

Fins da Geologia

Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2018

Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)

Fins da Geologia

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G633f	Gomes, Ingrid Aparecida. Fins da geologia [recurso eletrônico] / Ingrid Aparecida Gomes. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-020-9 DOI 10.22533/at.ed.209182112 1. Geologia. 2. Geologia química. I. Título. CDD 550
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra *“Estudos Geológicos Contemporâneos”* aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 11 capítulos, discussões de diferentes vertentes da Geologia, com ênfase na Geologia Química.

A Geologia engloba, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Esta ciência estuda as diversas relações existentes entre natureza e o homem, principalmente os fatores de composição da crosta terrestre.

A percepção geológica possibilita a aquisição de conhecimentos e habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

A ideia moderna da Geologia refere-se a um processo de mudança física geral, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador do meio físico, tais discussões não são apenas mais fundadas em critérios antropológicos, mas também são incluídos fatores caracterização, avaliação, investigação de anomalias, mais centrado nos aspectos litológicos.

Neste sentido, este volume dedicado a Geologia, apresenta artigos alinhados com estudos da natureza. A importância dos estudos geológicos dessas vertentes, é notada no cerne da ciência, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos Geólogos e profissionais de áreas afins, em desvendar a realidade dos meios natural e antrópico.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Ingrid Aparecida Gomes

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	8
CARACTERIZAÇÃO DOS ARGILOMINERAIS DOS ARENITOS DA FORMAÇÃO FURNAS, REGIÃO DE CAMPO NOVO-PR	
Ricardo Maahs Norberto Dani Ericks Henrique Testa Elisa Oliveira da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.2091821121	
CAPÍTULO 2	13
CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA DA FORMAÇÃO IÇÁ	
Luciana F. Pereira Guilherme T. Bueno Thierry Allard	
DOI 10.22533/at.ed.2091821122	
CAPÍTULO 3	20
CONTRIBUIÇÃO À AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GERADOR DE HIDROCARBONETOS DA FORMAÇÃO PIMENTEIRAS (DEVONIANO), NO ESTADO DO TOCANTINS, BACIA DO PARNAÍBA, BRASIL	
Iasmine Maciel Silva Souza Olívia Maria Cordeiro de Oliveira Hélio Jorge Portugal Severiano Ribeiro Eliane Soares de Souza Jose Roberto Cerqueira Ilene Matanó Abreu Rafael Regueira Santos	
DOI 10.22533/at.ed.2091821123	
CAPÍTULO 4	30
AVALIAÇÃO DE HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS EM EXTRATOS DE ROCHAS GERADORAS DA BACIA DO AMAZONAS, FORMAÇÃO BARREIRINHA	
Artur Leal de Carvalho Barros Sidney Gonçalo de Lima Andrenilton Ferreira Silva Edymilaís da Silva Sousa Moisés Pereira de Araújo Sebastian Molina Calderón Afonso Cesar Rodrigues Nogueira	
DOI 10.22533/at.ed.2091821124	
CAPÍTULO 5	43
FATORES QUE AFETAM A BIODISPONIBILIDADE DE CONTAMINANTES METÁLICOS EM SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA BAÍA DE SEPETIBA, RIO DE JANEIRO, BRASIL	
Christiane do Nascimento Monte Ana Paula de Castro Rodrigues Alexandre Rafael de Freitas Renato Campello Cordeiro Ricardo Erthal Santelli Wilson Machado	
DOI 10.22533/at.ed.2091821125	

