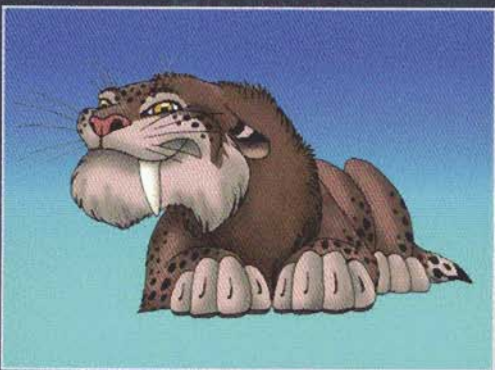
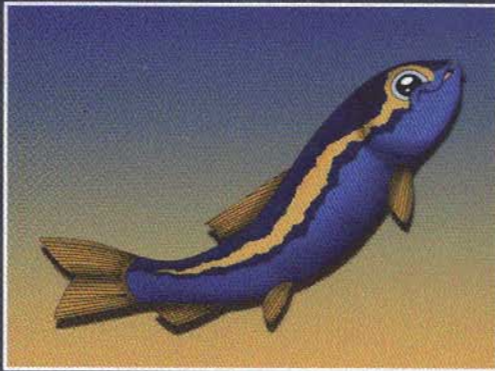


# Paleontologia: Cenários de Vida



## Editores:

Ismar de Souza Carvalho

Rita de Cassia Tardin Cassab

Cibele Schwanke

Marcelo de Araujo Carvalho

Antonio Carlos Sequeira Fernandes

Maria Antonieta da Conceição Rodrigues

Marise Sardenberg Salgado de Carvalho

Mitsuru Arai

Maria Emília Queiroz Oliveira

## Volume 1

PATROCÍNIO:



**PETROBRAS**



EDITORA INTERCIÊNCIA

# ÂMBAR NA FORMAÇÃO RIO DA BATATEIRA, BACIA DO ARARIPE (CRETÁCEO INFERIOR), BRASIL

*RIO DA BATATEIRA FORMATION AMBER, ARARIPE BASIN  
(LOWER CRETACEOUS), BRAZIL*

Alexandre Braga Leal de Paula-Freitas, Leonardo Borghi & Ismar de Souza Carvalho

Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCMN, IGEO, Departamento de Geologia, Laboratório de Geologia Sedimentar (Lagesed). Av. Athos da Silveira Ramos, 174, bloco J1 – Cidade Universitária (Ilha do Fundão). CEP 21941-916. Rio de Janeiro: RJ. Brasil.

*E-mail: alebpl@gmail.com, lborghi@geologia.ufrj.br, ismar@geologia.ufrj.br*

## RESUMO

---

O estudo faciológico da Formação Rio da Batateira, bacia do Araripe (andar Alagoas), através de testemunhos de sondagem do projeto SANTANA (CPRM 1978), resultou no primeiro registro de âmbar nesta unidade litoestratigráfica, localizado em sua parte inferior. Trata-se de um clasto milimétrico, esférico e com inclusões gasosas e orgânicas. Somam-se a esta descoberta outras cinco, todas pertencentes à Formação Santana, tornando a bacia do Araripe a principal área sedimentar brasileira com ocorrência de âmbares cretácicos.

**Palavras-chave:** Âmbar, Bacia do Araripe, Formação Rio da Batateira

## ABSTRACT

---

The facies analysis of the Rio da Batateira Formation in the Araripe Basin (late Early Cretaceous), based on well cores from the SANTANA project (CPRM 1978), resulted in the discovery of an amber clast, firstly reported in its lower interval. The amber occurs as millimetric, rounded clast, with micrometric, scattered organic and gaseous inclusions. This occurrence, together with five other ones belonging to the Santana Formation, reveal the Araripe Basin as the main location for Cretaceous ambers in Brazil.

