

5 ROCHA GERADORA

Três fatores determinam a potencialidade de uma rocha como geradora: quantidade, qualidade e o estágio de maturação que a matéria orgânica contida nesta rocha apresenta.

5.1 Quantidade da matéria orgânica

Para se determinar a quantidade de matéria orgânica existente nas amostras, utilizou-se a análise do carbono orgânico total (COT). Valores maiores que 1% de COT, em folhelhos (resíduo insolúvel superior a 50%), são considerados como razoáveis alvos para a exploração e os com mais de 4% de COT teriam um alto potencial gerador. Em carbonatos (resíduo insolúvel inferior a 50%), os teores necessários geralmente são menores, valores acima de 1% de COT já podem ser avaliados como de excelente potencial (ESPITALIÉ *et al.*, 1977, 1989).

No poço SC-20-RS observa-se que os valores de COT são bastantes variáveis (figura 81): a maioria está abaixo de 1%, representada pelos sedimentos predominantemente siliciclásticos (resíduo insolúvel superior a 50%) dos membros Taquaral (intervalos A e C) e Assistência (Intervalos F e G) da Formação Irati.

O Intervalo B (Membro Taquaral) representado pontualmente por uma subida brusca de COT (%) foi assim designado para identificar um evento de melhor preservação da matéria orgânica, no Membro Taquaral, na profundidade de 40,70m, com 2,74% COT%.

No Membro Assistência são notados três intervalos com teores altos. O primeiro corresponde à base do Intervalo D, com 3 m de espessura e máximos de 1,94% de COT. O Segundo é a porção mediana, correspondente ao Intervalo E, com aproximadamente 4 m de espessura, atinge o máximo de COT registrado no poço SC-20-RS com até 17%, se destacando dentre todos os intervalos, classificado como a de maior potencial gerador.

Os intervalos H e I apresentam teores que vão de 0,17%-1,32% e 0,74%-2,34% de COT.

5.2 Potencial gerador e Qualidade da matéria orgânica

A qualidade e a maturação da matéria orgânica podem ser avaliadas por diferentes técnicas químicas e ópticas. Foi realizada, neste trabalho, apenas a análise química utilizando-se a técnica da pirólise Rock Eval, que é usada na determinação simultânea do tipo e da maturação da matéria orgânica. Segundo esta técnica o querogênio pode ser classificado como dos tipos I, II, III e IV (ESPITALIÉ et al., 1977; BROOKS, 1981), como já foram descritos no capítulo IV.

Na maioria dos intervalos, os valores de S_2 , raramente ultrapassam os 2 mg HC/g rocha (figura 81):

- O Intervalo A, apresentou S_2 de 0,08-0,23 mgHC/gRocha e IH em torno de 20,67-31,17mgHC/gCOT, mostrando uma matéria orgânica sem potencial de geração de hidrocarbonetos.

- No Intervalo B representada apenas por amostra amostra 40,70m (COT de 2,72%) apresentou bom potencial gerador para gás e condensado (S_2 de 5,85 mg HC/g rocha), com IH de 213,5 e mg HC/g COT.

- A maioria das amostras do Intervalo C, possui valores COT abaixo de 1%, porém na profundidade de 40,1m, base do intervalo, o COT é de 1,42%, no entanto o S_2 é de 1,32 mgHC/gRocha e o IH é de 92 mgHC/gCOT, ou seja, baixo potencial gerador.

- O Intervalo D na amostra de profundidade de 34,70m (COT de 1,49%) apresentou moderado potencial gerador (S_2 de 3,85 mg HC/g rocha), com IH de 285,39 mg HC/g COT; a amostra 34,40m (COT de 1,09%) apresentou moderado potencial gerador (S_2 de 2,78 mg HC/g rocha), com IH de 255,05 mg HC/g COT; a amostra 33,80m (COT de 1,03%) apresentou médio potencial gerador (S_2 de 2,54 mg HC/g rocha), com IH de 246,60 mg HC/g COT, e a amostra 33,50m (COT de 1,94%) apresentou bom potencial gerador (S_2 de 6,88 mg HC/g rocha), com IH de 354,64 mg HC/g COT.

- Na maioria das amostras do Intervalo E, os valores de S_2 superam os 30 mg HC/g rocha, acompanhados por teores de IH acima de 300 mg HC/g COT. Este padrão sugere que os cerca de 4m de sedimentos da porção mediana do Membro Assistência, com COT elevado (acima de 8%) possui um excelente potencial para a geração de óleo.

