

ASPECTOS GEOQUÍMICOS DO ÓLEO DA BACIA DE SOUSA (CRETÁCEO INFERIOR), NORDESTE DO BRASIL: CONTEXTO GEOLÓGICO

João Graciano MENDONÇA FILHO ¹, Ismar de Souza CARVALHO ¹,
Débora de Almeida AZEVEDO ²

(1) Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Prédio do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Bloco G – Ilha do Fundão. CEP 21949-900. Rio de Janeiro, RJ. Endereços eletrônicos: graciano@geologia.ufrn.br; ismar@geologia.ufrj.br. (2) Departamento de Química Orgânica, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Prédio do Centro de Tecnologia, 6º Andar – Ilha do Fundão. CEP 21949-900. Rio de Janeiro, RJ. Endereço eletrônico: débora@iq.ufrj.br.

Introdução
Objetivo
Materiais, Métodos e Técnicas
Preparação das Amostras
Análise Cromatográfica
Resultados
Conclusão
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – A Bacia de Sousa compreende, juntamente com as bacias de Brejo das Freiras ou Triunfo-Uiraúna e Pombal, um complexo de bacias, as quais são também conhecidas como bacias do Rio do Peixe. Compreendem uma área de 1.250 km² no extremo oeste do Estado da Paraíba, sendo separadas pelos altos do embasamento cristalino e controladas pelas Zonas de Cisalhamento de Portalegre (NE-SW) e de Patos (E-W). Uma amostra de óleo, recuperada de um poço na Formação Sousa (Cretáceo Inferior), localidade Sítio Salguinho, analisada através de técnicas cromatográficas apresentou características de um óleo leve, com 81,1% de compostos saturados, predomínio de parafinas em C₁₇ e C₂₃. Na análise dos biomarcadores observou-se a presença de terpanos tricíclicos e tetracíclicos, o predomínio do 17 α (H), 21 β (H), 30-Hopano (C₃₀) e razão Gamacerano/17 α (H), 21 β (H), 30-Hopano(C₃₀) de 0,23 e a razão Hopanos / Moretanos em C₃₀ alcançando 80%. Essas características apontam para um óleo não biodegradado maturo de ambiente lacustre de água doce. Em função da espessura média da Formação Sousa ser de 800 m e ocupar cerca de dois terços da área total da bacia, pode representar de futuro uma nova fronteira exploratória para o território brasileiro.

Palavras-chave: Óleo, Bacia de Sousa, Cretáceo, Formação Sousa.

ABSTRACT – *J.G. Mendonça Filho, I.S. Carvalho, D. de A. Azevedo – Geochemical aspects of the oil from the Sousa Basin (Lower Cretaceous), Northeast Brazil: geological context.* The complex of cretaceous features known as Rio do Peixe basins includes the Souza, Brejo das Freiras or Triunfo-Uiraúna and Pombal basins. They are located in western region of Paraíba State, with a total area of 1,250 km², separated by basement highs and controlled by the Portalegre (NE-SE) and Patos (E-W) shear zones. One oil sample obtained from the Sousa Formation (Lower Cretaceous) in a well located at Salguinho Farm, was analysed with chromatography. It has characteristics of a light oil, with 81,1% of saturated compounds and a predominance of C₁₇ and C₂₃ n-paraffins. The analysis of biomarkers indicates the presence of tricyclic and tetracyclic terpanes, the dominance of the 17 α (H), 21 β (H), 30-Hopane (C₃₀), gammacerane/C₃₀ 17 α (H), 21 β (H), 30-Hopane (C₃₀) ratio of 0.23, and C₃₀ $\alpha\beta$ -Hopane/C₃₀ $\beta\alpha$ -Hopane (moretane) ratio reaching 80%. These aspects are pointing out to a non-biodegraded mature oil from a lacustrine freshwater environment. The medium thickness of Sousa Formation is 800 meters and occurs in two thirds of the total area of Sousa Basin – the presence of this oil, is a good indicative of a new exploratory area for the Brazilian sedimentary basins.

Keywords: Oil, Sousa Basin, Cretaceous, Sousa Formation.

INTRODUÇÃO

A Bacia de Sousa compõe, juntamente com as bacias de Brejo das Freiras ou Triunfo-Uiraúna e Pombal, um complexo de bacias tipo rifte, que é também conhecido como bacias do Rio do Peixe, por se localizarem no contexto da bacia hidrográfica do Rio do Peixe. Compreendem uma área de 1.250 km² no extremo oeste do Estado da Paraíba, sendo a Bacia de Sousa a maior de todas, ocupando cerca de 675 km².

Essas bacias são separadas pelos altos do embasamento cristalino (Figura 1) e controladas pelas Zonas de Cisalhamento de Portalegre (NE-SW) e de Patos (E-W), e pequenas falhas associadas, por exemplo, as de Malta, São Gonçalo e do Bé.

A origem da Bacia de Sousa, juntamente com as demais bacias do Rio do Peixe relaciona-se à separação dos continentes sul-americano e africano no Eocretáceo