**Key-words:** Amber, Araripe Basin, Rio da Batateira Formation

## 1. INTRODUÇÃO

Algumas famílias vegetais secretam resinas cicatrizantes e antibióticas, que impedem a oxidação e o ataque de bactérias, fungos e outros organismos aos seus tecidos ocasionalmente expostos ou danificados. Com a polimerização e posterior fossilização destas resinas tem-se o âmbar. Durante a diagênese, as resinas têm sua composição química inicial pouco alterada, sendo a razão hidrogênio/carbono próxima a das resinas atuais, o que sugere uma diagênese preferencialmente através da polimerização (Grimalt *et al.*, 1988). Devido à extensa variedade de vegetais que secretam resinas, sua composição química é também diversa, sendo os seus principais constituintes compostos terpenóides e fenólicos. Suas frações voláteis correspondem geralmente aos monoterpenos (C<sub>10</sub>), sesquiterpenos

(C<sub>15</sub>) e alguns diterpenos (C<sub>20</sub>). Entre os compostos não voláteis incluem-se os ácidos carboxílicos, di- e triterpenóides. As resinas podem conter ainda em sua composição álcoois, aldeídos, ésteres e fenóis (Pereira *et al.*, 2006).

Com o estudo de sua composição química, é possível caracterizar a qual família pertence a árvore responsável pela secreção da resina, e conseqüentemente inferir sobre a paleoflora e o paleoclima da região. Cerca de 10% das famílias de plantas sintetizam resinas, sendo as angiospermas tropicais e as coníferas (Auracariaceae e Pinaceae) as principais em quantidade de material secretado. Informações sobre a antiga atmosfera também são possíveis, através de análises de bolhas de ar inclusas. As resinas podem ainda conter inclusões de animais (geralmente insetos), com a preservação de suas relações ecológicas e hábitos de vida (Carvalho & Carvalho, 2004), além de fungos e grãos de pólen e esporos.

A ocorrência de âmbar na bacia do Araripe, bem como a perspectiva de seu registro em outras bacias cretácicas interiores do Nordeste, abre caminho para discussões paleoclimáticas (além de paleogeográficas e paleobotânicas) sobre um importante período geistórico, relacionado à abertura do oceano Atlântico Sul.

## 2. OCORRÊNCIAS DE ÂMBAR NA BACIA DO ARARIPE

A bacia do Araripe localiza-se no interior do Nordeste brasileiro (Figura 1), onde retrata um registro sedimentar coetâneo e correlato ao das bacias marginais, originadas no contexto da abertura do oceano Atlântico Sul. Estratigraficamente contém rochas das fases Pré-rifte, Rifte e Pós-rifte (Ponte & Ponte Filho, 1996). O intervalo Pós-rifte, de idade Alagoas (Aptiano/Albiano), de onde provém o âmbar em análise, caracteriza-se por (a) arenitos e folhelhos de origem flúvio-lacustre (Formação Rio da Batateira), sucedidos por (b) carbonatos intercalados com folhelhos e arenitos (Formação Santana, Membro Crato), (c) anidrita e gipsita (Formação Santana, Membro Ipubi) e, finalmente, por (d) folhelhos, arenitos e carbonatos (Formação Santana, Membro Romualdo), interpretados como de ambientes continentais (flúvio-lacustre) e marinhos.

