamente por arenitos de coloração branca, amarelados e acinzentados, imaturos, com grãos angulosos a subangulosos, de granulometria média a grossa, mal selecionados, em geral bem litificados e com níveis conglomeráticos podendo conter fragmentos líticos do embasamento. Caracteriza-se por conter estratificações cruzadas tabulares e acanaladas com *sets* decimétricos a métricos. O sistema deposicional é interpretado como fluvial entrelaçado (Assine, 1992, 2007; Batista et al., 2012, 2013; Fambrini et al., 2010c; Ponte, 1992b). Os arenitos apresentam níveis descontínuos de siltitos com dimensões decimétricas, de coloração branca com tonalidades arroxeadas. Na porção inferior predominam os arcóseos brancos a róseos, apresentam granulação média a muito grossa, muitas vezes com níveis conglomeráticos com grau de arredondamento que oscila entre anguloso e subanguloso. Na parte basal é mais comum a ocorrência de níveis de conglomerados com fragmentos líticos do embasamento e feldspatos que se encontram bem preservados (Fambrini et al., 2010c, 2013a). Em direção ao topo da unidade, os arenitos arcoseanos gradam para arenitos quartzosos branco-acinzentados que apresentam granulação média a grossa, por vezes com seixos de quartzo. Por outro lado, Batista et al. (2013) apontaram ainda a presença de associações de fácies de leques aluviais e eólicas na unidade. Nesses arenitos constata-se ainda a ocorrência de minerais esverdeados, identificados por Feitosa (1987) como paligorskita (argilomineral fibroso), mineral indicativo de clima quente e seco, e contraditos, como apontado por Batista (2015), por se tratar de esmectitas como os minerais esverdeados presentes na unidade.

Devido à sua natureza afossilífera, a definição da idade de sedimentação da unidade é difícil. Entretanto, interpretações



Fonte: modificado de Assine (2007).

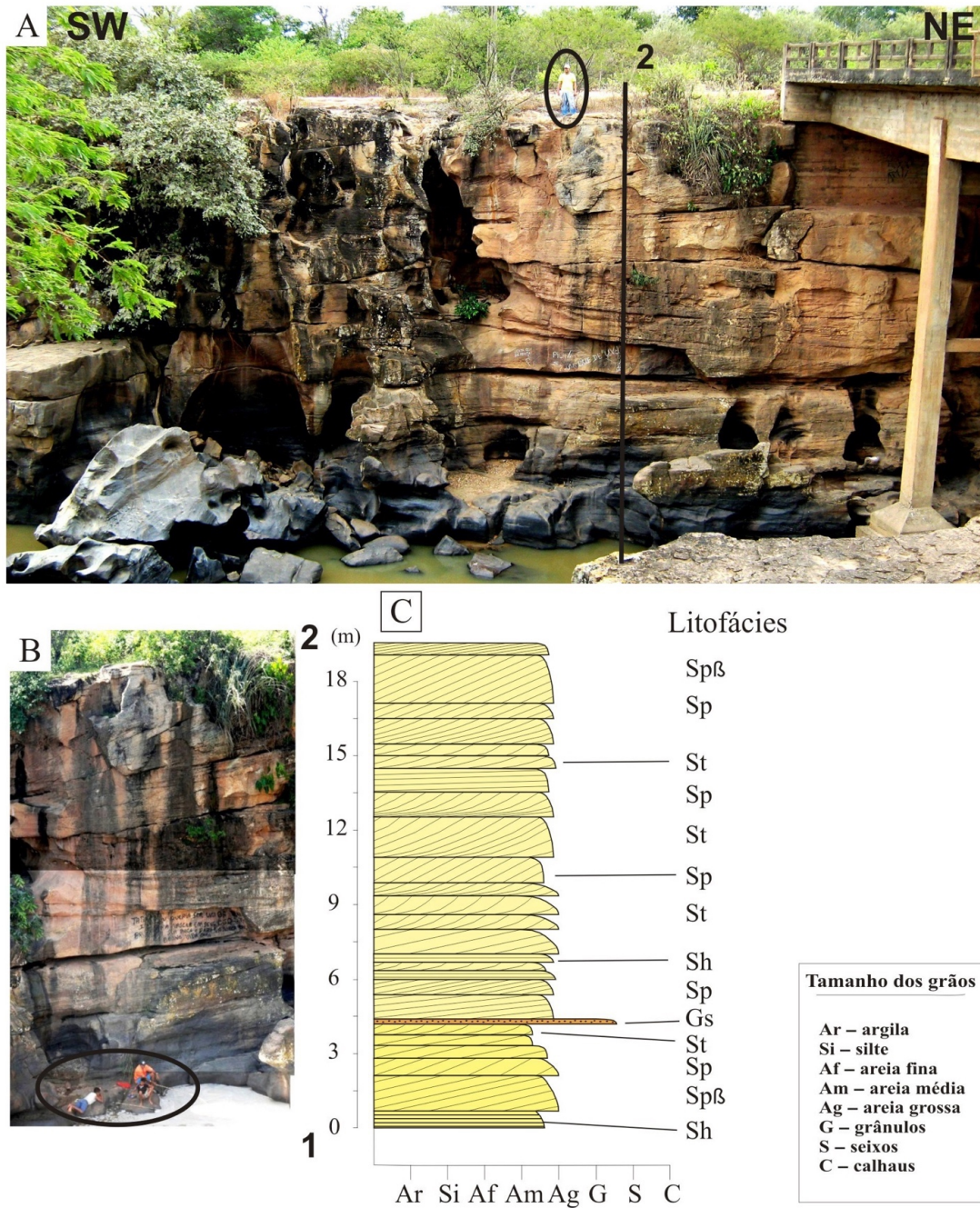
Figura 2. Seção estratigráfica vertical do poço 2-AP-I-CE.

Tabela 1. Quadro comparativo com as principais propostas estratigráficas formuladas para a Bacia do Araripe.

	Beurlen, 1962	Barros, 1963	Beurlen, 1963	Gaspary e Anjos, 1964	Braun, 1966	Silva-Santos e Valença, 1968	Beurlen, 1971	Mabesoone e Tinoco, 1973	Moraes et al., 1976	Lima, 1978a, 1979	Silva, 1983, 1986a, 1986b	Ponte e Apri, 1990	Neumann e Cabrera, 1999	Assine, 2007	Fambirni et al., 2017; este trabalho
Arenito Superior	Fm. Exu Arajara	Fm. Exu Feira Nova	Fm. Exu Feira Nova	Fm. Exu Feira Nova	Fm. Exu Feira Nova	Fm. Exu Feira Nova	Fm. Exu Santana	Mb. Superior Romualdo Mb. Inferior	Fm. Exu	Mb. Superior Mb. Inferior	Fm. Exu	Fm. Exu	Fm. Exu	Fm. Exu	Fm. Exu
Calcários Santana	Fm. Santana	Fm. Santana	Fm. Santana	Fm. Santana	Fm. Santana	Fm. Santana	Mb. Romualdo Mb. Ipubi Mb. Crato	Mb. Romualdo Mb. Ipubi Mb. Crato	Fm. Santana Fm. Araripina Mb. Crato	Fm. Santana	Fm. Santana	Fm. Arajara	Fm. Araripina Mb. Romualdo Mb. Crato	Fm. Araripina Mb. Romualdo Mb. Crato	Fm. Araripina Fm. Romualdo Fm. Ipubi Fm. Crato
Arenito Inferior	Fm. Missão Velha	Fm. Missão Velha	Fm. Missão Velha	Fm. Missão Velha	Fm. Missão Velha	Fm. Missão Velha	Fm. Sergi	Fm. Sergi	Fm. Superior	Fm. Sergi	Fm. Sergi	Fm. Abaiara	Fm. Abaiara	Fm. Abaiara	Fm. Abaiara
Conglomerado Basal	Fm. Cariri	Fm. Mauriti	Fm. Cariri	Fm. Cariri	Fm. Cariri	Fm. Cariri	Fm. Cariri	Fm. Tacaratu	Fm. Inferior	Fm. Aliança	Fm. Aliança	Fm. Brejo Santo	Fm. Brejo Santo	Fm. Brejo Santo	Fm. Cariri

Discordância

Fm.: formação; Mb.: membro; Gp.: grupo.
Fonte: modificada de Lima (1979), Assine, (1992) e Fambirni et al. (2009, 2011b).



Litofácies principais

- Sp β (At β)- arenitos com estratificações cruzadas tabulares de grande porte
- Sp (At)- arenitos com estratificações cruzadas tabulares de médio e pequeno portes
- St (Aa)- arenitos com estratificações cruzadas acanaladas de médio e grande porte
- Sh (Ap)- arenitos com estratificação plano-paralela
- Gs (Ce)- conglomerados de seixos, estratificados

Figura 3. Seção-tipo eleita da Formação Cariri no afloramento da Cachoeira de Missão Velha. (A) Painel fotográfico da parede da cachoeira; (B) detalhe das camadas lenticulares de arenitos estratificados; (C) seção colunar medida do afloramento e as litofácies principais. Círculos mostram as escalas utilizadas.

levantadas conforme correlação com as bacias marginais levaram Caputo e Lima (1984) a atribuir idade anterior à glaciação Neo-Ordoviciano/Eossiluriana, pela presença de diamictitos na Formação Ipu (Bacia do Parnaíba), correlacionando-a com a Formação Cariri (Caputo e Lima, 1984; Caputo e Crowell, 1985). Tal tentativa de posicionamento cronoestratigráfico dos mencionados autores baseou-se em comparações com as bacias vizinhas (e.g. Bacia do Parnaíba). Os únicos registros fósseis são traços de organismos de corpo mole classificados como icnogênero *Planolites* (Agostinho et al., 2016; Batista, 2010; Batista et al., 2015; Fambrini et al., 2010c). Sugere-se aqui que, considerando-se a natureza predominantemente marinha do Período Siluriano, a deposição da Formação Cariri tenha se iniciado no Ordoviciano, de acordo com ideia de M.L. Assine (com. verbal), e perdurado até o Eossiluriano. Assim, sugere-se idade neordoviciano/eossiluriana para a Formação Cariri.

Correlação similar foi proposta por Ghignone (1972) e por Caputo e Crowell (1985) com base em critérios estratigráficos e sedimentológicos que associaram essas rochas basais da Bacia do Araripe ao Grupo Serra Grande (Siluriano, Bacia do Parnaíba). Porém, Braun (1966) já havia avaliado idade paleozoica para a Formação Cariri, por suas similaridades com a Formação Tacaratu (bacias de Tucano e de Jatobá). Estipulou-se, ainda, que esse pacote sedimentar tenha se originado no Cretáceo (Berthou, 1990), teoria impulsionada pelas supostas pegadas de dinossauros encontradas nesses sedimentos (Carvalho et al., 1995). Esses autores questionaram a atribuição de idade paleozoica para a Formação Cariri, posicionando-a no Cretáceo Inferior com base no reconhecimento de pegadas de dinossauros em estratos da unidade. Tais pegadas não foram encontradas por outros pesquisadores, tais como Kellner e Campos (2000), Chagas (2006) e os deste trabalho. Além disso, a atribuição de idade cretácea é inconsistente, uma vez que a Formação Cariri ocorre sotoposta à Formação Brejo Santo, portadora de ostracodes típicos do Andar Dom João, respaldada por diversas publicações (Braun, 1966; Ponte e Appi, 1990; Coimbra et al., 2002; Barros, 2010; Barros et al., 2011; Fambrini et al., 2012b, 2013a; Guzmán et al., 2015) e relacionada à fase início de rifte. O questionamento sobre a idade é refutado igualmente por Arai (2006), uma vez que a unidade se encontra limitada no topo pela Formação Brejo Santo, seguramente de idade jurássica. Outros trabalhos adotam idade posicionada no intervalo Neo-Ordoviciano/Siluriano (Assine, 1992; Fambrini et al., 2017; Ponte e Ponte-Filho, 1996a, 1996b). Conforme trabalhos anteriores sugeriram, devido à similaridade litológica, ao padrão de paleocorrentes e à posição estratigráfica, a Formação Cariri foi colocada no Paleozoico Inferior, possivelmente no Siluro-Devoniano, e correlacionada com a Bacia do Parnaíba (Formação Ipu do Grupo Serra Grande), com demais restos sedimentares desse período nas Bacias Interiores do Nordeste, tais como São José do Belmonte,

Mirandiba, Betânia, Tupanaci, Cedro, Afogados da Ingazeira e Bom Nome, além das bacias do Jatobá e Tucano Norte e Central, onde recebe a denominação de Formação Tacaratu. Prof. M. Assine (comunicação verbal) considera a formação de idade ordoviciano, tese com a qual estamos de acordo.

O padrão de paleocorrentes identificado por este trabalho nos afloramentos estudados da Formação Cariri é notavelmente constante ao longo da bacia, como registrado por vários autores (e.g., Assine, 1994; 2007; Chagas, 2006; Fambrini et al., 2010c, 2013a), indicando que a sedimentação dessa unidade não teve relação alguma com a geometria dos sítios em que os depósitos das unidades estão preservados atualmente. O padrão paralelo para NNW dos vetores médios de paleocorrentes não apresenta similaridade com os padrões das unidades mesozoicas (para sul, em geral), indicando paleodrenagem para o quadrante NW, similar ao do Grupo Serra Grande da Bacia do Parnaíba (Assine, 1994, 2007; Ghignone, 1972; Medeiros et al., 1997) e da Formação Tacaratu (Assine, 1994; Carvalho et al., 2010, 2018; Neumann et al., 2010).

SUPERGRUPO ARARIPE

Denominação utilizada por Neumann (1999) e Neumann e Cabrera (1999) para englobar os grupos Juazeiro do Norte, Santana e Chapada, este aqui definido (Tabela 1). O Grupo Juazeiro do Norte (Assine, 1992) apresenta as formações Brejo Santo, Missão Velha e Abaiara. O Grupo Santana (Neumann e Cabrera, 1999) constitui-se das formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo. Em concordância com essas denominações, o presente trabalho propõe o Grupo Chapada, que envolve as formações Araripina e Exu.

GRUPO JUAZEIRO DO NORTE

O Grupo Juazeiro do Norte passou por diversas definições. Small (1913) entendeu que os sedimentos desse grupo encontravam-se junto a rifte formando o Grupo Vale do Cariri, depois denominado Grupo Juazeiro do Norte por Assine (1992), aqui adotado. Já Gasparly e Anjos (1964) propuseram a subdivisão do grupo em duas formações, Brejo Santo e Missão Velha, correlacionadas às formações Aliança e Sergi, respectivamente, por Braun (1966).

As rochas desse grupo têm amplas exposições na porção leste da bacia, ao longo do Vale do Cariri, em sub-bacia controlada por falhas predominantemente distensionais de direções NE e E-W, disposta na forma de *horsts* e grábens (Figura 1). A análise do poço 2-AP-1-CE (Figura 2) mostra que afloram igualmente em subsuperfície na Sub-Bacia Feira Nova (porção oeste da bacia). O grupo sobrepõe-se discordantemente à Formação Cariri.

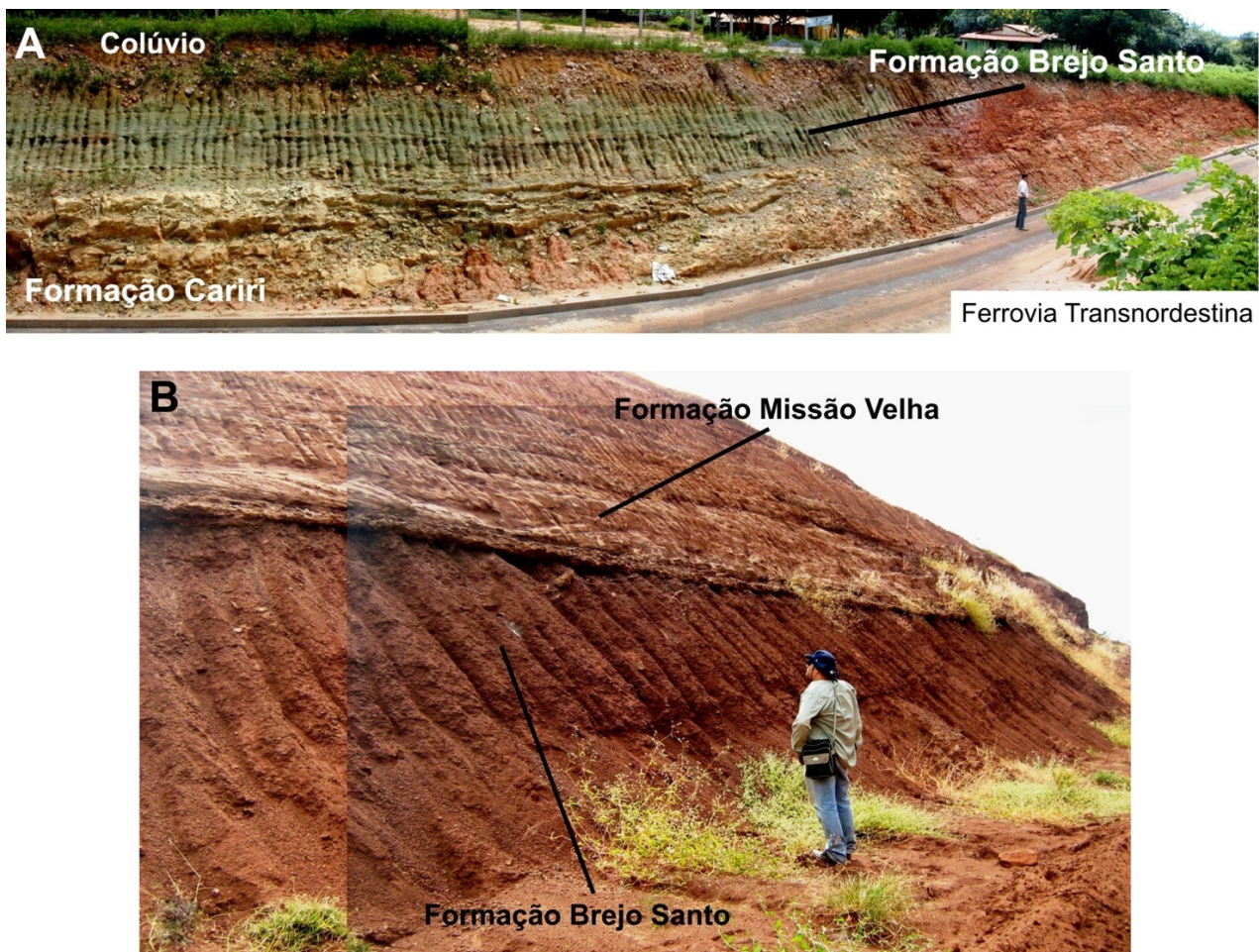
FORMAÇÃO BREJO SANTO

Originalmente, a unidade foi descrita como fração basal da Formação Missão Velha (Beurlen, 1962), a qual representava um abrangente registro estratigráfico dentro da bacia. Tal conceito promoveu diversas revisões na finalidade de refinar e compartimentar esse intervalo sedimentar. Dessa forma, Gaspary e Anjos (1964) propuseram o desmembramento das seções Basal (pelítica) e Superior (arenosa) da Formação Missão Velha em duas formações distintas, Brejo Santo e Missão Velha, respectivamente.

Essa proposição estratigráfica (Formação Brejo Santo) de Gaspary e Anjos (1964) tem sido seguida por praticamente todos os autores subsequentes (Arai et al., 2001; Arai, 2006; Assine, 1990, 1992, 1994, 2007; Barros et al., 2011; Berthou, 1994; Cavalcanti e Viana, 1992; Fambrini et al., 2007, 2008, 2009, 2010a, 2010b, 2010c, 2011a, 2011b, 2011c, 2012b, 2013a,

2013b, 2015a, 2017, 2019a, 2019b; Ghignone et al., 1986; Lima, 1978b, 1978d, 1979; Mabesoone e Tinoco, 1973; Martill, 1996; Neumann e Cabrera, 1999; Neumann et al., 2000; Ponte, 1992b, 1994; Ponte e Appi, 1990; Ponte e Ponte-Filho, 1996a, 1996b; Scherer et al., 2014; Valença et al., 2003).

A denominação da unidade deriva da localidade-tipo situada nos arredores da cidade de Brejo Santo, no estado do Ceará, que, de acordo com Cavalcanti e Viana (1992), tem como seção-tipo afloramento em calha natural distante 6,6 km da entrada da cidade de Brejo Santo, na rodovia BR-116, a cerca de 200 m da estrada, no sentido de Milagres. A formação assenta-se discordantemente sobre a Formação Cariri (Neo-Ordoviciano-Eo-Siluriano) e é superposta, em contato concordante e brusco, pela Formação Missão Velha (Figura 4). O poço 2-AP-1-CE (Figura 2), realizado nas proximidades da cidade de Araripe (CE), na chapada



Fonte: Fambrini et al. (2013b).

Figura 4. Relações de contato da Formação Brejo Santo. (A) Contato geológico por discordância entre arenitos da Formação Cariri (abaixo) e folhelhos cinza-esverdeados com intercalações de siltitos cinza-esbranquiçados da Formação Brejo Santo. Corte da Ferrovia Transnordestina a norte da cidade de Missão Velha. UTM: 9201182/0491412; (B) contato geológico brusco entre argilitos e folhelhos vermelho-amarronzados da Formação Brejo Santo e arenitos estratificados da Formação Missão Velha. Corte da Ferrovia Transnordestina próximo à cidade de Abaiara. UTM: 9188790/0497326.

homônima, perfurou 429 m da Formação Brejo Santo, no intervalo de 1.023 a 1.452 m de profundidade (Ponte e Appi, 1990). De acordo com Assine (1990, 1992) e Fambrini et al. (2017), o contato entre as formações Brejo Santo e Missão Velha é concordante, marcado por passagem gradual de fácies pelíticas avermelhadas para fácies psamíticas sobrepostas, que denotam pouca variação granulométrica na vertical, ilustrada pelo padrão em caixa observado no intervalo de 837 a 1.023 m do poço estratigráfico 2-AR-1-CE (Assine, 1992). Em nosso estudo observou-se a transição por interdigitação entre os pelitos avermelhados da Formação Brejo Santo e os arenitos estratificados amarelados da Formação Missão Velha (Figura 5). Por vezes, esse contato entre as formações é brusco (Figura 4B).

A Formação Brejo Santo tem exposições na porção leste da Bacia do Araripe, especialmente no Vale do Cariri, no entorno dos municípios de Brejo Santo e Missão Velha (área-tipo), Abaiara, Mauriti, Milagres e Juazeiro do Norte, estado do Ceará. A Formação Brejo Santo é representada por espessa sucessão (até 450 m) de depósitos predominantemente pelíticos. A Formação Brejo Santo repousa sobre a Formação Cariri, de idade paleozoica, e faz contato gradacional com a unidade sobrejacente, a Formação Missão Velha (Fambrini et al., 2013b).

Devido à sua natureza sedimentar pelítica, a unidade apresenta poucos afloramentos naturais. A influência de processos pedogenéticos é o principal fator do arrasamento das áreas aflorantes, resultando em solos de textura psamo-pelítica. Algumas regiões que apresentam ravinamento por canais de rios efêmeros e cortes provocados pela construção das obras Ferrovia Transnordestina e pela Transposição do Rio São Francisco exibem afloramentos apreciáveis (Araújo et al., 2010; Fambrini et al., 2012b, 2013b).

A Formação Brejo Santo é constituída por:

- argilitos e folhelhos argilosos calcíferos, de cores avermelhadas, amarronzadas, castanho-avermelhadas, extratos bem laminados, localmente maciços, baixo grau diagenético;
- siltitos cinza-esbranquiçados a esverdeados;
- raros corpos de arenitos finos a muito finos argilosos laminados, esbranquiçados, com cimento argiloso, por vezes de granulação média com estratificações cruzadas tabulares.

Camadas decimétricas de arenitos finos calcíferos e delgadas lâminas calcárias argilosas ricas em ostracodes não marinhos (Braun, 1966) ocorrem intercaladas aos pelitos, com fauna típica do Andar Dom João. Os folhelhos e argilitos avermelhados frequentemente se mostram mosqueados, manchados e listrados de verde-claro a cinza-esbranquiçado. Os folhelhos também apresentam nódulos calcários, por vezes fossilíferos, que ainda carecem de estudos detalhados. A Figura 6 ilustra a seção-tipo eleita para a unidade.

Além da comum estratificação plano-paralela, ocorrem estratificação cruzada cavalgante e gretas de contração no topo das camadas arenosas indicativas de exposição subaérea.

Para Fambrini et al. (2013b), essa formação corresponde à primeira fase de implantação lacustre da bacia com influência fluvial. Esse sistema lacustre apresenta pequenos aportes fluviais por rios efêmeros que contribuíram para a formação do lago. Para esse conjunto de fácies, Fambrini et al. (2013b) inferiram paleogeografia de sistema *playa-lake*. A assembleia fóssil apresenta-se exclusivamente continental, com ostracodes bem preservados, conchostráceos, restos de peixes e ossos. Uma espécie de conchostráceo bivalve de carapaça quitinosa é intimamente vinculada a lagos efêmeros, pois necessita da sazonalidade para pôr suas ovas.

Segundo Scherer et al. (2014), a formação tem dois sistemas de sedimentação distintos: fluvial efêmero e planície de inundação distal. Segundo os autores, a sazonalidade é implícita na sequência conforme os estratos vão se alternando entre argila, silte e areia, inferindo mudança dos fluxos segundo suas velocidades e o tipo de sedimentos contidos. No entanto, não foram identificados corpos de arenitos com estratificações cruzadas típicos de fácies de canais fluviais em nosso estudo.

A ocorrência de ostracodes não marinhos das espécies *Bisulcoocypris pricei* P & S e *Darwinula oblonga* ROEMER, segundo trabalhos de Braun (1966), Assine (1992), Coimbra et al. (2002), Barros (2010), Barros et al. (2011) e Fambrini et al. (2012b, 2013b), indica idade posicionada no Jurássico Superior (Andar Dom João, andar local do Thitoniano). Em adição, a associação palinológica da Formação Missão Velha (sobreposta) foi correlacionada com amostras jurássicas de Cuba (Arai, 2006), corroborando a idade jurássica.

A unidade é correlata à Formação Aliança do Sistema de Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá, segundo Assine (1992, 1994), Fambrini et al. (2012b, 2013b) e Guzmán et al. (2015), bem como à Formação Bananeiras da Bacia Sergipe-Alagoas (Fambrini et al., 2011b; Kuchle et al., 2011) e à Formação M'Vonne na Bacia do Gabão (Kuchle et al., 2011; Barreto Junior, 2020).