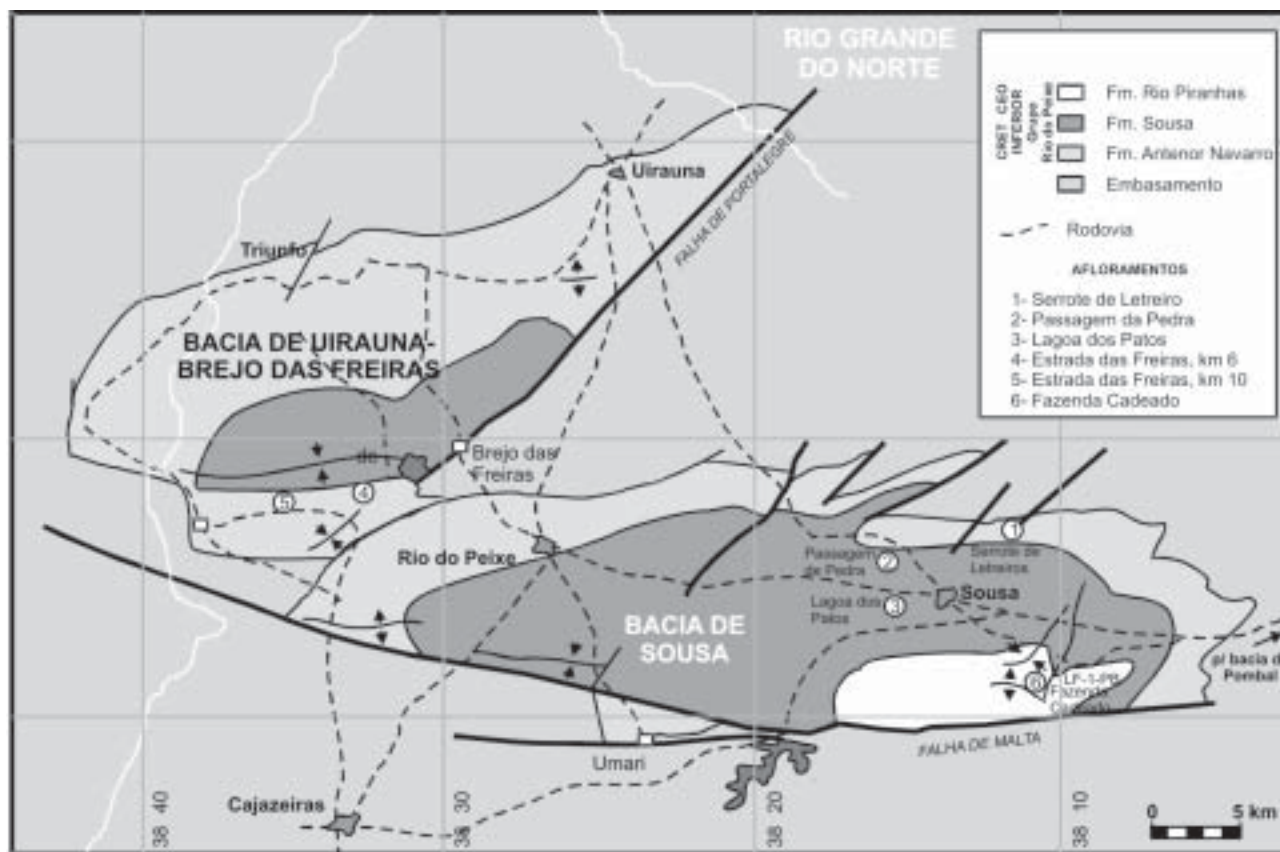


FIGURA 1. Mapa geológico da Bacia de Sousa (Srivastava & Carvalho, 2004)

(Figura 2) e sua posição tectono-sedimentar é controlada pelos lineamentos geológicos regionais preexistentes do embasamento Pré-Cambriano (Senant & Popoff, 1989; Lima Filho, 1991; Ghignone et al., 1986). Tectonicamente, estas bacias sedimentares são limitadas por falhas dentro do cráton e dados gravimétricos (Rand, 1984) confirmam que as partes profundas das bacias são situadas próximas às falhas (falhas de Portalegre e Malta).

O embasamento da Bacia de Sousa é composto por rochas metamórficas do Grupo Caicó (gnaisses, paranfibolitos, quartzitos e milonitos) e de rochas plutônicas granitóides (granodioritos e granitos). O preenchimento sedimentar é constituído predominantemente por sedimentos terrígenos continentais do sistema flúvio-lacustre de idade eocretácica do Grupo Rio do Peixe (Beurlen & Mabesoone, 1969, 1972, Mabesoone & Campanha, 1973/1974; Ponte, 1992; Lima Filho, 2002). A primeira determinação da idade dos sedimentos desta bacia, com base em fósseis, deve-se a Moraes (1924), que, através das pistas de dinossauros de Passagem das Pedras, propôs a idade Comanchiano (Eocretáceo), sendo que as pegadas fósseis são bastante comuns nestas bacias (Leonardi & Carvalho, 2002). As análises de ostracodes por Braun (1966; 1969; 1970) e Mabesoone & Campanha (1973/

1974) levaram à proposta de idade entre o Berriasiano e Hauteriviano. Por estudo palinológico, Lima & Coelho (1987) atribuíram idade correspondente ao andar local Aratu (Barremiano Inferior), enquanto Regali (1990), na reanálise deste material palinológico, considerou que também estaria abrangido o andar Rio da Serra (Berriasiano e Hauteriviano).

A sequência sedimentar da Bacia de Sousa é constituída pelas formações, da base para o topo, Antenor Navarro, Sousa e Rio Piranhas, que compõem o Grupo Rio do Peixe (Figura 3).

A Formação Antenor Navarro dispõe-se discordantemente sobre o embasamento (Costa, 1964). Foi depositada em um período de intensa atividade tectônica, quando as depressões originadas pelo tectonismo foram entulhadas sob um regime torrencial. As rochas são predominantemente conglomerados e arenitos grossos, feldspáticos, com estratificações cruzadas acanaladas. Ocorrem também arenitos médios a finos com estratificações plano-paralelas, e intercalações de siltitos e argilitos avermelhados, principalmente na parte superior da sequência. A espessura máxima avaliada é de 100 m. Estes depósitos são interpretados como de um sistema deposicional do tipo fluvial *braided* associado a leques aluviais, ocorrendo diminuição gradativa da energia de transporte no sentido do topo da sequência.