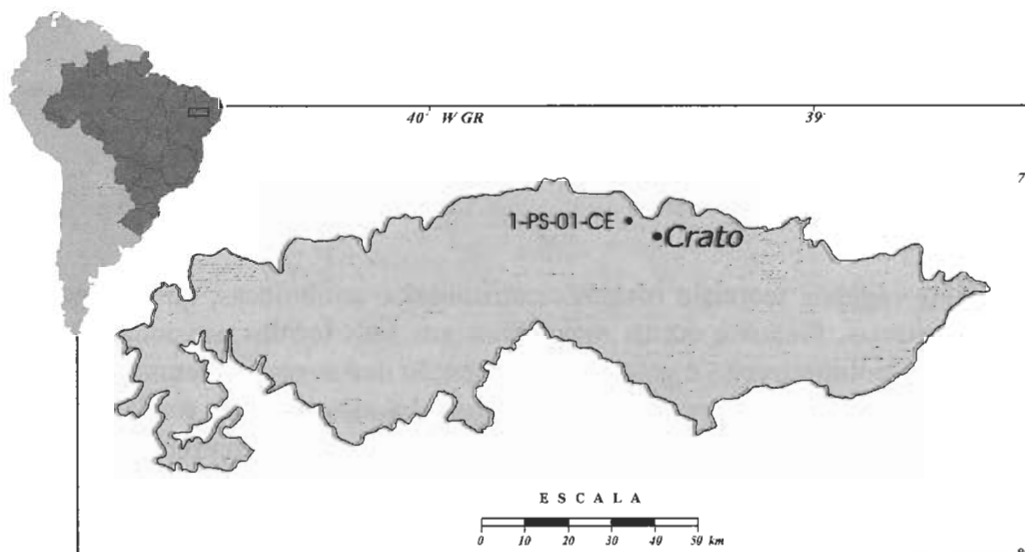


Fig. 1: Mapa da bacia do Araripe e a localização do poço 1-PS-01-CE (UTM 9208450 N, 444000 E, SAD 69).

Castro *et al.* (1970) registraram a primeira ocorrência de resina fóssil na bacia, proveniente da Formação Santana. Com base em características gerais do âmbar, e testes com solução salina, estes autores concluíram que a resina foi produzida por coníferas similares à espécie atual *Pinus succinifer* (família Pinaceae). Carvalho *et al.* (1999) mencionaram a existência de fragmentos de tecidos vegetais (cutículas) associados a esta mesma amostra e também lhe atribuíram afinidade paleobotânica com a família Pinaceae.

Cardoso *et al.* (1999) relataram a descoberta de âmbar pertencente à Formação Santana (Membro Crato), na escavação de um poço no Município do Cariri (Estado do Ceará), sem contudo indicar aspectos geoquímicos ou das características físicas do mesmo.

Cardoso *et al.* (2001) indicaram a existência de âmbar no município de Nova Olinda (Estado do Ceará), também na Formação Santana (Membro Crato). Foram realizados ensaios com solução salina e análise de espectros infravermelhos e ressonância magnética nuclear de  $C^{13}$  para determinar a composição química da resina, constituída principalmente por hidrocarbonetos alifáticos saturados e insaturados, ácidos e anéis terpênicos, não sendo possível a identificação individual dos compostos.

Martill *et al.* (2005) realizaram estudos tafonômicos e físico-químicos de resina fóssil proveniente da Formação Santana (Membro Crato). Utilizando espectroscopia no infravermelho e analisando outros atributos associados ao âmbar (*e.g.*, palinomorfs), concluíram que sua provável origem paleobotânica seria a família Araucariaceae.

Pereira *et al.* (2006) realizaram análises químicas numa amostra de resina fóssil proveniente da Formação Santana (Membro Crato), objetivando identificar sua composição molecular. A caracterização composicional do âmbar envolveu o uso de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas, e permitiu a identificação dos diversos compostos orgânicos. Destacam-se os terpenóides, pela real possibilidade de caracterização químio-taxonômica. Com base nos dados obtidos, os autores sugeriram para a amostra afinidade paleobotânica com a família Auracariaceae.

Assim como na bacia do Araripe, os âmbares nas demais bacias cretácicas brasileiras são raros (Carvalho *et al.*, 1999), sendo que, até o momento tem-se registrado na literatura a ocorrência de cinco localidades com resinas fósseis, sendo todas pertencentes à Formação Santana. Além dessas ocorrências, há o presente achado de um clasto de âmbar na Formação Rio da Batateira, aqui relatado (Tabela 1).