CAPÍTULO 6	58
ANOMALIAS GEOQUÍMICAS DE ESTRÔNCIO NO ESTADO DE ALAGOAS E PERSPECTIVAS DE MINERALIZAÇÕES	
Enjorras de Albuquerque Medeiros Lima	
Melissa Franzen	
Fernanda Soares de Miranda Torres	
DOI 10.22533/at.ed.2091821126	
CAPÍTULO 7	63
TEORES ANÔMALOS DE CROMO EM ASSOCIAÇÃO COM COBRE, FERRO E NÍQUEL NA REGIÃO DE JOAQUIM GOMES, NORDESTE DO ESTADO DE ALAGOAS	
Melissa Franzen	
Enjorras de Albuquerque Medeiros Lima	
Fernanda Soares de Miranda Torres	
DOI 10.22533/at.ed.2091821127	
CAPÍTULO 8	69
CONCENTRAÇÕES DE NITRATO EM ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS EM ÁREA DE ATIVIDADE MINEIRA NO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL, RS, BRASIL	
Cristiane Heredia Gomes	
Karine Persea Junges	
Diogo Gabriel Sperandio	
Rafael Lima Dessart	
Pedro Daniel da Cunha Kemerich	
DOI 10.22533/at.ed.2091821128	
CAPÍTULO 9	85
GEOQUÍMICA MOLECULAR DE ROCHAS GERADORAS DA FORMAÇÃO BARREIRINHA, MUNICÍPIO RURÓPOLIS – PARÁ, BACIA DO AMAZONAS	
Andrenilton Ferreira Silva	
Sidney Gonçalo de Lima	
Artur Leal Carvalho Barros	
Sebastian Molina Calderón	
Afonso Cesar Rodrigues Nogueira	
DOI 10.22533/at.ed.2091821129	
CAPÍTULO 10	98
SEPARAÇÃO DE ASFALTENOS POR CROMATOGRAFIA EM PLACA PREPARATIVA E ANÁLISE POR CG-EM DE BIOMARCADORES OCLUÍDOS	
Sidney Gonçalo de Lima	
Iara Samara de Alcantara Silva	
José Arimateia Dantas Lopes	
Igor Viegas Alves Fernandes de Souza	
Ramsés Capilla	
Georgiana Feitosa da Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.20918211210	
CAPÍTULO 11	106
STUDY OF LITHOLOGIC INFLUENCE ON KARSTIC GEOMORPHOLOGY DEVELOPED ON PEDRO LEOPOLDO AND LAGOA SANTA MEMBER'S – SETE LAGOAS FORMATION/ MG, BRAZIL	
Amanda Rodrigues Lima da Silva	
Gizelle Guedes Cunha de Moura	
Letícia Amaral Cardoso	
Maria Luiza Menezes Cordeiro	

Rafael Queiroga Viana Machado
Ana Katuscia Pastana de Souza Weber
Marcia Rodrigues Marques
Ulisses Cyrino Penha

DOI 10.22533/at.ed.20918211211

SOBRE A ORGANIZADORA..... 117

SEPARAÇÃO DE ASFALTENOS POR CROMATOGRAFIA EM PLACA PREPARATIVA E ANÁLISE POR CG-EM DE BIOMARCADORES OCLUÍDOS

Sidney Gonçalo de Lima

Programa de Pós-Graduação em Química,
Laboratório de Geoquímica Orgânica, Centro de
Ciências da Natureza, Universidade Federal do
Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio
Portella, s/n, Ininga, Teresina, PI, Brasil.

Iara Samara de Alcantara Silva

Programa de Pós-Graduação em Química,
Laboratório de Geoquímica Orgânica,
Departamento de Química, Universidade Federal
do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio
Portella, s/n, Ininga, Teresina, PI, Brasil.

José Arimateia Dantas Lopes

Programa de Pós-Graduação em Química,
Laboratório de Geoquímica Orgânica,
Departamento de Química, Universidade Federal
do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio
Portella, s/n, Ininga, Teresina, PI, Brasil.

Igor Viegas Alves Fernandes de Souza

PETROBRAS, R&D Center, Organic
Geochemistry Section, Brazil

Ramsés Capilla

PETROBRAS, R&D Center, Organic
Geochemistry Section, Brazil

Georgiana Feitosa da Cruz

Laboratório de Engenharia e Exploração de
Petróleo, Centro de Ciência e Tecnologia,
Universidade Estadual do Norte Fluminense,
Rodovia Amaral Peixoto, km 163, Macaé – RJ,
Brasil.