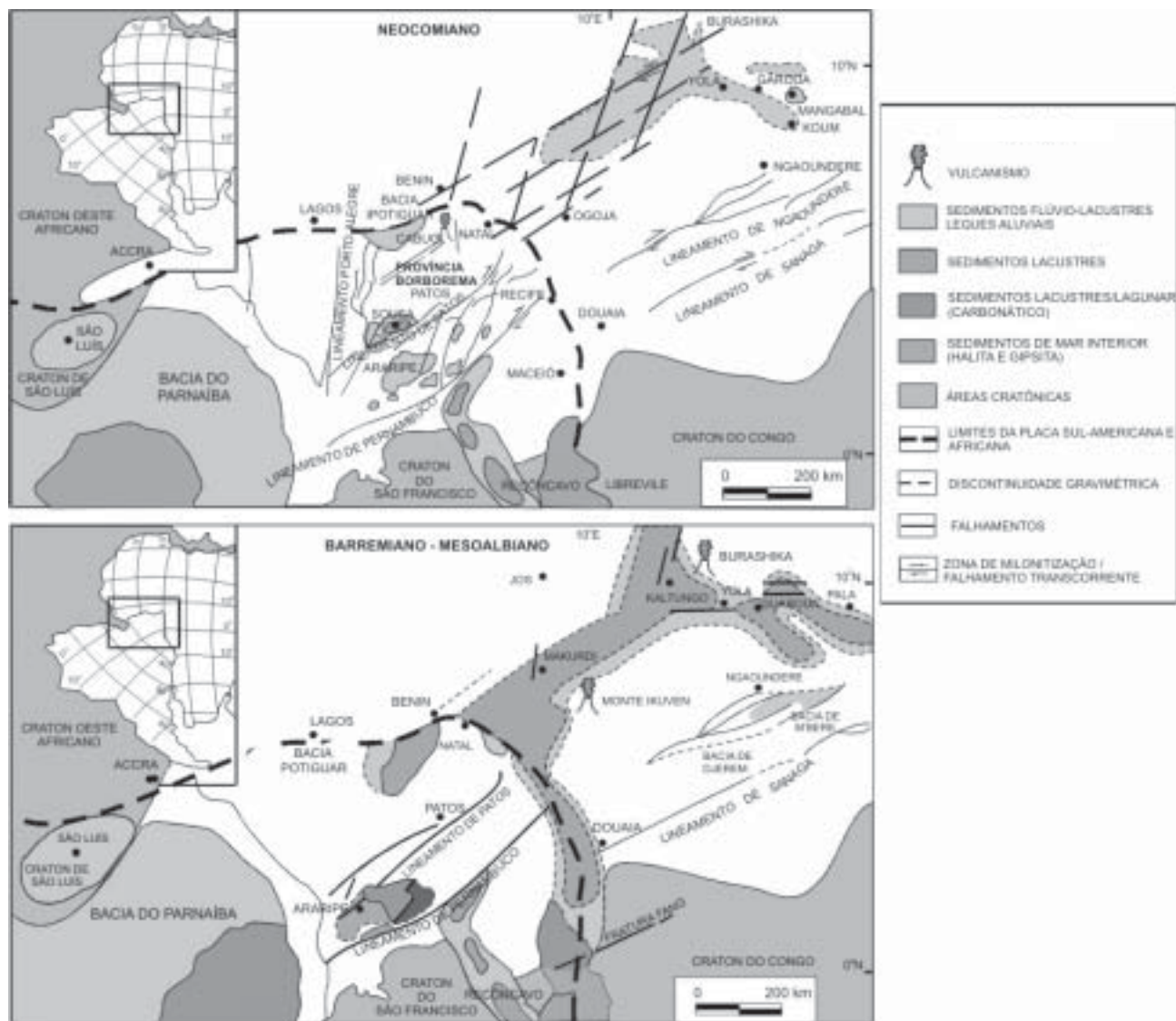


FIGURA 2. Paleogeografia Neocomiano-Mesoalbio (Carvalho, 2004).

A Formação Sousa caracteriza-se pela predominância de folhelhos e siltitos avermelhados, localmente acinzentados, apresentando delgadas lentes de calcários, margas e corpos intercalados de arenitos finos a grossos. Ocorrem laminações cruzadas, laminações plano-paralelas, laminações convolutas, gretas de ressecamento e marcas onduladas, além de diversos fósseis, principalmente ostracóides não-marinhos, conchostráceos, fragmentos de ossos, dentes e escamas de peixe, pegadas e pistas de dinossauros (Carvalho & Leonardi, 1992). A espessura média desta unidade é de 800 m. Ocupa cerca de dois terços da área total da bacia. As características litofaciológicas desta formação sugerem uma sedimentação em águas calmas, em ambiente lacustre raso/planície de inundação, com influência fluvial (*meander-deltas*).

A Formação Rio Piranhas tem ocorrência restrita ao sul da bacia, onde apresenta uma espessura de aproximadamente 300 m. Em termos litológicos, a

formação é composta predominantemente por arenitos grossos conglomeráticos, feldspáticos e líticos, mal selecionados, de colorações amareladas e cinza-claras, com estratificações cruzadas e plano-paralelas, e intercalações de siltitos e argilitos avermelhados. Representa uma fase de reativação tectônica, o que conduz a nova deposição em leques aluviais e rios *braided* como resposta ao soerguimento relativo do embasamento. O principal registro paleobiológico desta formação é constituído por pegadas de répteis.

Os contatos entre as unidades são gradacionais e a sedimentação sintectônica, sendo que a Formação Sousa, predominantemente pelítica, representa uma fase de maior estabilidade tectônica (Lima Filho et al., 1999; Mabesoone et al., 1999; Viana et al., 1999).