FORMAÇÃO MISSÃO VELHA

Sobreposta ao pacote predominantemente argiloso da Formação Brejo Santo repousa uma unidade arenosa quartzosa, por vezes feldspática e/ou caulínica, localmente conglomerática, que apresenta estratificações cruzadas dos tipos tabulares e acanaladas dispostas em *sets* decimétricos. A essa formação designou-se de Missão Velha, definição formalizada por Beurlen (1962, 1963), para englobar todo o pacote siliciclástico inferior estratigraficamente ao “Calcário Santana”, correspondendo ao “Arenito Inferior” de Small (1913). Beurlen (1962, 1963) notou a presença abundante de

troncos fósseis silicificados *in situ* nos arenitos da Formação Missão Velha, sendo uma das características principais dessa unidade. A ocorrência abundante de troncos fósseis silicificados é identificada como vestígio de uma vasta floresta

de coníferas do gênero *Dadoxylon benderi* (Brito, 1987). A associação palinológica vislumbrada por Coimbra et al. (2002) indicou para a unidade idade do Andar Dom João, pela presença da Biozona NRT-001. Conforme a seção anterior,

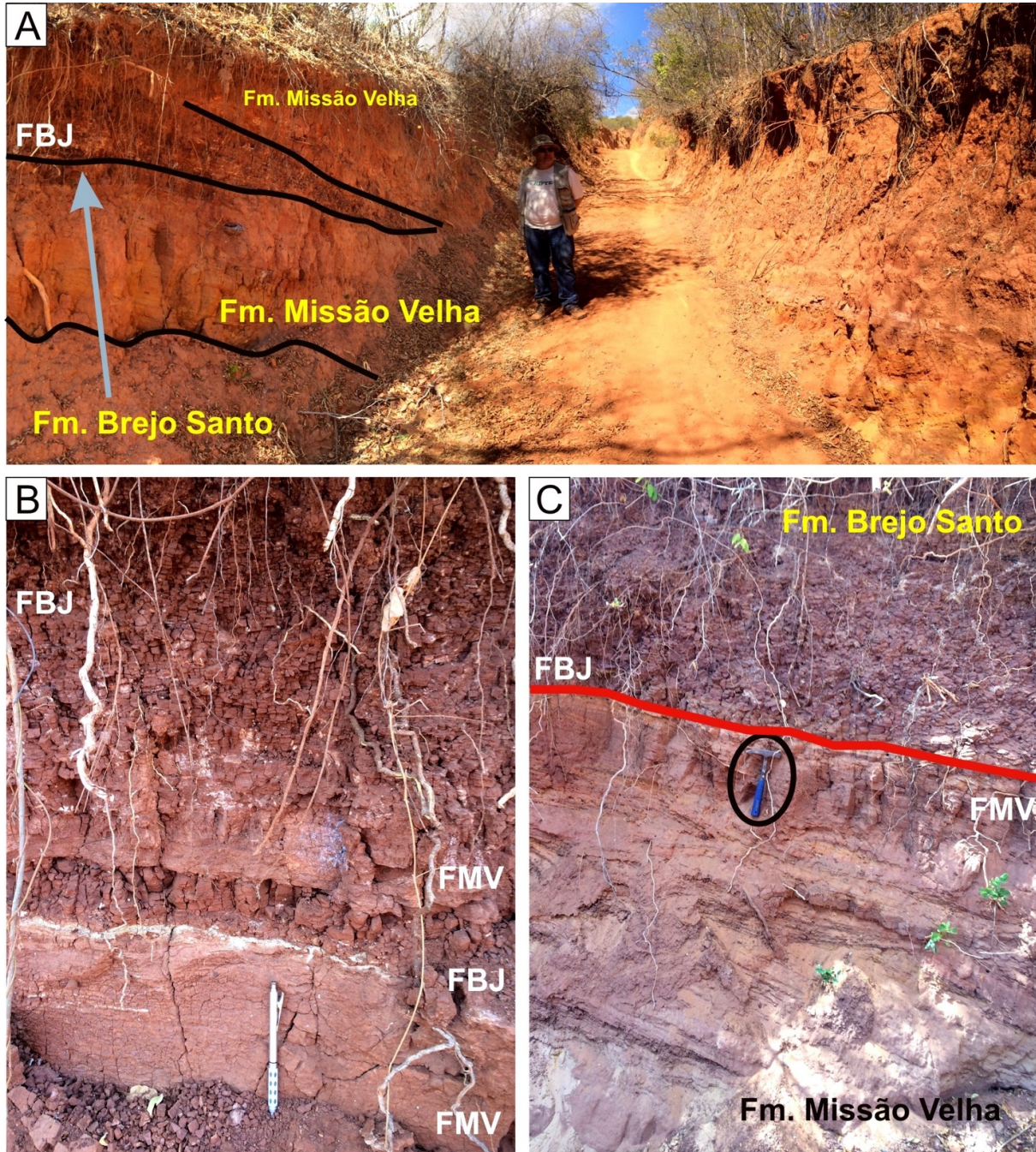
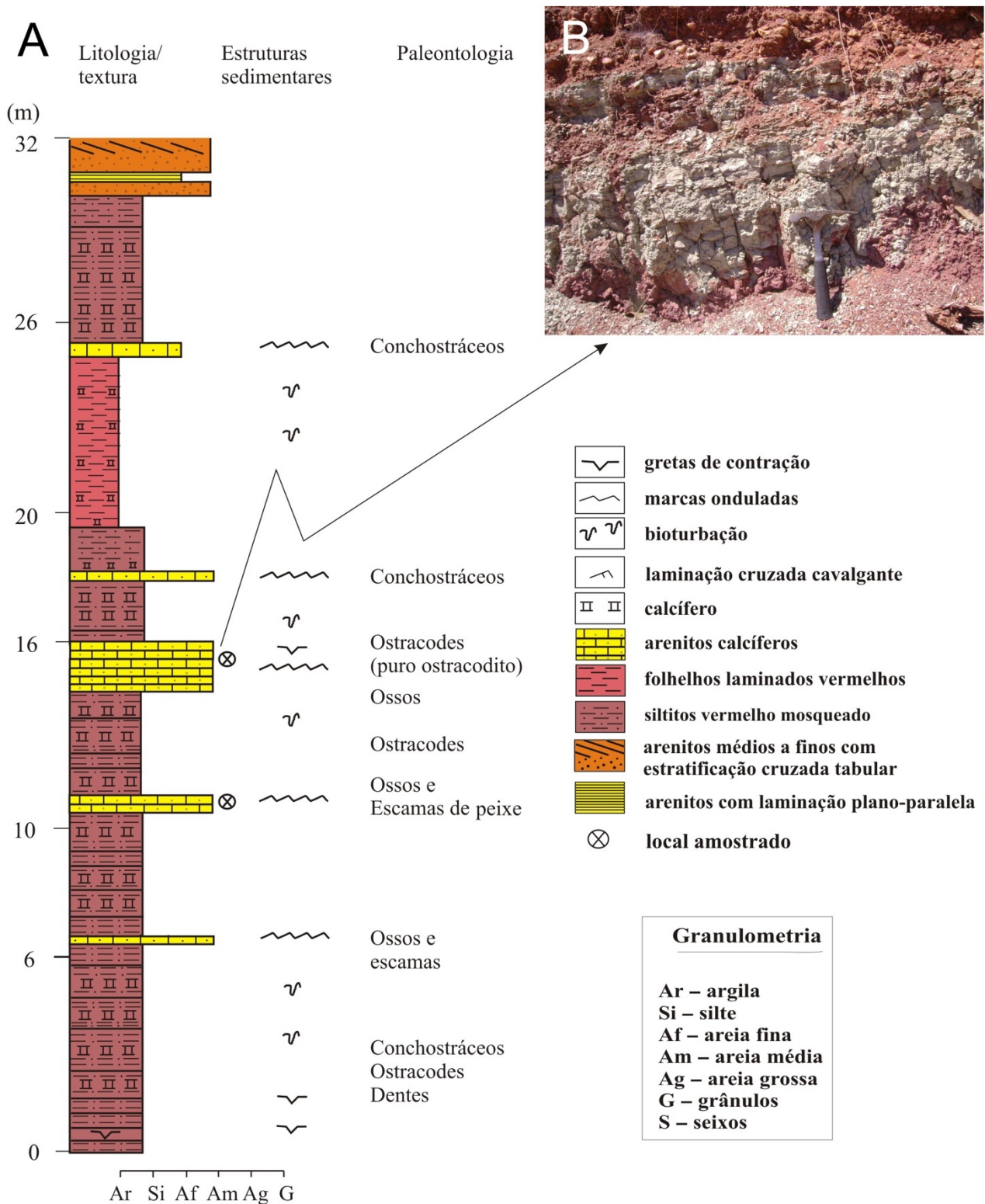


Figura 5. Contato geológico entre as formações Brejo Santo (FBJ argilitos e folhelhos avermelhados) e Missão Velha (FMV arenitos médios a finos estratificados). Local: estrada da linha de transmissão nas proximidades da Grota Funda. Arenitos médios a finos com estratificações cruzadas tabulares e delgadas camadas de argilitos interpretados como porções dos pelitos lacustres em meio ao sistema fluvial efêmero da Formação Missão Velha (FMV). (A) afloramento estudado com o contato das formações Brejo Santo e Missão Velha. (B e C) Interdigitação entre corpos de argilitos e folhelhos lacustres (FBJ) e arenitos estratificados amarelo-alaranjados da FMV.



Fonte: modificada de Fambrini et al. (2013b).

Figura 6. Seção-tipo eleita da Formação Brejo Santo em ravina à beira da rodovia estadual CE-293 na localidade de Olho D'água do Comprido. (A) seção colunar de detalhe mostrando as fácies da Formação Brejo Santo. O conteúdo paleontológico é mostrado igualmente no nível estratigráfico correspondente; (B) foto evidenciando nível de arenito calcífero rico em ostracodes com destaque para os locais amostrados de níveis de arenitos calcíferos. UTM: 9197900/0489316.

em nosso estudo foi determinada a transição por interdigitação entre os pelitos avermelhados da Formação Brejo Santo e os arenitos estratificados amarelados da Formação Missão Velha (Figura 4). Por vezes, esse contato entre as formações é brusco, como observado na Figura 5. O contato superior com arenitos e pelitos da Formação Abaiara se dá de forma brusca com a presença de siltitos vermelhos ou esverdeados, segundo uma superfície discordante que reflete a ausência de registro do intervalo inferior do Andar Rio da Serra (Assine, 1990, 1992, 2007; Ponte e Appi, 1990). No entanto, segundo Assine (1990, 1992), o contato entre as formações Brejo Santo e Missão Velha seria concordante, marcado por uma passagem gradual de fácies pelíticas avermelhadas para fácies psamíticas sobrepostas, que denotam pouca variação granulométrica na vertical, ilustrada pelo padrão em caixa observado no intervalo 837 a 1.023 m do poço estratigráfico 2-AR-I-CE. Não obstante, Scherer et al. (2014) sinalizaram para a presença de discordância no contato entre as formações evidenciada pela brusca passagem de fácies pelíticas para psamíticas, além da presença de conglomerados intraformacionais. Tal discordância não foi evidenciada em nossos trabalhos (e.g., Fambrini et al., 2009, 2011b, 2012b, 2013b, 2017) nem nos estudos para este manuscrito, conforme discutido acima e na seção anterior.

Com base na discussão acima partiu-se da definição Formação Missão Velha de Ponte e Appi (1990), a qual foi seguida por Assine (1992) e Neumann (1999), Neumann e Cabrera (1999) e revisada por Arai (2006) e Fambrini et al. (2009, 2010b, 2010d, 2011b, 2013c, 2017), segundo a qual a unidade é constituída predominantemente por corpos arenosos amalgamados, lateralmente contínuos e portadores de abundantes lenhos fósseis, onde os pelitos subordinam-se (Fambrini et al. 2009, 2010a, 2010d, 2011b, 2013c, 2017). Esse foi o foco de estudos de Fambrini et al. (2010b, 2010d, 2011b, 2011c, 2011d, 2013c, 2017), nos quais são discutidos os elementos arquiteturais e as fácies para a elaboração dos sistemas deposicionais e do arcabouço estratigráfico de seqüências da unidade.

Sendo assim, a Formação Missão Velha, em seu sentido original e primário (Beurlen, 1962, 1963), foi definida para agregar arenitos grossos a finos, por vezes conglomeráticos, portadores de troncos e madeiras fósseis silicificados. É nesse sentido primordial que reside essa definição. E, por uma razão muito importante, a denominação Formação Missão Velha está profundamente associada, na literatura geológica no âmbito nacional (e.g., Freitas et al., 2008) e até mesmo internacional (e.g. na Bacia Sergipe-Alagoas, Castro et al., 2019), com arenitos portadores de lenhos fósseis silicificados. Isso está perfeitamente em conjunção com o Código de Nomenclatura Estratigráfica Brasileiro (SBG, 1986). Em adição, os lenhos fósseis praticamente só ocorrem nas fácies de arenitos grossos, muitas vezes conglomeráticos, de barras fluviais do topo da Formação Missão Velha.

A concepção original de Beurlen incluía, na parte inferior, arenitos com estratificações cruzadas; na porção mediana ocorreriam intercalações de camadas pelíticas (argilitos, folhelhos, siltitos e arenitos finos de coloração esverdeada a cinzenta) e, por fim, na porção superior, apareceriam arenitos com intercalações de conglomerados. O autor considerou, ainda, a unidade de idade neocomiana. Assim, a Formação Missão Velha, conforme Beurlen (1962, 1963), teria abrangência estratigráfica muito ampla, o que motivou diversas revisões do conceito.

Assim sendo, Gaspary e Anjos (1964) limitaram a Formação Missão Velha à parte arenosa superior da definição original de Beurlen (1962, 1963) por meio do desmembramento da seção basal pelítica, denominando-a de Formação Brejo Santo. Os autores situaram cronoestratigraficamente ambas as unidades no Jurássico Superior.

Pouco depois, Braun (1966) correlacionou a Formação Missão Velha à Formação Sergi do Grupo Brotas (*sensu* Viana et al., 1971), correlata das bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá. Desse modo, os pelitos basais relacionados à Formação Brejo Santo por Gaspary e Anjos (1964) foram correlacionados à Formação Aliança do mesmo grupo. Com isso, Braun (1966) restringiu assim ainda mais a abrangência dessa unidade litoestratigráfica, eliminando toda a parte superior da Formação Missão Velha por meio dessa correlação com as formações Aliança e Sergi, conforme originalmente sugerido por Small (1913) e formalmente proposto por Beurlen (1962). Essa concepção estratigráfica foi seguida por Mabesoone e Tinoco (1973), Lima (1978d, 1979) e Silva (1983, 1986a, 1986b) (Tabela 1). Várias propostas modificadoras da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe e, em especial, da Formação Missão Velha apareceram nos anos 1980 (Ghignone et al., 1986; Berthou et al., 1988) e, principalmente, no início da década de 1990 (Assine, 1990, 1992; Berthou, 1990; Cavalcanti e Viana, 1992; Martill, 1996; Ponte et al., 1990; Ponte e Appi, 1990; Ponte e Ponte-Filho, 1996b).

Dentre essas propostas merece destaque o trabalho de Ponte e Appi (1990) no qual realizaram profunda revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe (Tabela 1). No que tange à Formação Missão Velha, os autores separaram em três unidades o conjunto de arenitos e, subordinadamente, conglomerados e pelitos sobrejacentes à Formação Brejo Santo. Para a porção inferior, mantiveram a denominação tradicional Formação Missão Velha ao se referirem aos arenitos grossos portadores de troncos e madeiras fósseis silicificados, posicionando-os no Andar Dom João. Para a parte intermediária, atribuíram a denominação Formação Abaiara para reunir sucessão de arenitos finos a médios com intercalações de siltitos e folhelhos que apresentam ostracodes fósseis típicos das biozonas indicativas dos andares Rio da Serra/Aratu, ou seja, do Neocomiano. Para o topo da unidade, designaram de Formação Rio da Batateira ao

conjunto sedimentar constituído por arenitos médios a finos intercalados com folhelhos negros a cinza, onde se destaca nível delgado de folhelho betuminoso (Camadas Batateira de Hashimoto et al., 1987). Essa unidade foi posicionada no Andar Alagoas (Aptiano Superior) por meio de datações por pólen e ostracodes. A Formação Missão Velha, na proposição de Ponte e Appi (1990), apresentaria como importantes afloramentos exposição distante 6 km da cidade de Abaiara, conhecida como Morro do Cruzeiro, e exposição da Grotta Funda, a cerca de 6 km da cidade de Missão Velha.

Outra proposta litoestratigráfica digna de nota é o trabalho de Assine (1992). De acordo com esse autor, a Formação Missão Velha envolve única e exclusivamente os arenitos com madeira silicificada, situados logo acima dos folhelhos da Formação Brejo Santo.

Posteriormente, Assine (2007) e Araújo et al. (2008) propuseram a redefinição da Formação Abaiara, na qual incluíram exposições tradicionalmente relacionadas à Formação Missão Velha, tais como da Grotta Funda e do Morro do Cruzeiro. Os autores argumentaram que a presença de troncos fósseis silicificados não define a unidade, pois eles poderiam ser retrabalhados e se depositar nos arenitos da Formação Abaiara. No entanto, os autores não cartografaram individualmente as unidades Missão Velha e Abaiara, não apresentaram arcabouço faciológico robusto nem demonstraram a nova redefinição litoestratigráfica por meio de datações bioestratigráficas. A presença de troncos fósseis silicificados é característica da unidade e de suas congêneres (Da Rosa e Garcia, 2000; Fambrini et al., 2011b, 2017; Freitas et al., 2008; Scherer et al., 2014), as formações Serraria, na Bacia Sergipe-Alagoas (e.g., Castro et al., 2019), Sergi, no Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá (Guzmán et al., 2015; Kuchle et al., 2011; Scherer et al., 2007), e M'Vone, na Bacia do Gabão (Kuchle et al., 2011; Mounquengui et al., 2002)

Mais tarde, Freitas et al. (2008) mantiveram a definição original de Formação Missão Velha relacionada à presença de corpos de arenitos variados com registro de troncos fósseis de coníferas. Consecutivamente, Fambrini et al. (2009, 2010a, 2011b) elaboraram análises de fácies, paleocorrentes e sistemas deposicionais para individualizar as unidades Missão Velha e Abaiara, seguindo as proposições de Ponte e Appi (1990), Assine (1992) e Freitas et al. (2008). Tentativamente, os autores individualizaram ambas as unidades em mapa com base em critérios estratigráficos, paleontológicos, de paleocorrentes e de sistemas deposicionais.

Desse modo, a Formação Missão Velha, na concepção de Assine (1992), comportaria arenitos finos na base que gradam para arenitos médios até grossos nas partes superiores, cuja espessura gira em torno de 200 m, mantendo-se constante ao longo da bacia. Tal homogeneidade litológica, de acordo com o autor, é também observada na área de afloramentos ao longo do Vale do Cariri, onde a unidade caracteriza-se por arenitos quartzosos, ligeiramente

feldspáticos e/ou caolínicos, às vezes conglomeráticos, portadores de abundantes lenhos e fragmentos de madeira silicificada, tentativamente atribuídos à conífera *Dadoxylon benderi* por Brito (1987), Ponte et al. (1990) e, posteriormente, por Freitas et al. (2008) e Pires e Guerra-Sommer (2009). Os arenitos contêm estratos comumente decimétricos, com estratificações cruzadas tabulares ou acanaladas na maior parte das vezes (Assine, 1990, 1992). Por vezes, níveis descontínuos, decimétricos a métricos, de siltitos arroxeados podem ocorrer intercalados.

Doutra forma, Ponte (1992b) admitiu como sistema deposicional gerador dos arenitos da Formação Missão Velha um conjunto fluvial predominantemente entrelaçado, cuja progradação sobre as áreas lacustres teria incitado seu assoreamento. Esse autor sugeriu a predominância de climas mais úmidos no ambiente deposicional, com base na abundância de troncos silicificados significando a presença de florestas nas áreas fontes.

O perfil estratigráfico vertical, mostrando granocrescência ascendente gradual dos pelitos avermelhados da Formação Brejo Santo para os arenitos da Formação Missão Velha (Fambrini et al., 2011b, 2013b), permite interpretar empilhamento sedimentar progredante, onde lagos rasos e/ou planícies aluviais distais úmidas foram colmatados por sistemas fluviais de alta energia, a julgar pela composição litológica e dimensões dos estratos (Figura 7).

Segundo proposto por Fambrini et al. (2011b), a formação é subdividida em Sequência 1 e Sequência 2 (Figura 7). A sucessão do empilhamento da Sequência 1 refere-se a uma passagem de sistemas lacustres com contribuição fluvial, sistema fluvial efêmero com planícies de inundação e depósitos de sistema fluvial entrelaçado, da base para o topo. Os tratos fluviais têm paleofluxo com padrão S e SE. Segundo os autores citados, a Sequência 2 da formação corresponde à sua porção superior e tem contato bem definido entre a sequência sotoposta por superfície com discordância erosiva, assinalada pela presença de arenitos e conglomerados de sistema fluvial entrelaçado de alta energia. A passagem é definida por nível de paleossolo e, acima, conglomerados intraformacionais que assinalam nova associação fluvial (Figuras 7B e 7C). A presença de macroformas e domínio de formas de leito de regime de fluxo inferior indica um sistema fluvial entrelaçado perene. Os padrões de paleocorrentes divergem do sentido S e SE das unidades sotopostas. A Sequência 2 é caracterizada por ampla planície aluvial, com cinturões de canais entrelaçados que, conforme os dados de paleocorrentes, fluíam para SW, W e NW a partir de altos estruturais localizados ao E e SE. Tal configuração foi motivada por reestruturação tectônica da bacia.

A essa formação Scherer et al. (2014) atribuíram duas de suas sequências (Sequências II e III) dentro da análise das unidades compreendidas entre Jurássico Superior — Neocomiano. Segundo os autores citados, a Sequência II

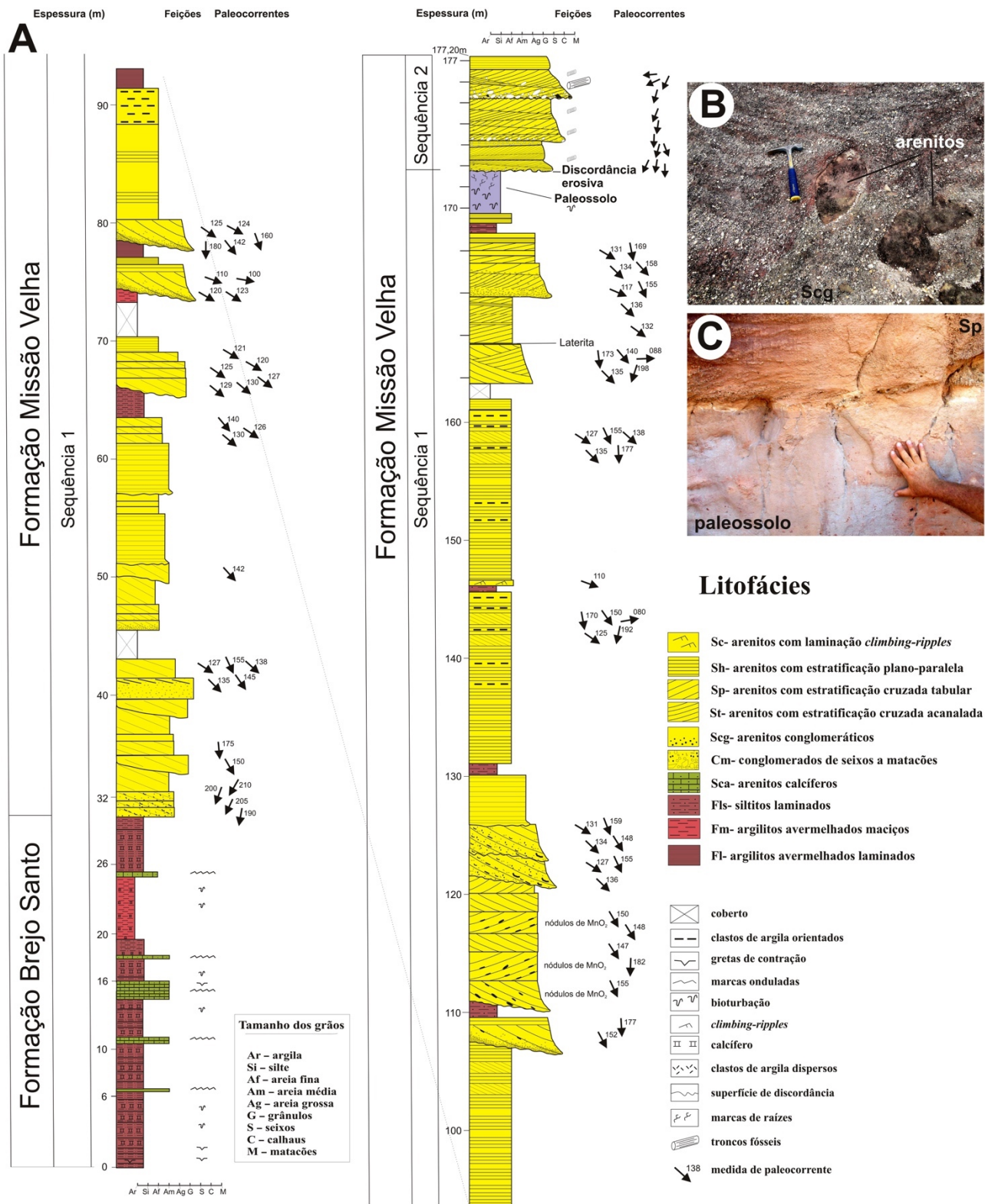


Figura 7. Seção-tipo eleita da Formação Missão Velha na localidade da Grota Funda, 6 km a leste da cidade de Missão Velha. Modificada de Fambrini et al. (2011b, 2017). (A) Seção estratigráfica composta com as sequências 1 e 2, fácies e feições sedimentares identificadas e paleocorrentes medidas; (B) conglomerados e arenitos conglomeráticos com clastos de arenitos da Sequência 1; (C) nível de paleossolo no limite das sequências.

compõe grande parte da estratigrafia da Formação Missão Velha e subdivide-se em duas associações faciológicas: canais fluviais e barras de canal. A primeira associação faciológica é composta de arenitos muito grossos contendo troncos fósseis com comprimento variando entre 5,0 e 15,0 m, com superfícies erosivas na base e contendo estratificações cruzadas tabulares, de baixo ângulo com paleofluxo geral para SE. Esse primeiro pacote de sedimentos, da base, é interpretado por Scherer et al. (2014) como um sistema de canais fluviais de baixa sinuosidade, pela uniformidade dos padrões de paleocorrentes. O pacote sobreposto constitui-se de camadas maciças de argila vermelha com cerca de 50 cm de espessura, dispostas nos bordos dos canais, interpretado como depósitos de transbordamento (*overbank*), carga em suspensão que decantou em momentos de desconfinamento do leito fluvial. A Sequência III, no entendimento dos autores, corresponde ao topo da Formação Missão Velha e compreende uma unidade de difícil distinção das duas associações faciológicas presentes, pela ausência de inconformidade e superfície erosiva. No entanto, a variação do padrão dos sedimentos, a aparição de um horizonte de conglomerados e a mudança do paleofluxo denotam uma variação considerável no padrão deposicional. Tal variação caracteriza mudança do depocentro da bacia e, conseqüentemente, alteração da área fonte de sedimentos. O padrão de paleofluxo altera-se para direções entre SW e NW.