RESUMO: Asfaltenos presentes em amostras de óleo da Bacia Potiguar, nordeste do Brasil, foram isolados através de placa preparativa modificada com nitrato de prata, e submetidos ao tratamento oxidativo brando para a liberação de possíveis biomarcadores ocluídos. As análises cromatográficas por CG-EM mostraram que o óleo livre e seus respectivos biomarcadores ocluídos (dentro da estrutura do asfalto) apresentaram diferenças significativas, especialmente com relação aos *n*-alcanos e isoprenóides. Os resultados mostraram que a liberação dessas espécies ocluídas, remanescentes do óleo original, pode ser uma ferramenta potencial para o estudo geoquímico de óleos severamente biodegradados, auxiliando na caracterização paleoambiental, origem e maturação de óleos.

PALAVRA CHAVE: Bacia potiguar, asfaltenos, hidrocarbonetos ocluídos.

ABSTRACT: Asphaltene present in Potiguar Basin oil samples, northeastern Brazil, were isolated by preparative plate modified with silver nitrate, and subjected to mild oxidative treatment for the release of occluded possible biomarkers. The chromatographic analysis by GC-MS showed that the free oil (in crude oil) and their respective occluded biomarkers (present in asphaltene structure) showed significant

differences, especially with respect to *n*-alkanes and isoprenoid. The results showed that the release of these occluded species, remnants of the original oil occluded in its asphaltenic structures, may be a new tool for geochemical study of heavily biodegraded oil, leading to better information maturation and origin source.

KEYWORDS: Potiguar Basin; asphaltenes; occluded hydrocarbons.

1 | INTRODUÇÃO

O campo da Fazenda Belém está localizado na porção noroeste da Bacia Potiguar que se localiza no estado do Rio Grande do Norte. Os óleos neste campo são biodegradados e ricos em biomarcadores cíclicos (SILVA et al., 2017; LOPES et al., 1999). Os efeitos da biodegradação provocam mudanças na composição de hidrocarbonetos e nas propriedades físicas do petróleo bruto, dificultando a interpretação do paleoambiente deposicional, correlações óleo-óleo e óleo-rocha geradora, identificação da fonte e do grau de maturação desses óleos (SILVA et al., 2017; AZEVEDO et al., 2009).

Os asfaltenos são definidos como compostos insolúveis em *n*-alcanos com baixa massa molecular, por exemplo, *n*-pentano, *n*-hexano ou *n*-heptano, sendo solúveis em tolueno e benzeno (MANSOORI, 1997). Por possuírem natureza coloidal e polar, os asfaltenos podem ocluir algumas moléculas da fração de hidrocarbonetos (hidrocarbonetos saturados, insaturados e aromáticos), formando estruturas semelhantes a gaiolas (GURGEY, 1998; AZEVEDO et al., 2009). Segundo relatos da literatura, essas moléculas ocluídas nas estruturas asfaltênicas são protegidas dos processos de biodegradação e acredita-se que sejam remanescentes do “óleo original” sendo, portanto, úteis para estudos geoquímicos de amostras com elevado nível de biodegradação (CRUZ et al., 2013; AZEVEDO et al., 2009).

Assim, no presente trabalho os asfaltenos foram isolados por cromatografia em camada delgada, submetido a oxidação branda, para liberação dos respectivos hidrocarbonetos ocluídos (biomarcadores), com o objetivo de avaliar o paleoambiente deposicional e a origem de óleos do Campo Fazenda Belém, Bacia Potiguar

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização da Região da Amostra e Geologia Local

A amostra de óleo estudada foi obtida de um poço da Bacia Potiguar, que se estende pelo litoral do estado do Rio Grande do Norte e Ceará com área emersa de 33.200 km² e área submersa de 86.100 km². Esta bacia teve sua origem com a abertura do oceano Atlântico, relacionada à fase de rifteamento do Gondwana, a partir do Neocomiano, com sedimentação do neocretáceo até o Terciário. O Sistema

possíveis interferentes que poderiam ficar adsorvidos em sua superfície.