Além de pegadas de dinossauros, descobertas por Moraes (1924), e posteriormente investigadas por Leonardi (1979, 1987), Carvalho (1989, 2000 a, 2000b), Leonardi & Carvalho (2002), entre outros, na Bacia

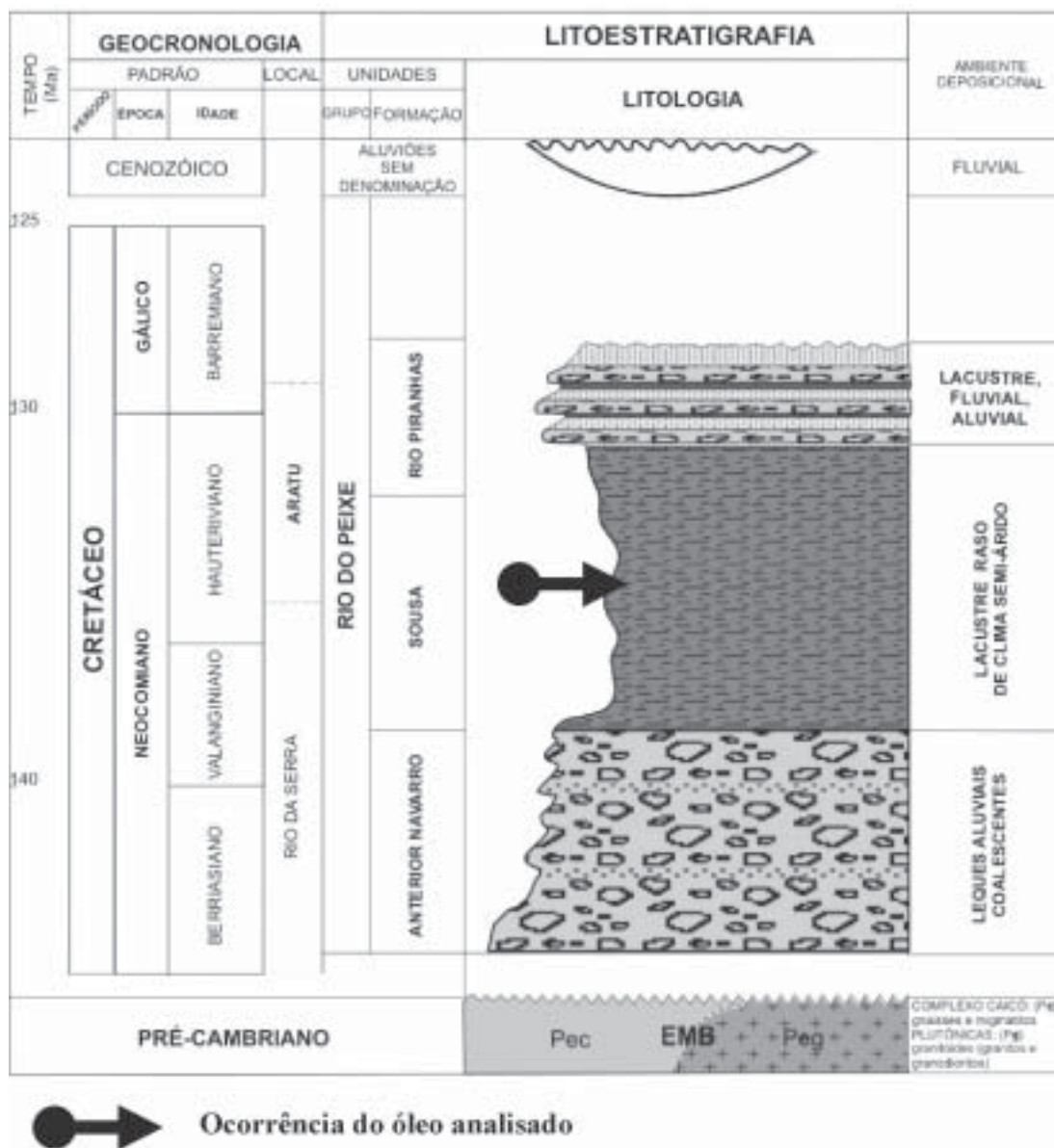


FIGURA 3. Coluna estratigráfica da Bacia de Sousa (Srivastava & Carvalho, 2004).

de Sousa ocorrem ostracodes (Mabessone & Campanha, 1973/1974; Ponte et al., 1990; Braun, 1969, 1970) conchostráceos (Carvalho, 1993; Tinoco & Kato, 1975; Carvalho & Carvalho, 1990; Carvalho et al., 2002), pólenes, esporos e algas (Lima & Coelho, 1987), restos de vertebrados como peixes e crocodilos (Beurlen & Mabessone, 1969) e troncos de madeiras fossilizadas. Nos sedimentos mais argilosos da Formação Sousa são frequentes as bioturbações causadas por invertebrados

e atribuídas a anelídeos e artrópodes. Possivelmente o substrato original rico em nutrientes possibilitava a atividade de uma abundante fauna sedimentófaga (Carvalho, 1989; Fernandes & Carvalho, 2001).

Baseando-se nos dados litológicos, paleontológicos e mineralógicos considera-se que o clima durante a sedimentação do pacote sedimentar do Grupo Rio do Peixe era predominantemente quente, com estações úmidas e secas (Srivastava & Carvalho, 2004).

OBJETIVO

Neste estudo são apresentados os resultados da análise cromatográfica de uma amostra de óleo exudante na localidade de Sítio Salguinho, Município de Sousa, Paraíba, a 5,5 km da entrada do Parque Vale dos Dinossauros, próximo à Lagoa dos

Estrelas (propriedade do Sr. Crisogônio Estrela de Oliveira). A amostra foi coletada em um poço com 50 m de profundidade, localizado nas coordenadas 6°43'25,7"S e 38°20'17,1"W, em rochas da Formação Sousa.

MATERIAIS, MÉTODOS E TÉCNICAS

PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram utilizados sílica gel neutra, kieselgel 60, 70-230 mesh, grade n° 107734 (Merck), e *n*-hexano, diclorometano da Tedia Brazil (grau cromatográfico).