De acordo com Fambrini et al. (2017), a análise conjugada de litofácies, as associações de facies, os elementos arquitetônicos, os dados de paleocorrentes e os sistemas deposicionais proporcionaram o desenvolvimento de um arcabouço estratigráfico para o pacote sedimentar da Formação Missão Velha. Nesse contexto, a unidade apresenta discordância erosiva interna separando-a em duas sequências fluviais: sequência 1 (S1) e sequência 2 (S2) (Figura 7). A S1 mostra predominância de arenitos médios a finos estratificados e intercalações de pelitos, enquanto na S2 predominam arenitos grossos a muito grossos, por vezes conglomeráticos, com conglomerados subordinados, que exibem abundantes troncos fósseis silicificados. A S1 regionalmente compreende também rochas pelíticas da Formação Brejo Santo (sistema lacustre).

A presença da palinozona *Dicheiropolis* (espécie *Dicheiropolis sp.*) na Formação Missão Velha sugere idade posicionada no Andar Dom João (NRT-001) (Arai et al., 1989, 1991; Coimbra et al., 2002; Silva-Telles Jr. et al., 1991).

Esses sedimentos correlacionam-se, no âmbito regional, com aqueles das formações Sergi, das bacias do Rife Recôncavo-Tucano-Jatobá, e Serraria, da Bacia de Sergipe-Alagoas (Assine, 1992, 2007; Arai, 2006; Brito, 1987; Brito et al., 1994; Castro et al., 2019; Da Rosa e Garcia, 2000; Fambrini et al., 2011b, 2017; Guzmán et al., 2015; Ponte, 1992a, 1994; Scherer et al., 2007, 2014; Valença et al., 2003).

FORMAÇÃO ABAIARA

A Formação Abaiara é unidade heterogênea, composta por alternância de arenitos médios a finos, localmente conglomeráticos, variegados, lateralmente descontínuos, e de siltitos argilosos e folhelhos vermelho-arroxeados a verde-oliva. De acordo com Assine (1992), no empilhamento estratigráfico vertical segue-se uma sucessão que oferece maior variação faciológica lateral e vertical, diferenciando-se nitidamente dos sedimentos sotopostos, o que permitiu ao autor caracterizar uma nova unidade litoestratigráfica, denominada de Formação Abaiara. A unidade foi igualmente alvo de definição de Ponte e Appi (1990), discutida também em Ponte-Filho e Ponte (1992), para reunir a sucessão de arenitos finos a médios com intercalações de siltitos e folhelhos que apresentam ostracodes fósseis típicos das biozonas indicativas dos andares Rio da Serra/Aratu, ou seja, do Neocomiano (Biozonas RT-002 e RT-003 da Petrobras). No poço 2-AR-I-CE, a espessura da unidade é de apenas 115 m (Figura 2), sendo os sedimentos caracterizados litologicamente por intercalações de folhelhos cinza-escuros e arenitos médios a grossos (Assine, 1992). No entanto, trabalhos de campo efetuados para esta publicação mostraram que a espessura é muito maior, da ordem de 400 m em cortes da Ferrovia Transnordestina e exposições naturais. Dados sísmicos salientam isso. A principal região de afloramentos é o Vale do Cariri.

O contato inferior com arenitos da Formação Missão Velha se dá de forma brusca com a presença de siltitos vermelhos ou esverdeados, segundo superfície discordante que reflete a ausência de registro do intervalo inferior do Andar Rio da Serra (Assine, 1990, 1992, 2007; Ponte e Appi, 1990). Já o limite superior da formação encontra-se vinculado à discordância de idade pré-Aptiana, marcada pela ausência dos andares Aratu, Buracica e parte do Jiquiá e Alagoas (Discordância Pré-Alagoas).

De acordo com os dados reunidos neste trabalho, como resultados novos a Formação Abaiara (Neocomiano) apresenta intercalações descontínuas de arenitos e folhelhos (Figura 8). Os arenitos são quartzosos, com cor variando de amarelado a esbranquiçado, com estratificações cruzadas tabular e acanalada e estruturas convolutas. A matriz apresenta grãos subarredondados de granulação fina a grossa. As fácies pelíticas dessa unidade são muito similares àquelas encontradas na Formação Brejo Santo. Essas fácies pelíticas são compostas de folhelhos vermelhos a verdes intercalados com camadas finas de arenitos finos. Segundo Fambrini et al. (2012a, este trabalho), a Formação Abaiara é conhecida por ter variação faciológica vertical e lateral muito grande, apresentar heterogeneidade litológica e ser constituída, na área de afloramentos no Vale do Cariri, na base, por folhelhos silticos e siltitos vermelhos e verdes-claros, com intercalações lateralmente descontínuas de camadas decimétricas de arenitos médios a finos, com estratificações

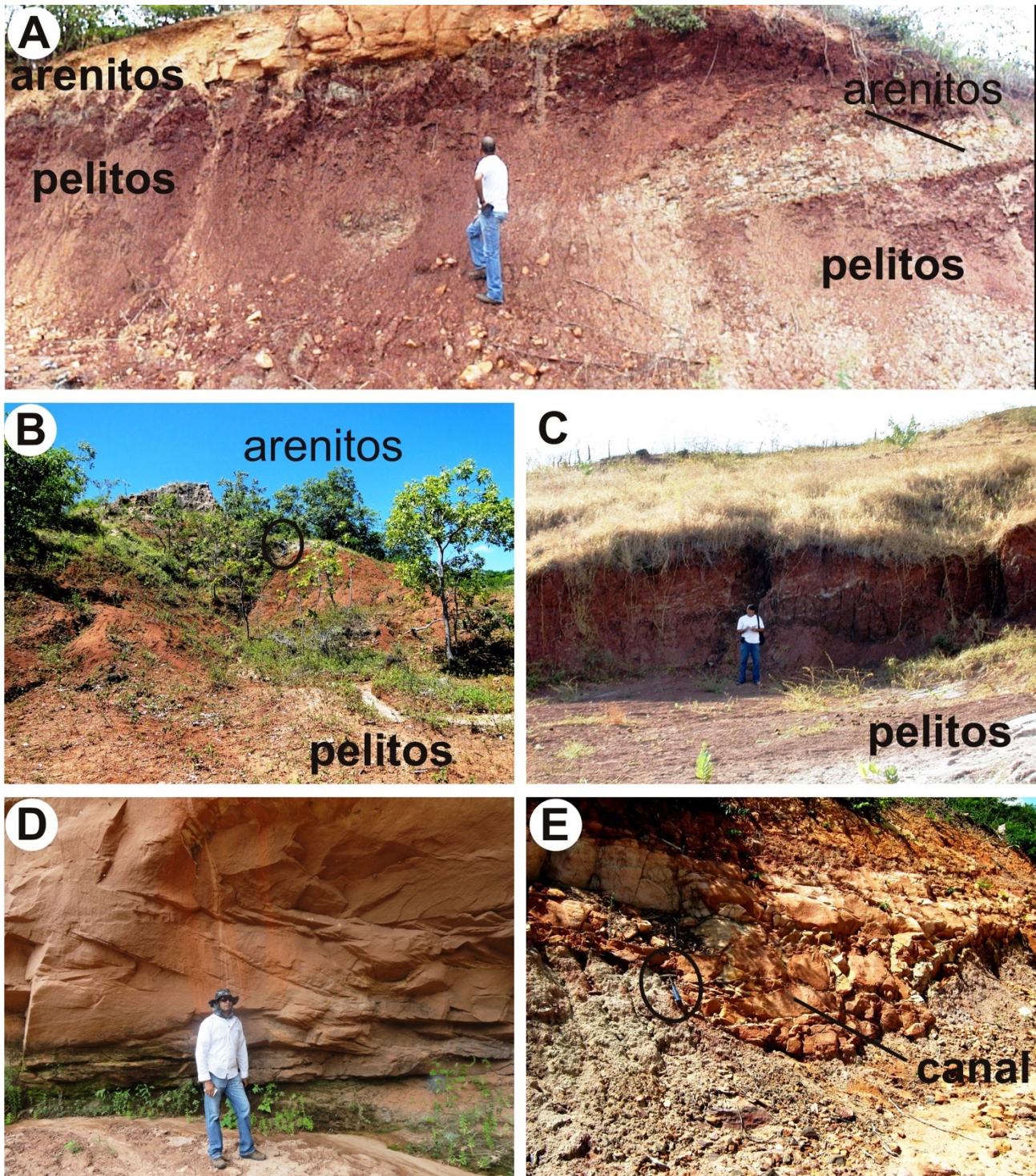


Figura 8. Variação faciológica vertical e lateral da Formação Abaiara. (A e B) folhelhos e siltitos vermelhos e verdes-claros, com intercalações lateralmente descontínuas de camadas decimétricas de arenitos médios a finos com estratificações cruzadas acanaladas e lâminas de siltitos argilosos e arenitos finos A: UTM: 0495147/9187176, B: UTM: 0492243/9184308; (C) folhelhos vermelhos a verdes intercalados com camadas finas de arenitos finos UTM: 0495102 / 9187214; (D) arenitos finos a médios, em sets métricos, com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas sigmoidais UTM: 0493532/9184606; (E) arenitos médios a finos, em sets métricos, com estratificações cruzadas acanaladas, preenchendo feição de canal meandrante que corta pelitos da associação de fácies de planície de inundação. UTM: 0497264/9192152. Círculos pretos indicam escala.

cruzadas acanaladas e camadas de arenitos argilosos finos (Figuras 8A, 8B e 8C). Nesta pesquisa não foram encontrados os calcários argilosos e os arenitos calcíferos reportados em trabalhos prévios (e.g., Assine, 1990, 1992). Em direção ao topo ocorrem intercalações de folhelhos silticos esverdeados com lentes métricas de arenitos quartzosos finos a muito grossos, por vezes com níveis conglomeráticos. Por fim, aparecem arenitos finos a médios, com grãos subarredondados, em sets decimétricos a métricos, por vezes sigmoidais (Figura 8D), mas frequentemente na forma de estratos cruzados e tabulares. Estes podem localmente ser preservados preenchendo formas canalizadas, sobrepostas à associação de pelitos (Figura 8E). Estruturas convolutas formadas por deformação penecontemporânea são comuns. Segundo Assine (2007), essas estruturas perturbadas são resposta à tectônica sindeposicional modeladora que não criou consideráveis espaços de acomodação, porém gerou basculamentos de grande extensão. Nesses arenitos intercalam-se alguns poucos níveis decimétricos a métricos de folhelhos papiráceos, frequentemente fossilíferos, com escamas de peixes, sobretudo portadores de ostracodes (em geral

muito recristalizados). As associações de fácies dessa unidade foram interpretadas como tendo sido depositadas por sistema fluvial meandrante na base que gradualmente passa para sistema deltaico lacustre raso, demonstrado pelas fácies pelíticas intercaladas ao longo da seção, bem como incremento nas planícies de inundação fluviais (Fambrini et al., 2012a, este trabalho) (Figuras 8 e 9).

Conforme Assine (1990, 1992, 2007), Medeiros et al. (1997), Ponte e Appi (1990) e Ponte et al. (1997), esse registro sedimentar na evolução do sistema de sedimentação compõe-se de ambientes lacustres rasos (camada da base de sedimentos finos avermelhados), passa por sistema fluvial entrelaçado (arenitos granodecrescentes, com níveis de conglomerado com troncos fósseis associados) e finaliza com arenitos finos a médios intercalados a sedimentos finos esverdeados (lagos efêmeros), representativos de sedimentação continental para a Formação Abaiara (Ponte e Appi, 1990). Assine (1992) corroborou essa caracterização do ambiente interpretando a abundante fauna de ostracodes como reflexo das condições de baixa energia do ambiente, onde esses organismos proliferariam disseminadamente.

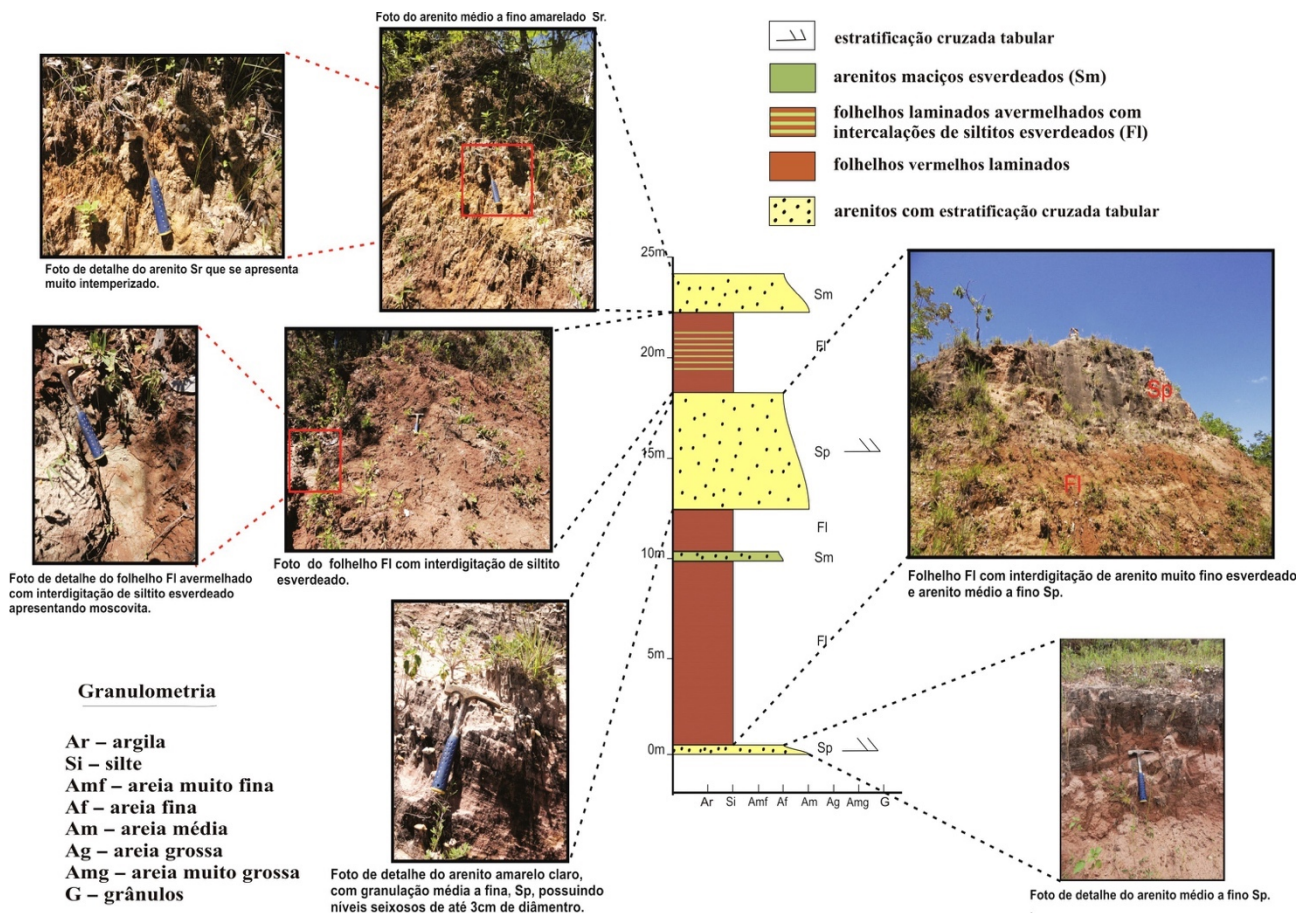


Figura 9. Seção estratigráfica de exposição da Formação Abaiara na localidade do Sítio Cana Braba, cerca de 10 km a sul da cidade de Abaiara. Modificada de Buarque (2012). UTM: 0492243/9184308.

Porém, confirmando em parte Fambrini et al. (2012a), Costa et al. (2014) afirmaram que as associações faciológicas presentes nessa unidade se equivalem a um grande sistema deltaico. Esse sistema foi identificado pela ocorrência de pelitos de prodelta passando para o topo, com arenitos com feições deformacionais e arenitos com estratificações cruzadas representando associação de fácies de frente deltaica. Essa associação de frente deltaica é sobreposta por corpos areníticos com estratificação cruzada que passam para o topo para arenitos mais finos com laminações de marcas onduladas representando planícies deltaicas. As planícies acham-se associadas a sistema fluvial meandrante bem representado por corpos areníticos amalgamados, representando canais fluviais sinuosos.

A Formação Abaiara foi datada primeiramente segundo a ausência da Biozona NRT-002, com formas de ostracodes índices da base do Andar Rio da Serra, que marca a discordância da base da formação (Coimbra et al., 2002; Ponte e Appi, 1990). Dentre a fauna de ostracodes, Coimbra et al. (2002) e Silva-Telles Jr. et al. (1991) identificaram *Cypridea (Morinínoides) candeiensis* Krommelbein, *Cypridea sellata* VIANA, *Cypridea (Morinínoides) grekoff* Krommelbein, *Cypridea tucanoensis* Krommelbein, *Tucanocypris camposi* Krommelbein e *Theriosynoecum laciniatum* Krommelbein, abundantes na parte inferior da Biozona NRT-004 (NRT-004.1 e NRT-004.2). Os mesmos autores também reconheceram microflora formada especialmente por palinóforos do gênero *Classopollis* e da espécie *Dicheiropolis etruscus*, compondo o quadro micropaleontológico da Formação Abaiara. A partir da análise do conteúdo paleontológico presente nessa unidade é possível posicioná-la no Andar Rio da Serra, devido aos ostracodes indicadores das Biozonas RT-002, RT-003 e NRT-004, podendo inclusive se estender até ao Andar Aratu (Biozona NRT-005), em função da presença de *Cypridea vulgaris*. No entanto, a ausência da NRT-002.1 (*Cypridea kegei* e *Cypridea depressa*) na base da Formação Abaiara (Ponte, 1992b; Ponte e Appi, 1990; Ponte-Filho e Ponte, 1992) reforça a ideia de discordância oriunda de um período de sedimentação seguido de erosão, no qual o volume é depositado a uma razão igual à dos sedimentos pré-discordância, e posteriormente removido por erosão (Ponte e Ponte-Filho, 1996b).

Segundo Guzmán et al. (2015), essa formação é correlata, em parte, à Formação Candeias — Eo/Neoberriasiano (Bacia de Jatobá) — pela fauna associada à idade cretácea inferior.

As paleocorrentes medidas sugerem padrão com alta dispersão, distinto do registrado na fase início de rifte. Ou seja, padrão controlado pela posição dos blocos falhados, típico da fase rifte da bacia, em contraposição ao encontrado na fase início de rifte, notoriamente marcado pela existência de ampla bacia (Depressão Afro-Brasileira) (Buarque, 2012; Fambrini et al., 2012a; Scherer et al., 2014). Por outro lado, Assine (1994) e Chagas (2006) encontraram sentidos

de paleocorrentes para SSW, seguindo o padrão de carreamento de sedimentos em direção às bacias do Recôncavo e Tucano e similares ao início do rifte.

GRUPO SANTANA

O Grupo Santana é posicionado no Aptiano Superior/Albiano Inferior e pode ser classificado como o último ciclo granodesscente da idade. O grupo foi formalizado por Neumann e Cabrera (1999) para agregar as formações Rio da Batateira, Crato, Ipubi e Romualdo.

O Grupo Santana é constituído, segundo a concepção estratigráfica do trabalho ora divulgado, pelas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo.

FORMAÇÃO BARBALHA

A Formação Barbalha, unidade inferior do Grupo Santana, limita-se, na base, pela discordância pré-Alagoas e repousa discordantemente sobre a Formação Abaiara. Essa unidade aflora nos sopés das escarpas no entorno da Chapada do Araripe e no morro testemunho Serra da Mãozinha, na porção leste da bacia (Vale do Cariri).

Ponte e Appi (1990) denominaram de Formação Rio da Batateira a seção de sedimentos correspondentes à Formação Barbalha de Assine (1992) e atribuíram essa denominação devido à “seção-tipo que aflora nos barrancos do rio da Batateira, em um trecho de cerca de 3 quilômetros, rio acima, a partir da vila da Batateira, na zona suburbana do Crato” (Ponte e Appi, 1990, p. 217).

No entanto, Hashimoto et al. (1987) haviam anteriormente utilizado a designação de “Camadas Batateira” para separar um intervalo de folhelhos pirobetuminosos e calcários pelóidais mineralizados em sulfetos que Farina (1974) cunhou de “sequência Plumbífera do Araripe”, ou Membro Fundação (Rios-Netto et al., 2012a), encontrado no perfil do Rio da Batateira e que constitui importante marco estratigráfico regional em toda a Bacia do Araripe (Assine, 1992) (Figura 10). Por isso, tendo em vista a importância de manter a denominação Camadas Batateira para o marco estratigráfico, Assine (1990, 1992, 2007) optou por empregar a denominação Formação Barbalha, adotada aqui. A denominação se explica tendo em vista que a cidade de Barbalha se situa em área de ocorrência de excelentes exposições da unidade, composta por tabuleiros entalhados por rios que descem do alto da Chapada do Araripe.

A Formação Barbalha apresenta litologias psamíticas e, secundariamente, pelíticas. Limitado aos sedimentos pelíticos encontra-se o conteúdo paleontológico da unidade. Trata-se de folhelhos betuminosos de coloração preta ricos em fragmentos de peixes (*Dastilbe elongatus*), conchostráceos, ostracodes, fragmentos de vegetais carbonizados e pólenes.

A Formação Barbalha é composta por duas seqüências fluviais granodrecrescentes que se encerram em níveis pelíticos lacustres ou fluviais (Assine, 2007; Fambrini et al., 2015a, 2015b, 2016, 2019b). A primeira seqüência comporta, na base, arenitos grossos, geralmente conglomeráticos, com estratificações cruzadas tabulares, cruzadas e acanaladas, feições de corte e preenchimento de canal e crostas ferruginosas (Fambrini et al., 2015a, 2015b, 2016, 2019b; Ponte e Appi, 1990). A sucessão exibe nítida tendência granodrecrescente ascendente com níveis pelíticos no topo. Tal tendência foi notada por Hashimoto et al. (1987), Assine (1992), Neumann (1999) e, mais recentemente, por Chagas et al. (2007), Fambrini et al. (2015a, 2015b, 2016, 2019b), Menezes-Filho et al. (2011) e Scherer et al. (2015).

Paula-Freitas (2010) subdividiu o intervalo Aptiano-Albiano (que inclui a Formação Barbalha) em quatro seqüências deposicionais, em base a afloramentos e testemunhos de

poços. Contudo, tais seqüências são de difícil identificação, uma vez que as discordâncias separadas por Paula-Freitas (2010) não apresentam correlação entre as diferentes seqüências estratigráficas levantadas para este trabalho.

A Camada Batateira foi interpretada como originada em ambiente continental, onde se instalaram lagos sob condições de anóxia (Assine, 1992, 2007; Chagas, 2006; Ponte e Appi, 1990; Fambrini et al., 2019b). Essa afirmação é reforçada pelo conteúdo fossilífero encontrado nesses folhelhos, onde são verificados coprólitos, restos de peixes de ambiente fluvio-lacustre (*Dastilbe elongatus*), fragmentos de vegetais carbonizados e palinomorfos (Assine, 1992, 2007), ostracodes não marinhos (Neumann, 1999). Em 1984, Lima e Perinotto (1984) verificaram, por meio de estudos palinológicos com base nos grupos vegetais presentes nos sedimentos coletados nas Camadas Batateira, que o clima era quente e seco (semiárido) no período de sua deposição.

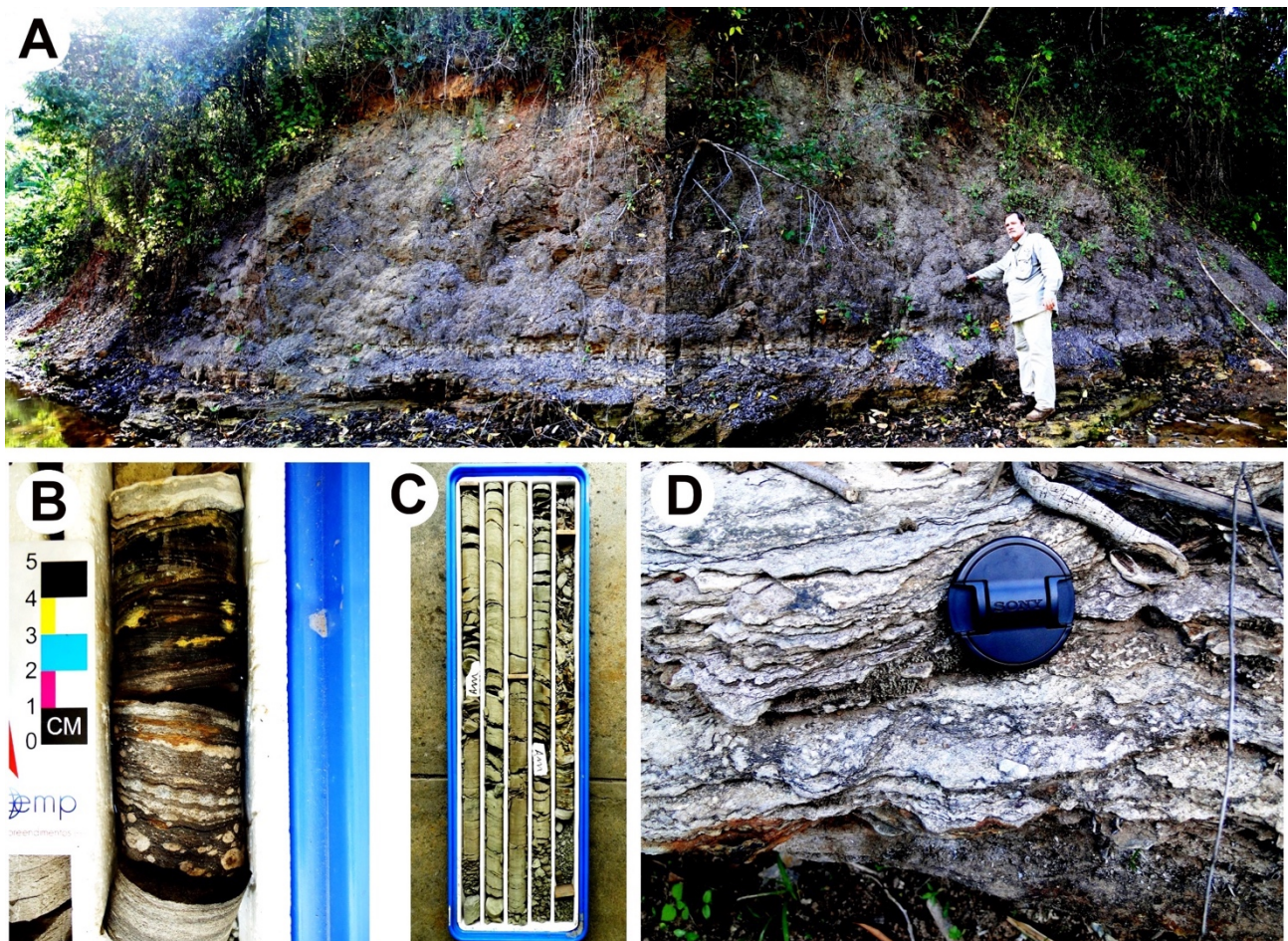


Figura 10. Fácies das Camadas Batateira nos poços do Projeto Santana II e em afloramentos naturais. (A) Fácies de folhelhos cinza escuros pirobetuminosos (Fp), argilosos, das Camadas Batateira associados a depósitos ricos em matéria orgânica. Perfil do Rio da Batateira; (B) Fácies Fn, e fácies Cp, poço IPS-14-CE, caixa 09; (C) Testemunho do poço IPS-10-CE, caixa 14. Notar folhelhos cinza escuros com níveis de sulfetos esverdeados da fácies Fp; (D) Detalhe da Fácies Fn de Folhelhos Nodulares dispostos em camadas muito finas a finas de nódulos carbonáticos coalescentes/amalgamados e de fácies de calcário peloidal (Cp) de coloração cinza clara (tampa de câmera fotográfica de escala).

