

# Paleontologia: Cenários de Vida - Paleoclimas

Editores:

Ismar de Souza Carvalho

Maria Judite Garcia

Cecília Cunha Lana

Oscar Strohschoen Jr.

## Volume 5



EDITORA INTERCIÊNCIA



# PALEOAMBIENTES E PALEOCLIMA DURANTE O APTIANO NA BACIA DO PARNAÍBA (FORMAÇÃO CODÓ), NORDESTE DO BRASIL

## *PALEOENVIRONMENTS AND PALEOCLIMATE DURING THE APTIAN IN THE PARNAÍBA BASIN (CODÓ FORMATION), NORTHEASTERN BRAZIL*

Rafael Matos Lindoso & Ismar de Souza Carvalho

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, 21.949-900, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, Brasil

E-mails: [rlindoso@live.com](mailto:rlindoso@live.com), [ismar@geologia.ufrj.br](mailto:ismar@geologia.ufrj.br)

### RESUMO

---

Na Formação Codó, Bacia do Parnaíba, Nordeste do Brasil, estudos sedimentológicos, geoquímicos e estratigráficos têm caracterizado condições lacustres com influência marinha, bem como condições paleoclimáticas áridas a semi-áridas. No município de Brejo, nordeste do Maranhão, dados paleontológicos têm sido utilizados para melhor avaliar tais interpretações, o que tem possibilitado, por exemplo, aventar condições paleoambientais marinhas/estuarinas no topo desta unidade, e também episódios de mortandade em massa da paleobiota. Adicionalmente, estruturas de carstificação nesses depósitos podem sugerir um regime climático com alternância de condições quentes e úmidas. Contudo, apesar desta caracterização genérica, estudos mais detalhados de âmbito geológico e paleontológico são necessários para uma melhor definição dos aspectos paleoambientais e paleoclimáticos vigentes durante o Eocretáceo no nordeste brasileiro.

**Palavras-chave:** Formação Codó, Bacia do Parnaíba, Paleoclima

### ABSTRACT

---

In the Codó Formation, Parnaíba Basin, Northeastern Brazil, sedimentological, geochemical and stratigraphic studies have characterized lacustrine conditions with marine influence, as well arid to semi-arid paleoclimatic conditions. In the city of Brejo, Northeastern Maranhão, paleontological data have been used to better evaluate these interpretations, which has allowed suggest, for example, marine/estuarine paleoenvironmental conditions on top of this unit and also episodes of mass mortality of paleobiota. Additionally, karstification structures in those deposits may suggest a climate regime with alternating hot and humid conditions. However, despite this general characterization, more detailed geological and paleontological studies are needed to better define the paleoclimatic and paleoenvironmental aspects prevailing during the Early Cretaceous in Northeastern Brazil.