Todo algodão e sílica utilizados foram previamente tratados por extração em aparelhagem de Soxhlet com diclorometano PA por 24 horas. A sílica foi ativada em estufa a 120°C por 12 horas. O adsorvente foi mantido em recipientes tampados, em dessecadores, até o momento de uso.

Toda vidraria utilizada foi previamente lavada com sabão e água e depois submetida à lavagem em solução de Extran (Merck) a 2 % por 2 horas, lavadas exaustivamente com água e depois com água destilada e secadas em estufa.

Foram pesados 100 mg da amostra. Essa porção foi submetida a fracionamento utilizando coluna de sílica. A fração dos hidrocarbonetos alifáticos foi eluída com 6 mL de *n*-hexano. A fração dos hidrocarbonetos aromáticos foi eluída com 8 mL de *n*-hexano/diclorometano (1:1), e os compostos "NOS" (compostos polares) com 8 mL de diclorometano/metanol (9:1). As frações foram evaporadas em evaporador rotatório sob pressão

reduzida e transferidos para frascos de 2 mL e tampados. O volume final utilizado foi de 500 µL em *n*-hexano.

ANÁLISE CROMATOGRÁFICA

A análise foi realizada por cromatografia gasosa de alta resolução acoplada à espectrometria de massas (CG/EM). Estas foram realizadas em um instrumento Hewlett-Packard 5972, interfaceado ao cromatógrafo Hewlett-Packard 5890 série II, utilizando uma coluna capilar de sílica fundida recoberta com DB-5 (J&W; 30 m x 0,25 mm d.i.; df = 0,25 µm).

As condições de análises foram as seguintes: programação de temperatura de 70°C a 170°C, 20°C/min e 170°C a 310°C, 2°C/min e mantido em isoterma a 310°C por 5 minutos; temperatura do injetor a 290°C e da interface a 310°C. Foram injetados 2 µL da amostra. Foi utilizado He (Hélio) como gás carreador e injeção sem divisão de fluxo por 1 minuto, ionização por impacto de elétrons a 70 eV. Foi utilizado o monitoramento seletivo de íons (SIM) como modo de análise para os íons *m/z* 191, *m/z* 217, *m/z* 218, *m/z* 231, *m/z* 259. A amostra também foi analisada com varredura linear na faixa de massas de 50-580 µ.

RESULTADOS

O óleo analisado através de técnicas cromatográficas apresentou características de um óleo leve, com 81,1% de compostos saturados, 15,9% compostos aromáticos e 3,0% de compostos "NSO" (Compostos polares: Resinas + Asfaltenos).

No cromatograma gasoso (Figura 4) verificou-se o predomínio de parafinas em C₁₇ (heptadecano) e C₂₃ (tricosano), razões Pristano/Fitano de 2,09, Pristano/*n*-C₁₇ de 0,33 e Fitano/*n*-C₁₈ de 0,20.

Na análise dos biomarcadores (terpanos - *m/z* 191,

Figura 5; esteranos - *m/z* 217, Figura 6; *m/z* 218, Figura 7) observou-se a presença de terpanos tricíclicos e tetracíclicos (Des-E) e o predomínio do 17α (H), 21β(H), 30-Hopano (C₃₀). A razão Gamacerano/17α (H), 21β(H), 30-Hopano (C₃₀) é de 0,23, a razão Hopanos/Esteranos é de 8,68, com a razão Hopanos/Moretanos em C₃₀ alcançando 80%.

O cromatograma de massa *m/z* 177 (Figura 8) mostra que o óleo analisado não apresenta biodegradação.

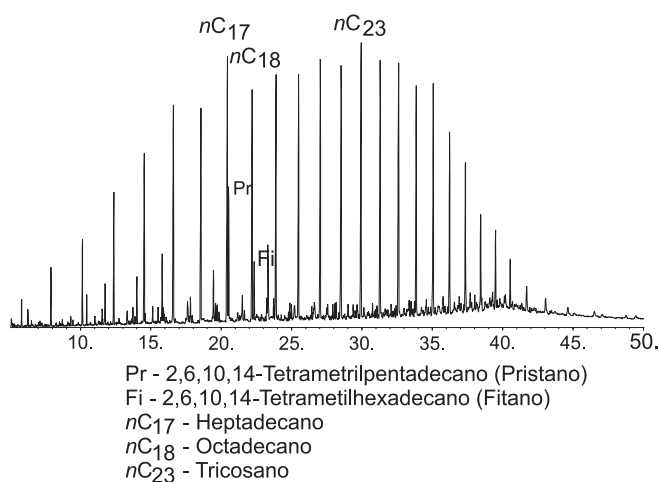


FIGURA 4. Cromatograma gasoso de uma amostra de óleo da Bacia de Sousa.

T23 - C₂₃ Terpano tricíclico
 TT24 - C₂₄(Des-E) Terpano tetracíclico
 Ts - 18 α (H),22,29,30 - Trisnorhopano (C₂₇)
 Tm - 17 α (H),22,29,30 - Trisnorhopano (C₂₇)
 H29 - 17 α (H),21 β (H),30 - Norhopano (C₂₉)
 H30 - 17 α (H),21 β (H),30 - Hopano (C₃₀)
 M30 - 17 α (H),21 α (H),30 - Hopano (C₃₀)
 G - Gamacerano (C₃₀)
 H33 - 17 α (H),21 β (H) - Trishomohopano (22S + 22R - C₃₃)
 H35 - 17 α (H),21 β (H) - Pentakishomohopano (22S + 22R - C₃₅)