- O Intervalo F, tem máximo de carbono orgânico total de 0,93%, com S₂ e IH, também muito baixos 0,51 mgHC/gRocha e 55,02 mgHc/gCOT, respectivamente, indicando amostras completamente oxidadas, sem potencial de geração de hidrocarbonetos.

- O intervalo G, com máximo de 2,14% de COT tem baixo potencial de geração para gás, já que os valores S₂ e IH alcançam valores máximos de 0,7 mgHC/gRocha e 132,08 mgHC/gCOT, respectivamente.

O Intervalo H tem valores de S₂ que chegam a 4,56 mg HC/g rocha, acompanhados por valores do IH em torno de 267,27mg HC/gCOT. Este padrão sugere que os cerca de 3m de sedimentos da porção superior do Membro Assistência, com COT razoável (acima de 1%) possui moderado potencial com indicação para geração de gás.

O Intervalo I, com 2m de espessura, com valores de carbono orgânico total que chegam a 2,34%, tem valores de S₂ entre 0,44 – 3,59 mg HC/g rocha e IH 45,27 – 179,87 mg HC/gCOT, que o classifica com moderado potencial para a geração de gás e condensado.

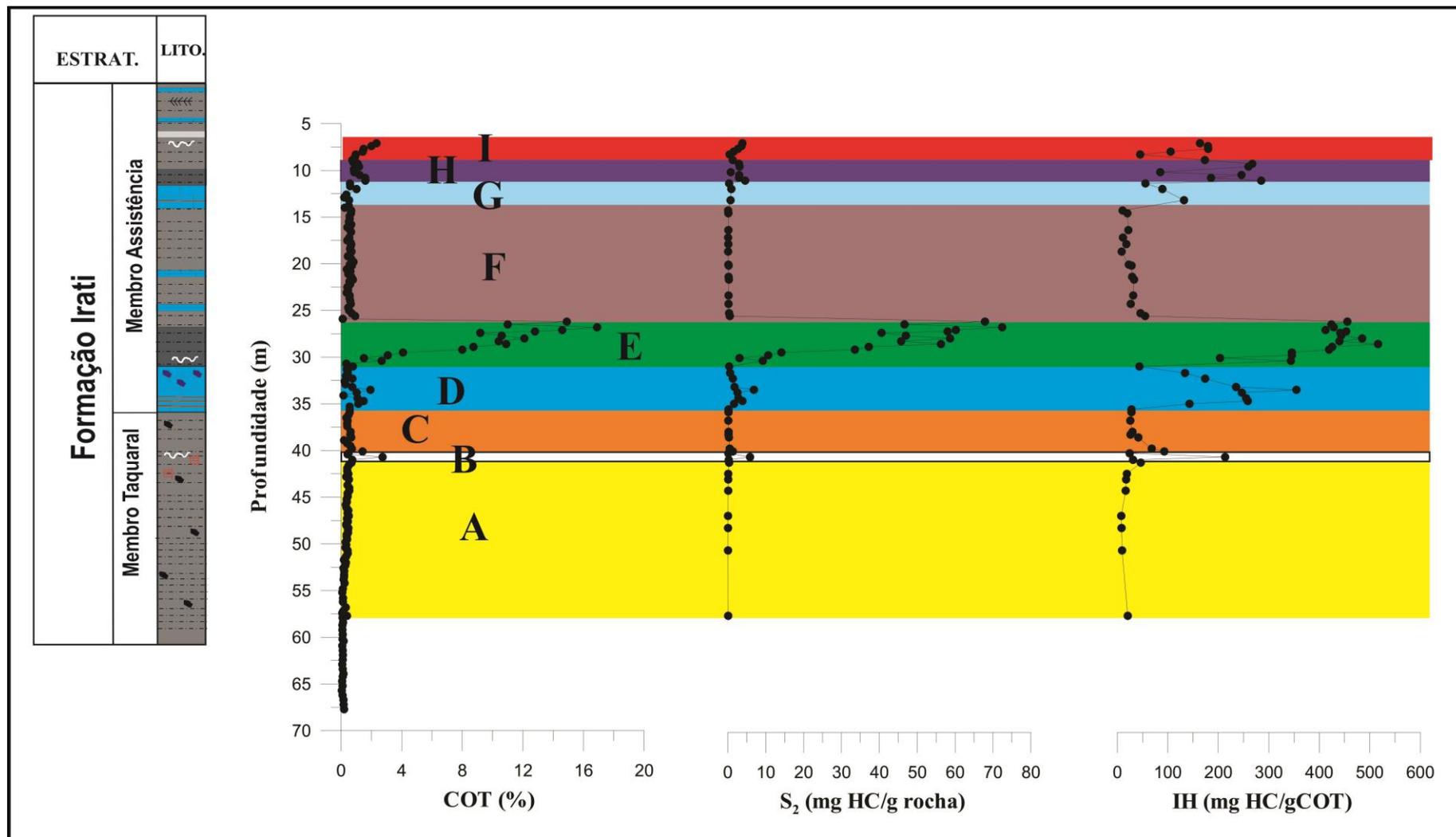


Figura 81 – Carbono orgânico total, potencial gerador (S₂ mg HC/g rocha) e a qualidade da matéria orgânica (IH mg HC/gCOT).

5.3 Tipo de Matéria Orgânica (Diagrama Van Krevelen)

O diagrama tipo Van Krevelen (Índice de Hidrogênio *versus* Índice de Oxigênio - IO), segundo Espitalié et al., (1977); Brooks, (1981), apresenta importantes diferenças quanto a composição da matéria orgânica através das quais é possível diferenciar os tipos básicos de querogênio presentes (figura 82).