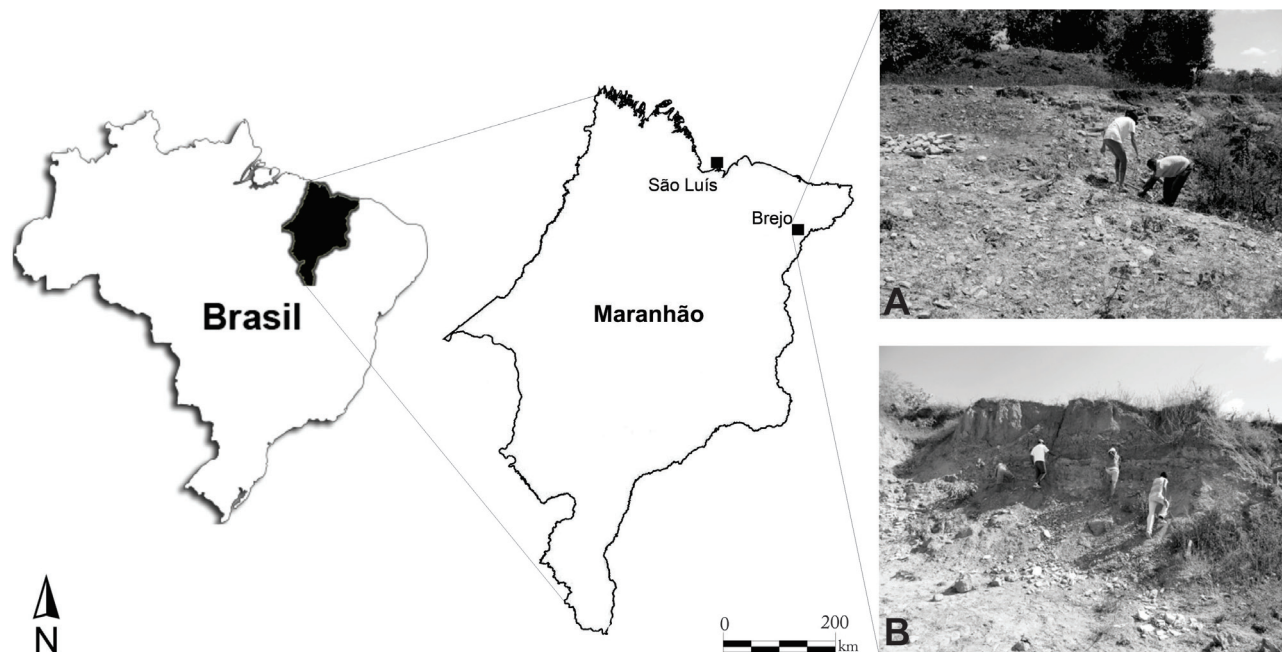
**Keywords:** Codó Formation, Parnaíba Basin, Paleoclimate

## 1. INTRODUÇÃO

Durante o Eocretáceo, eventos tectônicos globais, tais como o de Deriva Continental, deflagraram profundas modificações na biosfera da Terra. Inerentemente, tais eventos refletiram oscilações nos padrões de circulação oceânica e atmosférica, zoneamentos climáticos, distribuição continental e variações globais do nível do mar (Skelton, 2003).

Na Bacia do Parnaíba, nordeste do Brasil, a Formação Codó constitui uma importante unidade litoestratigráfica de idade aptiana, ricamente fossilífera, e com registro de episódios paleoambientais e paleoclimáticos globalmente correlacionáveis, tal como o evento anóxico global do limite Aptiano-Albiano (Antonioli, 2001). Nesta unidade, estudos sedimentológicos, geoquímicos e paleontológicos têm se concentrado, até o momento, na região centro-oriental do Maranhão, particularmente na cidade de Codó, onde a seção está bem representada ao longo de minas a céu aberto (Paz & Rossetti, 2001). Tais estudos têm sugerido um ambiente deposicional lacustre para a Formação Codó, com variação no teor de oxigênio e salinidade, resultando em episódios de mortandade em massa da paleobiota (Paz & Rossetti, 2001; Ramos *et al.*, 2006; Lindoso, 2012).

No município de Brejo, nordeste do Maranhão (Figura 1), novos sítios fossilíferos em duas localidades principais, Fazenda Perneta e Pedreira Faveirinha, têm provido uma fauna e flora diversificada, composta por plantas, gastrópodes, crustáceos, peixes e icnofósseis (Lindoso *et al.*, 2011). Evidências a partir de estruturas sedimentares e da paleobiota nesses sítios constituem bons indicadores paleoambientais e paleoclimáticos.



**Figura 1.** Mapa de localização da cidade de Brejo, Estado do Maranhão. Sítios fossilíferos Faveirinha (A) e Perneta (B).

O presente trabalho objetiva uma integração de dados disponíveis na literatura com evidências de campo, reunidos a partir de investigações conduzidas em depósitos da Formação Codó, os quais têm possibilitado melhor caracterizar aspectos paleoambientais e paleoclimáticos desta unidade litoestratigráfica mesozoica.