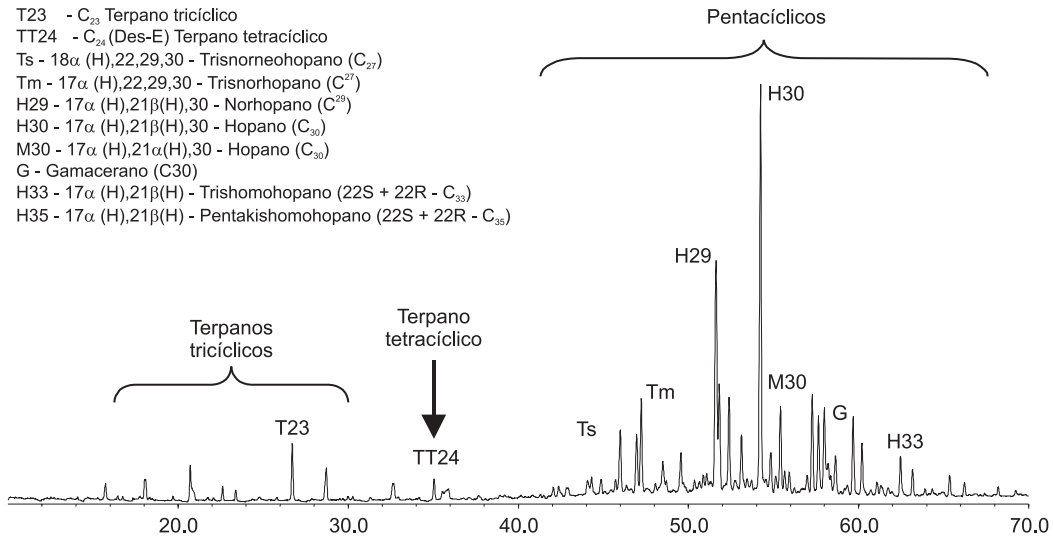


FIGURA 5. Cromatograma de massa m/z 191 de uma amostra de óleo da Bacia de Sousa.

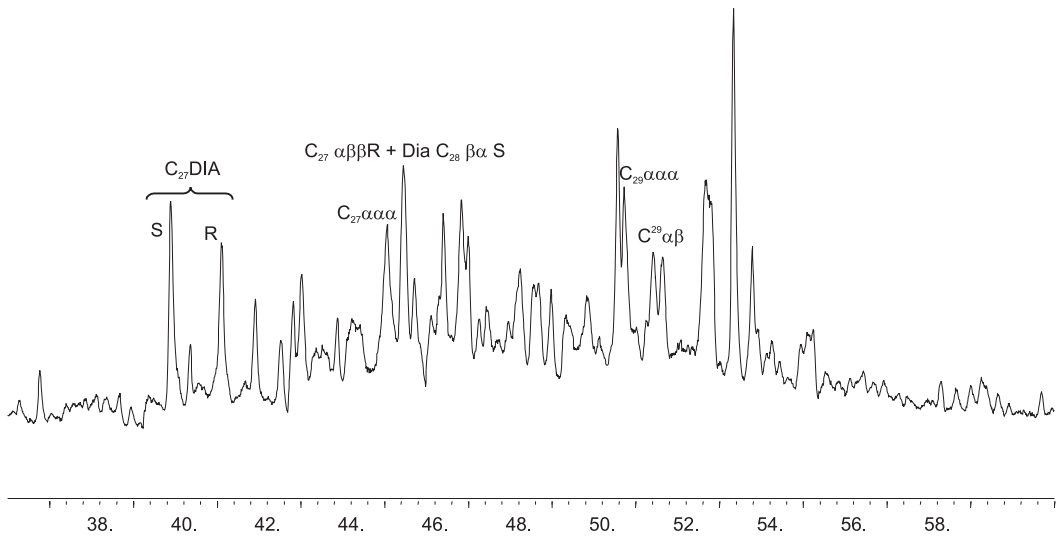


FIGURA 6. Cromatograma de massa m/z 217 de uma amostra de óleo da Bacia de Sousa.

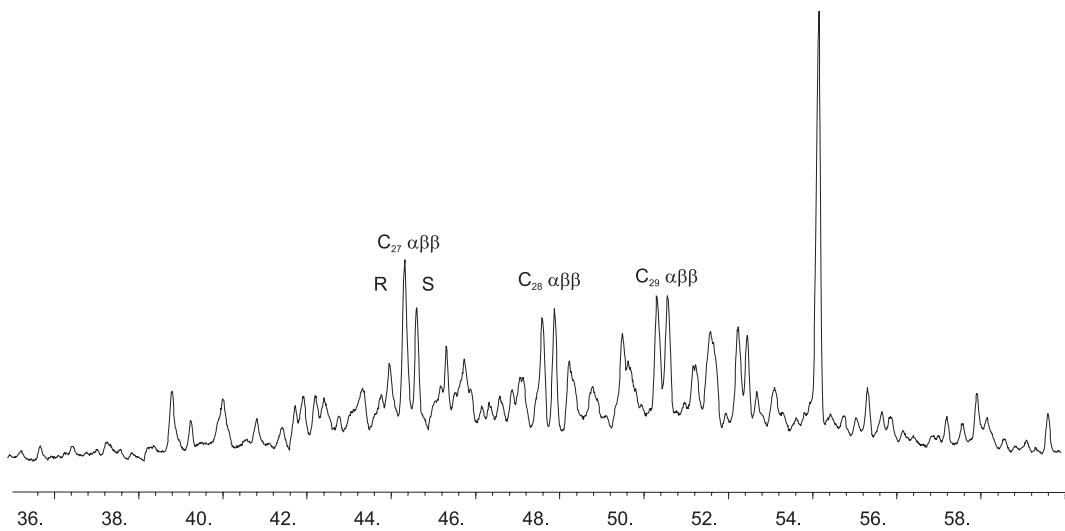


FIGURA 7. Cromatograma de massa m/z 218 de uma amostra de óleo da Bacia de Sousa.