### 3. CONTEXTO GEOLÓGICO DO ÂMBAR DA FORMAÇÃO RIO DA BATATEIRA

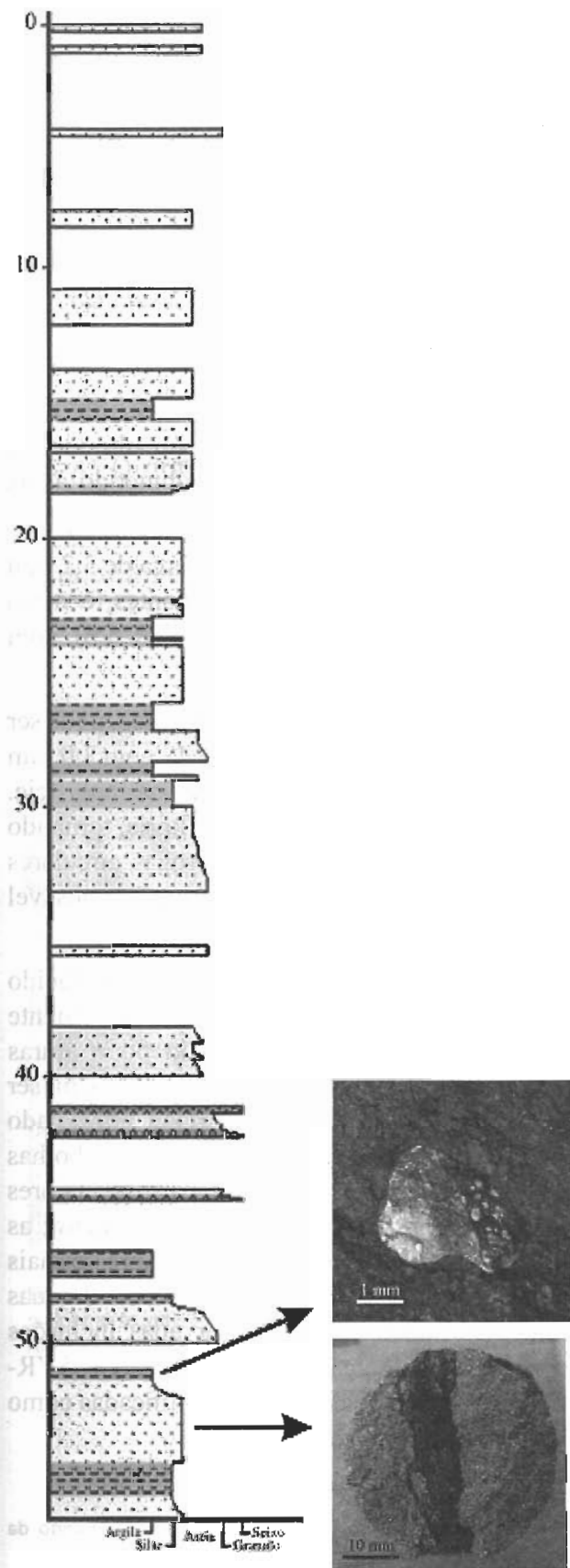
A amostra de âmbar provém da profundidade de 51 m do testemunho do poço 1-PS-01-CE (Figura 2) localizado na parte norte da bacia do Araripe (UTM 9208450 N/ 444000 E; alt. 555 m). Segundo Scheid *et al.* (1978), o testemunho corresponde à “Formação Missão Velha”; porém atribui-se-lhe aqui à Formação Rio da Batateira (*sensu* Ponte & Appi, 1990), designação mais precisa e recente. O poço atinge a profundidade de 56,5 m, em um total de cerca de 198 m considerados para a formação (Ponte & Appi, 1990). As litologias predominantes são arenitos grossos a finos, siltitos e argilitos (folhelhos).

O testemunho apresenta recuperação média de 53,3%, sendo suas maiores perdas nos intervalos arenosos. Em termos sedimentológicos podemos segmentá-lo em quatro intervalos com características

faciológicas distintas, sendo compostos por uma sucessão de: (i) arenitos, siltitos e argilitos (base); (ii) arenitos; (iii) arenitos, siltitos e argilitos; e (iv) arenitos (topo).