## 2. CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia do Parnaíba ocupa uma ampla área do nordeste ocidental brasileiro, com aproximadamente 600.000 km<sup>2</sup>. Uma das seqüências sedimentares mesozoicas desta bacia é a Formação Codó, inicialmente referida por Lisboa (1914) para designar folhelhos betuminosos associados a carbonatos no vale do rio Itapecuru, na região de Codó, Estado do Maranhão. Posteriormente, Campbell (1949) descreveu-a como uma série de folhelhos calcíferos e betuminosos, com níveis de calcário, concreções e lentes de gipsita. Sua espessura máxima é da ordem de 180 m e seus sedimentos recobrem discordantemente a Formação Grajau, sotoposta, e concordantemente a Formação Itapecuru, sobreposta (Lima & Leite, 1978).

A Formação Codó pode ser dividida em três ciclos deposicionais, segundo interpretações de superfície e subsuperfície: o primeiro ciclo representa uma transgressão marinha culminando com ciclos evaporíticos, sugerindo uma posterior regressão ou estabelecimento de mar restrito; o segundo e terceiro ciclos evidenciam uma nova ingressão marinha culminando com estabelecimento de condições paludais em planície de maré (Mesner & Wooldridge, 1964; Rezende & Pamplona, 1970; Lima & Leite, 1978; Fernandes & Piazza, 1978). Rossetti *et al.* (2001), em análise estratigráfica e faciológica na região de Codó, Estado do Maranhão, a dividiu em duas sucessões sedimentares: inferior, composta de folhelhos negros betuminosos gradando para calcários e evaporitos; superior, consistindo de intercalações de pelitos e arenitos de colorações vermelho chocolate e esverdeada, calcários esbranquiçados e acinzentados. Aos estudos faciológicos da primeira sucessão foram interpretados três associações de fácies: (1) lago central; (2) lago transicional; (3) lago marginal. Na seqüência superior foram interpretados ambientes deposicionais correspondentes a *shoreface* superior, laguna/baía interdistributária, lobos de suspensão e canal distributário (Rossetti *et al.*, 2001; Paz & Rossetti, 2001).

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

O material de estudo pertence às coleções da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ-DG) e Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHNAMA), e provém de depósitos carbonáticos localizados a cerca de 20 km da cidade de Brejo, Estado do Maranhão (Fazenda Pernetá e Pedreira Faveirinha; Fig. 1: A, B). O método de estudo consistiu em um levantamento bibliográfico atinente aos aspectos paleoambientais e paleoclimáticos da Formação Codó em diversos afloramentos da Bacia do Parnaíba. Tais informações foram avaliadas frente aos novos resultados obtidos nos sítios fossilíferos de Brejo.

## 4. DISCUSSÃO

A segunda metade do século XX testemunhou um aumento significativo dos estudos concernentes à reconstituição paleoambiental e paleoclimática durante o Eocretáceo em bacias interiores e marginais do nordeste brasileiro, particularmente as de São Luís, Grajaú e Parnaíba (Rossetti, 1995, 1996; Rossetti & Truckenbrodt, 1997; Paz, 2000; Paz & Rossetti, 2001, 2005; Rossetti

*et al.*, 2001, 2004). Maior destaque tem sido dado àquelas áreas com significativas reservas econômicas de petróleo, tal como as bacias de Campos, Recôncavo e Sergipe-Alagoas, enquanto que áreas menos expressivas economicamente permanecem por serem detalhadas (Rossetti, 2001). Em função de sua complexidade, diversas ferramentas para investigação do clima no passado geológico têm sido propostas no campo das geociências: Paleobotânica, Paleopalinologia, Geoquímica Orgânica, Paleotermômetro TEX<sub>86</sub> (Rios Netto *et al.*, 2005).