Embora, na maioria das amostras a matéria orgânica apresente valores do índice de hidrogênio baixos, pode ser que esta matéria não seja efetivamente dos tipos III e IV, mas sim estar relacionado ao ambiente mais oxidante, que pode ter afetado este material.

Esta hipótese pode ser constatada em vários dos intervalos estudados, que muito embora tenham apresentado comportamento, segundo o diagrama do tipo Van Krevelen, semelhante ao do querogênio do tipo III ou IV, de acordo com os dados de biomarcadores, apresentaram maior *input* de matéria orgânica algálica (vide razões do Hopano/Esterano, nas figuras do íon m/z 217 dos intervalos C, F, G, H, por exemplo).

Os intervalos A, C e F apresentaram as menores médias de IH (19,51; 40,54; 29 e 25,89 mg HC/g COT, nesta ordem, se comportando como matéria orgânica oxidada (querogênio do tipo IV).

Os intervalos B, G, H e I têm como característica o IH em torno de 213,5 mgHC/gCOT com baixo IO com média de 22,99 mgCO₂/gCOT, mostrando um comportamento do querogênio do Tipo III. A matéria orgânica, aparentemente mista, do Intervalo D se comporta como querogênio do tipo II (marinha), mas principalmente tipo III (terrestre).

O Intervalo E com média de IH em torno de 390 mgHC/gCOT) e de IO 29 mgCO₂/gCOT, se comporta predominantemente como querogênio tipo II (figura 82), classificado como de origem de matéria orgânica marinha, propícia à geração de óleo.