Autores	Localidade	Unidade Estratigráfica	Idade	Paleoambiente	Composição Química	Afinidade Paleobotânica	Inclusões
Castro <i>et al.</i> (1970)	Riacho do Boi, fazenda Barriguda, Porteiras, CE	Fm. Santana, Mb. Romualdo	Aptiano-Albiano	Flúvio-lacustre	_____	Pinaceae	_____
Cardoso <i>et al.</i> (1999)	Sítio do Oiti, 2 km de Santana do Cariri, CE	Fm. Santana, Mb. Crato	Aptiano-Albiano	Lacustre	_____	Coniferophyta?	_____
Cardoso <i>et al.</i> (2001)	Riacho do Jacú, 3 km da cidade de Nova Olinda, CE	Fm. Santana, Mb. Crato	Aptiano-Albiano	Lacustre	Hidrocarbonetos alifáticos saturados e insaturados, ácidos e anéis terpênicos	_____	_____
Martill <i>et al.</i> (2005)	Nova Olinda, CE	Fm. Santana, Mb. Crato	Aptiano-Albiano	Lacustre	_____	Araucariaceae	Palinomorfos
Pereira <i>et al.</i> (2006)	Nova Olinda, CE	Fm. Santana, Mb. Crato	Aptiano-Albiano	Lacustre	Terpenóides, alquilbenzenos, alquilnaftalenos, alquilhidronaftalenos, fenóis, ácidos carboxílicos e parafinas	Auracariaceae	Palinomorfos
Neste artigo	Testemunho 1-PS-01-CE, Crato, CE	Fm. Rio da Batateira	Aptiano-Albiano (Alagoas)	Flúvio-lacustre	_____	Coniferophyta?	Palinomorfos e bolhas de ar

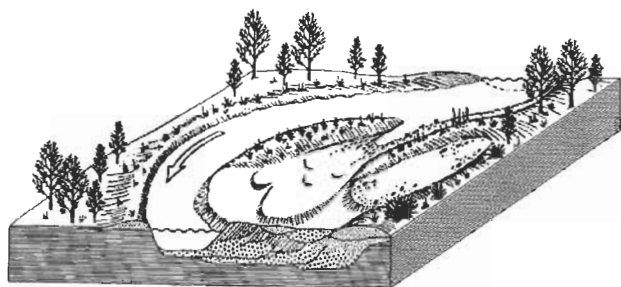
Tabela 1: Resinas fósseis da Bacia do Araripe



O intervalo superior (0–15 m) corresponde a amostras de calha de arenitos grossos a médios sem estrutura observada. O intervalo abaixo (15–30 m) compõe-se de intercalações de arenitos finos com estratificação cruzada de porte pequeno e argilitos vermelhos (10YR-4/2), apresentando marcas de raiz, *slikensides*, bioturbações e níveis carbonatados. Abaixo (30–46 m), registram-se arenitos finos a muito grossos com estratificações cruzadas de porte médio, organizados em ciclos de afinamento granulométrico. O intervalo inferior (46–56 m) apresenta intercalações de arenitos com estratificações cruzadas de porte pequeno, com siltitos e argilitos escuros (5Y-5/2), onde se encontram com relativa facilidade conchostráceos, ostracodes, coprólitos, bioturbações, oncólitos e detritos vegetais (lenho), além do clasto de âmbar.

As características faciológicas e ciclos de afinamento granulométrico constatados na maior parte do testemunho sugerem um paleoambiente fluvial meandrante (Figura 3), embora depósitos transicionais flúvio-lacustres possam ser interpretados no intervalo inferior (Ponte & Appi, 1990). As areias dos intervalos de 0–15 m e 30–46 m, afossilíferas, correspondem à sedimentação de canal, de alta energia. Depósitos de baixa energia representados por siltitos e argilitos ocorrem nos intervalos de 15–30 m e 46–56 m, correspondendo à sedimentação de planície de inundação fluvial e, em parte, da transição flúvio-lacustre (46–56 m). Porém, no terceiro intervalo (15–30 m) estes depósitos encontram-se oxidados e pedogeneizados; conseqüentemente, o registro fóssil corporal não se preserva ou, se ocorre, faz-se de maneira incipiente. No intervalo de 46–56 m, o único a apresentar parte do registro transicional flúvio-lacustre e características redutoras, foi encontrado o âmbar aqui descrito.