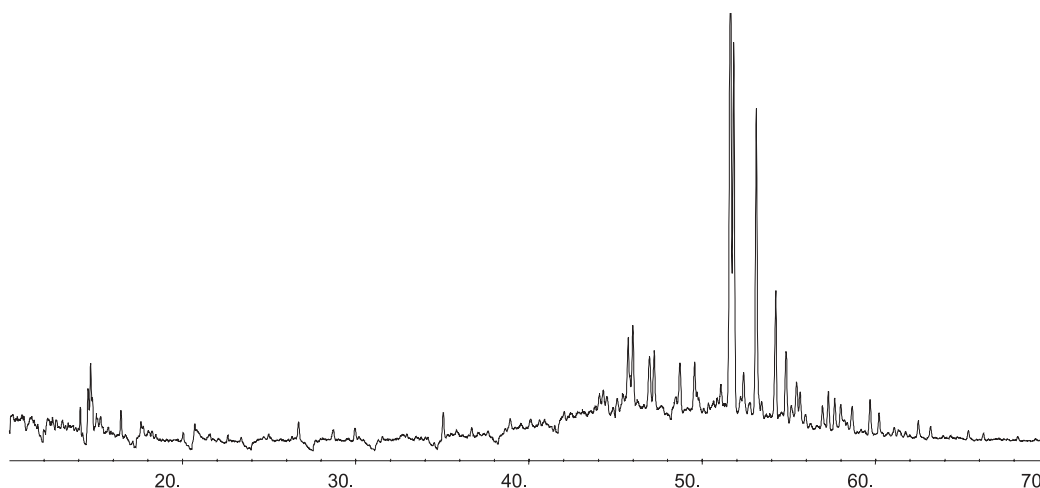


FIGURA 8. Cromatograma de massa m/z 177 de uma amostra de óleo da Bacia de Sousa.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no perfil dos componentes alifáticos (cromatograma gasoso) e nos cromatogramas de massa m/z 191 (terpanos) e m/z 177 apontam para um óleo maduro de ambiente lacustre de água doce não biodegradado. Porém, quando se analisa os resultados nos cromatogramas de massa m/z 217 e 218 (esteranos), observa-se que a amostra de óleo apresenta tanto características de um óleo maduro de ambiente lacustre de água doce como de um óleo imaturo marinho, com a presença dos esteranos regulares em C_{27} , C_{28} e C_{29} , nas configurações $\alpha\alpha\alpha$ e $\alpha\beta\beta$, R e S.

Na ausência de características mais conclusivas e, principalmente, que os resultados aqui apresentados

são referentes somente a uma amostra de óleo, constata-se que a presença de biomarcadores imaturos marinhos no cromatograma de massa m/z 217 pode sugerir a incorporação desses componentes durante o processo de migração do óleo.

A amostra de óleo da Bacia de Souza analisada apresentando características geoquímicas de um óleo maduro, não biodegradado, e sendo de origem lacustre de água doce, a da Formação Sousa, em função de apresentar uma espessura média de 800 m e ocupar cerca de dois terços da área total da bacia, pode representar de futuro uma nova fronteira exploratória no território brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são registrados para Wagner Souza Lima (Fundação Phoenix), pela edição dos mapas geológicos, a Aristróteles de Moraes Rios-Netto, pelo auxílio na coleta de amostras, e à FAPERJ, CNPq (PROC. 300571/2003-08), FUJB e ANP, pelo apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BEURLIN, K. & MABESOONE, J.M. Bacias cretácicas intracratônicas do Nordeste do Brasil. *Notícias Geomorfológicas*, v. 9, n. 18, p. 19-34, 1969.
2. BRAUN, O.P.G. *Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da região Nordeste do Brasil (Bacias de Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe)*. Divisão de Geologia e Mineralogia/Departamento Nacional da Produção Mineral, Boletim, n. 236, 75 p., 1966.
3. BRAUN, O.P.G. *Geologia da Bacia do Rio do Peixe, Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro: A Prospecções Geologia e Aerofotogrametria (PROSPEC) e Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), Relatório, 23 p., 1969.
4. BRAUN, O.P.G. Geologia da Bacia do Rio do Peixe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, 1970, Brasília. *Resumos...* Brasília: Sociedade Brasileira de Geologia, 1970, v. 1, p. 208-209.
5. CARVALHO, I.S. *Ícnocenosos continentais: bacias de Sousa, Uiraúna Brejo das Freiras e Mangabeira*. Rio de Janeiro, 1989. 167 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
6. CARVALHO, I.S. *Os conchostráceos fósseis das bacias interiores do Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro, 1993. 319 p., 2 v. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
7. CARVALHO, I.S. Geological environments of dinosaur footprints in the intracratonic basins from Northeastern Brazil during the South Atlantic opening (Early Cretaceous). *Cretaceous Research*, v. 21, p. 255-267, 2000. (a).
8. CARVALHO, I.S. Huellas de saurópodos Eocretácicas de la Cuenca de Sousa (Serrote do Letreiro, Estado da Paraíba, Brasil). *Ameghiniana*, v. 37, n. 3, p. 353-362, 2000. (b).