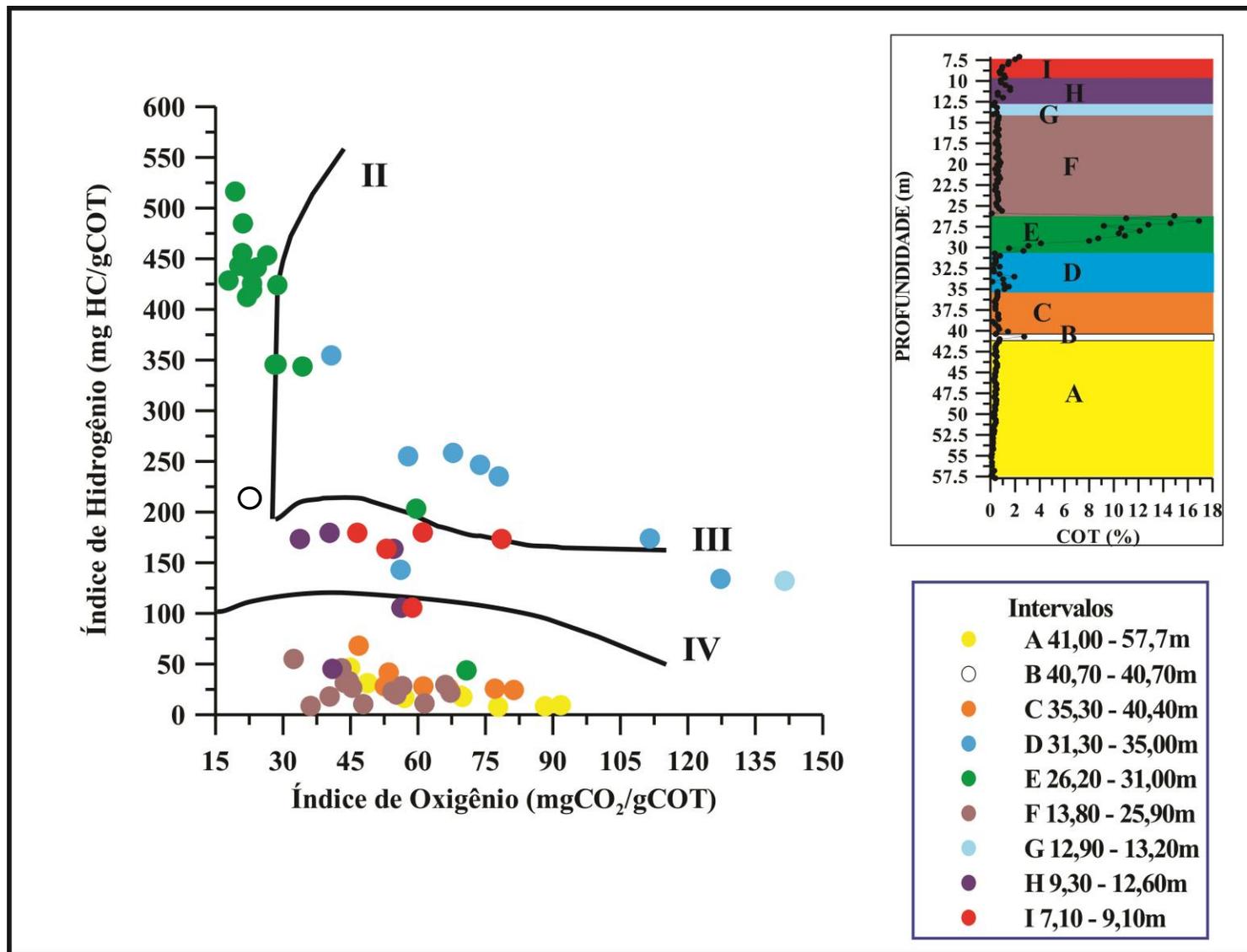


Figura 82 – Diagrama Tipo Van Krevelen, intervalos quimioestratigráficos.

5.4 Grau de preservação da matéria orgânica

O grau de preservação da matéria orgânica refletido pelo teor de carbono orgânico encontrado nas amostras versus o Índice de Hidrogênio (figura 83) nos mostra que o intervalo E, apresenta o maior grau de preservação.