Fig. 2: Perfil estratigráfico do poço 1-PS-01-CE, com a localização do nível com âmbar (1) e o conteúdo de fragmentos vegetais lenhosos (2).



Segundo M. S. P. Regali (com. pess., 2007), que analisou palinologicamente o poço, o horizonte de ocorrência do âmbar está possivelmente inserido na Biozona 270.1-280.1 (*sensu* Regali & Silva Santos, 1999).

**Fig. 3:** Modelo fluvial meandrante (modificado de Galloway & Hobday, 1996), proposto para a parte da Formação Rio da Batateira onde foi identificado o âmbar.

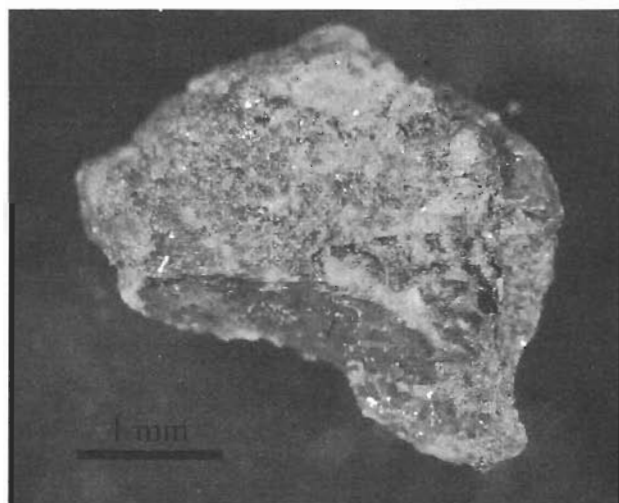
#### 4. CARACTERIZAÇÃO DO ÂMBAR DA FORMAÇÃO RIO DA BATATEIRA

Alguns tipos de âmbares podem apresentar forte fluorescência quando submetidos à luz ultravioleta (Carvalho & Carvalho, 2004). O âmbar da Formação Rio da Batateira, quando submetido à luz ultravioleta, apresenta forte fluorescência de coloração esverdeada.

Com a sua remoção do testemunho, a amostra de âmbar, inicialmente esférica, com cerca de 3,2 mm de diâmetro, partiu-se em dois fragmentos maiores, A e B, de proporções semelhantes, e outro fragmento, C, menor. Ambos os fragmentos A e B possuem coloração amarelada (10YR-8/6), com brilho vítreo e fraturas conchoidais.

O fragmento A possui dimensões de 3,2 mm por 2,5 mm e, em sua superfície de brilho vítreo, pode ser observada uma bolha de ar com cerca de 0,1 mm de diâmetro. O fragmento B (Figura 4), com 3,0 mm por 2,2 mm, apresenta incrustações de coloração castanho avermelhado (10R-4/6) em sua superfície. Estes dois fragmentos possuem também uma camada fortemente microfraturada envoltória, tornando o âmbar opaco próximo à superfície. Em sua superfície observam-se também verrugas circulares opacas, conseqüentes do processo intempérico da amostra (oxidação), o mesmo processo responsável pelas microfraturas.