Ponte e Appi (1990) interpretaram esses estratos como sendo depositados em águas doces a mixo-halinas, em ambiente lacustre de baixa energia. Segundo a assembleia fossilífera, dotada exclusivamente de biomassa não marinha, o sistema de sedimentação converge para uma interpretação exclusivamente continental de ambiente lacustre (Neumann, 1999). A matéria orgânica presente nos folhelhos escuros é do tipo I, cujo conteúdo de carbono orgânico total (COT) atinge valores de 28,5% nos intervalos mais ricos (Assine et al., 2014; Spigolon et al., 2015).

A sequência superior da Formação Barbalha mostra uma nova implantação fluvial denotada por discordância acima dos folhelhos lacustres, seguida de sedimentação lacustre e deltaica (Assine, 1992, 2007; Castro et al., 2006; Chagas, 2006; Chagas et al., 2007; Neumann, 1999). No entanto, sistemas lacustres e deltaicos não foram identificados por Fambrini et al. (2019b) e Silvestre et al. (2020), como apresentado abaixo.

Como discutido, considerava-se pertencente à Formação Missão Velha todo esse intervalo sedimentar até essa sucessão que comporta o horizonte mineralizado. A presença de discordância de caráter regional dentro dessa sucessão corrobora a compartimentação da unidade em outras formações, com a finalidade de individualizar e facilitar o estudo e entendimento da estratigrafia estabelecendo novas unidades.

Conforme Assine (1992, 2007), o segundo ciclo da Formação Barbalha encontra-se caracterizado por arenitos grossos na base em sequência granodecrescente, ligeiramente mais finos que o ciclo sotoposto. Encontra-se em contato erosivo à camada Batateira, intercala-se com folhelhos calcíferos esverdeados que tendem dominar o topo da formação. O ciclo é encerrado por uma camada de calcários micríticos laminados que se interdigitam a folhelhos verdes. O autor não discutiu se esse contato pode ser diastêmico.

Análises de tratos de sistemas promovidas por Scherer et al. (2015) propuseram que os dois ciclos identificados, aos quais designaram de duas sequências com tendência de granodecrescência ascendente geral, configuram-se em tratos de sistemas, a saber:

- Trato de Sistema de Baixa Acomodação, representado pelos depósitos de canais amalgamados;
- Trato de Sistema de Alta Acomodação, que representa os depósitos de canal fluvial anastomosados com fácies de planície de inundações *overbank* e sucessões lacustrinas, indicando o desenvolvimento de um intervalo dos sistemas da elevado-acomodação.

Na interpretação dos sistemas deposicionais da Formação Barbalha, Fambrini et al. (2015a, 2015b, 2019) propuseram que a Sequência Inferior seja representada por sistemas de barras em canais efêmeros rasos, lateralmente extensos, com menor proporção de planície de inundações, cujo processo de sedimentação deu-se por caráter episódico. Separada pela

sucessão lacustre (Camada Batateira), a Sequência Superior constitui-se de sistema fluvial anastomosado com pacotes pelíticos mais espessos no topo do perfil (Figura 11), onde encontram-se corpos arenosos estratificados subordinados aos pacotes pelíticos em forma de canais arenosos agradacionais. Essa sequência superior foi interpretada anteriormente por Paula-Freitas (2010), Paula-Freitas e Borghi (2011) e Rojas (2009), além de Fambrini et al. (2015a), como gerada por canais fluviais meandrantos. No entanto, estes autores não caracterizaram este sistema em termos deposicionais. A ausência de superfícies de acreção lateral associada com depósitos de barras em pontal e o domínio de formas de leito agradacionais preenchendo os depósitos arenosos sugerem a presença de canais fixos, em vez de migração lateral de rios meandrantos sinuosos. Dessa feita, canais fluviais anastomosados foram sugeridos para a Sequência Superior da Formação Barbalha (Fambrini et al., 2015b, 2019b; Scherer et al., 2015).

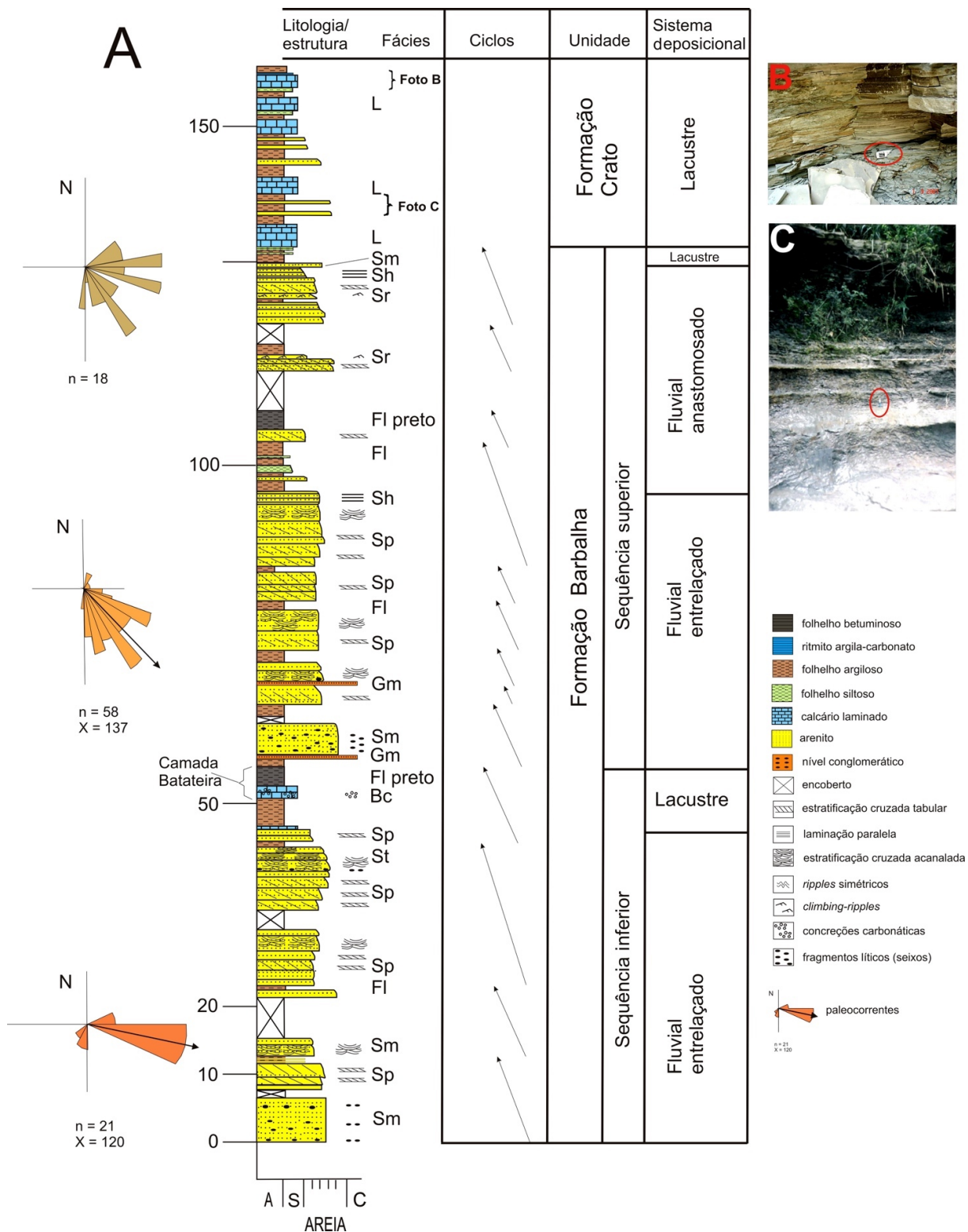
Assine (1994) obteve resultados de paleocorrentes que configuram padrão segundo SE. Este se correlaciona ao padrão da Formação Marizal (Bacia de Tucano), de acordo com dados obtidos por Rolim e Mabesoone (1982) e, mais recentemente, por Varejão et al. (2016).

Lima e Perinotto (1984) realizaram excelentes estudos quanto ao conteúdo palinológico dos folhelhos, à época enquadrados na Formação Missão Velha. Os autores obtiveram ótimos resultados em suas descrições fossilíferas, nas quais relataram a presença de *Inaperturopollenites turbatus*, *Reyrea polimorphus* e *Sergipea varriversucata*, entre outros. Esses pólenes, principalmente *Sergipea varriversucata*, permitiram posicionar o nível de folhelhos da Camada Batateira no intervalo correspondente às zonas palinológicas P-260/270 do esquema bioestratigráfico da Petrobras. Outros fósseis, como *Cicatricosisporites microstriatus*, *Matonispurites silvai*, *Gnetaceapollenites oreadis* e *Gnetaceapollenites barghoornii*, confirmam que os estratos analisados eram da parte superior do Andar Alagoas, de idade neoptiana. Ponte e Appi (1990) atribuíram a essa porção a Palinozona P-270 da Petrobras.

Syrio e Rios-Netto (2002) estudaram a associação de ostracodes existente na porção superior da Formação Barbalha, próxima ao contato com a Formação Crato, identificando seis espécies que distinguem a Biozona da Petrobras NRT-11, correspondente ao Andar Alagoas.

A idade obtida para a Formação Barbalha decorrente de análises de palinóforos presentes na camada de folhelhos pirobetuminosos permitiu posicioná-la no Aptiano Superior, Andar Alagoas, Biozona P-270 (Arai et al., 1989; Coimbra et al., 2002; Hashimoto et al., 1987; Lima, 1978a, 1978d; Lima e Perinotto, 1984; Regali, 2001; Rios-Netto et al., 2012b).

Barbosa et al. (2006) identificaram a presença de *Taenidium barreti* em siltitos da Formação Barbalha (Aptiano), Bacia do Araripe. *Taenidium barreti* ocorre com *Planolites* e



Sm: arenitos maciços; Sp: arenitos com estratificação cruzada tabular; St: arenitos com estratificação cruzada acanalada; Bc: calcário brechóide e calcário peloidal; FI preto: folhelhos papiráceos pretos e folhelhos nodulares de nódulos carbonáticos; Gm: conglomerados maciços; FI: folhelhos laminados calcíferos; Sr: arenitos com laminações cruzadas cavalgantes; Sh: arenitos com laminação plano-paralela; L: calcários laminados. Paleocorrentes: n: número de medidas; X: vetor médio. Fonte: modificada de Fambrini et al. (2015a, 2019b).

Figura 11. Seção estratigráfica da Formação Barbalha no Rio da Batateira que exhibe as fácies, os ciclos e os sistemas deposicionais identificados, e a passagem para a Formação Crato dada pela presença de calcários laminados.

Skolithos, caracterizando associação da icnofácies *Scoyenia*. Organismos geradores de *T. barreti* normalmente eram adaptados a condições de baixa energia de ambientes transicionais, frequentemente inundados ou expostos, provavelmente relacionadas a fácies distais de planícies de inundação, interfácies flúvio-lacustres ou áreas de espraiamento de distributários deltaicos.

FORMAÇÃO CRATO

Repousando imediatamente sobre os pelitos do topo da Formação Barbalha encontra-se um pacote de rochas carbonáticas que foram definidas por Small (1913) como “Calcáreo de Sant’Anna”. Porém, a sucessão desses sedimentos carbonáticos e dos sedimentos sobrepostos de evaporitos e folhelhos foi definida como Formação Santana (Beurlen, 1971), que comporta os Membros Crato, Ipubi e Romualdo, assim como defendido por Ponte e Appi (1990). No entanto, foram propostas novas configurações para esse intervalo, a exemplo de Martill, 1996; Silva, 1988, que especulam a elevação de categoria estratigráfica de alguns membros (Neumann, 1999; Neumann e Cabrera, 1999) ou pela supressão de alguns membros (e.g., Assine, 1992, 2007; Lima, 1979; Moraes et al., 1976). A Formação Crato aflora nos paredões das escarpas da chapada e em pedreiras, com espessura da ordem de 90–100 m.

As camadas de calcários laminados condizem com o litotipo distinto da Formação Crato, que se sobrepõe à Formação Barbalha. São representadas por folhelhos papiráceos calcíferos, interstratificados com calcários micríticos laminados, argilosos, formando bancos extensos com mais de 20 m de espessura, depositados durante o Aptiano (Pons et al., 1990). Folhelhos pirobetuminosos com teores de até 25% de carbono orgânico total e frequentemente calcíferos, devido à abundância de carapaças de ostracodes, acham-se presentes (Assine, 1992; Neumann, 1999). Em contrapartida, recentes análises realizadas nos calcários laminados expressam, no geral, COT > 1% (Catto et al., 2016).

Segundo Neumann et al. (2003), os carbonatos são de origem bacteriana em condições anóxicas, entretanto existem evidências de fácies similares por mecanismos de sedimentação química (não biogênicos). Catto et al. (2016) inferiram que ao menos 90% da sucessão carbonática da formação foi proveniente de atividade de organismos que reduzem compostos sulfetados, o que promoveu concentração atípica de sulfetos por indução biológica. A ocorrência de pseudomorfos de halita nos calcários laminados demonstra que a bacia conheceu condições de crescente aridez em direção ao topo das seções (Assine et al., 2014; Heimhofer et al., 2010; Martill et al., 2007; Neumann, 1999).

O registro fóssilífero é extremamente significativo, abundante e diversificado. Nos calcários laminados, sobretudo, são encontrados: ostracodes, conchostráceos, fragmentos

lenhosos carbonizados, crustáceos, aracnídeos, peixes (abundantes, porém de baixa diversidade, e.g. *Dastilbe elongatus*), anuros, quelônios, inclusive espécies juvenis raras, lagartos (alguns com tecido mole), pterossauros, crocodilomorfos e penas, plantas e vários insetos (Báez et al., 2009; Bernardes de Oliveira et al., 2002; Carvalho e Viana, 1993; Kellner, 1998; Kellner e Campos, 2000; Mabesoone e Tinoco, 1973; Maisey, 1991; Martins-Neto, 1999; Martins-Neto e Godoy, 1999; Martins-Neto e Rodrigues, 2009; Neumann, 1999; Oliveira e Kellner, 2015; Prado et al., 2016; Saraiva et al., 2009; Sayão et al., 2011; Santos Filho et al., 2019).

A sucessão carbonática descrita acima é compatível com a interpretação de sistemas lacustres para essa unidade. Segundo Assine (1990, 1992), o sistema tem caráter de baixa energia, com influência de aporte terrígeno que decresce para o topo, observando-se ocorrência de filamentos algálicos.

Goldberg et al. (2019) integraram análises sedimentológicas e palinológicas de quatro afloramentos na sucessão aptiana da Bacia do Araripe para sugerir a primeira conexão marinha dessa bacia. Os palinóforos identificados incluíram esporos pteridófitos e grãos de pólen de gimnospermas, especialmente *Classopollis*, além de fitoclastos e abundante matéria orgânica amorfa. Os revestimentos microforaminíferos (*microforaminiferal linings*) foram recuperados de duas amostras, ambas da Formação Santana (*sensu* Assine, 1992), Formação Crato neste trabalho, imediatamente subjacentes às “Camadas Ipubi”. Tais registros sugerem que já a Formação Crato inferior teria se depositado sob condições marinhas.

No entanto, tal sugestão de conexão marinha foi e tem sido contestada por, ou não especificado em, vários trabalhos (e.g., Assine et al., 2014; Carvalho et al., 2021; Catto et al., 2016; Heimhofer et al., 2010; Neumann, 1999; Neumann et al., 2003; Warren et al., 2017).

De acordo com Lima (1978c, 1978d), a Formação Crato é interpretada como de idade albiana. No entanto, estudos posteriores revelaram que a sequência compreende o intervalo Aptiano Superior/Albiano Inferior (Regali, 1989). Para Viana e Neumann (2002), os sedimentos dessa unidade foram depositados no Cretáceo Inferior. Corroborando o refinamento da datação relativa, Assine (2007) interpretou idade neoptiana para esse intervalo.

Muito recentemente, Carvalho et al. (2020) atribuíram estruturas sedimentares encontradas nas formações Crato e Barbalha a dinoturbações provocadas por saurópodes e terápodas, inserindo, assim, esses animais a paleofaunas do Aptiano da Bacia do Araripe, embora os autores comentem ainda que não são conhecidos fósseis corpóreos de saurópodes nas unidades estudadas ou na Bacia do Araripe. Para os autores, a presença desses traços fósseis é indicadora de mudanças cíclicas nas condições ambientais durante a deposição dos lagos carbonáticos, com eventuais superfícies de exposição subaérea ao longo da bacia, reforçando o caráter continental da unidade.

FORMAÇÃO IPUBI

O Grupo Santana segue representado por um pacote evaporítico (Assine, 1992; Ponte e Appi, 1990) composto de gipsita, além de folhelhos margosos, denominado de Formação Ipubi. A esse pacote evaporítico referiu-se a nomenclatura estratigráfica como Membro Ipubi (*e.g.*, Ponte e Appi 1990), mas como representa um marco estratigráfico notável, porém de natureza descontínua, Assine (2007) propôs a classificação como Camada Ipubi. Nesse trabalho ora discutido considera-se essa unidade na categoria de Formação Ipubi, pois a sua exposição encontra-se mapeável e rastreável na escala 1:25.000, é litologicamente distinta das unidades acima e abaixo e, segundo as normas do Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (SBG, 1986), pode ser considerada como formação. Assine et al. (2014) adotaram essa proposta de elevação de hierarquia para Grupo Santana de forma ampliada, ou seja, para designar todo o registro estratigráfico da megassequência pós-rifte I de Assine (2007). Assim, nessa concepção, esse grupo constitui-se, da base para o topo, pelas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo.

A unidade aparece estabelecida sobre a Formação Crato na forma de lentes, localmente tabulares, e tem espessura de poucos decímetros a mais de 30 m. A Formação Ipubi concentra-se na borda oeste da bacia, onde é lateralmente contínua, ao passo que na porção leste os níveis evaporíticos, em grande parte gipsíticos, não se estendem lateralmente e ocorrem intercalados com folhelhos verdes e pretos e delgadas camadas arenosas finas e calcário laminado (Assine, 2007; Fabin et al., 2018; Menor et al., 1993).

Os depósitos evaporíticos de gipsita (gesso) apresentam textura de paliçada, formada internamente por cristais colunares agrupados, além de outras estruturas secundárias, representadas por alabastro selenita (“rosetas”) e texturas nodulares (Assine, 2007; Nascimento Jr. et al., 2016).

Estudos petrográficos realizados por Silva (1988) mostraram a presença de pseudomorfos de gipsita (gipsita lenticular, anidrita laminada e nodular). De acordo com Silva (1988), variedades fibrosas de gipsita na Formação Ipubi constituiriam geração salina tardia, formada sob condições diagenéticas. A evolução diagenética proposta por Silva (1988) e Assine (2007) significaria que todas as texturas secundárias mencionadas seriam de origem prematura/rasa (até algumas dezenas de metros, sob condições eodiagenéticas), exceto as variedades fibrosas, em que as condições seriam tardias/profundas (pelo menos a centenas de metros, sob condições mesodiagenéticas) (Nascimento Jr. et al., 2016).

De acordo com Nascimento Jr. et al. (2016), a relação de contato entre evaporitos e folhelhos margosos, sem evidências de exposição subaérea e lateralmente adjacentes, aponta para associação com corpos d’água superficiais, calmos e um tanto anóxicos, localmente supersaturados de sais (salmoura), mas com variações sazonais dos níveis d’água.

O sistema interpretado para a Formação Ipubi pelos autores conduz a um cenário em que há suspeitas da ação contemporânea de fenômenos hidrotermais em sistema deposicional do tipo *playa-lake*. Segundo Castro et al. (2017), a caracterização dos folhelhos pretos betuminosos por análises de pirólise Rock-Eval comportou associação da matéria orgânica com querogênio do tipo I (lacustre), sendo a rocha imatura, no entanto portadora de grande potencial gerador de hidrocarbonetos (altos valores de COT, entre 17,2–28,6%, em média 22,5%). Tais autores caracterizaram, ainda, parâmetros geoquímicos e biomarcadores que assinalam para a presença de matéria orgânica depositada em ambiente lacustre, anóxico e hipersalino, compatível com ambiente evaporítico, evidenciando contribuição de algas e vegetais superiores (incluindo coníferas).

Características mineralógicas, dimensões, natureza e geometria dos jazimentos indicam sistemas deposicionais similares aos das modernas salinas do sul da Austrália (Warren e Kendall, 1985). Segundo Assine (1994), esse intervalo se deu pelo evento de máxima ingressão marinha em que as águas salinas, que adentraram os domínios continentais, encontraram vasta planície arrasada e depositaram as fácies de superfície de máxima inundação nas quais se depositaram as camadas de gipsita. A descontinuidade das camadas na forma de lentes, a presença de intercalações de folhelhos portadores de conchostráceos e a marcada associação com folhelhos pirobetuminosos pretos, ricos em ostracodes não marinhos e fragmentos vegetais carbonizados assinalam que a paleogeografia não era a de uma ampla bacia evaporítica marinha (Assine, 2007). Os evaporitos da Formação Ipubi são interpretados como originados em ambientes costeiros (supramaré), suscetíveis a variações relativas do nível do mar, sob condições de clima árido a semiárido (Assine, 2007). Em adição, Fabin et al. (2018) reconheceram discordâncias de caráter regional separando a Formação Ipubi das formações Crato (sotoposta) e Romualdo (sobreposta), identificando o conjunto de estratos como resultante de um ciclo completo de variação do nível de base, com os folhelhos pirobetuminosos basais representando o máximo da transgressão e os evaporitos, um intervalo de nível de base alto.

Segundo Pereira et al. (2020), a presença de âmbar na Formação Ipubi é consistente com o ambiente descrito por Castro et al. (2017), reforçando a origem lacustre ou lagunar de suas rochas.

O registro fóssilífero é pouco abundante, mas significativo e diversificado, notadamente nos folhelhos pretos betuminosos (Oliveira et al., 2011). Nesses folhelhos, o conteúdo fóssilífero inclui invertebrados (microfósseis como ostracodes), vertebrados (peixes e tartarugas), restos de plantas (*Frenelopsis*, *Brachyphyllum*), âmbar e macrocarvão (evidência de paleo-incêndios florestais) (Peixoto Batista, et al., 2015; Lima et al., 2020; Oliveira et al., 2011; Pereira et al., 2020; Silva, 1988; Silva et al., 2013).

Dentzien-Dias et al. (2010) descreveram a primeira evidência icnológica de um tetrápode natante, uma pegada, na Formação Ipubi (*sensu* Assine et al., 2014; Fambrini et al., 2017, 2019a; Neumann e Cabrera, 1999; Valença et al., 2003). Recentemente, Goldberg et al. (2019) assinalaram a presença de palinóforos exemplificados por *Afropollis*, *Araucariacites*, *Classopollis*, *Equisetosporites* e *Gnetaceaepollenites*, além de fitoclastos e abundante matéria orgânica amorfa. Goldberg et al. (2019) encontraram, ainda, evidências de microforaminíferos nos folhelhos pirobetuminosos na base dos evaporitos, atestando indubitável ingresso marinha proveniente de sul-sudoeste, porção da bacia na qual as camadas de gipsita são mais espessas. Esses registros sugerem que a Formação Ipubi se depositou sob condições marinhas (Goldberg et al., 2019), a despeito de somente dois espécimes. Segundo os autores, tal conexão marinha inferida tem sido de difícil identificação a precisa localização geográfica, devido ao seu tamanho reduzido. Por outro lado, Fabin et al. (2018) consideraram lacustres os depósitos de folhelhos pretos e de evaporitos da Formação Ipubi, assim como Pereira et al. (2020), pela presença de âmbar nos folhelhos. Já para Lúcio et al. (2020) a Formação Ipubi registra a transição de ambientes deposicionais lacustres para marinhos, embora o objetivo principal do trabalho tenha sido a datação dos folhelhos pretos, abaixo discutidos.