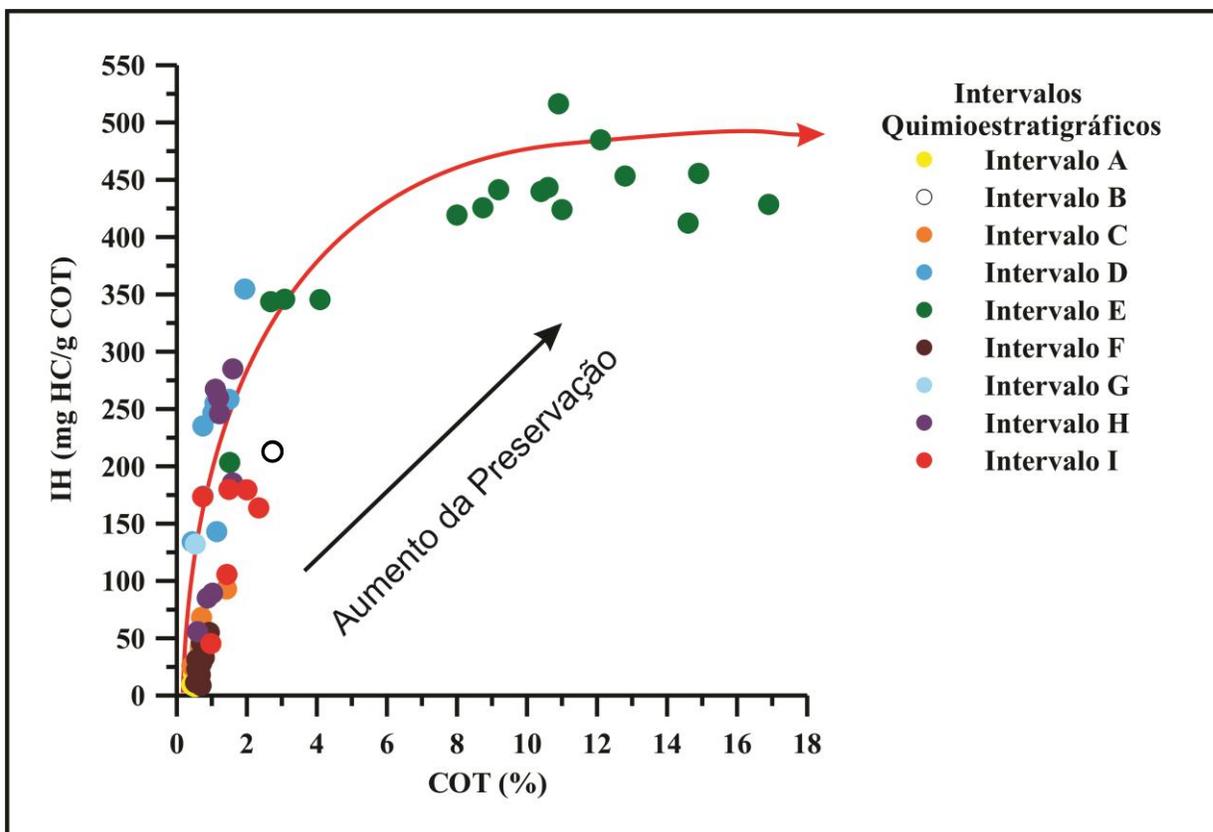


Figura 83 – Grau de preservação da matéria orgânica carbono orgânico (%) versus índice de hidrogênio (mgHC/gCOT).

5.5 - Evolução Térmica

Os estágios de maturação das rochas geradoras podem ser definidos de diferentes maneiras (ESPITALIÉ et al., 1977):

- pela temperatura correspondente ao máximo ($T_{\text{máx}}$) de evolução do pico S_2 : essa temperatura aumenta com o grau de evolução.

- pelo índice de produção (IP), fornecido pela razão $S_1/(S_1 + S_2)$, correspondendo o S_1 a quantidade de hidrocarbonetos líquidos e/ou gasosos presentes na rocha e que não sofreram migração. O valor deste índice aumenta com a maturação, desde valores próximos a zero, para a matéria orgânica imatura, até valores máximos (0,60), durante os estágios de geração de petróleo. Altos valores revelam a presença de óleo livre.

Os valores de T_{max} inferiores a 440°C indicam que todas as amostras são termicamente imaturas e que não sofreram qualquer influência térmica de intrusões de diabásio (figura 84) presentes na bacia em questão.

Os baixos valores de T_{max} , em conjunto com as baixas razões do terpano 31S/R, predominância dos esteranos $\alpha\alpha\alpha$, em relação aos $\alpha\beta\beta$, termicamente mais estáveis, em toda a Formação Irati, sugere a pouca maturação desta formação.

Utilizando a equação de Sofer et al., (1993) ($R_o = 0,5 [C_{29}\alpha\alpha\alpha (S/R)] + 0,35$), foram obtidos resultados de refletância da vitrinita $<0,6$, o que também indica a baixa maturidade da Formação Irati nesta área (figura 83).