O fragmento C, com 0,85 mm por 0,42 mm (Figura 5), apresenta um brilho mais vítreo e translúcido devido à ausência de microfraturas. Na fragmentação do âmbar original, esta porção provavelmente soltou-se da parte mais interna, sendo seu formato alongado, totalmente limitado por fraturas conchoidais. A cor amarelada tem aspecto mais claro (10YR-8/4). Neste fragmento podem ser



observadas inúmeras bolhas de ar, não sendo notado fluido algum no interior das mesmas. As bolhas ocorrem em três tamanhos principais: as maiores e mais raras possuem 0,025 mm de diâmetro; as médias, cerca de 0,01 mm; e, as menores e mais abundantes, cerca de 0,005 mm. Ao lado de duas das bolhas maiores foram observadas inclusões orgânicas de coloração amarelo-mostarda (5YR-5/6), de 0,01 mm de diâmetro, identificadas como possíveis palinomorfos.

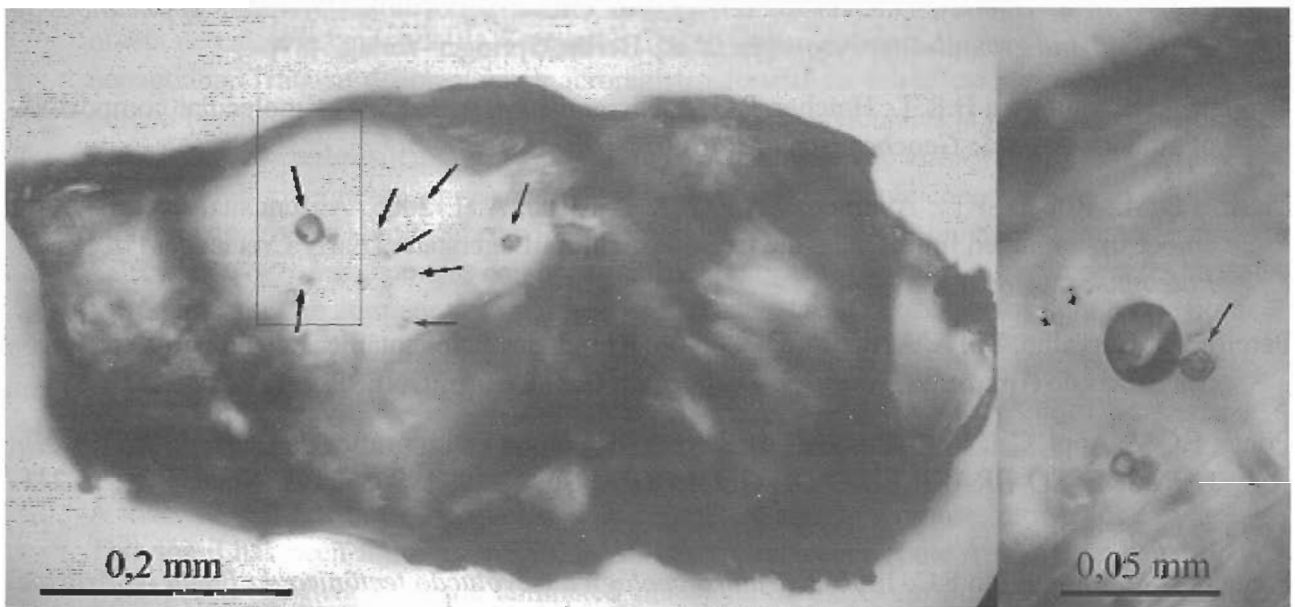
**Fig. 4:** Fotomicrografia do fragmento de âmbar B, oriundo da Formação Rio da Batateira (poço 1-PS-01-CE), bacia do Araripe.

## 5. CONCLUSÃO

O primeiro registro de âmbar na Formação Rio da Batateira amplia a janela estratigráfica das ocorrências de resinas fósseis na bacia do Araripe, antes restritas à Formação Santana. Tal descoberta contribui para a melhor compreensão paleoambiental e paleoclimática do Cretáceo Inferior, período relacionado ao surgimento do oceano Atlântico Sul. O estudo das associações palinológicas inclusas no âmbar pode contribuir para a construção do modelo paleoflorístico regional. Contudo, informações atmosféricas pretéritas através da análise de suas inclusões gasosas são incertas, pois a contribuição de voláteis da própria resina nas bolhas, de dimensão micrométrica, pode induzir a erros.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao 4º Distrito do Departamento Nacional da Produção Mineral (Recife/PE), pelo acesso aos testemunhos de sondagem do Projeto SANTANA, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Proc. nº 305780/2006-9), pela bolsa PIBIC concedida ao primeiro autor, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, Proc. nº E-26/152.541/2006) pelo apoio ao estudo.