9. CARVALHO, I.S. Controle tectônico na distribuição das conchostracofaunas cretáceas na bacias interiores do Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 6, 2002, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 2002, p. 43-47.
10. CARVALHO, I.S. **Bacias cretáceas interiores do Nordeste**. Aracaju: Fundação Paleontológica Phoenix, Informativo Phoenix, n. 70, p. 1-46, 2004.
11. CARVALHO, I.S. & CARVALHO, M.G.P. O significado paleoambiental dos conchostráceos da Bacia de Sousa. In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1990, Crato (CE). **Anais...** Crato: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1990, p. 329-333.
12. CARVALHO, I.S. & LEONARDI, G. Geologia das bacias de Pombal, Sousa, Uiraúna – Brejo das Freiras e Vertentes (Nordeste do Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 64, n. 3, p. 231-252, 1992.
13. COSTA, W.D. Nota preliminar da geologia da Bacia do Rio do Peixe. Recife: Universidade de Pernambuco, **Boletim Geologia**, n. 4, p. 47-50, 1964.
14. FERNANDES, A.C.S. & CARVALHO, I.S. Icnofósseis de vertebrados da Bacia de Sousa (Estado da Paraíba, Brasil): a localidade de Serrote do Letreiro. In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 2, 2001, Crato (CE). **Anais...** Crato: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2001, p. 147-155.
15. GHIGNONE, J.I.; COUTO, E.A.; ASSINE, M.L. Estratigrafia e estrutura das bacias do Araripe, Iguatu e Rio do Peixe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Geologia, 1986, v. 1, p. 271-285.
16. LEONARDI, G. Nota preliminar sobre seis pistas de dinossauros Ornithischia da Bacia do Rio do Peixe (Cretáceo Inferior) em Sousa, Paraíba, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 51, n. 3, p. 501-516, 1979.
17. LEONARDI, G. Pegadas de dinossauros (Carnossauros, Coelurosauria, Iguanodontidae) na Formação Piranhas da Bacia do Rio do Peixe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10, 1987, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1987, v. 1, p. 337-351.
18. LEONARDI, G. & CARVALHO, I.S. **As Pegadas de dinossauros das bacias do Rio do Peixe, PB**. In: C. SCHOBENHAUS; D.A. CAMPOS; E.T. QUEIROZ; M. WINGE; C.O. BERBERT; M. BORN (Eds.), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 2002. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sítio026.htm>.
19. LIMA FILHO, M.F. **Evolução tectono-sedimentar da Bacia do Rio do Peixe - PB**. Recife, 1991. 99 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
20. LIMA FILHO, M.F.; MABESOONE, J.N.; VIANA, M.S. Late Mesozoic history of sedimentary basins in NE Brazilian Borborema Province before the final separation of South America and Africa. 1: Tectonic. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5, 1999, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 1999, p. 605-611.
21. LIMA FILHO, M.L. Mapa faciológico da Bacia do Rio do Peixe, Estado da Paraíba. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 6, 2002, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 2002, p. 103-106.
22. LIMA, M.R. DE & COELHO, M. DE P.C. Estudo paleontológico da sondagem estratigráfica de Lagoa do Forno, Bacia do Rio do Peixe, Cretáceo do Nordeste do Brasil. **Boletim IG – USP**, v. 18, p. 67-83, 1987.
23. MABESOONE, J.M. Sedimentos do Grupo Rio do Peixe (Paraíba). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, 1972, Belém. **Boletim...** Sociedade Brasileira de Geologia, 1972, v. 1, p. 236.
24. MABESOONE, J.M. & CAMPANHA, V.A. Caracterização estratigráfica dos Grupos Rio do Peixe e Iguatu. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, **Estudos Sedimentológicos**, n. 3/4, p. 21-41, 1973/1974.
25. MABESOONE, J.M.; VIANA, M.S.S.; LIMA FILHO, M.F. Late Mesozoic History of Sedimentary Basins in NE Brazilian Borborema Province before the final separation of South America and Africa. 3: Paleogeography. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5, 1999, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 1999, p.621-626.
26. MORAES, L.H. DE. **Serras e montanhas do Nordeste**. Rio de Janeiro: Ministério da Viação e Obras Públicas, Inspectoria Federal de Obras Contra as Secas, 2 v., 1924.
27. PONTE, F.C. Origem e evolução das pequenas bacias cretácicas do interior do Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCICAS BRASILEIRAS, 2, 1992, Rio Claro. **Resumos Expandidos...** Rio Claro: UNESP, 1992, p. 55-58.
28. PONTE, F.C.; ARAI, M.; SILVA-TELLES JÚNIOR, A.C.; DINO, R. **Geologia das Bacias Sedimentares do Rio do Peixe, nos Estados da Paraíba e Ceará**. Rio de Janeiro: Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES), Divisão de Exploração (DIVEX), Setor de Bioestratigrafia e Paleoecologia (SEBIPE), 19 p., 1990.
29. RAND, H.M. Reconhecimento gravimétrico da Bacia do Rio do Peixe. In: SIMPÓSIO GEOLOGIA DO NORDESTE, 11, 1984, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia/ Núcleo do Nordeste, 1984, p. 42-47.
30. REGALI, M.S.P. Biocronoestratigrafia e paleoambiente do Eocretáceo das bacias do Araripe (CE) e Rio do Peixe (PB), NE – Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1990, Crato. **Atas...** Crato: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1990, p. 163-172.
31. SENANT, J. & POPOFF, M. Les bassin du Rio do Peixe (NE Brésil): extension intracontinentale crétacée et réactivation des grands cisaillements ductiles pan-africains. Paris: **Comptes Rendus de l'Académie de Sciences**, n. 308, série II, p. 1613-1619, 1989.
32. SRIVASTAVA, N.K. & CARVALHO, I.S. **Bacias do Rio do Peixe**. Aracaju: Fundação Paleontológica Phoenix, Informativo Phoenix, n. 71, p. 1-4, 2004.
33. TINOCO, I.M. & KATOO, I. Conchostráceos da Formação Sousa, Bacia do rio do Peixe (Estado da Paraíba). In: SIMPÓSIO GEOLOGIA DO NORDESTE, 7, 1975, Fortaleza. **Boletim...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Geologia/ Núcleo do Nordeste, 1975, p. 135-147.
34. VIANA, M.S.; LIMA FILHO, M.F.; MABESOONE, J.M. Late Mesozoic history of sedimentary basins in NE Brazilian Borborema Province before the final separation of South America and Africa. 2: Fossil assemblages and their significance. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5, 1999, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 1999, p. 613-619.

*Manuscrito Recebido em: 20 de abril de 2006
Revisado e Aceito em: 7 de julho de 2006*