2.3 Oxidação Com NaIO_4 / NaH_2PO_4

A fração asfáltica (cerca de 17,2 mg) obtida foi solubilizada em 20 mL de tolueno e 2 mL de diclorometano e transferida para um Erlenmeyer de 125 mL. Cerca de 0,1 g dos reagentes NaIO_4 e NaH_2PO_4 foram dissolvidos em 5 mL de água destilada e adicionados ao Erlenmeyer contendo a fração asfáltica. O sistema permaneceu sob agitação magnética à temperatura ambiente (25 °C) por 12 h (LIAO, 2002; SILVA et al., 2008). Após a reação de oxidação, a fase orgânica foi separada da fase aquosa em funil de separação utilizando X mL de XXX por XXX vezes, transferida para um erlenmeyer e seca com sulfato de sódio anidro.

2.4 Cromatografia em Coluna

Os biomarcadores ocluídos (produto da liberação a partir do processo oxidativo dos asfaltenos) foram submetidos ao fracionamento em coluna de sílica gel ativada a 120 °C durante 12 h. Os eluentes utilizados foram hexano, hexano/acetato de etila (90:10) e acetato/metanol (95:5). A fração hexânica foi submetida à análise por CG-EM.

2.5 Análise Por Cromatografia Gasosa

Após realizado o procedimento de oxidação, a fase orgânica contendo os biomarcadores ocluídos, foram analisados por cromatografia gasosa em equipamento da Thermo Scientific, TSQ Quantum XLS Ultra, Triplo Quadrupolo, equipado com um amostrador automático AS3000 (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA). Uma coluna RXi-5HT, com comprimento de 30 m, diâmetro interno 0.25 mm e espessura do filme 0.10 μm foram utilizadas para a cromatografia dos componentes. Condições de análise? Gás de arraste? Concentração da amostras injetada?

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora hidrocarbonetos lineares e isoprenóides sejam sensíveis aos processos de biodegradação e maturação, eles têm sido usados como uma das principais ferramentas na caracterização de óleos, sedimentos consolidados e não consolidados (PETERS et al., 2005). Estes compostos podem guardar informações geológicas/geoquímicas importantes quando bem preservados, como por exemplo dentro de estruturas asfálticas.

Em trabalhos anteriores com óleos da Fazenda Belém, Bacia Potiguar (LOPES et al., 1999; DE LIMA et al., 2010), não há registro de informações sobre paleoambiente deposicional e fonte baseada na abundância relativa de n-alcanos e isoprenóides, devido a severa biodegradação desses óleos. Para acessar essas informações com base nesses compostos, decidiu-se fazer uma oxidação branda e comparar com a

fração de hidrocarbonetos livres (não ocluídos na estrutura asfáltica).

A Figura 2 apresenta os perfis cromatográficos das frações de hidrocarbonetos livres (TIC-FzA) e ocluídos (TIC-FzB) para o óleo do campo Fazenda Belém. Na fração livre (TIC-FzA) nota-se completa ausência de n-alcenos e isoprenóides e, ainda, elevação da linha base, em consequência de uma mistura complexa não resolvida (UCM-*Unresolved Complex Mixture*). Essas características são indícios iniciais de um óleo biodegradado (PETERS et al., 2005).