**Fig. 5:** Fotomicrografia do fragmento de âmbar C. As setas na ilustração à esquerda (1) indicam as bolhas de ar. À direita (2), um palinomorfo indeterminado ao lado de uma bolha (indicado com a seta). Formação Rio da Batateira (poço 1-PS-01-CE), bacia do Araripe.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardoso, A.H.; Costa, J.M.G. & Andrade, J.A.F.G. 2001. Nova ocorrência de resina fóssil na Formação Crato, Membro Nova Olinda. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 17, Rio Branco, 2001. *Boletim de Resumos*, Rio Branco, SBP, p.76.
- Cardoso, A.H.; Saraiva, A.A.F.; Nuvens, P.C. & Andrade, J.A.F.G. 1999. Ocorrência de uma resina fóssil na Formação Santana. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 16, Crato, 1999. *Boletim de Resumos*, Crato, SBP, p.32.
- Carvalho, I.S. & Carvalho, M.A. 2004. Âmbar. *In: CARVALHO, I.S. (ed.) Paleontologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro, Editora Interciência, p.197-205.
- Carvalho, I.S.; Carvalho, M.A.; Loureiro, M.R.B. & Nóbrega, J.C. 1999. Âmbar nas bacias cretácicas brasileiras. *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL*, 5, Rio Claro, 1999. *Boletim...* Rio Claro, UNESP, p.479-483.
- Castro, C.; Menor, E.A. & Campanha, V.A. 1970. *Descoberta de resinas fósseis na Chapada do Araripe, Município de Porteira*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 12p. (Instituto de Geociências, Notas Prévias, Série C, n.1)
- Galloway, W.E. & Hobday, D.K. 1996. *Terrigenous clastic depositional systems: applications to fossil fuel and groundwater resources*. 2ª ed. Berlin, Springer-Verlag, 489p.
- Grimalt, J.O.; Simoneit, B.R.T.; Hatcher, P.G. & Nissembaum, A. 1988. The molecular composition of ambers. *Organic Geochemistry*, 13(46):677-690.
- Martill, D.M.; Robert, F.L.; Andrade, J.A.F.G. & Cardoso, A.H. 2005. An unusual occurrence of amber in laminated limestones: the Crato Formation Lagerstätte (Early Cretaceous) of Brazil. *Paleontology*, 48(6):1399-1408.
- Pereira, R.; Carvalho, I.S. & Azevedo, D.A. 2006. Afinidades Paleobotânicas de âmbar cretácicos das bacias do Amazonas, Araripe e Recôncavo. *Geociências*, UNESP, 25(2):217-224.
- Ponte, F.C. & Appi, C.J. 1990. Proposta de Revisão da coluna Estratigráfica da Bacia do Araripe. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 36, Natal, 1990. *Anais*, Natal, SBP, p. 211-226.
- Ponte, F.C. & Ponte Filho F.C. 1996. *Estrutura geológica e evolução tectônica da Bacia do Araripe*. Recife: Departamento Nacional da Produção Mineral, 68p. (4º e 10º Distritos Regionais, s/n.)
- Regali, M.S.P. & Silva Santos, P.R. 1999. Palinoestratigrafia e geocronologia dos sedimentos alboatianos das bacias de Sergipe e de Alagoas – Brasil. *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL*, 5, Serra Negra, 1999. *Anais*, Serra Negra, SBP, p.411-419.
- Scheid, C.; Munis, M.B. & Paulino, J. 1978. *Projeto Santana: Relatório Final. Etapa II* Recife: DNPM/CPRM, 136p.