Para a Formação Codó na Bacia do Parnaíba, estudos sedimentológicos, geoquímicos e estratigráficos têm se concentrado, até o momento, na região centro-oriental do Maranhão, particularmente na cidade de Codó, onde ocorrem boas exposições dos afloramentos ao longo de minas a céu aberto (Paz & Rossetti, 2001). Até então estudos faciológicos apontavam ambiente estritamente lacustre, não havendo, portanto, subsídios para uma possível invasão marinha. Essa interpretação seria reforçada pela presença de fósseis atribuídos a ambiente de água doce (*e.g.* ostracodes e algas carófitas), bem como ausência de fósseis marinhos e bioturbações (Paz & Rossetti, 2001). No entanto, Antonioli (2001) em estudo palinocronoestratigráfico também na região de Codó, demonstrou que os sedimentos da unidade litoestratigráfica homônima foram depositados num ambiente ora continental (lacustre), ora marinho costeiro, e que a presença de dinoflagelados marinhos torna-se mais constante em direção aos estratos mais superiores. De fato, este último modelo coaduna-se bem com a hipótese de uma transgressão marinha via Bacia do Parnaíba, durante o Cretáceo Inferior, proposto por alguns autores (Arai, 1995, 2000, 2009; Anaisse *et al.*, 2001).

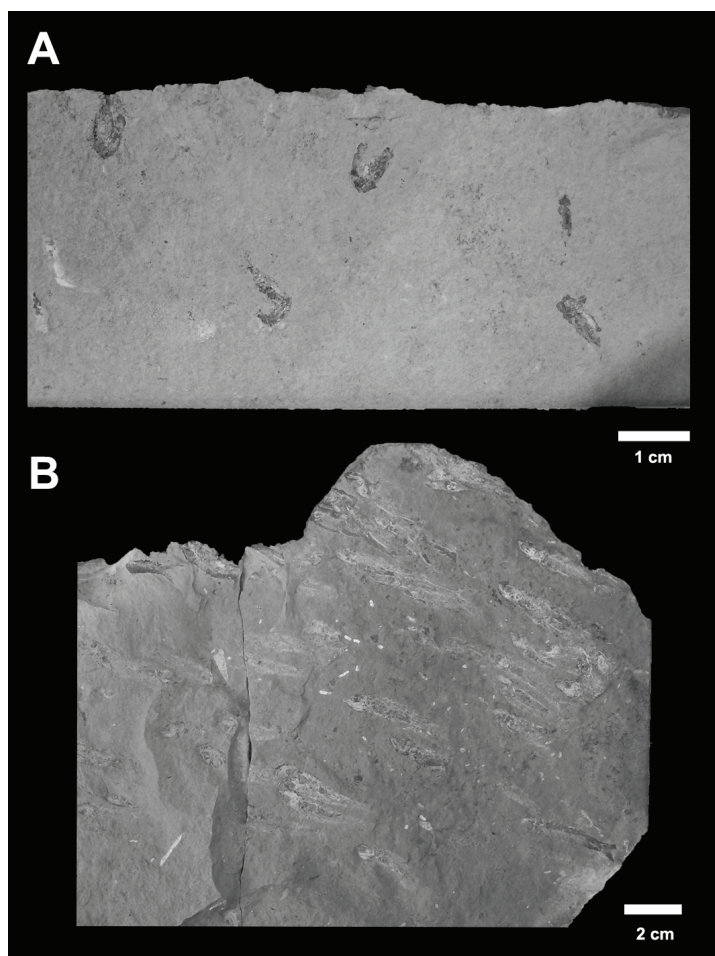
Estudos realizados em seções estratigráficas localizadas nas áreas de Codó e Grajaú têm demonstrado uma assembleia de argilominerais detriticos e autigênicos (*e.g.* esmectita, illita e caulinita), condizentes com deposições em lago hipersalino/complexo de sabkha-salt pan em regime climático árido (Gonçalves *et al.*, 2006). De acordo com Góes & Rossetti (2001), depósitos correspondentes às formações Codó e Grajaú foram formados, de norte para sul, em ambientes marinho raso, lacustre e flúvio-deltáico.