Nos perfis cromatográficos da fração ocluída (Figura 2-A) nota-se, por outro lado, a presença da série de n-alcenos (C_{16} - C_{36}) e isoprenóides, especialmente, pristano (Pr) e fitano (Fi), o que evidencia a preservação desses hidrocarbonetos pela estrutura asfáltica contra o processo de biodegradação (GURGEY, 1998; AZEVEDO et al., 2009). Esse fenômeno é melhor observado quando se analisa o perfil cromatográfico, resultante do monitoramento do íon-fragmento m/z 85 (TIC-FzC), sugerindo, inclusive, um óleo com características marinha. Este fato pôde ser sugerido e/ou confirmado com base em alguns parâmetros moleculares calculados (PETERS et al., 2005). Por exemplo, a razão pristano (Pr) / fitano (Ph) (0,51) sugere ambiente deposicional anóxico, enquanto que as razões Pr/ nC_{17} e Ph/ nC_{18} sugere amostra imatura.

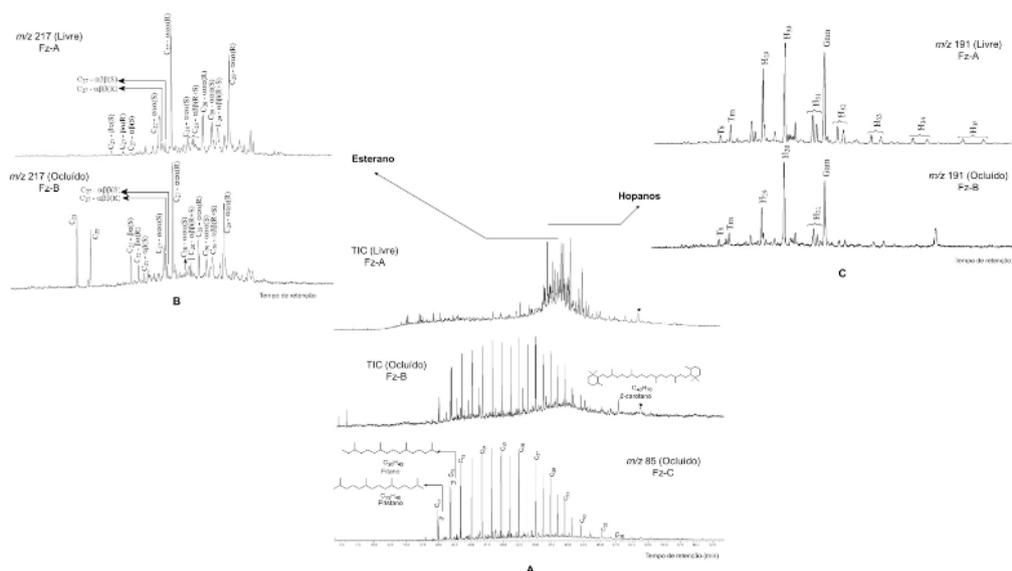


Figura 2: A: Cromatograma de corrente total de íons (TICC) dos hidrocarbonetos livres (Fz-A) e ocluídos (Fz-B) e cromatograma de íons reconstruídos (RIC) para o íon-fragmento m/z 85 (Fz-C) ocluído. B: RIC para o íon-fragmento m/z 217 para biomarcadores livres e ocluídos C: RIC para o íon-fragmento m/z 191 para biomarcadores livres e ocluídos (Figura adaptada de SILVA et al., 2017).

A presença do β -carotano (TIC-FzB) monitorado pelo íon-fragmento m/z 125 nas duas frações (livres e ocluídos) sugere também ambiente deposicional anóxico e condições de ambiente deposicional lacustre salina ou marinho altamente restrita (PETERS et al., 2005).

Na fração saturada de hidrocarbonetos livres e ocluídos, observou-se a presença

da série dos terpanos pentacíclicos, sendo os principais constituintes 17 α (H),21 β (H)-30-Norhopano, 17 α (H),21 β (H)-Hopano, C₃₀-Gamacerano e também a presença dos hopanos rearranjados Ts (C₂₇18 α (H)-22,29,30-trisnorhopano) e Tm(C₂₇17 α (H)-22,29,30-trisnorhopano) como indicado pelo perfil cromatográfico *m/z* 191 (Figura 2-C). O índice de gamacerano (gamacerano/C₃₀-hopano) calculado (69,11 na fração livre e 69,69 para a fração de hidrocarbonetos ocluídos) sugere um ambiente deposicional com características salina (MELLO et al., 1988; HECKMANN et al., 2011).