A idade da Formação Ipubi foi inicialmente estimada, com base no conteúdo palinológico, como do Aptiano-Albiano (125–100,5 Ma) (Coimbra et al., 2002; Castro et al., 2017). A polêmica da cronologia dessa ingressão marinha, a mais antiga até agora reconhecida no Grupo Santana, foi reacendida por Lúcio et al. (2020). Os autores realizaram datações isotópicas pelo método Re-Os para fornecer a primeira idade absoluta para as rochas da Formação Ipubi. Os dados isotópicos de Re-Os para folhelhos pretos pirobetuminosos na base dos evaporitos da Formação Ipubi determinaram idade deposicional de $123 \pm 3,5$ Ma, com composição inicial altamente radiogênica $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ (Osi) de $1,97 \pm 0,02$. Esses dados isotópicos de Re-Os indicam que a deposição dos folhelhos pretos da Formação Ipubi ocorreu durante o Eoaptiano a Neobarremiano, bem antes do que se supunha. Essa datação coloca a Formação Ipubi em meio ao hiato entre os andares locais Rio da Serra-Alagoas (Coimbra et al., 2002), relacionado à discordância regional na base do Grupo Santana. Entretanto, devido à falta de argumentos cronoestratigráficos baseados em microfósseis marinhos diagnósticos de idade e/ou camadas de origem vulcânica, a cronoestratigrafia da Bacia do Araripe é baseada essencialmente em palinóforos e ostracodes terrestres (Heimhofer e Hochuli, 2010), nem sempre alcançando boa resolução temporal. Portanto, entendemos que a cronoestratigrafia do Grupo Santana ainda é um debate em aberto.

FORMAÇÃO ROMUALDO

A Formação Romualdo compreende a última unidade do Grupo Santana, representando o maior e mais conhecido jazigo paleontológico da bacia. É conhecida mundialmente como Konservat Lagerstätte (Maisey, 1991).

A Formação Romualdo é composta por arenitos interstratificados com intervalos de folhelhos cinza-escuros a pretos, ricos em matéria orgânica e com espessura de até 5 m, folhelhos esverdeados e margas, contendo concreções frequentemente fossilíferas que ocorrem em meio a folhelhos esverdeados ricos em ostracodes (Arai e Coimbra, 1990; Mabesoone et al., 1999). Estudos petrográficos revelaram que as concreções são compostas de calcário micrítico, finamente laminado em concordância com a laminação dos folhelhos, com presença de ostracodes constituindo biomicritos cimentados por calcita espática (Assine, 1992).

Assine (2007) e Assine et al. (2014) apontaram que as concreções calcárias exibem em seu interior um total de 18 espécies de peixes, compondo uma paleoictiofauna considerada marinha (Castro-Leal et al., 1998; Fara et al., 2005; Silva-Santos e Valença, 1968). Conforme Kellner e Campos (2000), ainda se encontram vertebrados, dinossauros (Kellner, 1999; Kellner e Campos, 2000; Leonardi e Borgomanero, 1981), tartarugas (Oliveira e Kellner, 2007; Price, 1973) e pterossauros (Aureliano et al., 2014; Campos e Kellner, 1985, 1996; Kellner e Campos, 2002; Kellner et al., 2013; Price, 1971). Foram evidenciadas fibras estruturais em uma membrana alar de pterossauro (Campos et al., 1984), tecido mole de peixes preservado em três dimensões (Martill, 1988) e em outros tetrápodes, que incluem parte da pele (dermes e epiderme), dos músculos e dos vasos sanguíneos em pterossauros (Kellner, 1996b, 1996c; Martill e Unwin, 1989), dinossauros (Kellner, 1996a) e crocodilianos (Campos et al., 2001; Figueiredo e Kellner, 2009). Não obstante as concreções, o registro fóssil também se encontra disperso nos folhelhos e nas margas que as entornam (Duarte, 1985; Lima et al., 2020), mostrando-se frágeis e de difícil coleta. O grau de preservação dos peixes permite considerar um ambiente de sedimentação de águas calmas, possivelmente lagunar (Assine, 2007). Entretanto, entende-se que a alta taxa de mortalidade que marca a formação seria uma mudança catastrófica na química (flutuação de salinidade) e/ou na temperatura do ambiente (Martill, 1988).

Em direção ao topo da unidade reconhece-se um horizonte de coquinas, que atinge 1 m de espessura (Sales, 2005). Evidências de moluscos marinhos (turrítelídeos) (Beurlen, 1963; Pereira et al., 2016), dinoflagelados e foraminíferos (Arai e Coimbra, 1990; Lima, 1978d), e equinóides (Beurlen, 1966; Prado et al., 2015, 2018) são referências indiscutíveis de ingressão marinha. Trata-se de uma camada reconhecível em toda a área da bacia, mesmo nos limites orientais, como demonstram os perfis de Sales (2005), que interpretou

tais depósitos como tempestitos, mesma sugestão de Della Fávera (1987), discutida a seguir. As coquinas são *lags* residuais e seu contato basal é aqui interpretado na superfície de ravinamento por onda, correspondendo à camada de coquinas à superfície de inundação máxima da sequência (Assine, 2007; Assine et al., 2014; Prado et al., 2018). O topo desse intervalo é recoberto por sedimentos siltosos e arenosos com conteúdo fóssil concordante com água doce, marcando o fim do evento transgressivo (Beurlen, 1971).

Segundo Assine (2007), a formação apresenta um padrão de paleofluxo do trato transgressivo com sentido NNW, em sentido a montante das paleocorrentes para sul, indicando que a ingressão marinha se deu por influência do sistema Recôncavo-Tucano-Jatobá e/ou Bacia Sergipe/Alagoas.

Sales (2005) considerou que os tempestitos provocaram a mortandade de organismos em massa representada nas coquinas. Esse autor identificou, ainda, esses depósitos com gênese relacionada a tempestitos proximais e distais, concentrações autóctones e resíduos transgressivos (Sales, 2005), confirmando inquestionavelmente uma incursão marinha na Bacia do Araripe, conclusão semelhante obtida por Prado et al. (2015, 2018) com base na tafonomia de concentrações de macroinvertebrados em horizontes de coquinas.

Della Fávera (1987) avaliou também que eventos de sedimentação episódica de alta energia (tempestades) seriam a causa da mortandade em massa dos peixes contidos nas concreções calcárias, devido ao revolvimento dos sedimentos orgânicos lamosos do fundo, provocando envenenamento ambiental. Porém, como observado por Chagas (2006), as concreções situam-se em intervalo de cerca de 4,0 m de folhelhos posicionados alguns metros abaixo do nível das coquinas e se acham dispersas no folhelho, evidenciando que o processo não envolveu fundamentalmente eventos episódicos de mortandade em massa.

Por outro lado, recentemente Custódio et al. (2017) definiram a Formação Romualdo como caracterizada por um ciclo transgressivo-regressivo delimitado por duas inconformidades regionais, estendendo a deposição marinha para toda a unidade. As justificativas da ingressão marinha compreendem a geometria em cunha dos ciclos de fácies, acompanhada dos dados paleocorrentes, que indicam um *onlap* costeiro em direção ao NNW. Portanto, ao contrário de vários cenários paleogeográficos anteriormente propostos, a ingressão marinha teria alcançado as partes ocidentais da Bacia do Araripe a partir de SSE. Contudo, não existem evidências inequívocas de ingressão marinha advinda de SSE. Por outro lado, ingressão marinha sobrevivida de NNW apresenta alguns dados recentes (Arai, 2014). Trabalho recente de Lima et al. (2020) mostrou que a deposição da unidade sucedeu-se em águas salgadas com base na ocorrência de *Pattersoncypris minima* sp. nov., sugerindo influência marinha na Formação Romualdo, corroborando trabalhos prévios (Assine 2007; Assine et al., 2014; Fürsich et al., 2019; Prado et al., 2018; Varejão et al., 2019).

Kellner (2002) inferiu idade Aptiana/Albiana para o pacote de sedimentos que compreendem a Formação Romualdo, assim como interpretado segundo Pons et al. (1990). Cronologicamente, a Formação Romualdo é situada no Aptiano Superior/Albiano Inferior (Assine et al., 2014). Contudo, existem divergências quanto à cronoestratigrafia. Regali (1989), com base em palinomorfos, considera os evaporitos de idade aptiana superior, enquanto Lima (1978d) atribui idade albiana inferior para todo o Grupo Santana. Idade entre o Albiano inicial para o médio foi apontada por Coimbra et al. (2002) para os membros Ipubi e Romualdo da Formação Santana com base na presença de dinoflagelados e microforaminíferos. Entretanto, Assine (2007) reitera a proposição cronológica para a formação como de idade neoptiana/coalbiana. Por outro lado, Martill (2007) apontou que tentativas de datação com maior precisão nos últimos 30 anos têm citado idades que variam entre o Aptiano, o Albiano ou, possivelmente, o Cenomaniano. Contudo, segundo o autor, foram apresentados poucos dados confiáveis para oferecer suporte a essas datações. Posteriormente ao estudo de Martill (2007), a Formação Romualdo foi datada como Aptiano pela ocorrência da zona palinológica P-270 (Regali e Santos, 1999; Rios-Netto et al., 2012b; Teixeira et al., 2017).

Trabalho recente de Arai e Assine (2018) posicionou a Formação Romualdo no Aptiano, pela presença da espécie polínica *Sergipea variverrucata* na seção da localidade Sobradinho, município de Jardim (CE), reforçado inquestionavelmente por Rios-Netto et al. (2018), excluindo, assim, o Albiano do Grupo Santana. Tal constatação foi corroborada por Arai e Assine (2020), que mostraram espécimes características (*Sergipea variverrucata*) do Aptiano.

Por outro lado, recentíssimo trabalho de Melo et al. (2020) reforça a idade aptiana da Formação Romualdo e o caráter marinho inequívoco da parte superior da unidade. No entanto, os dados obtidos pelos autores evidenciam uma microfauna com afinidades tétianas características, com conexão marinha (*seaway*) provinda de norte, contrastando com alguns trabalhos prévios (e.g., Assine et al., 2014; Custódio et al., 2017) que sugerem ingressão advinda de SSE.

GRUPO CHAPADA

Essa unidade engloba as formações Araripina e Exu, típicas da fase pós-rifte da Bacia do Araripe, e é aqui designada formalmente como Grupo Chapada, por conter duas unidades importantes que sustentam a Chapada do Araripe. A última unidade litoestratigráfica considerada neste trabalho repousa sobre a Formação Romualdo e, por vezes, diretamente sobre o embasamento na porção ocidental, em que as formações mais antigas só ocorrem em grábens em subsuperfície.

Originalmente proposta como Formação Exu para todo o intervalo, o pacote de sedimentos inferiores do Grupo Chapada é denominado de Formação Araripina (Assine, 2007), aqui discutido, em contraposição às nomenclaturas já publicadas de Exu Inferior (Mabesoone e Tinoco, 1973) ou Formação Arajara (Barros, 1963), reabilitada por Ponte e Appi (1990), enquanto a porção superior da sequência mantém a nomenclatura original de Formação Exu.

Lima (1978b, 1978d) especifica que essa sequência é notadamente distinta do Grupo Santana (então Formação Santana) pelo acervo palinológico, o que infere discordância no contato entre as unidades e posiciona a sequência segundo a idade mesoalbiana.

FORMAÇÃO ARARIPINA

Unidade geológica inicialmente definida por Beurlen (1963) como membro inferior da Formação Exu. No entanto, Barros (1963) aplicou o termo Formação Arajara para todo o pacote arenoso de topo da Bacia do Araripe correlativo à Formação Exu. Depois, Anjos (1964) contestou o emprego das formações Exu e Arajara por Beurlen (1962, 1963) e Barros (1963), respectivamente, por considerar inadequadas as duas denominações, por não estarem referidas a localidades-tipo. O termo Formação Arajara foi mais tarde reabilitado por Ponte e Appi (1990) para representar os sedimentos de natureza essencialmente terrígena que se localizam na base da Formação Exu (Beurlen, 1971) e que correspondem ao Membro Inferior proposto de Assine (1990). Entretanto, a descrição empregada por Ponte e Appi (1990, p. 219) — “siltitos, argilitos e arenitos finos argilosos, de coloração vermelho amarelada, bem estratificados exibindo estruturas sedimentares do tipo de marcas onduladas, laminações cruzadas e, eventualmente, estruturas de fluidização” — refere-se a afloramentos em torno da cidade de Araripina, estado de Pernambuco, e não no Ceará, de onde foi emprestada a denominação. No Ceará, nos flancos da Chapada do Araripe ocorrem arenitos médios a finos friáveis um pouco argilosos com coloração predominantemente vermelha alaranjada e, em algumas partes, com cores amareladas, atribuídos à Formação Arajara por Ponte e Appi (1990), em decorrência da quebra no relevo da chapada no qual o lençol freático drena, os quais Menezes-Filho (2012) atribuiu à Formação Exu parte inferior. Assine et al. (2006) argumentaram que várias exposições relacionadas à Formação Araripina por Ponte e Appi (1990) seriam pertencentes à Formação Santana (*sensu* Assine, 1992) e que os dados disponíveis não permitem correlacionar as exposições de Arajara (CE) com a seção de ritmitos aflorantes do lado oeste da Bacia do Araripe. Por essas razões, Assine et al. (2006) sugeriram o abandono do termo Formação Arajara. Mesquita et al. (2011) defenderam igualmente o abandono do termo Formação

Arajara, assim como Menezes-Filho (2012). No presente trabalho será adotada a denominação Formação Araripina, pelo entendimento de que o termo Arajara é inadequado pelas razões acima expostas, bem como pelos fatos apontados por Assine et al. (2006) e Assine (2007).

A Formação Araripina foi caracterizada primeiramente por Mabesoone e Tinoco (1973), que reconheceram um ambiente aluvial para esses sedimentos, representados por associação de fácies heterolítica definida por grande variedade de rochas geneticamente relacionadas.

A seção correspondente ao que foi denominado membro inferior da Formação Exu é restrita à porção oeste da bacia (Assine, 1992, 2007). Essa seção inferior, atravessada pelo poço 2-AP-1-CE na profundidade de 237 a 337 m, não apresenta correlação estratigráfica com a seção de topo da Formação Romualdo, como se apresenta na parte leste da bacia, de forma que foi sugerido o abandono da denominação Arajara para designá-la. Por outro lado, considerando-se o fato de que constitui unidade distinta e mapeável, de importância para o entendimento da evolução da bacia, e que tem sua melhor área de exposição nos arredores da cidade de Araripina (PE), Assine et al. (2006) e Assine (2007) propuseram acertadamente a denominação Formação Araripina. A denominação de Formação Araripina foi sugerida anteriormente por Silva (1986b) para designar o conjunto dos membros Crato e Ipubi, mas tal proposição trouxe mais confusão à nomenclatura estratigráfica, não tendo sido adotada por autores posteriores. Os melhores afloramentos dessa unidade encontram-se na parte oeste da bacia, no entorno da escarpa da chapada. Neste trabalho, segue-se a proposição de Assine (2007), na qual a Formação Araripina somente ocorre na porção SW da Bacia do Araripe.

Segundo Assine (1990), Ponte e Appi (1990) e Ponte e Ponte-Filho (1996b), a Formação Araripina é constituída por ritmitos compostos de arenitos finos argilosos e argilitos com cores variando do amarelo ao roxo e contendo corpos lenticulares de arenitos médios a grossos intercalados. Estruturas como as laminações plano-paralelas, às vezes basculadas, estratificações cruzadas bem evidentes e marcas de ondas ocorrem. Estruturas de sobrecarga são comuns, como almofadas e pseudonódulos, assim como truncamentos da estratificação que ocasionaram diastemas angulares internos à unidade (Assine, 2007). São identificados como produzidos durante a sedimentação pela tectônica sindeposicional. Em alguns intervalos, verifica-se que os ritmitos podem apresentar dobramentos convolutos, gerados pela deformação penecontemporânea. Em outros intervalos, apresentam-se rompidos, formando brechas intraformacionais, com contatos erosivos sobre as litologias subjacentes.

O ambiente deposicional foi interpretado por Assine (2007) como originado por planícies de leques aluviais medianos a distais depositadas em ambiente lagunar e planície de inundação sob totais condições oxidantes. No entendimento

de Ponte e Appi (1990), o ambiente deposicional é do tipo lagunar e de planície de inundação com ambiente anóxico.

Devido ao posicionamento estratigráfico, a Formação Araripina localmente repousa sobre o embasamento, o qual se encontra afetado por estruturas de terminação da Zona de Cisalhamento de Patos. Tem marcas de esforços tectônicos atuantes sobre as formações Romualdo e Araripina, bem como basculamentos de até 20° dos estratos, sendo essas evidências pouco presentes na Formação Exu, sobreposta.

Em relação à datação, o reconhecimento de várias espécies, algumas não constando na Formação Romualdo, soto-posta a Formação Araripina. Lima (1978b, 1978d) determinou que a associação palinológica presente é totalmente diferente e mais evoluída que a presente na Formação Romualdo, sendo assim separada por discordância. Com essa associação palinológica reconhecida e identificada, foi possível determinar idade mesoalbianiana para essa formação e condições climáticas quentes e áridas. Icnofósseis acham-se presentes também, como os icnogêneros *Skolithos* e *Taenidium* (Fernandes et al., 1998).

FORMAÇÃO EXU

Por último, repousam sobre os ritmitos da Formação Araripina os arenitos da Formação Exu em uma capa contínua que recobre toda a extensão da Chapada do Araripe, com atitude sub-horizontal e limitada na base segundo uma superfície erosiva sobre a Formação Araripina.

Essa unidade tectono-sedimentar abrange ampla variedade faciológica constituída de arenitos vermelhos alaranjados friáveis, argilosos, com porções caulínicas, de granulometria bastante variável, contendo leitos intercalados de arenitos grossos a conglomeráticos e com porções rochosas bastante silicificadas (Valença, 1987).

De acordo com Assine (2007), a configuração sedimentar da unidade é caracterizada por ciclos granodécrescentes ascendentes, compostos de arenitos conglomeráticos na base que evoluem para arenitos grossos, com estratificação cruzada tabular e acanalada, e para o topo intercalam-se fácies pelíticas de planície de inundação. Tal associação de litofácies confere a essa formação um sistema fluvial entrelaçado (Assine, 2007), de caráter torrencial (Valença, 1987).

O padrão de paleocorrentes nos arenitos dessa formação indica mergulho deposicional para oeste, representando mudança paleogeográfica de acordo com o padrão das sequências anteriores (Assine, 2007). A mudança do padrão de sedimentação é correlacionada por Assine (2007) ao Soerguimento Epirogênico do Nordeste do Brasil, evento de idade Albiana no qual houve o alojamento da Província Magmática do Cabo (Nascimento et al., 2004), em que o Plúton Granítico do Cabo, aflorante no litoral de Pernambuco, alocou-se em nível crustal raso (Long et al., 1986). Devido

a essas inserções de plútons, a costa leste do continente sofreu soerguimento, o que desencadeou uma alteração da fonte de sedimentos para as bacias marginais e um novo sentido de sedimentação, agora com padrões de paleofluxo no sentido oeste (W) que denotam a diferenciação da Bacia do Araripe das demais bacias marginais correlacionadas pelo padrão do sentido de sedimentação.

A Formação Exu é apontada como sendo afossilífera, pois os únicos registros encontrados foram traços fósseis sem valor cronoestratigráfico (Assine, 2007). Ponte e Appi (1990) atribuíram idade neoalbianiana a eocenomaniana para a unidade com base na posição estratigráfica da Formação Exu, encorajada por correlações lito e cronoestratigráficas com a Formação Açú da Bacia Potiguar. Isso foi comprovado por Lima (1978b) pela ausência da seção relativa ao Albiano Inferior ao Médio, entre as formações Araripina e Exu. Essa unidade é correlacionada à Formação Itapecuru, da Bacia do Parnaíba, intervalo Albiano-Cenomaniano.

SEQUÊNCIAS ESTRATIGRÁFICAS DA BACIA DO ARARIPE

A evolução tectono-sedimentar da Bacia do Araripe foi resumida por Ponte e Ponte-Filho (1996a, 1996b), que reconheceram três estágios tectônicos clássicos nessa bacia, pré-rifte, sin-rifte e pós-rifte. Essa divisão gozou de prestígio por décadas e ainda é muito empregada (e.g., Boletim de Geociências da Petrobras — Cartas Estratigráficas, Assine, 2007). No modelo aqui utilizado, modificado e em parte adaptado de Assine (1992, 2007), Assine et al. (2014), Fambrini et al. (2010a, 2010b, 2011b, 2013b, 2015a, 2017, 2019a, 2019b), Neumann e Assine (2015), Neumann e Cabrera (1999) e Ponte e Ponte-Filho (1996a, 1996b), são reconhecidas cinco sequências (Figura 12):

- Sequência Paleozoica, constituída somente pela Formação Cariri, representada por arenitos médios a grossos fluviais, de idade neordoviciana a eossiluriana;
- Sequência Início de Rifte, de idade neojurássica, composta pelos pelitos da Formação Brejo Santo e pelos arenitos da porção inferior da Formação Missão Velha. Devido ao estiramento crustal promovido pelo rifteamento responsável pela fragmentação do Gondwana, formou-se uma extensa e rasa bacia interior chamada Depressão Afro-Brasileira (Ponte e Asmus, 1976, 1978; Ponte e Ponte-Filho, 1996a);
- Sequência Clímax de Rifte, constituída pelos arenitos grossos da porção superior da Formação Missão Velha e pelos pelitos e arenitos da Formação Abaiara, de idade neocenomaniana, em que houve acentuada subsidência e que, durante o Neobarremiano, ocorreu um estágio erosivo, bem definido pela discordância pré-aptiana, causado por grande mudança no estilo de deformação do interior da Província

Borborema, relacionada à conexão inicial entre o Ramo Sul do rifteamento atlântico e os estágios iniciais da abertura do domínio equatorial do leste, resultando no aborto da sedimentação rifte das bacias do Vale do Cariri (Araripe, Iguatu, Rio do Peixe etc.) e Potiguar emersa (Matos, 1999);

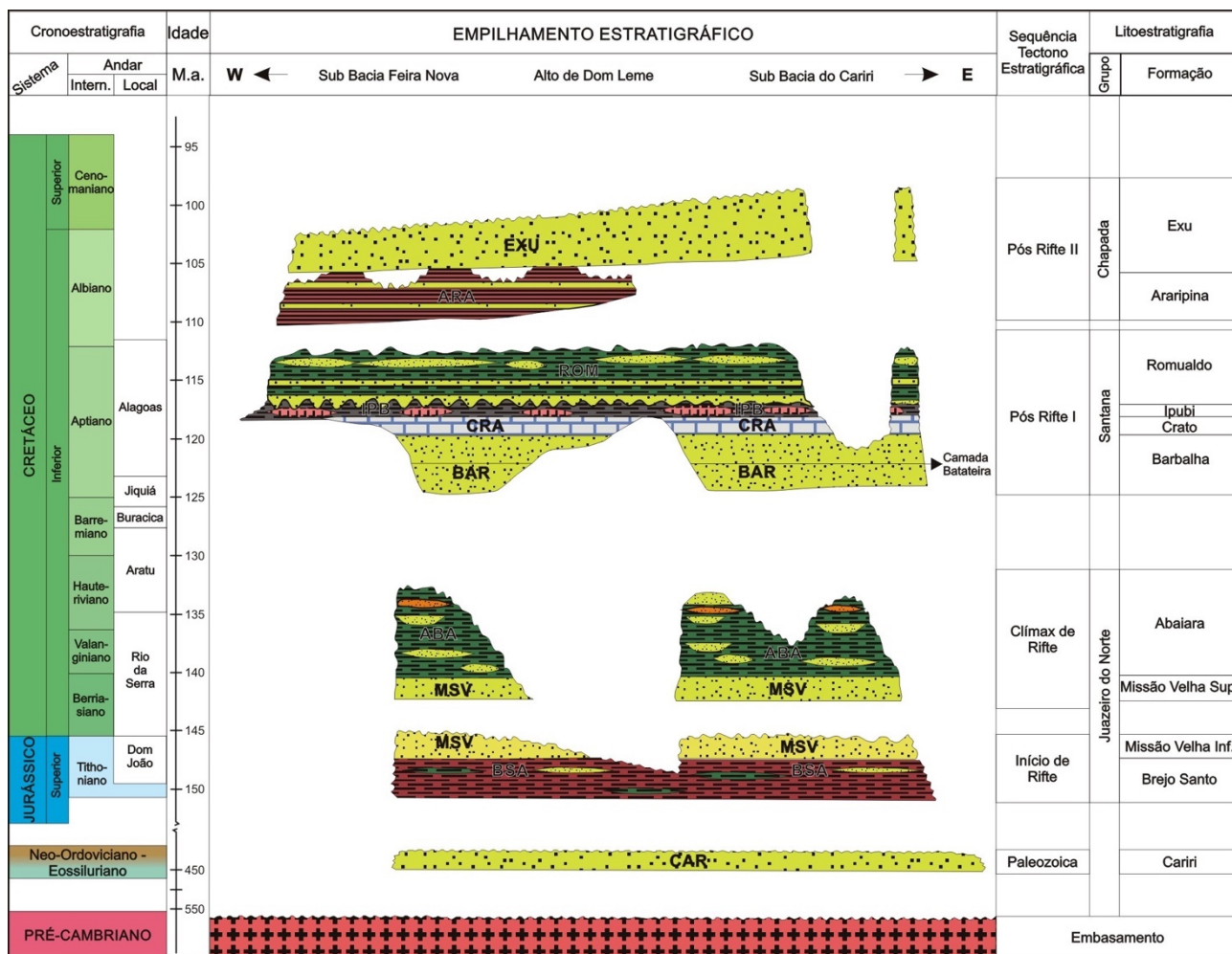
- Sequência pós-rifte, separada em duas (Assine, 2007), Pós-Rifte I, de idade aptiano-albiana, constituída pelas rochas siliciclásticas e carbonáticas das formações Barbalha, Crato, Ipubi, Romualdo, e Pós-Rifte II, de idade albiano-cenomaniana, acha-se caracterizada pelas formações Araripina e Exu.

Na base da Sequência Pós-Rifte I, a Formação Barbalha representa o assoreamento flúvio-lacustre de depressões formadas no estágio rifte, acompanhado da formação de um extenso lago ou lagos que deram origem às rochas carbonáticas-argilosas da Formação Crato do Grupo Santana.

Em seguida, houve uma possível ingressão marinha (Formação Ipubi) que originou as fácies evaporíticas e argilo-carbonáticas de um mar raso restrito da Formação Romualdo e as litofácies terrígenas formadas em um ambiente transicional litorâneo da Formação Araripina. No final do Albiano, iniciou-se o ciclo regressivo, com a deposição das rochas da Formação Exu em ambiente fluvial.

Sequência Paleozoica

A Sequência Paleozoica é constituída por uma única unidade litoestratigráfica, denominada por Beurlen (1962) de Formação Cariri, nomenclatura utilizada em muitos trabalhos. A unidade aflora na porção leste da bacia, definindo os contornos do Vale do Cariri. Na parte oeste da bacia não aflora, ocorrendo apenas em subsuperfície, como na Sub-Bacia de Feira Nova.



CAR: Cariri; BSA: Brejo Santo; MSV: Missão Velha; ABA: Abaiara; BAR: Barbalha; CRA: Crato; IPB: Ipubi; ROM: Romualdo; ARA: Araripina; EXU: Exu. Fonte: modificada de Assine (1992) e Ponte e Ponte-Filho (1996a).