No município de Brejo, os elementos macroflorísticos são ainda incipientes para uma interpretação paleoambiental mais acurada, uma vez que os espécimes encontram-se muito fragmentados e/ou mal preservados. No entanto, os resultados obtidos até o momento indicam um cenário macroflorístico sustentado por coníferas, gnetófitas e angiospermas primitivas (Lindoso *et al.*, 2011, 2012). Estudos palinológicos realizados na região de Codó refletem macro e microflora bem mais diversificada, representada por coníferas da família das cheirolepidiáceas e de plantas do grupo das gnetáceas secundadas por pteridófitas, angiospermas primitivas e cistos de dinoflagelados (Lima, 1982; Antonioli, 2001). Tal associação palinológica evidencia uma flora característica de climas quentes e áridos (Batista, 1992; Antonioli *et al.*, 1999). No sítio Faveirinha, *Nymphaeites coffatii* (= *Klitzschophyllites coffatii*) ocorre em calcários maciços a laminados juntamente com restos de folhas de coníferas (Podozamitaceae) e peixes do gênero *Dastilbe*. De acordo com Duarte & Santos (1993), *Nymphaeites coffatii* constitui uma planta vascular heliofítica, típica de limnobentos, e vive submersa em água doce, apenas com as folhas dispostas na superfície. Segundo ainda estes autores, tal associação indica fácies lacustre para os sedimentos da Formação Codó e pode ser correlacionada com as formações Santana (Bacia do Araripe) e Areado (Bacia Sanfranciscana).

Ainda no município de Brejo, vários espécimes de peixes e crustáceos, preservados em um mesmo plano de acamamento, sugerem eventos de mortandade em massa (Figura 2), episodicamente



deflagrados por variações nos níveis de salinidade, temperatura, oxigenação, intoxicação por floração fitoplanctônica (*bloom*) ou pela interação de um ou mais desses fatores (ver Martill *et al.*, 2008). Tais evidências demonstram que o paleoecossistema lagunar de Brejo deveria passar por stresses ambientais episódicos, provavelmente acentuados quando a comunicação com o mar ou rio era interrompida, promovendo estratificação da coluna d'água e consequente anoxia do fundo da laguna. Essa hipótese também é sustentada pela ausência de bioturbações nesses depósitos.



**Figura 2.** Espécimes de *Santanichthys diasii* (UFRJ-DG 812P) e crustáceos (UFRJ-DG 153Cr) preservados em um mesmo plano de acamamento, sugerindo eventos de mortandade em massa.

Macrofósseis constituem elementos importantes nas reconstituições paleoambientais e paleoclimáticas de antigos ecossistemas, sendo capazes de fornecer informações sobre ambientes pretéritos, zoneamentos bioestratigráficos e limites de províncias paleobiogeográficas (Parrish & Spicer, 1988; Crowley & North, 1993; Rios Netto *et al.*, 2005). Na Formação Codó, a paleoictiofauna é bastante diversificada, e também tem sido utilizada para a proposição de hipóteses paleoambientais (ver a seguir). Lepisosteídeos representam formas estritamente dulcícolas (Paulo Brito, comunicação pessoal, 2011), e sua ocorrência no sítio Pernetá associada com formas eurialinas (e.g. *Vinctifer* e *Calamopleurus*), bem como níveis de coquinas com gastrópodes no topo da sucessão, podem indicar a formação de estuários na porção Nordeste da Bacia do Parnaíba. Nessas circunstâncias, a ocorrência

de um lepisosteídeo em um ambiente lagunar salobro, como sugerido para a paleolaguna de Brejo, poderia indicar algum transporte via sistemas de drenagens endorréicas (Lindoso, 2012).