A razão Ts/Tm <1 (0,84 livre e 0,35 ocluído) sugere ambiente deposicional marinho evaporítico (Mello et al., 1988). A razão hopano/esterano < 4 (1,28 livre e 3,55 ocluída) é comum em óleos com característica marinha (Mello et al., 1988).

A série dos esteranos normais foi detectada por meio do monitoramento do íon-fragmento *m/z* 217 (Figura 2-B) em ambas as frações, sendo C₂₇ (α,α,α -colestano), C₂₉ (α,α,α -24-etilcolestano) e C₂₈ (α,α,α -24-metilcolestano), respectivamente, seus principais constituintes. As razões 20S/(20S+20R) e $\alpha\beta\beta$ (S+R)/ $\alpha\beta\beta$ (S+R) + $\alpha\alpha\alpha$ (S+R) C₂₉ esterano, são usadas para sugerir o grau de maturidade. Neste trabalho, os valores para estas razões (Quais valores?) indicaram baixa evolução térmica para o óleo livre e ocluído como sugerido também por C₃₀-hopano. Por outro lado, os esteranos de baixo peso molecular C₂₁ e C₂₂ estão presentes apenas na fração de hidrocarbonetos ocluídos (Figura 1-B), sugerindo proteção ou interação desses compostos pelas estruturas asfaltênicas. A presença desses esteranos é associado a ambientes hipersalinos, em concordância com o que foi sugerido pelo índice de gamacerano.

4 | CONCLUSÃO

A partir da análise do cromatograma de corrente total de íons foi possível sugerir que o óleo livre é severamente biodegradado, devido à ausência de *n*-alcanos e isoprenóides e, ainda, a presença de norhopanos. Após o tratamento oxidativo dos asfaltenos, foi possível avaliar, através dos hidrocarbonetos ocluídos, o paleoambiente deposicional e a maturação do óleo. Dessa forma, o estudo dos hidrocarbonetos ocluídos nas estruturas asfaltênicas é bastante relevante para a interpretação dos parâmetros geoquímicas originais (gênese) de óleos severamente biodegradados, sendo possível sugerir melhores informações sobre o ambiente deposicional (anóxico e marinho) e maturidade do óleo (amostra imatura).

5 | REFERÊNCIAS

AZEVEDO D.A., DA SILVA T.F., DA SILVA D.B. **Avaliação geoquímica de biomarcadores ocluídos em estruturas asfaltênicas**, Química Nova, v.32, p.1770-1776, 2009.

BERTANI R.T., COSTA I.G., MATOS R.M.D. **Evolução tectono-sedimentar, estilo estrutural e habitat do petróleo na Bacia Potiguar**. In: Raja Gabaglia G.P. & Milani E.J. *Origem e Evolução de*

Bacias Sedimentares. PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 2ª ed., p. 291-310, 1991.

CRUZ, G.F; DA COSTA, F.L; MARTINS, L. L.;SANTOS, L.C. **Caracterização geoquímica molecular de arenitos asfálticos a partir da desagregação branda de asfaltenos**, *Geochimica Brasiliensis*, v.27(2), p.161-172, 2013.

GÜRGEY .K. **Geochemical effects of asphaltene separation procedures :Changes in sterane, terpane, and methylalkane distributions in maltenes and asphaltene co-precipitates**, *Organic geochemistry*, v.29, p.1139-1147, 1998.

Heckmann, J. R., L. Landau, F. T. T. G. Gonçalves, R. Pereira, and D. A. Azevedo. **Geochemical evaluation of Brazilian oils with emphasis on aromatic hydrocarbons**, *Química Nova*, v. 34, p.1328–33, 2011.