Figura 12. Carta estratigráfica da Bacia do Araripe.

Essa sequência representa a deposição basal da Bacia do Araripe e é entendida como situada no Neo-ordoviciano-Eossiluriano, em estágio da Plataforma Sul-Americana no qual havia condições de formação de grandes bacias intracratônicas.

Sequência Início de Rifte

A Sequência Início de Rifte (*sensu* Fambrini et al., 2010b, 2011b) ou Pré-Rifte (Cesero e Ponte, 1972) foi motivo de diversas indagações em sua definição. Para Ponte e Appi (1990), essa sequência encontrava-se junto a Rifte formando o Grupo Vale do Cariri, depois denominado Grupo Juazeiro do Norte por Assine (1992). Já Gasparly e Anjos (1964) propuseram a subdivisão do “arenito inferior” em duas formações, Brejo Santo e Missão Velha, correlacionadas às formações Aliança e Sergi, respectivamente, por Braun (1966).

Essa sequência deve sua origem às mudanças tectono-estruturais causadas pela subsidência mecânica segundo o estiramento litosférico viscoelástico que compôs a Depressão Afro-Brasileira constituindo uma bacia sedimentar com até 300.000 km² de área, atingindo desde o extremo sul da Bahia até regiões interioranas no Nordeste brasileiro e da África (Da Rosa e Garcia, 2000; Garcia e Wilbert, 1994; Kuchle et al., 2011).

Por sua vez, Fambrini et al. (2010a, 2010b) conformaram a então sequência pré-rifte composta de duas associações, assim dispostas: o empilhamento da Formação Brejo Santo e a metade basal da Formação Missão Velha, como Sequência Início de Rifte a Clímax de Rifte Inicial, enquanto a porção superior da Formação Missão Velha com a Formação Abaiara como Sequência Clímax de Rifte Intermediário a Clímax de Rifte Tardio. Neste trabalho esta sequência pasará a ser denominada apenas de Início de Rifte.

Sequência Clímax de Rifte

O que possibilitou caracterizar essa sequência tectono-sedimentar foi o fato de apresentar a maior variação faciológica lateral e vertical no empilhamento estratigráfico, o que a distingue notoriamente dos sedimentos sotopostos. A Sequência Clímax de Rifte, nesta proposição, acha-se formada pela parte superior da Formação Missão Velha e por toda a Formação Abaiara. Essa sequência corresponde à porção superior da Formação Missão Velha e tem contato bem definido entre a sequência sotoposta por superfície com discordância erosiva, assinalada pela presença de arenitos e conglomerados de sistema fluvial entrelaçado de alta energia. A passagem é definida por nível de paleossolo e, acima, conglomerados intraformacionais que assinalam nova associação fluvial, com a presença de abundantes troncos fósseis silicificados. A Formação Abaiara, unidade principal dessa sequência, apresenta significativa variação faciológica lateral e vertical, distinguindo-se

claramente do registro estratigráfico do estágio Início de Rifte. Em termos deposicionais, os sistemas fluviais são formados por rios meandantes com evidentes planícies de inundação na base da formação e rios entrelaçados associados a leques para o topo da unidade. Corpos lacustres de reduzidas dimensões ocorrem disseminados ao longo da sucessão da Formação Abaiara, faciologicamente muito semelhantes aos da Formação Brejo Santo, ocasionando o desenvolvimento de deltas.

Sequência Pós-Rifte I

Estruturalmente, as sequências até agora descritas encontram-se assentadas entre *horsts* e grábens segundo falhamentos normais de direção NE, oriundos do evento de Distensão Regional NW-SE (Matos, 1992) atuante no segundo pulso da fase Rifte.

A última sequência, interpretada concordante à fase Pós-Rifte, é dividida em duas fases distintas, Pós-Rifte I e II (Assine, 2007), em discordância angular à unidade sotoposta (discordância Pré-Alagoas — ausência de registro desde o Andar Buracica ao Alagoas Inferior). Composta pelo Grupo Araripe, a Sequência Pós-Rifte I aflora nas escarpas da chapada e no morro testemunho, Serra da Mãozinha, sendo a única evidência dessa sequência na Sub-Bacia Vale do Cariri. A sedimentação dessa fração da estratigrafia deve-se ao evento de subsidência flexural térmica. Essa sequência é dividida nas formações Barbalha e Santana. Guzmán et al. (2015) assumem, em conformidade com a literatura mais recente, que a sequência Pré-Rifte I seja composta pela Formação Barbalha e pelo Grupo Santana compreendido nas formações Crato, Ipubi e Romualdo.

A Sequência Pós-Rifte I, formada pelas formações Barbalha, Crato e Romualdo, é correlacionada às demais unidades tectonoestratigráficas das bacias interiores, como a Formação Marizal, Membro Banzaê, no sistema Recôncavo-Tucano-Jatobá, o que corrobora o entendimento de que os limites dessa sequência traspassavam os limites atuais da bacia, recobrimdo uma vasta área da Região Nordeste (Assine, 2007).

Sequência Pós-Rifte II

A última sequência deposicional considerada neste trabalho (Grupo Chapada) repousa sobre a Formação Romualdo e, por vezes, diretamente sobre o embasamento por extravasar as bordas dos grábens. Originalmente proposta como Formação Exu para todo o intervalo, o pacote de sedimentos inferior da sequência Pós-Rifte II é denominado de Formação Araripina (Assine 2007), em contraproposto às nomenclaturas já publicadas de Exu Inferior (Mabesoone e Tinoco, 1973), enquanto a porção superior da sequência mantém a nomenclatura de Formação Exu.

Lima (1978b, 1978d) especifica que essa sequência é notadamente distinta do Grupo Santana pelo acervo paleontológico, o que infere uma discordância no contato entre as unidades e posiciona a sequência segundo a idade mesoalbianiana. No mesmo trabalho, o autor infere um clima quente e árido durante a deposição.

Essa sequência caracteriza-se por sedimentos aluviais englobados na Formação Exu no sentido de Assine (1990, 1992). Esses sedimentos são formados por uma sucessão monótona de arenitos vermelhos, friáveis, argilosos de granulometria variável, com intercalações de arenitos conglomeráticos portadores de estratificação cruzada tabular a acanalada dispostos em camadas decimétricas a métricas, que podem conter fácies lamíticas de planície de inundação (Assine, 1992; Petri, 1987). Por essa razão, foram interpretados como produtos de rios meandantes, indicativo de reativação tectônica com soerguimento epirogênico da Região Nordeste do Brasil.

CLASSIFICAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS: ESTADO DA ARTE

No atual estado de compreensão sobre a estratigrafia da Bacia do Araripe destaca-se o trabalho de Ponte e Appi (1990), no qual realizaram profunda revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe (Tabela 1). Na base da coluna, os autores posicionaram a Formação Mauriti, de idade siluro-devoniana(?), superposta discordantemente pelo Grupo Vale do Cariri (Neojurássico-Eocretáceo), o qual é recoberto, em discordância angular, pelo Grupo Araripe, de idade mesocretácea. O Grupo Vale do Cariri foi proposto para reunir as formações que afloram no referido vale e que se mostram correlacionáveis com unidades das sequências Pré-Rifte ou Rifte, das bacias do Nordeste. Esse grupo é composto pelas formações Brejo Santo, Missão Velha e Abaiara. Esta última unidade foi sugerida pelos autores para designar a seção terrígena, de idade Neocomiana (andares Rio da Serra/Aratu) de ocorrência ao sul da cidade de Abaiara, dentre outras localidades. O poço 2-AP-I-CE (Araripe) (Figura 2) atravessa a formação no intervalo de 712 a 836 m de profundidade. Já o Grupo Araripe envolve o conjunto de estratos sub-horizontais que configura a Chapada do Araripe. De acordo com essa proposta, o grupo inclui quatro formações, a saber: Rio da Batateira, Santana, Arajara e Exú. A Formação Rio da Batateira foi proposta para designar a seção terrígena, de idade neo-Alagoas (Aptiano?), que ocorre ao longo do Rio da Batateira, noroeste da cidade de Crato, e que foi perfurada pelo poço 2-AP-I-CE no intervalo de 514 a 712 m de profundidade. A Formação Santana foi separada em três membros: Crato, Ipubi e Romualdo. Unidade nova, Formação Arajara, foi designada para, nas palavras dos autores, “reviver, com definição restrita à seção de terrígenos

finos de cores variegadas, que aflora na estrada entre Crato e Arajara, bem como nos flancos da Serra do Araripe, no trecho percorrido pela rodovia BR-316, a oeste da cidade de Araripina” (Ponte e Appi, 1990, p. 219). Essa unidade estava sendo utilizada informalmente como Formação Exú Inferior. A Formação Araripina foi atravessada pelo poço 2-AP-I-CE no intervalo de 514 a 712 m de profundidade. A Formação Santana foi separada em três membros: Crato, Ipubi e Romualdo de 237–337 m de profundidade. Ponte e Appi (1990) mantiveram, em essência, a Formação Exú constituindo a parte superior do Grupo Araripe e da chapada que lhe empresta a designação.

Outra proposta litoestratigráfica digna de nota é o trabalho de Assine (1992). De acordo com esse autor, a Bacia do Araripe é constituída por quatro sequências estratigráficas, histórica e geneticamente distintas, limitadas por discordâncias. As quatro sequências correspondem a quatro embaciamentos distintos, restando muito pouco da cobertura original e não existindo bordas de bacia nem depocentros determinados. A sequência paleozoica, constituída unicamente pela Formação Cariri e tentativamente posicionada no Ordoviciano Superior/Siluriano Inferior, integrava um extenso trato com mergulho deposicional para noroeste, testemunhando maior extensão oriental da Bacia do Pamaíba no Paleozoico inferior. A sequência juroneocomiana, composta pelas formações Brejo Santo, Missão Veíha e Abaiara, foi a resposta sedimentar à subsidência mecânica decorrente dos processos de rifteamento do Gondwana. Seus sedimentos apresentam-se especialmente em *horstes* e grábens, dispostos em duas sub-bacias: Cariri e Serrolândia. A Formação Missão Velha envolve única e exclusivamente os arenitos com madeira silicificada, situados logo acima dos folhelhos da Formação Brejo Santo. A sequência aptiano-albiana, constituída pelas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo, compreende um ciclo transgressivo-regressivo com ingressão marinha de curta duração, à qual se associa exuberante nível de concreções carbonáticas fossilíferas e extensas jazidas de gipsita (Assine et al., 2014). Ainda em condições eustáticas positivas ao âmbito global, foram depositados os sedimentos aluviais da sequência albiano-cenomaniana (Formação Exu), indicando uma reativação tectônica com soerguimento epirogênico da região já no Albiano Médio/Superior.

Neumann e Cabrera (1999) propuseram um novo esquema estratigráfico no qual a unidade clássica Santana foi elevada à categoria de grupo (Grupo Santana). Esse grupo redefinido inclui as formações Rio da Batateira (Barbalha), Crato, Ipubi e Romualdo (Tabela 1). As formações Arajara (Araripina) e Exu ficaram independentes. Existem vantagens nesse esquema estratigráfico de Neumann e Cabrera (1999), pois preserva grande parte da nomenclatura estratigráfica original e revela a evolução tectono-sequencial da bacia, bem como grandes mudanças paleoambientais.

Adotando a proposta original de Neumann (1999) e Neumann e Cabrera (1999), Assine et al. (2014) e Neumann e Assine (2015) elevaram ao *status* de formação os quatro membros definidos por Beurlen (1971), incluindo-os no que eles denominaram o Grupo Santana. Em ordem ascendente, são as formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo (Figura 1). Essa é a nomenclatura utilizada neste trabalho

CONCLUSÕES

Este trabalho mostrou a presença de cinco sequências limitadas por discordâncias. Também referendou que a *Sequência Paleozoica* é constituída unicamente pela Formação Cariri, representada por arenitos médios a grossos fluviais, de idade neordoviciana a eossiluriana aqui sugerida.

Na *Sequência Início de Rifte*, de idade jurássica, a distinção entre as porções inferior e superior da Formação Missão Velha foi exacerbada. A *Sequência Início de Rifte* tem como expressão maior a Depressão Afro-Brasileira, uma bacia sedimentar com até 300.000 km² de área, abrangendo desde o extremo sul da Bahia (Bacia de Camamu-Almada) até regiões interioranas no Nordeste brasileiro (e.g. Bacia do Araripe), e da África Ocidental, no Gabão (bacia homônima).

A *Sequência Clímax de Rifte* foi aqui definida como constituída por arenitos grossos a conglomeráticos da porção superior da Formação Missão Velha e pelos pelitos e arenitos da Formação Abaiara, de idade neocomiana. No trabalho, demonstra-se a clara distinção entre as duas formações, sendo que na primeira os troncos fósseis são únicos e distintivos da unidade. A Formação Abaiara é unidade heterogênea, composta por pelitos diversos, arenitos e conglomerados, depositada em ambiente continental. Essa sequência notabiliza-se por acentuada subsidência que, durante o Neobarremiano, ocorreu um estágio erosivo, bem definido pela discordância pré-aptiana. Esta discordância foi causada pela grande mudança no estilo de deformação do interior da Província Borborema, relacionada à conexão inicial entre o Ramo Sul do rifteamento atlântico e os estágios iniciais da abertura do domínio equatorial do leste. Este processo resultou no abortamento da sedimentação rifte das bacias do Vale do Cariri (Araripe, Iguatu, Rio do Peixe etc.) e Potiguar emersa.

A *Sequência Pós-Rifte I*, de idade aptiano-albiana, constituiu-se de rochas siliciclásticas e carbonáticas das formações Barbalha, Crato, Ipubi, Romualdo. Na base da *Sequência Pós-Rifte I*, a Formação Barbalha representa o assoreamento flúvio-lacustre de depressões formadas no estágio rifte, acompanhado da formação de um extenso lago ou lagos que deram origem às rochas carbonáticas-argilosas da Formação Crato do Grupo Santana.

A *Sequência Pós-Rifte II*, de idade albiano-cenomaniana, acha-se caracterizada pelas formações Araripina e Exu, e

reflete reativação tectônica com soerguimento epirogênico da Região Nordeste do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com o auxílio financeiro do CNPq (Processo 476232/2006-6 concedido em nome de G.L. Fambrini), a quem agradecemos pelo apoio e também pela bolsa conferida (bolsa de mestrado de D.C. Silvestre). Ao PRH-26/ANP/FINEP/UFPE e PFRH/Petrobras, pelos recursos para os trabalhos de campo. Este trabalho é fruto de 15 anos de intensas pesquisas do primeiro autor na Bacia do Araripe. Nesse longo período, vários colegas auxiliaram enormemente, quer seja pela assistência nos trabalhos de campo, quer seja por profícuas discussões sobre a geologia e estratigrafia da bacia, ou por participar de trabalhos publicados, projetos e orientações. Assim, os autores agradecem aos colegas Virginio Neumann, Lucia Valença, Mário de Lima Filho, Edison Oliveira, Alcina Barreto, Sonia Agostinho, Ricardo Pereira, Edilton Santos (*in memoriam*), Valdir Manso, Antonio Barbosa, Enlise Katia Piovesan, Paula Sucerquia, Maurício Rangel da Silva, Sérgio Neves, Alcides Nóbrega Sial, Edimilson Lima, João Adauto de Souza Neto, Gorki Mariano, Tiago Miranda, todos da UFPE, Claudio Riccomini, Bley de Brito Neves, Murilo Rodolfo de Lima (*in memoriam*), Thomas Fairchild e Renato Almeida (IGC-USP), Paulo Paim (UNISINOS), Claiton Scherer e Juliana Charrão (UFRGS), Mário Assine e Lucas Warren (UNESP), Ismar de Souza Carvalho e Leonardo Borghi (DGEO - UFRJ), Alexander Kellner (Museu Nacional - UFRJ), Chris Fielding (Earth and Atmospheric Sciences, University of Nebraska at Lincoln), Luciano Magnavita (Petrobras, RJ), Gilmar Vital Bueno (UFF), Alexandre Magno Sales (URCA-CE – *in memoriam*), Álamo Saraiva (URCA-CE), Beltrão Sabadia (DGEO-UFC – *in memoriam*), José Nogueira Neto (UFG), Daniel Chagas (UFG), Maria Somália Viana (UVA-CE), Narendra Srivastava, Francisco Hilário Bezerra, Francisco Pinheiro de Lima Filho, Valéria Córdoba e Emanuel Jardim de Sá (UFRN), Antônio Jorge Garcia e Felipe Figueiredo (UFS), Michael Holz (UFBA), Clovis Vaz Parente e Daniel Nascimento Jr. (DGEO-UFC), Zenilda Batista (UFAL), Sidney Tesser Jr. (Weatherford International Co.), Diógenes Lemos e Acioli Menezes Filho (Mineração Caraíba S/A), Leandro Durval (ITEP/PE), Jadson Araújo, Bruno Buarque e Bruno Yves Souza (Petrobras), Ricardo Castro, Patrícia Jesuíno, Breno Costa, Marcondes Assis, André Santos e Ian Cavalcanti. Agradecemos também ao 4º Distrito do DNPM (Recife, PE), por facilitar o acesso aos testemunhos do Projeto Santana II na pessoa do Superintendente geólogo Paulo Jaime Alheiros. Agradecimentos são devidos, ainda, aos editores e revisores da *Revista Geologia USP. Série Científica*, pelas valiosas sugestões que incrementaram este manuscrito e pelo atendimento de nossas solicitações.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, S. M. O., Batista, Z. V., Melo, R. M., Barroso, F. R., Freitas, W. R. A. (2016). Novos Registros Icnofossilíferos da Formação Cariri, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *X Congresso Latino Americano de Paleontologia*. Lima.
- Almeida, F. F. M. (1967). *Origem e evolução da plataforma brasileira*. Boletim 236. Rio de Janeiro: DGM/DNPM. 36 p.
- Almeida, F. F. M., Hasui, Y., Brito Neves, B. B., Fuck, R. A. (1977). Províncias Estruturais Brasileiras. *VIII Simpósio de Geologia do Nordeste*. Campina Grande: SBG – Núcleo Nordeste. p. 363-391.
- Almeida, F. F. M., Hasui, Y., Brito Neves, B. B., Fuck, R. A. (1981). Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Science Review*, 17(1-2), 1-29. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(81\)90003-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(81)90003-9)
- Almeida, R. P., Janikian, L., Fragoso-Cesar, A. R. S., Marconato, A. (2009). Evolution of a rift basin dominated by subaerial deposits: the Guaritas Rift, Early Cambrian, Southern Brazil. *Sedimentary Geology*, 217(1-4), 30-51. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2009.01.010>
- Anjos, N. F. R. (1964). *Mise em Valeur du Bassin du Jaguaribe*. ASMIC/SUDENE, 180 p.
- Arai, M. (2006). Revisão estratigráfica do Cretáceo Inferior das Bacias Interiores do Nordeste do Brasil. *Geociências*, 25(1), 7-15. Disponível em: <https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/25_1/1.pdf>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Arai, M. (2014). Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective. *Brazilian Journal of Geology*, 44(2), 339-350. <https://doi.org/10.5327/Z2317-4889201400020012>
- Arai, M., Assine, M. L. (2018). Novas datações palinológicas da Formação Romualdo (Bacia do Araripe): sua implicação no arcabouço estratigráfico da sucessão aptiano–albiano das bacias brasileiras. *XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia*. Rio de Janeiro: SBG. p. 1306.
- Arai, M., Assine, M. L. (2020). Chronostratigraphic constraints and paleoenvironmental interpretation of the Romualdo Formation (Santana Group, Araripe Basin, Northeastern Brazil) based on palynology. *Cretaceous Research*, 116, 104610. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2020.104610>
- Arai, M., Coimbra, J. C. (1990). Análise paleoecológica do registro das primeiras ingressões marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior, Chapada do Araripe). *I Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste*. Crato: DNPM/SBP/SBG. p. 225-239.
- Arai, M., Coimbra, J. C., Silva-Telles Jr., A. C. (2001). Síntese Bioestratigráfica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil). *II Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste*. Crato: DNPM/SBP/SBG. (Coleção Chapada do Araripe, n. 1). p. 109-117.
- Arai, M., Hashimoto, A. T., Uesugui, N. (1989). Significado cronoestratigráfico da associação microflorística do Cretáceo Inferior do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 3(1-2), 87-103.
- Araújo, B. C., Morales, N., Assine, M. L., Pellegrini, B. S. (2008). Formação Abaiara da Bacia do Araripe: importante registro da fase rifte no interior do Nordeste do Brasil. *XLIV Congresso Brasileiro de Geologia*. Curitiba: SBG. p. 120.
- Araújo, J. T., Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Lemos, D. R., Barbosa, J. A., Lima Filho, M. (2010). Sedimentary facies analyses of Rift Initiation to Rift Climax stages on outcrops along the transnordestina railroad, Araripe Basin, Northeastern Brazil. *18th International Sedimentological Congress*. Mendoza. p. 116.
- Asmus, H. E., Ponte, F. C. (1973). The Brazilian Marginal Basins. In: A. E. M. Nairn, F. G. Stehili (Eds.), *The South Atlantic* (p. 87-133). Boston: Springer. http://doi.org/10.1007/978-1-4684-3030-1_3
- Assine, M. L. (1990). *Sedimentação e Tectônica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil*. Dissertação (Mestrado). Rio Claro: IGCE/UNESP, 124 p.
- Assine, M. L. (1992). Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 22(3), 289-300. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1992289300>
- Assine, M. L. (1994). Paleocorrentes e paleogeografia na Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 24(4), 223-232. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1994223232>
- Assine, M. L. (2007). Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2), 371-389.
- Assine, M. L., Morales, N., Chagas, D. B., Freitas, F. I. (2006). Formação Arajara da Bacia do Araripe: fato ou ficção? *43º Congresso Brasileiro de Geologia*. Aracaju, 2006. p. 103.

- Assine, M. L., Perinotto, J. A. J., Custódio, M. A., Neumann, V. H. M. L., Varejao, F. G., Mescolotti, P. C. (2014). Sequências deposicionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 22(1), 3-28.
- Aureliano, T., Ghilardi, A. M., Duque, R. R. C., Barreto, A. M. F. (2014). On the occurrence of Pterosauria in Exu, Pernambuco (Lower Cretaceous Romualdo Formation, Araripe Basin), Northeastern Brazil. *Estudos Geológicos*, 24(2), 15-27. <https://doi.org/10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v24n2p15-27>
- Báez, A. M., Moura, G. J. B., Gómez, R. O. (2009). Anurans from the Lower Cretaceous Crato Formation of northeastern Brazil, implications for the early divergence of neobatrachians. *Cretaceous Research*, 30(4), 829-846. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2009.01.002>
- Barbosa, J. A., Hessel, M. H., Nascimento, M. C., Neumann, V. H. M. L. (2006). Ocorrência de *Taenidium barreti* na Formação Rio da Batateira, Cretáceo da Bacia do Araripe. *Estudos Geológicos*, 16(1), 50-60. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281749171_Ocorrencia_de_Taenidium_barreti_na_Formacao_Rio_da_Batateira_Cretaceo_da_Bacia_do_Araripe>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Barreto Junior, A. M. (2020). *Estudo estratigráfico e petrográfico da Formação Missão Velha, Jurássico Superior da Bacia do Araripe*. Dissertação (Mestrado). Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 83 p.
- Barros, C. L. (2010). *Ostracodes da Formação Brejo Santo (Neojúrrássico?), Sub-Bacia leste do Araripe, Nordeste do Brasil, Implicações bioestratigráficas*. Dissertação (Mestrado). Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 100 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6068>>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Barros, C. L., Fambrini, G. L., Galm, P. C., Agostinho, S. (2011). Ostracodes da Formação Brejo Santo (Neojúrrássico?), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, implicações paleoambientais e sistemática paleontológica. *Estudos Geológicos*, 21(1), 105-122. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277712749_Ostracodes_da_Formacao_Brejo_Santo_Neojurassico_Bacia_do_Araripe_Nordeste_do_Brasil_implicacoes_paleoambientais_e_sistemica_paleontologica>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Barros, F. C. (1963). Sobre a sistemática da Série do Araripe. *Revista Engenharia Minas Metal*, 218, 52.
- Batista, Z. V. (2010). *Estudos de proveniência e eventos diagenéticos da Formação Mauriti, Bacia do Araripe*. Dissertação (Mestrado). Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 113 p.
- Batista, Z. V. (2015). *Caracterização faciológica, petrográfica e diagenética das sequências basais das bacias do Parnaíba, Araripe, Lavras da Mangabeira e São José do Belmonte: contribuição às possíveis correlações dos Arenitos Basais e suas implicações geotectônicas*. Tese (Doutorado). Recife: Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 234 p.
- Batista, Z. V., Agostinho, S. M. O., Lima-Filho, M. F., Vieira, M. M., Freitas, W. R. A. (2013). Associação de Fácies e Sistemas Depositionais da Formação Cariri, parte leste da Bacia do Araripe. *Estudos Geológicos*, 23(2), 45-58. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/estudosgeologicos/>>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Batista, Z. V., Agostinho, S. M. O., Melo, R. M., Freitas, W. R. A. (2015). Ocorrência do icnogênero (?) *Planolites* na Formação Cariri, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *XXIV Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 1, 167-167. Crato: SBG.
- Batista, Z. V., Valença, L. M. M., Agostinho, S. M. O., Neumann, V. H. M. L., Santos, C. A., Fambrini, G. L. (2012). Análise de fácies da Formação Cariri, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Estudos Geológicos*, 22(1), 3-20. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/estudosgeologicos/>>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Batista, Z. V., Valença, L. M. M., Neumann, V. H. M. L., Fambrini, G. L., Lima-Filho, M. F., Barbosa, J. A., Morais, A. S., Santos, C. A. (2008). Origem e Proveniência dos arenitos da Formação Mauriti, Bacia do Araripe. *XLIV Congresso Brasileiro de Geologia*, p. 952. Curitiba: SBG.
- Bernardes de Oliveira, M. E. C., Dicher, D., Barreto, A. M. F., Ricardi-Branco, F., Mohr, B., Castro-Fernandes, M. C. (2002). Crato Member taphoflora, Santana Formation, Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeastern Brazil, state of the art. *VI Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil/2º Simpósio sobre el Cretacico de America del Sur*, p. 61-65. São Pedro.
- Berthou, P. Y. (1990). Le bassin d'Araripe et les petits bassins intracontinentaux voisins (N.E. du Brésil), formation et evolution dans le cadre de l'ouverture de l'Atlantique Equatorial. Comparasion avec les bassins ouest-Africains situés dans le même context. *I Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste*, p. 113-134. Crato: DNPM/SBP/SBG.