Em escala global, o Aptiano constitui um período de considerável mudança climática e ambiental, a qual foi fortemente influenciada pela ruptura do Pangea e consequente formação de bacias rift (Föllmi, 2012). Até o momento, diversos indicadores litológicos e paleontológicos têm sustentado o desenvolvimento de condições climáticas quentes e com tendência à aridez durante o Neoptiano das bacias de São Luís, Grajaú e Parnaíba (Rossetti *et al.*, 2001; Maizatto *et al.*, 2011). Alguns desses indicadores são reconhecidos globalmente, tais como a ocorrência de extensos derrames basálticos e eventos de anoxia oceânica (Hu *et al.*, 2012). Apesar do intervalo Aptiano nas bacias de São Luís, Grajaú e Parnaíba documentar um clima quente e árido, como sugerido pela grande maioria dos estudos sobre o tema, estruturas de carstificação observadas no afloramento Pernetá, podem indicar um regime climático sazonalmente quente e úmido (Figura 3). Contudo, a evidência mais marcante para as condições paleoclimáticas propostas para a Formação Codó advém da presença de evaporitos que ocorrem intercalados aos folhelhos e calcários em áreas centrais do Lago Codó (Rossetti *et al.*, 2001).



**Figura 3.** Estrutura de carstificação observada no afloramento Pernetá, município de Brejo, Maranhão.

## 5. CONCLUSÕES

Informações paleoambientais e paleoclimáticas durante o Eocretáceo na Bacia do Parnaíba são ainda bastante incompletas. O mesmo pode ser dito para bacias da margem equatorial que documentam o intervalo Aptiano (São Luís-Grajaú), as quais têm sido foco de grande parte dos estudos sobre o Cretáceo no Brasil. Apesar dos estudos sedimentológicos, geoquímicos e estratigráficos permitirem uma visão generalizada sobre as condições paleoambientais e paleoclimáticas que teriam prevalecido durante o Eocretáceo, em bacias do nordeste brasileiro, o uso de indicadores paleontológicos torna-se

fundamental para uma melhor caracterização do tema aqui proposto. Desse modo, a Formação Codó constitui importante unidade litoestratigráfica para a compreensão de tais eventos, dado seu potencial fóssilífero.

Contudo, embora as novas informações paleontológicas aqui apresentadas permitam estabelecer inferências e corroborar hipóteses sobre aspectos paleoambientais e paleoclimáticos da Formação Codó, novos achados deverão melhor caracterizar o tema aqui proposto para este intervalo deposicional cretáceo.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONIOLI, L. 2001. *Estudo palino-cronoestratigráfico da Formação Codó – Cretáceo Inferior do Nordeste brasileiro*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 265p.
- ANTONIOLI, L.; THIAGO, L.K.; RODRIGUES, M.A.C. & DINO, R. 1999. Análise palinoestratigráfica de sedimentos aptianos da Bacia do Parnaíba, afloramentos na região de Codó, MA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16. Sociedade Brasileira de Paleontologia, *Resumos*. Crato, p. 18-19.
- ANAISSE JR.; TRUCKENBRODT, W. & ROSSETTI, D.F. 2001. Fácies de um sistema estuarino-lagunar no Grupo Itapecuru, região de Açailândia/MA, Bacia do Grajaú. In: ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M. & TRUCKENBRODT, W. (eds.). *O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Coleção Friedrich Katzer Ed., Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 119-150.
- ARAI, M. 1995. Hipótese de entrada do mar albo-aptiano na Bacia do Araripe, via bacias de São Luís/Parnaíba: novas evidências baseadas na Ecozona de *Subtilisphaera* (Dinophyceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências, Resumo das Comunicações*, 67: 394.
- ARAI, M. 2000. Chapadas: relicts of mid-Cretaceous interior seas in Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30: 436-438.
- ARAI, M. 2009. Paleogeografia do Atlântico Sul no Aptiano: um novo modelo a partir de dados micropaleontológicos recentes. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 17(2): 331-351.
- BATISTA, A.M. 1992. Caracterização paleoambiental dos sedimentos Codó-Grajaú, Bacia de São Luís (MA). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Dissertação de Mestrado, 102p.
- CAMPBELL, D.F. 1949. *Revised report on the reconnaissance geology of the Maranhão Basin*. Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Petróleo, 117p. (Relatório Interno).
- CROWLEY, T.J. & NORTH, G.R. 1993. *Paleoclimatology*. Monographs on Geology and Geophysics 18, Oxford, 339 p.
- DUARTE, L. & SANTOS R.S. 1993. Planted fish megafossils of the Codó Formation, Parnaíba Basin, NE, Brazil. *Cretaceous Research*, 14(1958): 735-746.
- FERNANDES, G. & PIAZZA, H.D. 1978. O potencial oleogenético da Formação Codó. Rio de Janeiro, Petrobras, 21(1): 3-16 (Boletim Técnico).
- FÖLLMI, K.B. 2012. Early Cretaceous life, climate and anoxia. *Cretaceous Research*, 35(2012): 230-257.