LIAO, Z & GENG, A. **Characterization of nC7-soluble fractions of the products from mild oxidation of asphaltenes**, *Organic Geochemistry* v.33, p 1477–86, 2002.

DE LIMA, S. G. **Síntese e identificação de biomarcadores em óleos da Bacia de Campos e Bacia Potiguar: identificação de 3-alkilesteranos**. Tese (Doutorado em Sociologia) – UNICAMP, Instituto de Química, Campinas - SP, 369pp. 2005.

DE LIMA, SIDNEY G.; STEFFEN, R. A.; REIS, F. A. M.; KOIKE, L.; SANTOS NETO, E. V.; CERQUEIRA, J. R.; LOPES, J. A.D. Propyl ergostanoic acids: Possible new indicator for oil biodegradation. *Organic Geochemistry*, v. 41, p. 325-339, 2010.

LOPES, J. A. D.; NETO, E. V. S.; MELLO, M. R. **Geosteranes: Identification and synthesis of a novel series of 3-substituted steranes**, *Organic Geochemistry*, v. 26,p. 787-790,1997.

LOPES, J. A. D.; SANTOS NETO, E. V.; MELLO, M. R.; KOIKE, L.; MARSAIOLI, A. J.; REIS, F. A. M. **3-Alkyl and 3-carboxyalkyl Steranes in Marine Evaporitic Oils of the Potiguar Basin**. *Chemical Geology*, 158, 1-20, 1999.

MANSOORI G.A. **Modeling of asphaltene and other heavy organic depositions**. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, v.17.p.101-111,1997.

MELLO, M. R.; TELNAES, P. C.; GALGLIANONE, M. I.; CHICARELLI, S. C.; BRASSELL & MAXWELL,J. R. **Organic geochemical characterisation of depositional palaeoenvironments of source rocks and oils in Brazilian marginal basins**. *Advances in Organic Geochemistry*,v.13, p.31–45, 1988.

PETERS, K.E.; WALTERS, C.C.; MOLDOWAN, J.M. **The Biomarker Guide: Biomarkers and Isotopes in the Environment and Human History**, 2nd Edition, Vol.2, CambridgeUniversity Press, 2005.

SILVA , I. S. A.; SOUSA, A.A.C.; SOUSA, I.V.A.F.; CAPILLA, R.; CRUZ, G.F.; CITÓ, A.M.G.L.; LIMA, S.G. **Characterization of oils from Fazenda Belém-Potiguar Basin, Northeast Brazil**. *Petroleum Science and Technology*, v.0, n°0,1-6, 2017.

SILVA, T. F.; AZEVEDO, D. A.; RANGEL, M. D.; FONTES, R. A.; NETO, F. R. A. **Efect of biodegradation on biomarkers released from asphaltenes**. *Organic Geochemistry*, v.39, p.1249–57, 2008.

SPIGOLON, A. L. D. PALINOFÁCIES E FACIOLOGIA ORGÂNICA DA FORMAÇÃO ALAGAMAR (APTIANO DA BACIA POTIGUAR, BRASIL): PALEOAMBIENTE E MATURAÇÃO TÉRMICA.

Dissertação de Mestrado, UnB, 104p, 2003.

SPIGOLON A. L. D; SANTOS NETO E. V. GEOQUÍMICA ORGÂNICA DO EOCRETÁCIO DA BACIA POTIGUAR: IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS E PALEOCLIMÁTICAS. X Congresso Brasileiro de Geoquímica e II Simpósio de Geoquímica dos Países do Mercosul Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, 2005

TRINDADE, L.A.F.; BRASSELL,S.C. **Geochemical assessment of petroleum migration phenomena on a regional scale: case studies from Brazilian marginal basins.**Organic Geochemistry, v.19,p.13–27,1992.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-020-9