- Berthou, P. Y. (1994). Critical analysis of the main publications about the stratigraphical framework of the Paleozoic and Mesozoic sedimentary deposits in the Araripe Basin (Northeastern Brazil). *III Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, p. 123-126. Rio Claro.
- Berthou, P. Y., Depehces, K., Campos, D. A., Herein, J. P., Pierres, C. (1988). New data on sedimentation, paleoenvironment and stratigraphy of the Chapada do Araripe. *Revista Brasileira de Geociências*, 18(3), 315.
- Beurlen, K. (1962). A geologia da Chapada do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 34(3), 365-370.
- Beurlen, K. (1963). Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. *XVII Congresso Brasileiro Geologia*. Recife: SBG/SUDENE.
- Beurlen, K. (1966). Novos equinóides no Cretáceo do Nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 389(3-4), 455-464.
- Beurlen, K. (1971). As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 43(supl.), 411-415.
- Braun, O. P. G. (1966). *Estratigrafia dos Sedimentos da Parte Inferior da Região Nordeste do Brasil (Bacias do Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe)*. Rio de Janeiro: Divisão de Geologia e Mineralogia/DNPM, 75 p. (Boletim n. 236).
- Brito, L. M. (1987). As unidades litoestratigráficas da passagem Jurássico-Cretáceo do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 17(2), 81-85.
- Brito, P. M., Bertini, R. J., Martill, D. M., Salles, L. O. (1994). Vertebrate fauna of the Missão Velha Formation (Lower Cretaceous, NE, Brazil). *III Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, p. 139-140. Rio Claro.
- Brito Neves, B. B. (1990). A Bacia do Araripe no contexto geotectônico regional. *I Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste*, p. 21-33. Crato: DNPM/SBP/SBG.
- Brito Neves, B. B., Santos, E. J., Van Schmus, W. R. (2000). Tectonic history of the Borborema Province. In: U. G. Cordani, E. J. Milani, A. Thomaz Filho, D. A. Campos. *Tectonic evolution of the South America. 31st International Geological Congress*, 151-182. Rio de Janeiro.
- Buarque, B. V. (2012). *Mapeamento Geológico da área localizada na cidade de Abaiara - CE com ênfase na análise de fácies das unidades das fases pré-rifte e rifte, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil*. Monografia de Graduação em Geologia. Recife: Departamento de Geociências, UFPE. 81 p.
- Campos, D. A., Kellner, A. W. A. (1985). Panorama of the Flying Reptiles Study in Brazil and South America. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 57(4), 453-466.
- Campos, D. A., Kellner, A. W. A. (1996). An unusual crested pterosaur from the Early Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16(3, Suppl.), 25A.
- Campos, D. A., Ligabue, G., Taque, P. (1984). Wing membrane and wing supporting fibers of a flying reptile from the Lower Cretaceous of the Chapada do Araripe (Aptian, Ceará State, Brazil). *Third Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems. Short Papers*, p. 37-39.
- Campos, D. A., Suarez, J. M., Riff, D., Kellner, A. W. A. (2001). Short note on a new Baurusuchidae (Crocodyliformes, Metasuchia) from the Upper Cretaceous of Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Geologia*, (57), 1-7.
- Caputo, M. V., Crowell, J. C. (1985). Migration of glacial centers across Gondwana during Paleozoic Era. *Geological Society of America Bulletin*, 96(8), 1020-1036. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1985\)96<1020:MOGCAG>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1985)96<1020:MOGCAG>2.0.CO;2)
- Caputo, M. V., Lima, E. C. (1984). Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande – Bacia do Pamaíba. *XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*, 2, 740-753. Rio de Janeiro: SBG.
- Carvalho, I. S., Leonardi, G., Rios-Netto, A. M., Borghi, L., Freitas, A. P., Andrade, J. A., Freitas, F. I. (2020). Dinosaur trampling from the Aptian of Araripe Basin, NE Brazil, as tools for paleoenvironmental interpretation. *Cretaceous Research*, 117, 104626. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2020.104626>
- Carvalho, I. S., Viana, M. S. S. (1993). On the conchostraceans of the Araripe basin. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 65, 181-188.
- Carvalho, I. S., Viana, M. S. S., Lima Filho, M. F. (1995). Os icnofósseis de dinossauros da Bacia do Araripe (Cretáceo Inferior, Ceará-Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 67(4), 433-442.
- Carvalho, R. R., Neumann, V. H. M. L., Fambrini, G. L., Assine, M. L., Vieira, M. M., Rocha, D. E. G. A., Ramos, G. M. S. (2018). The basal siliciclastic Silurian-Devonian Tacaratu Formation of the Jatobá Basin, analysis of fácies, provenance and palaeocurrents. *Journal of South American Earth Sciences*, 88, 94-106. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.07.004>

- Carvalho, R. R., Neumann, V. H. M. L., Fambrini, G. L., Vieira, M. M., Rocha, D. E. G. A. (2010). Origem e Proveniência das Sequência Siliciclástica Inferior da Bacia do Jatobá. *Estudos Geológicos*, 20(2), 113-127. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/259079530_Origem_e_proveniencia_da_Sequencia_Siliciclastica_inferior_da_Bacia_do_Jatoba/>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Castro, H. R. S., Figueiredo, F. T., Franco, L. S., Gomes, P. V. O., Soares, I. R., Andrade, L. L., Ramos, M. A. C., Moraes, J. D. S. (2019). Fácies distribution as a response to early rift tectonic activity in the Sergipe-Alagoas basin, northeastern Brazil. *Sedimentary Geology*, 383, 216-237. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2019.01.008>
- Castro, J. C., Valença, L. M. M., Neumann, V. H. M. L. (2006). Ciclos e sequências deposicionais das formações Rio da Batateira e Santana (Andar Alagoas), Bacia do Araripe, Brasil. *Geociências*, 25(3), 289-296.
- Castro, R. G., Silva, T. L. S., Fambrini, G. L., Souza Neto, J. A., Pereira, R. (2017). Caracterização geoquímica de folhelhos betuminosos na Formação Ipubi, Bacia do Araripe, NE do Brasil. *Geochimica Brasiliensis*, 31(1), 11-27. <https://doi.org/10.21715/GB2358-2812.2017301011>
- Castro-Leal, M., Figueiredo, F. J., Brito, P. M. (1998). The caudal skeleton of *Paraelops cearensis* (Teleostei, Elopomorpha) from the Chapada do Araripe, Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 18(3), 32-33.
- Catto, B., Jahnert, R. J., Warren, L. V., Varejao, F. G., Assine, M. L. (2016). The microbial nature of laminated limestones, Lessons from the Upper Aptian, Araripe Basin, Brazil. *Sedimentary Geology*, 341, 304-315. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2016.05.007>
- Cavalcanti, V. M. M., Viana, M. S. S. (1992). Revisão estratigráfica da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 64(2), 155-168.
- Cesero, P., Ponte, F. C. (1972). Análise comparativa da paleogeologia dos litorais atlânticos brasileiro e africano. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 11(1), 1-18.
- Chagas, D. B. (2006). *Litoestratigrafia da Bacia do Araripe, reavaliação e propostas para revisão*. Dissertação (Mestrado). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, 127 p.
- Chagas, D. B., Assine, M. L., Freitas, F. I. (2007). Fácies Sedimentares e ambientes deposicionais da Formação Barbalha no Vale do Cariri, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Geociências*, 26(4), 313-322.
- Coimbra, J. C., Arai, M., Carreño, A. L. (2002). Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from Araripe basin, Northeastern Brazil, a stratigraphical approach. *Geobios*, 35(6), 687-698. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(02\)00082-7](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(02)00082-7)
- Costa, A. B. S., Córdoba, V. C., Jardim de Sá, E. F., Scherer, C. M. S. (2014). Diagênese dos arenitos da Tectonossequência Rifte na Bacia do Araripe, NE do Brasil. *Brazilian Journal of Geology*, 44(3), 457-470. <https://doi.org/10.5327/Z2317-4889201400030008>
- Custódio, M. A., Quaglio, F., Warren, L. V., Simões, M. G., Fürsich, F. T., Perinotto, J. A. J., Assine, M. L. (2017). The transgressive-regressive cycle of the Romualdo Formation (Araripe Basin), sedimentary archive of the Early Cretaceous marine ingression in the interior of Northeast Brazil. *Sedimentary Geology*, 359, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2017.07.010>
- Da Rosa, A. A. S., Garcia, A. J. V. (2000). Palaeobiogeographic aspects of northeast Brazilian basins during the Berriasian before the break up of Gondwana. *Cretaceous Research*, 21(2-3), 221-239. <https://doi.org/10.1006/crel.2000.0209>
- Della Fávera, J. C. (1987). Tempestades como agente de poluição ambiental e mortandade em massa no passado geológico, casos da Formação Santana (Bacia do Araripe) e Iratí (Bacia do Paraná). *Boletim de Geociências da Petrobras*, 1(2), 239-240.
- Dentzien-Dias, P. C., Figueiredo, A. E. Q., Pinheiro, F., Schultz, C. (2010). Primeira evidência icnológica de um tetrápode natante no Membro Crato (Cretáceo Inferior), Formação Santana (Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil). *Revista Brasileira de Paleontologia*, 13(3), 257-260. <https://doi.org/10.4072/rbp.2010.3.09>
- Duarte, L. (1985). Vegetais fósseis da Chapada do Araripe. In: D. A. Campos (ed.), *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*, p. 557-563. Brasília: Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral. Série Geologia.
- Fabin, C. E., Correia Filho, O. J., Alencar, M. L., Barbosa, J. A., Miranda, T. S., Neumann, V. H. M. L., Gomes, I. F., Santana, F. R. (2018). Stratigraphic Relations of the Ipubi Formation, Siliciclastic- Evaporitic Succession of the Araripe Basin. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(2 Supl. 1), 2049-2071. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170526>
- Fambrini, G. L., Batista, Z. V., Neumann, V. H. M. L., Valença, L. M. M., Agostinho, S. M., Menezes-Filho, J. A. B. (2013a). Sedimentary facies analysis of Cariri Formation, Sineclisis stage, Araripe Basin, Northeast Brazil. *6th Latin American Congress of Sedimentology*. São Paulo.

- Fambrini, G. L., Buarque, B. V., Menezes-Filho, J. A. B., Valença, L. M. M., Araújo, J. T., Neumann V. H. M. L. (2012a). Análise estratigráfica da Formação Abaiara (Neocomiano), Bacia do Araripe, NE do Brasil, implicações para a implantação da fase rifte das bacias fanerozóicas brasileiras. *XLVI Congresso Brasileiro de Geologia*. Santos: SBG.
- Fambrini, G. L., Lemos, D. R., Menezes-Filho, J. A. B., Araújo, J. T., Silva-Filho, W. F., Neumann, V. H. M. L., Lima-Filho, M., Varela, B. B. (2011a). Análise da Tectônica Rifte na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, Implicações para a Geração e Acumulação de Hidrocarbonetos. *VI Congresso Brasileiro em P&D em Petróleo e Gás*. Florianópolis: UFSC. Disponível em: <http://www.portalabpg.org.br/site_portugues/anais/anais6/publicacoes/repositorio/trabalhos/44090111062011477.pdf>. Acesso em: 9 out. 2020.
- 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. (2011b). Estratigrafia, Arquitetura Depositional 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. *Geologia USP. Série Científica*, 11(2), 55-87. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2011000200004>
- Fambrini, G. L., Menezes-Filho, J. A. B., Jesuíno, P. C. L., Araújo, J. T., Durval, L. G. L., Neumann, V. H. M. L. (2015a). Sucessão faciológica da Formação Barbalha (Aptiano), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Estudos Geológicos*, 25, 137-164. <http://doi.org/10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v25n1p137-164>
- Fambrini, G. L., Menezes-Filho, J. A. B., Jesuíno, P. C. L., Silvestre, D. C., Lemos, D. R., Neumann, V. H. M. L. (2016). Caracterização Depositional da Formação Barbalha (Aptiano), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Comunicações Geológicas*, 103(1), 51-66.
- Fambrini, G. L., Menezes-Filho, J. A. B., Silvestre, D. C., Neumann, V. H. M. L. (2015b). Architectural and faciological characterization of fluvial Barbalha Formation, Araripe basin, northeastern Brazil. *Rain, Rivers and Reservoirs Workshop*. São Paulo: USP/UNICAMP/BRITISH COUNCIL-UK.
- Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Barros, C. L., Galm, P. C., Agostinho, S. M., Araújo J. T., Menezes Filho, J. A. B. (2011c). Análise de fácies da Formação Brejo Santo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, implicações paleogeográficas. *XXIV Simpósio de Geologia do Nordeste*, p. 267. Aracaju: SBG.
- Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Barros, C. L., Galm, P. C., Agostinho, S. M., Araújo J. T., Menezes-Filho, J. A. B. (2012b). Análise de fácies da Formação Brejo Santo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, implicações paleogeográficas. *Estudos Geológicos*, 22, 131-155. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/estudosgeologicos/>>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Barros, C. L., Silva, S. M. O. A., Galm, P. C., Menezes-Filho, J. A. B. (2013b). Análise estratigráfica da Formação Brejo Santo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, implicações paleogeográficas. *Geologia USP. Série Científica*, 13(4), 3-28. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X201300040001>
- Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Buarque, B. V., Menezes-Filho, J. A. B., Silva-Filho, W. F. (2013c). Fácies and depositional systems of Missão Velha Formation (Neojurassic-Eocretaceous), Araripe Basin, Northeast Brazil, paleogeographic and tectonic implications. *6th Latin American Sedimentological Congress*, p. 25. São Paulo
- Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Lemos, D. R., Araújo, J. T., Buarque, B. V., Menezes-Filho, J. A. B., Silva-Filho, W. F., Barros, C. L. (2011d). Significado tectônico da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *XIII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos/VII International Symposium on Tectonics*, p. 414-417. Campinas.
- Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Lemos, D. R., Araújo, J. T., Lima-Filho, M. F., Tesser Jr., S. (2010a). Fácies and architectural elements of Missão Velha Formation (Upper Jurassic-Eocretaceous), Araripe Basin, Northeastern Brazil. *XVIII International Sedimentological Congress*, p. 332. Mendoza: IAS/Petrobras.
- Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Lemos, D. R., Araújo, J. T., Lima-Filho, M. F., Tesser Jr., S. (2010b). Stratigraphy and sedimentology of Rift Initiation to Rift Climax stages of the Araripe Basin, Northeastern Brazil, new considerations. *XVIII International Sedimentological Congress*, p. 104. Mendoza: IAS/Petrobras.
- Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Menezes-Filho, J. A. B., Silva-Filho, W. F., Oliveira, E. V. (2017). Facies architecture of fluvial Missão Velha Formation (Neojurassic-Eocretaceous), Araripe Basin, Northeast Brazil, paleogeographic and tectonic implications. *Acta Geologica Polonica*, 67(4), 515-545. <https://doi.org/10.1515/agp-2017-0029>
- 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. (2008). Eventos de subsidência e instalação de sistemas lacustres na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *XLIV Congresso Brasileiro de Geologia*, p. 118. Curitiba: SBG.

- 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. (2007). Sistemas lacustres da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, resposta à subsidência e tectônica de bacias rifte. *XXII Simpósio Geologia do Nordeste*, p. 101. Natal: SBG-Núcleo Nordeste.
- Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Valença, L. M. M., Batista, Z. V., Araújo, J. T., Lemos, D. R., Tesser Jr., S., Menezes Filho, J. A. B. (2010c). Análise de fácies da Formação Mauriti, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *XLV Congresso Brasileiro de Geologia*. Belém: SBG.
- Fambrini, G. L., Silva-Filho, W. F., Lemos, D. R., Silvestre, D. C., Araújo J. T., Menezes-Filho, J. A. B., Tesser Jr., S., Neumann, V. H. M. L. (2019a). Análise tectonossedimentar das fases início de rifte e clímax de rifte da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Geologia USP. Série Científica*, 19(3), 205-236. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v19-150526>
- Fambrini, G. L., Silvestre, D. C., Menezes-Filho, J. A. B., Costa, I. C., Neumann, V. H. M. L. (2019b). Architectural and fácies characterization of the Aptian fluvial Barbalha Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil. In: P. W. M. Corbett, A. Owen, A. J. Hartley, S. Plapueyo, D. Barreto, C. Hackney, S. J. Kape (eds.), *River to Reservoir; Geoscience to Engineering*, 488, 119-150. Geological Society, London, Special Publications. <https://doi.org/10.1144/SP488-2017-275>
- Fambrini, G. L., Tesser Jr., S., Neumann, V. H. M. L., Souza, B. Y. C., Silva Filho, W. F. (2009). Fácies e sistemas deposicionais na área-tipo da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe, CE. *Estudos Geológicos*, 19(1), 163-191. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277712928_Facies_e_Sistemas_Deposicionais_na_Area-Tipo_da_Formacao_Missao_Velha_Bacia_do_Araripe_Nordeste_do_Brasil/>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Fambrini, G. L., Tesser Jr., S., Neumann, V. H. M. L., Souza, B. Y. C., Silva-Filho, W. F., Araújo J. T., Lemos, D. R. (2010d). Sedimentary fácies analysis and depositional systems of Missão Velha Formation in the type-area, Araripe Basin, northeastern Brazil, reservoir implications. *Rio Oil, Gas Expo and Conference*, 10 p. Rio de Janeiro.
- Fara, E., Saraiva, A. Á. F., Campos, D. A., Moreira, J. K. R., Siebra, D. C., Kellner, A. W. A. (2005). Controlled excavations in the Romualdo Member of the Santana Formation (Early Cretaceous, Araripe Basin, northeastern Brazil), stratigraphic, palaeoenvironmental and palaeoecological implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 218(1-2), 145-160. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2004.12.012>
- Farina, M. (1974). *Sequência plumbífera do Araripe*. Mineralização singenética sulfatada no Cretáceo sedimentar brasileiro. Recife: CPRM, 37 p.
- Feitosa, M. C. (1987). *Fácies Sedimentares e Modelo Depositional dos Arenitos Inferiores do Vale do Cariri*. Dissertação (Mestrado). Recife: UFPE, 73 p.
- Fernandes, A. C. S., Carvalho, I. S., Srivastava, N. K., Henriques, M. H. P., Reis, R.P.B. P. (1998). Icnofósseis da Bacia do Araripe (Formação Arajara-Cretácico) Brasil. *V Congresso Nacional de Geologia*, 84, A197-A200. Lisboa: Comunicações do Serviço Geológico de Portugal, Sociedade Geológica de Portugal.
- Figueiredo, R. G., Kellner, A. W. A. (2009). A new crocodylomorph specimen from the Araripe Basin (Crato Member, Santana Formation), northeastern Brazil. *Paläontologische Zeitschrift*, 83(2), 323-331. <https://doi.org/10.1007/s12542-009-0016-6>
- Freitas, F. I., Hessel, M. H., Nogueira Neto, J. A. (2008). Troncos fósseis da Formação Missão Velha na porção leste da Bacia do Araripe, Ceará. *Revista de Geologia*, 21(2), 193-206.
- Fürsich, F. T., Custódio, M. A., Matos, S. A., Hethke, M., Quaglio, F., Warren, L. V., Assine, M. L., Simões, M. G. (2019). Analysis of a Cretaceous (late Aptian) high stress ecosystem, The Romualdo Formation of the Araripe Basin, northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, 95, 268-296. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2018.11.021>
- Garcia, A. J. V., Wilbert, A. (1994). Paleogeographic evolution of Mesozoic pre-rift sequences in coastal and interior basins of northeastern Brazil. In: A. F. Embry, B. Beauchamps, D. J. Glass (Eds.), *Pangea, global environments and resources* (p. 123-130). Canadian Society of Petroleum Geologists. (CSPG. Memoir 17).
- Gaspary, J., Anjos, N. F. R. (1964). *Estudo Hidrogeológico de Juazeiro do Norte - Ceará*. Recife: SUDENE, 25 p. (Série Hidrogeologia 3).
- Ghignone, J. I. (1972). Ensaio de paleogeografia do Nordeste e as seqüências sedimentares. *XXVI Congresso Brasileiro de Geologia*, 3, 21-28. Belém: SBG.
- Ghignone, J. I., Couto, E. A., Assine, M. L. (1986). Estratigrafia e estrutura das Bacias do Araripe, Iguatu e Rio do Peixe. *XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia*, 1, 271-285. Goiânia: SBG.

- Goldberg, K., Premaor, E., Bardola, T., Souza, P. A. (2019). Aptian marine ingression in the Araripe Basin, Implications for paleogeographic reconstruction and evaporite accumulation. *Marine and Petroleum Geology*, 107, 214-221. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2019.05.011>
- Guzmán, J., Fambrini, G. L., Oliveira, E. V., Usma, C. C. (2015). Estratigrafia da Bacia de Jatobá, Estado da Arte. *Estudos Geológicos*, 25, 53-76. <https://doi.org/10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v25n1p53-76>
- Hashimoto, A. T., Appi, C. J., Soldan, A. L., Cerqueira, J. R. (1987). O neo-alagoas nas bacias do Ceará. Araripe e Potiguar (Brasil), caracterização estratigráfica e paleoambiental. *Revista Brasileira de Geociências*, 17(2), 118-122. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1987118122>
- Heimhofer, U., Ariztegui, D., Lenniger, M., Hesselbo, S. P., Martill, D. M., Rios-Netto, A. M. (2010). Deciphering the depositional environment of the laminated Crato fossil beds (Early Cretaceous, Araripe Basin, North-eastern Brazil). *Sedimentology*, 57(2), 677-694. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2009.01114.x>
- Heimhofer, U., Hochuli, P. A. (2010). Early Cretaceous angiosperm pollen from a low-latitude succession (Araripe Basin, NE Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 161(3-4), 105-126. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2010.03.010>
- Kellner, A. W. A. (1996a). Fossilized theropod soft tissue. *Nature*, 379, 32. <https://doi.org/10.1038/379032a0>
- Kellner, A. W. A. (1996b). New information on Anhanguera and the systematic position of the Anhangueridae (Pterosauria, Pterodactyloidea). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16(3 Supl.), 45A. <https://doi.org/10.1080/02724634.1996.10011371>
- Kellner, A. W. A. (1996c). Reinterpretation of a remarkably well preserved pterosaur soft tissue from the Early Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16(4), 718-722. <https://doi.org/10.1080/02724634.1996.10011360>
- Kellner, A. W. A. (1998). Panorama e perspectiva do estudo de répteis fósseis no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70(3), 647-676.
- Kellner, A. W. A. (1999). Short note on a new dinosaur (Theropoda, Coelurosauria) from the Santana Formation (Romualdo Member, Albian), Northeastern Brazil. *Boletim do Museu Nacional*, 49, 1-8.
- Kellner, A. W. A. (2002). Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe. In: C. Schobbenhaus, D. A., Campos, E. T., Queiroz, M., Winge, M. L. C., Berbert-Born (Eds.). *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil* (p. 121-130). Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM).
- Kellner, A. W. A., Campos, D. A. (2000). Brief review of dinosaur studies and perspectives in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 72(4), 509-538. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652000000400005>
- Kellner, A. W. A., Campos, D. A. (2002). The Function of the Cranial Crest and Jaws of a Unique Pterosaur from the Early Cretaceous of Brazil. *Science*, 297(5580), 389-392. <https://doi.org/10.1126/science.1073186>
- Kellner, A. W. A., Campos, D. A., Sayão, J. M., Saraiva, A. A. F., Rodrigues, T., Oliveira, G. R., Cruz, L. A., Costa, F. R., Silva, H. P., Ferreira, J. S. (2013). The largest flying reptile from Gondwana, a new specimen of Tropeognathus cf. T. mesembrinus Wellnhofer, 1987 (Pterodactyloidea, Anhangueridae) and other large pterosaurs from the Romualdo Formation, Lower Cretaceous, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(1), 113-135. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652013000100009>
- Kuchle, J., Scherer, C. M. D. S., Born, C. C., Alvarenga, R. D. S., Adegas, F. A. (2011). Contribution to regional stratigraphic correlations of the Afro-Brazilian depression – The Dom João Stage (Brotas Group and equivalent units – Late Jurassic) in Northeastern Brazilian sedimentary basins. *Journal of South American Earth Sciences*, 31(4), 358-371. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.02.007>
- Leonardi, G., Borgomanero, G. (1981). Sobre uma possível ocorrência de Ornithischia na Formação Santana, Chapada do Araripe (Ceará). *Revista Brasileira de Geociências*, 11(1), 1-4. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.198114>
- Lima, D. S. A., Piovesan, E. K., Sayão, J. M., Lima, F. J. (2020). Description and ontogeny of *Pattersoncypris minima* sp. nov. (Crustacea, Ostracoda), Araripe Basin, Northeast Brazil. *Zootaxa*, 4851(1), 171-179. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4851.1.8>
- Lima, M. R. (1978a). Estudo palinológico preliminar de um folhelho betuminoso da Formação Missão Velha, Chapada do Araripe. *Boletim IG-USP*, 9, 136-139. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-8978.v9i0p136-139>

- Lima, M. R. (1978b). Microfósseis da Formação Exu - Cretáceo do Nordeste do Brasil. *XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, 2, 965-969. Recife: SBG.
- Lima, M. R. (1978c). O paleoambiente deposicional da Formação Santana (Grupo Araripe) segundo evidências palinológicas. *XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, 2, 970-974. Recife: SBG.
- Lima, M. R. (1978d). *Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil)*. Tese (Doutorado). São Paulo: IG – USP, 335p. <https://doi.org/10.11606/T.44.1978.tde-16112015-153709>
- Lima, M. R. (1979). Considerações sobre a subdivisão estratigráfica da Formação Santana - Cretáceo do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 9(2), 116-121.
- Lima, M. R., Perinotto, J. A. J. (1984). Palinologia de sedimentos da parte superior da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe. *Geociências*, 3, 67-76.
- Long, L. E., Sial, A. N., Nekvasil, H., Borba, G. S. (1986). Origin of granite at Cabo de Santo Agostinho – Northeast Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 92(3), 341-350. <https://doi.org/10.1007/BF00572163>
- Lúcio, T., Souza Neto, J. A., Selby, D. (2020). Late Barremian / Early Aptian Re-Os age of the Ipubi Formation black shales, Stratigraphic and paleoenvironmental implications for Araripe Basin, northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 102, 102699. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102699>
- Mabesoone, J. M., Tinoco, I. M. (1973). Paleocology of Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 14(2), 97-118. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(73\)90006-0](https://doi.org/10.1016/0031-0182(73)90006-0)
- Mabesoone, J. M., Viana, M. S. S., Lima-Filho, M. F. (1999). Late Mesozoic history of sedimentary basins in the Brazilian Borborema Province before the final separation of South America and Africa 3, Paleogeography. *V Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, p. 326-621. Rio Claro: UNESP.
- Maisey, J. G. (Ed.). (1991). *Santana fossils, an illustrated atlas*. Neptune City: T. F. H. Publications, 459 p.
- Martill, D. M. (1988). Preservation of fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil. *Paleontology*, 31(1), 1-18.
- Martill, D. M. (1993). Fossil of the Santana and Crato formations, Brazil. In: D. M. Martill. *Field Guide to Fossils*, n. 5. Paleontological Association, 160 p.
- Martill, D. M. (2007). The age of the Cretaceous Santana Formation fossil Konservat Lagerstätte of north-east Brazil, a historical review and an appraisal of the biostratigraphic utility of its palaeobiota. *Cretaceous Research*, 28(6), 895-920. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2007.01.002>
- Martill, D. M., Loveridge, R., Heimhofer, U. (2007). Halite pseudomorphs in the Crato Formation (Early Cretaceous, Late Aptian-Early Albian), Araripe Basin, northeast Brazil, further evidence for hypersalinity. *Cretaceous Research*, 28(4), 613-620. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2006.10.003>
- Martill, D. M., Unwin, D. (1989). Exceptionally well preserved pterosaur wing membrane from the Cretaceous of Brazil. *Nature*, 340, 138-140. <https://doi.org/10.1038/340138a0>
- Martins-Neto, R. G. (1999). New Genus and new Species of Lepidoptera (Insecta, Eolepidopterigidae) from Santana Formation (Lower Cretaceous, Northeast Brazil). *V Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, p. 531-535.
- Martins-Neto, R. G., Godoy, V. M. (1999). Sobre a diversidade e variabilidade morfológica da fauna de Auchenorrhyncha (Insecta) da Formação Santana (Cretáceo inferior do Nordeste do Brasil). In: *V Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, Boletim, p. 537-538.
- Martins-Neto, R. G., Rodrigues, V. Z. (2009). New Neuroptera (Insecta, Os mylidae and Mesochrysopidae) from the Santana Formation, Lower Cretaceous of northeast Brazil. *Gaea – Journal of Geosciences*, 5(1), 15-20. <https://doi.org/10.4013/gaea.2009.51.02>
- Matos, R. M. D. (1999). History of the northeast Brazilian rift system, kinematic implications for the break-up between Brazil and West Africa. In: N. R. Cameron, R. H. Bate, V. S. Clure (Eds.), *The Oil and Gas Habitats of the South Atlantic*. Geological Society of London, Special Publication, 153(1), 55-73. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1999.153.01.04>
- Matos, R. M. D. (1992). The Northeast Brazilian rift system. *Tectonics*, 11(4), 766-791. <https://doi.org/10.1029/91TC03092>
- Medeiros, R. A., Ponte, F. C., Ponte Filho, F. C. (1997). Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Parte 2 - Análise de fácies. *II Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste*, p. 93-100. Crato: DNPM/SBP/SBG/ Universidade Regional do Cariri.