- GÓES, A.M. & ROSSETTI, D.F. 2001. Gênese da Bacia de São Luís-Grajaú, Meio-Norte do Brasil. In: ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M. & TRUCKENBRODT, W. (eds.). *O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Coleção Friedrich Katzer Ed., Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 15-29.
- GONÇALVES, D.F.; ROSSETTI, D.F.; TRUCKENBRODT, W. & MENDES, A.C. 2006. Argilominerais da Formação Codó (Aptiano Superior), Bacia do Grajaú, Nordeste do Brasil. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, 13(1): 59-75.
- HU, X.; WAGREICH, M. & YILMAZ, I.O. 2012. Marine rapid environmental/climatic change in the Cretaceous greenhouse world. *Cretaceous Research*, 38(2012): 1-6.
- LIMA, E.A.A. & LEITE, J.F. 1978. *Projeto estudo global dos recursos minerais da bacia sedimentar do Parnaíba*. Recife, Integração Geológica-Metalogenética, DNPM/CPRM. 437p. (Relatório).
- LIMA, M.R. 1982. Palinologia da Formação Codó na região de Codó, Maranhão. *Boletim do Instituto de Geociências, USP*, 13:116-128.
- LINDOSO, R.M.; CARVALHO, I.S.; MEDEIROS, M.A.; PEREIRA, A.A.; SANTOS, R.A.B.; MENDES, I.D.; BRITO, J.M.; VILAS BÔAS, I.; ARAÚJO, M.N. & FERREIRA, N.N. 2011. Novos sítios fossilíferos em carbonatos da Formação Codó (Aptiano/Albiano) da Bacia do Parnaíba, Maranhão, Brasil. In: CARVALHO, I.S.; SRIVASATAVA, N.K.; STROHSCHOEN JR, O.S. & LANA, C.C. (eds.). *Paleontologia: Cenários de Vida*. Vol. 4, Editora Interciência Ltda, p. 819-827.
- LINDOSO, R.M. 2012. *Paleobiota dos depósitos calcários de Brejo, Maranhão (Formação Codó, Bacia do Parnaíba), Nordeste do Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 68 p.
- LISBOA, M.A.R. 1914. The Permian geology of Northern Brazil. *American Journal of Science*, 4(37): 425-443.
- MAIZATTO, J.R.; NETO, J.V.Q.; FERREIRA, E.P. & BAHNIUK, A. 2011. Palinomorfos e ostracodes não-marinhos de afloramentos da Formação Codó, Bacia do Parnaíba. In: CARVALHO, I.S.; SRIVASATAVA, N.K.; STROHSCHOEN JR, O.S. & LANA, C.C. (eds.) *Paleontologia: Cenários de Vida*. Vol. 3, Editora Interciência, p. 367-377.
- MARTILL, D.M.; BRITO, P.M. & EVANS, J.W. 2008. Mass mortality of fishes in the Santana Formation (Lower Cretaceous, ?Albian) of northeast Brazil. *Cretaceous Research*, 29: 649-658.
- MESNER, J.C. & WOOLDRIDGE, L.C.P. 1964. *Estratigrafia das bacias paleozoica e cretácea do Maranhão*, Rio de Janeiro, *Boletim Técnico Petrobras*, 7(2): 137-164.
- PARRISH, J.T. & SPICER, R.A. 1988. Late Cretaceous terrestrial vegetation: a near polar temperature curve. *Geology*, 16: 22-25.
- PAZ, J.D.S. 2000. *Análise faciológica da Formação Codó (Aptiano Superior na região de Codó (MA), Leste da Bacia do Grajaú*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. Dissertação de Mestrado, 146p.
- PAZ, J.D.S. & ROSSETTI, D.F. 2001. Reconstrução paleoambiental da Formação Codó (Aptiano), borda leste da Bacia do Grajaú, MA. In: ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M. & TRUCKENBRODT, W. (eds.). *O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Coleção Friedrich Katzer Ed., Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 77-100.
- PAZ, J.D.S. & ROSSETTI, D.F. 2005. Linking lacustrine cycles with syn-sedimentary tectonic episodes: an example from the Codó Formation (Late Aptian), northeastern Brazil. *Geological Magazine*, 142(3): 269-285.
- RAMOS, M.I.F.; ROSSETTI, D.F. & PAZ, J.D.S. 2006. Caracterização e significado paleoambiental da fauna de ostracodes da Formação Codó (Neoaptiano), leste da Bacia de Grajaú, MA, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9(3): 339-348.
- RIOS NETTO, A.M.; CARVALHO, I.S.; CASSAB, R.C.T.; REGALI, M.S.P.; MAIZATTO, J.R.; RIBEIRO, C.M.M. & ABRANTES, E.A.L. 2005. *Paleoclima do Cretáceo inicial do Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro, 140p. (Relatório Final).
- REZENDE, W.M. & PAMPLONA, H.R.P. 1970. *Estudo do desenvolvimento do Arco Ferrer-Urbano Santos*. Rio de Janeiro, *Boletim Técnico Petrobras*, 13(1/2): 5-14.

- ROSSETTI, D.F. 1995. Cenomanian climate in the north of Brazil: evidences from sedimentar features in the uppermost portion of the Itapecuru Formation. *In: REGIONAL CONFERENCE ON GLOBAL CHANGES. Abstracts*. São Paulo, p. 167-168.
- ROSSETTI, D.F. 1996. Sequence stratigraphy of two estuarine valley fills: the Upper Itapecuru Formation in the São Luís Basin, northern Brazil. *Acta Geologica Leopoldensia*, 19: 111-126.
- ROSSETTI, D.F. 2001. Interesse científico e econômico das rochas cretáceas. *In: ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M. & TRUCKENBRODT, W. (eds.). O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Coleção Friedrich Katzer Ed., Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 11-13.
- ROSSETTI, D.F. & TRUCKENBRODT, W. 1997. Revisão estratigráfica para os depósitos do Albiano-Terciário Inferior (?) na Bacia de São Luís, Maranhão. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Série Ciências da Terra*, 9: 29-41.
- ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M. & ARAI, M. 2001. A passagem Aptiano-Albiano na Bacia do Grajaú. *In: ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M. & TRUCKENBRODT, W. (eds.). O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Coleção Friedrich Katzer Ed., Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 101-117.
- ROSSETTI, D.F.; PAZ, J.D.S. & GÓES, A.M. 2004. Facies analysis of the Codó Formation (Late Aptian) in the Grajaú area, Southern São Luís-Grajaú Basin. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76: 791-806.
- SKELTON, P.W.; SPICER, R.A.; KELLEY, S.P. & GILMOUR, I. 2003. *The Cretaceous World*. Cambridge University Press, Cambridge, 360 p.