- Melo, R. M., Guzmán, J. G., Lima, D. S. A., Piovesan, E. K., Neumann, V. H. M. L., Sousa, A. J. (2020). New marine data and age accuracy of the Romualdo Formation, Araripe Basin, Brazil. *Scientific Reports*, 10, 15779. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72789-8>
- Menezes-Filho, J. A. B. (2012). *Mapeamento geológico da área localizada a sudoeste da cidade de Barbalha-CE com ênfase na análise de fácies da Formação Barbalha, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil*. Monografia (Graduação em Geologia). Recife: Departamento de Geologia, UFPE, 98p.
- Menezes-Filho, J. A. B., Fambrini, G. L., Neumann, V. H. M. L., Rocha, D. E. G. A., Barbosa, J. A., Buarque, B. V. (2011). Análise de fácies sedimentares aplicada a estudos de reservatórios em depósitos fluviais da Formação Rio da Batateira e carbonáticos da Formação Crato, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, resultados preliminares. *VI Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - PDPETRO*. Florianópolis. 8 p.
- Menor, E. A., Cavalcanti, V. M. M., Sena, R. B. (1993). Os eventos evaporíticos da Formação Santana, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista de Geologia*, 6, 93-104.
- Mesquita, Á. F., Silva, F. É. Y., Sabadia, J. A. B. (2011). Sequência Albiano-Cenomaniano da Bacia do Araripe, a necessária “Afinação” com o Código de Nomenclatura Estratigráfico. *XXIV Simpósio de Geologia do Nordeste*, p. 274. Aracaju: SBG/Núcleo NE.
- Moraes, J. F. S., Santos, J. S., Mascarenhas, J. C. (1976). *Projeto Santana*. Etapa I. Recife: DNPM/CPRM. v. 1. 269p. (Relatório Final).
- Morley, C. K. (Ed.). (1999). Geoscience of Rift Systems - Evolution of East Africa. *American Association of Petroleum Geologists*, 44, 250p. <https://doi.org/10.1306/St44623>
- Morley, C. K. (2002). Evolution of Large Normal Faults, Evidence from Seismic Reflection Data. *American Association of Petroleum Geologists*, 86(6), 961-978. <https://doi.org/10.1306/61EEDBFC-173E-11D7-8645000102C1865D>
- Morley, C. K., Wescott, W. A., Stone, D. M., Harper, R. M., Wigger, S. T., Karanja, F. M. (1992). Tectonic evolution of the northern Kenyan Rift. *Journal of the Geological Society*, 149(3), 333-348. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.149.3.0333>
- Mounguengui, M. M., Lang, J., Guiraud, M., Jocktane, O. (2002). Sedimentary dynamics and structural geology of pre-rift deposits of interior Basin of Gabon. *Journal of African Earth Sciences*, 35(2), 315-329. [https://doi.org/10.1016/S0899-5362\(02\)00035-0](https://doi.org/10.1016/S0899-5362(02)00035-0)
- Nascimento, M. A. L., Souza, Z. S., Lima-Filho, M. F., Jardim de Sá, E. F., Cruz, L. R., Frutuoso Júnior, L. J., Almeida, C. B., Antunes, A. F., Silva, F. C. A., Guedes, I. M. G. (2004). Relações estratigráficas da Província Magmática do Cabo, Bacia de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Estudos Geológicos*, 14, 3-19. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/estudosgeologicos/>>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Nascimento Jr., D. R., Silva-Filho, W. F., Freire Jr., J. G., Santos, F. H. (2016). Syngenetic and diagenetic features of evaporite-lutite successions of the Ipubi Formation, Araripe Basin, Santana do Cariri, NE Brasil. *Journal of South American Earth Sciences*, 72, 315-327. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2016.10.001>
- Neumann, V. H. M. L. (1999). *Estratigrafia, sedimentología, geoquímica y diagénesis de los sistemas lacustres Aptienses-Albienses de la Cuenca de Araripe (Nordeste de Brasil)*. Tese (Doutorado). Barcelona: Universidad de Barcelona, 244p.
- Neumann, V. H. M. L., Assine, M. L. (2015). Stratigraphic Proposal to the Post-Rift I Tectonic-Sedimentary Sequence of Araripe Basin, Northeastern Brazil. *2nd International Congress on Stratigraphy*, Band 21, p. 274. Graz: Berichte des Institutes für Erdwissenschaften der Karl-Franzens-Universität Graz.
- Neumann, V. H. M. L., Borrego, A. G., Cabrera, L., Dino, R. (2003). Organic matter composition and distribution through the Aptian-Albian lacustrine sequences of the Araripe Basin, northeastern Brazil. *International Journal of Coal Geology*, 54(1-2), 21-40. [https://doi.org/10.1016/S0166-5162\(03\)00018-1](https://doi.org/10.1016/S0166-5162(03)00018-1)
- Neumann, V. H. M. L., Cabrera, L. (1999). Una nueva propuesta estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la cuenca de Araripe, nordeste de Brasil. *V Simpósio Cretáceo Brasileiro*, 279-285. Serra Negra.
- Neumann, V. H. M. L., Mabesoone, J. M., Viana, M. S. S. (2000). Late Jurassic to Mid-Cretaceous Lacustrine Sequences in the Araripe-Potiguar Depression of Northeastern Brazil. In: E. H. Gierlowski-Kordesch, K. R. Kelts. *Lake Basins through Space and Time*, 46, p. 197-208. Studies in Geology. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists. <https://doi.org/10.1306/St46706C16>

- Neumann, V. H. M. L., Rocha, D. E. G. A., Moraes, A. S., Sial, A. N., Taboada-Castro, M. T., Barbosa, J. A., Fambrini, G. L., Carvalho, R. R. (2010). Microfácies carbonáticas e comportamento isotópico de C e O nos calcários laminados aptianos lacustres da Serra Negra, Bacia do Jatobá, Nordeste do Brasil. *Estudos Geológicos*, 20(1), 89-100. Disponível em: <researchgate.net/publication/277712840_Microfácies_carbonáticas_e_comportamento_isotópico_de_C_e_O_nos_calcários_laminados_aptianos_lacustres_da_Serra_Negra_Bacia_do_Jatoba_Nordeste_do_Brasil/>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Oliveira, G. R., Kellner, A. W. A. (2007). A new side-necked turtle (Pleurodira, Pelomedusoides) from the Santana Formation (Early Cretaceous), Araripe Basin, northeastern Brazil. *Zootaxa*, 1425(1), 53-61. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1425.1.7>
- Oliveira, G. R., Kellner, A. W. A. (2015). Juvenile specimens of Araripemys Price, 1973 (Pelomedusoides, Araripemydidae) from the Crato Formation, Araripe Basin. *PeerJ PrePrints*, 3, e1134. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.919v1>
- Oliveira, G. R., Saraiva, A. A. F., Silva, H. P., Andrade, J. A. F. G., Kellner, A. W. A. (2011). First turtle from the Ipubi Formation (Early Cretaceous), Santana Group, Araripe Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 14(1), 61-66. <https://doi.org/10.4072/rbp.2011.1.06>
- Paula-Freitas, A. B. L. (2010). *Análise Estratigráfica do Intervalo Siliciclástico Aptiano da Bacia do Araripe (Formação Rio da Batateira)*. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Paula-Freitas, A. B. L., Borghi, L. (2011). Estratigrafia de alta resolução do intervalo siliciclástico aptiano da Bacia do Araripe. *Geociências*, 30(4), 529-543.
- Peixoto Batista, M. E., Barros, O. A., Silva, D. C., Silva, J. H. (2015). Ocorrência de Frenelopsis Schenk na Formação Ipubi da Bacia Sedimentar do Araripe, Nordeste do Brasil. *Paleontologia em Destaque*, 68, 88-88.
- Pereira, P. A., Cassab, R. C. T., Barreto, A. M. F. (2016). Cassiopidae gastropods, influence of Tethys Sea of the Romualdo Formation (Aptian–Albian), Araripe Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 70, 211-223. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2016.05.005>
- Pereira, R., Lima, F. J., Simbras, F. M., Bittar, S. M. B., Kellner, A. W. A., Saraiva, A. Á. F., Bantim, R. A. M., Sayão, J. M., Oliveira, G. R. (2020). Biomarker signatures of Cretaceous Gondwana amber from Ipubi Formation (Araripe Basin, Brazil) and their palaeobotanical significance. *Journal of South American Earth Sciences* (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102413>
- Petri, S. (1987). Cretaceous paleogeographic maps of Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 59, 117-168. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(87\)90077-0](https://doi.org/10.1016/0031-0182(87)90077-0)
- Pires, E. F., Guerra-Sommer, M. (2009). Plant–arthropod interaction in the Early Cretaceous (Berriasian) of the Araripe Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 27(1), 50-59. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2008.09.004>
- Pons, D., Berthou, P. Y., Campos, D. A. (1990). Quelques observations sur la palynologie de l’Aptien Supérieur el del’Albien du bassin d’Araripe (N.E. du Brésil). *I Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste*, p. 241-252. Crato: DNPM/SBP/SBG.
- Ponte, F. C. (1992a). Origem e evolução das pequenas bacias cretácicas do interior do Nordeste do Brasil. *II Simpósio sobre Bacias Cretácicas Brasileiras*, p. 55-58. Rio Claro: UNESP/IGCE.
- Ponte, F. C. (1992b). Sistemas deposicionais na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *II Simpósio sobre Bacias Cretácicas Brasileiras*, p. 81-84. Rio Claro: UNESP/IGCE.
- Ponte, F. C. (1994). Extensão paleogeográfica da Bacia do Araripe no Mesocretáceo. *III Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, p. 131-135. Rio Claro.
- Ponte, F. C. (1996). Arcabouço estrutural da Bacia do Araripe. *IV Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, p. 169-177. Águas de São Pedro: UNESP/IGC.
- Ponte, F. C., Appi, C. J. (1990). Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. *XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 1, p. 211-226. Natal: SBG.
- Ponte, F. C., Arai, M., Dino, R., Silva-Telles Jr., A. C. (1990). Estratigrafia comparada das bacias sedimentares mesozóicas do interior do Nordeste do Brasil, uma síntese. *I Simpósio sobre as Bacias Cretáceas Brasileiras*, p. 61-64. Rio Claro: UNESP/IGCE.
- Ponte, F. C., Asmus, H. E. (1976). The Brazilian marginal basins, current state of knowledge. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 48, Supl., p. 215-239.

- Ponte, F. C., Asmus, H. E. (1978). Geological framework of the Brazilian continental margin. *Geologische Rundschau*, 67, 201-235. <https://doi.org/10.1007/BF01803262>
- Ponte, F. C., Medeiros, R. A., Ponte Filho, F. C. (1997). Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Parte 1 – Análise de seqüências. *II Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste*. Crato: DNPM/SBP/SBG.
- Ponte, F. C., Ponte Filho, F. C. (1996a). *Estrutura geológica e evolução tectônica da Bacia do Araripe*. Recife: Departamento Nacional da Produção Mineral, 4º e 10º Distritos Regionais, Delegacias do Ministério das Minas e Energia em Pernambuco e Ceará, 68 p.
- Ponte, F. C., Ponte Filho, F. C. (1996b). Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. *IV Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, p. 123-133. Águas de São Pedro: UNESP/IGC.
- Ponte-Filho, F. C., Ponte, F. C. (1992). Caracterização estratigráfica da Formação Abaiara, Cretáceo inferior da Bacia do Araripe. *II Simpósio sobre Bacias Cretáceas Brasileiras*, p. 61-64. Rio Claro: UNESP.
- Prado, G. M. E. M., Anelli, L. E., Petri, S., Romero, G. R. (2016). New occurrences of fossilized feathers, systematics and taphonomy of the Santana Formation of the Araripe Basin (Cretaceous), NE, Brazil. *PeerJ*, 4, e1916. <https://doi.org/10.7717/peerj.1916>
- Prado, L. A. C., Fambrini, G. L., Barreto, A. M. F. (2018). Taphonomy of macroinvertebrates and Albian marine ingression in the Romualdo Formation, Araripe Basin, Pernambuco, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 48(3), 519-531. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201820180048>
- Prado, L. A. C., Pereira, P. A., Sales, A. M. F., Barreto, A. M. F. (2015). Taphonomic and paleoenvironmental considerations for the concentrations of macroinvertebrate fossils in the Romualdo Member, Santana Formation, Late Aptian - Early Albian, Araripe Basin, Araripe, NE, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 62, 218-228. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.06.005>
- Price, L. (1971). A presença de Pterosauria no Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 43(Supl.), 451-461.
- Price, L. (1973). Quelônio Amphychelidia no Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 3(2), 84-95.
- Prosser, S. (1993). Rift-related Linked Depositional Systems and Their Seismic Expression. *Geological Society of London, Special Publication*, 71(1), 35-66. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1993.071.01.03>
- Regali, M. S. P. (1989). A idade dos evaporitos da plataforma continental do Ceará, Brasil, e sua relação com os outros evaporitos das bacias nordestinas. *Boletim IG-USP*, (7), 139-143. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-8078.v0i7p139-143>
- Regali, M. S. P. (2001). Palinoestratigrafia dos sedimentos cretácicos da bacia do Araripe e das bacias interiores do Nordeste, Brasil. *Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste*, p. 101-108.
- Regali, M. S. P., Santos, P. R. S. (1999). Palinoestratigrafia e geocronologia dos sedimentos albo-aptianos das Bacias de Sergipe e de Alagoas, Brasil. *V Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil/1º Simpósio sobre el Cretacico de America del Sur*, 411-419.
- Rios-Netto, A. M., Paula-Freitas, A. B. L., Carvalho, I. S., Regali, M. S. P., Borgui, L., Freitas, F. I. (2012a). Formalização estratigráfica do Membro Fundão, Formação Rio da Batateira, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 42(2), 281-292. <https://doi.org/10.5327/z0375-75362012000200005>
- Rios-Netto, A. M., Regali, M. S. P., Carvalho, I. S. (2018). Albiano na Bacia do Araripe: alguém viu? *XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia*. Anais... Rio de Janeiro: SBG, p. 2046.
- Rios-Netto, A. M., Regali, M. S. P., Carvalho, I. S., Freitas, F. I. (2012b). Palinoestratigrafia do intervalo Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 42(2), 331-342. <https://doi.org/10.5327/Z0375-75362012000200009>
- Rojas, F. E. M. (2009). *Estratigrafia de seqüências do intervalo Aptiano ao Albiano na Bacia do Araripe, NE do Brasil*. Dissertação (Mestrado). Natal: Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica – UFRN, 102 p.
- Rolim, J. L., Mabesoone, J. M. (1982). Um modelo de grande rio para as bacias rift do Recôncavo-Tucano-Jatobá (Purbeckiano-Aptiano, Nordeste do Brasil). *XXXII Congresso Brasileiro de Geologia*, 4, 1406-1412. Salvador: SBG.
- Sales, A. M. F. (2005). *Análise tafonômica das ocorrências fossilíferas de macroinvertebrados do Membro Romualdo (Albiano) da Formação Santana, Bacia do Araripe, NE do Brasil, significado estratigráfico e paleoambiental*. Tese (Doutorado). São Paulo: IGC – USP, 131p. <https://doi.org/10.11606/T.44.2005.tde-18092015-142827>

- Santos, E. J. (2000). *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. Belém do São Francisco. Folha SC.24-X-A. Estado de Pernambuco, Alagoas e Bahia. Escala 1:250.000. Geologia e metalogênese. Recife: CPRM.
- Santos, E. J., Nutman, A. P., Brito Neves, B. B. (2004). Idades SHRIMP U-Pb do Complexo Sertânia: implicações sobre a evolução tectônica da Zona Transversal, Província Borborema. *Geologia USP. Série Científica*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.5327/s1519-874x2004000100001>
- Santos Filho, E. B., Adami-Rodrigues, K., Lima, F. J., Bantim, R. A. M., Wappler, T., Saraiva, A. Á. F. (2019). Evidence of plant–insect interaction in the Early Cretaceous Flora from the Crato Formation, Araripe Basin, Northeast Brazil. *Historical Biology*, 31(7), 926-937. <https://doi.org/10.1080/08912963.2017.1408611>
- Saraiva, A. Á. F., Pralon, B. G. N., Gregati, R. A. (2009). Taxonomic remarks on Brazilian Cretaceous Decapoda from Araripe Basin, Brazil, and ecological inferences. *Gaea - Journal of Geoscience*, 5(2), 70-74. <https://doi.org/10.4013/GAEA.2009.52.03>
- Sayão, J. M., Saraiva, A. A. F., Uejima, A. M. K. (2011). New evidence of feathers in the Crato Formation supporting a reappraisal on the presence of Aves. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 83(1), 197-210. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652011000100010>
- Scherer, C. M. S., Goldberg, K., Bardola, T. (2015). Fácies architecture and sequence stratigraphy of an early post-rift fluvial succession, Aptian Barbalha Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil. *Sedimentary Geology*, 322, 43-62. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2015.03.010>
- Scherer, C. M. S., Jardim de Sá, E. F., Córdoba, V. C., Sousa, D. C., Aquino, M. M., Cardoso, F. M. C. (2014). Tectono-stratigraphic evolution of the Upper Jurassic–Neocomian rift succession, Araripe Basin, Northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 49, 106-122. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2013.10.007>
- Scherer, C. M. S., Lavina, E. L. C., Dias Filho, D. C., Oliveira, F. M., Bongioio, D. E., Aguiar, E. S. (2007). Stratigraphy and fácies architecture of the fluvial–aeolian–lacustrine Sergi Formation (Upper Jurassic), Recôncavo Basin, Brazil. *Sedimentary Geology*, 194(3-4), 169-193. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2006.06.002>
- Silva, J. H., Sousa Filho, F. E., Saraiva, A. A. F., Andrade, N. A., Viana, B. C., Sayão, J. M., Abagaro, B. T. O., Freire, P. T. C., Saraiva, G. D. (2013). Spectroscopic Analysis of a Theropod Dinosaur (Reptilia, Archosauria) from the Ipubi Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Journal of Spectroscopy*, 2013, 437439. <https://doi.org/10.1155/2013/437439>
- Silva, M. A. M. (1983). *The Araripe Basin, Northeastern Brazil, Regional Geology and Fácies Analysis of a Lower Cretaceous Evaporitic Depositional Complex*. Tese (Doutorado). Estados Unidos: Columbia University, 290 p.
- Silva, M. A. M. (1986a). Lower Cretaceous unconformity truncating evaporite-carbonate sequence, Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 16(3), 306-310. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1986306310>
- Silva, M. A. M. (1986b). Lower Cretaceous sedimentary sequences in the Araripe Basin, Northeastern Brazil, a revision. *Revista Brasileira de Geociências*, 16(3), 311-319. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1986311319>
- Silva, M. A. M. (1988). Evaporitos do Cretáceo da Bacia do Araripe, ambientes de deposição e história diagenética. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 2(1), 53-63.
- Silva, T. L. S. (2017). *Estudo Geocronológico pelo Método Re-Os em folhelhos pirobetuminosos da Formação Ipubi, Bacia do Araripe*. Dissertação (Mestrado). Recife: Departamento de Geologia – UFPE, 82 p.
- Silva-Santos, R., Valença, J. G. (1968). A Formação Santana e sua paleoictiofauna. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 40(3), 339-360.
- Silva-Telles Jr., A. C., Arai, M., Coimbra, J. C. (1991). Biocronoestratigrafia e paleoecologia da Bacia do Araripe. In: F. C. Ponte, A. T. Hashimoto, R. Dino (Coords.). *Geologia das Bacias Sedimentares Mesozóicas do Interior do Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro: Petrobras/CENPES/SUPE/DIVEX/SEBIPE.
- Silvestre, D. C., Fambrini, G. L., Costa, I. C. (2020). Análise Faciológica, Sistemas Depositionais e Estratigrafia de Sequências da Formação Barbalha (Aptiano Superior), Bacia do Araripe, Dados de Testemunhos de Sondagem. *Anuário do Instituto de Geociências UFRJ*, v. 43, n. 4, no prelo.
- Small, H. (1913). *Geologia e Suprimento de Água Subterrânea no Piauhye Parte do Ceará*. Recife: Insp. Obras Contra Secas, 80p. (Publicação 25).

- Sociedade Brasileira de Geologia (SBG). (1986). Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica. Guia de nomenclatura estratigráfica. *Revista Brasileira de Geociências*, 16(4), 370-415. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11939>>. Acesso em: 9 out. 2020.
- Spigolon, A. L. D., Lewan, M. D., Penteadó, H. L. B., Coutinho, L. F. C., Mendonça Filho, J. G. (2015). Evaluation of the petroleum composition and quality with increasing thermal maturity as simulated by hydrous pyrolysis, A case study using a Brazilian source rock with Type I kerogen. *Organic Geochemistry*, 83-84, 27-53. <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2015.03.001>
- Spix, J. B., Martius, C. F. P. (1828-31). *Reise in Brasilien in den Jahren 1817 bis 1820*. XVI, XVIII, LVI, 1388 pp. þ atlas 40 pp. 56 pls. München.
- Syrio, V. N., Rios-Netto, A. M. (2002). Ostracodes from the Rio da Batateira Formation (Lower Cretaceous, Araripe Basin), preliminary results on systematics, biostratigraphy and paleoecology. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 74(2), 369. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652002000200026>
- Teixeira, M. C., Mendonça Filho, J. G., Oliveira, A. D., Assine, M. L. (2017). Faciologia orgânica da Formação Romualdo (Grupo Santana, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe), caracterização da matéria orgânica sedimentar e interpretação paleoambiental. *Geologia USP. Série Científica*, 17(4), 19-44. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v17-347>
- Valença, L. M. M. (1987). *Estudos dos sedimentos que capeiam a Chpada do Araripe*. Dissertação (Mestrado em Geociências). Recife: UFPE, 82p.
- Valença, L. M. M., Neumann, V. H. M. L., Mabesoone, J. M. (2003). An overview on Callovian-Cenomanian intracratonic basins of Northeastern Brazil, onshore stratigraphic record of the opening of the southern Atlantic. *Geologica Acta*, 1(3), 261-275. <https://doi.org/10.1344/105.000001614>
- Varejão, F. G., Fürsich, F. T., Warren, L. V., Matos, S. A., Rodrigues, M. G., Assine, M. L., Sales, A. M. F., Simões, M. G. (2019). Microbialite fields developed in a protected rocky coastline: the shallow carbonate ramp of the Aptian Romualdo Formation (Araripe Basin, NE Brazil). *Sedimentary Geology*, 389, 103-120. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2019.06.003>
- Varejão, F. G., Warren, L. V., Perinotto, J. A. J., Neumann, V. H. M. L., Freitas, B. T., Almeida, R. P., Assine, M. L. (2016). Upper Aptian mixed carbonate-siliciclastic sequences from Tucano Basin, Northeastern Brazil, implications for paleogeographic reconstructions following Gondwana break-up. *Cretaceous Research*, 67, 44-58. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2016.06.014>
- Viana, C. F., Gama Jr., E. G., Simões, A., Moura, J. A., Fonseca, J. R., Alves, R. J. (1971). Revisão estratigráfica da Bacia Recôncavo/Tucano. *Boletim Técnico da Petrobras*, 146(3-4), 157-192.
- Viana, M. S. S., Neumann, V. H. M. L. (2002). Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE - Riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo. In: C. Schobbenhaus, D. A. Campos, E. T. Queiroz, M. Winge, M. L. C. Berbert-Born (Eds.), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil* (v. 1, p. 113-120). Brasília: DNPM/CPRM.
- Warren, J. K., Kendall, C. S. S. (1985). Comparison of sequences formed in marine sabkha (subaerial) and salina (subaqueous) setting-modern and ancient. *AAPG Bulletin*, 69(6), 1013-1023.
- Warren, L. V., Varejão, F. G., Quaglio, F., Simões, M. G., Fürsich, F. T., Poiré, D. G., Catto, B., Assine, M. L. (2017). Stromatolites from the Aptian Crato Formation, a hypersaline lake system in the Araripe Basin, northeastern Brazil. *Facies*, 63, 3. <https://doi.org/10.1007/s10347-016-0484-6>