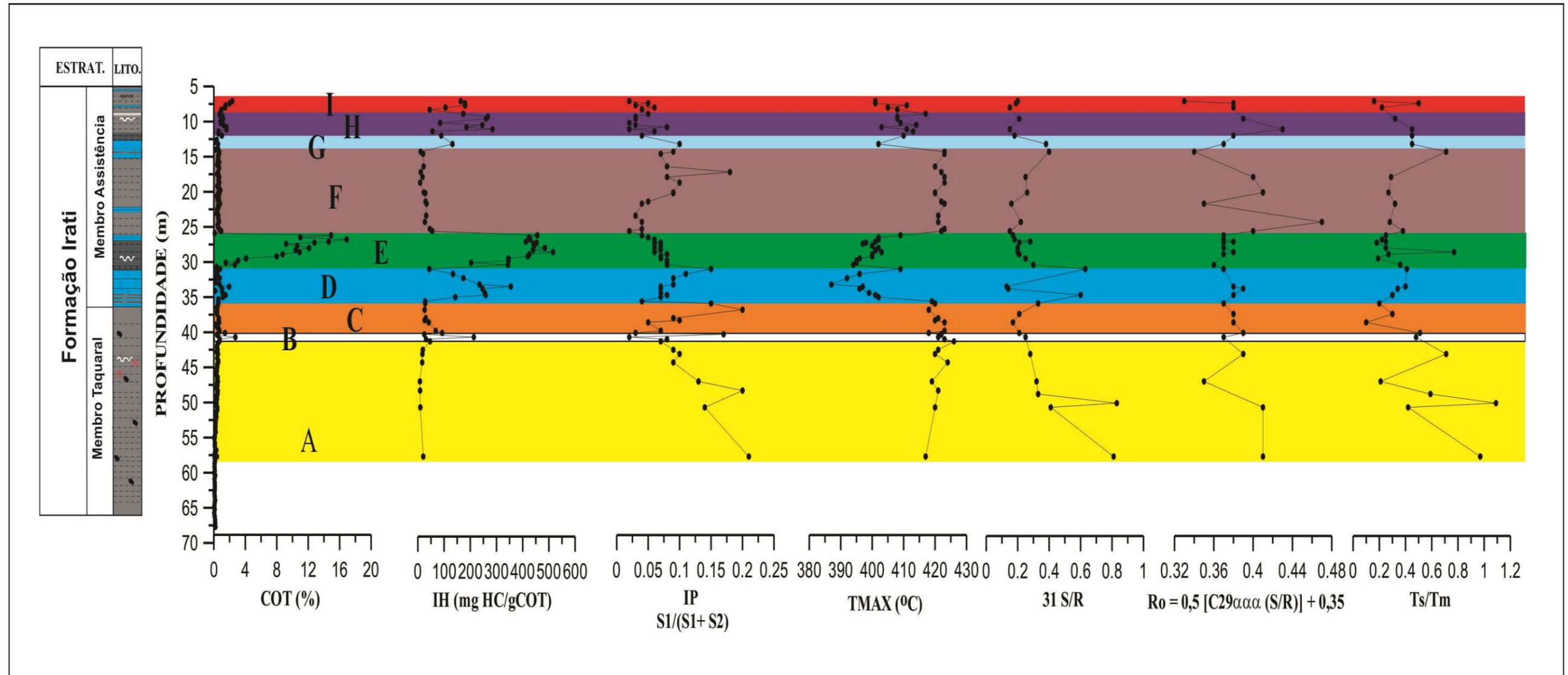


Figura 84 – Parâmetros de pirólise e biomarcadores para a evolução térmica, intervalos quimioestratigráficos A-I.

5.6 Relação entre o Carbono Orgânico Total e o Enxofre Total

As amostras correspondentes às unidades G, E e I, apresentaram os maiores teores de COT e S. Estes teores distribuem-se irregularmente ao longo da curva da relação COT *versus* S. Observou-se que as amostras com maiores valores de COT corresponderam aos maiores valores de %S, enquanto as amostras com teores de COT mais baixos revelaram uma tendência à diminuição dos teores de enxofre, observado na relação entre os teores de carbono orgânico total e enxofre total (figura 85).

Pode-se atribuir este comportamento a uma possível maior disponibilidade de ferro no ambiente deposicional para fixação do enxofre, a partir dos maiores teores de carbono orgânico (admitindo que a maior parte do enxofre analisado esteja na forma de pirita-F e S).

De acordo com Leventhal (1983) a partir da relação COT/S é possível distinguir ambientes deposicionais em termos da presença de oxigênio (marinho normal) ou H₂S (ambiente euxínico). Segundo Berner (1982) *apud* Alferes (2007), a razão 2,8 COT/S, sugere o traçado de uma reta de referência para sedimentos depositados em ambiente marinho normal. Ainda de acordo com este autor, amostras que apresentarem valores de enxofre total acima desta reta seriam caracterizadas como provenientes de um ambiente euxínico/anóxico e abaixo como originados em ambientes óxicos.

Observa-se que em geral as amostras estão localizadas acima da reta, indicando que para a maior parte dos intervalos, o ambiente provavelmente são provenientes de ambiente euxínico/anóxico. Nota-se também que as amostras correspondentes ao Intervalo E, apresentam os maiores teores de COT e S, distribuíram-se irregularmente ao longo da curva de ambiente marinho normal.

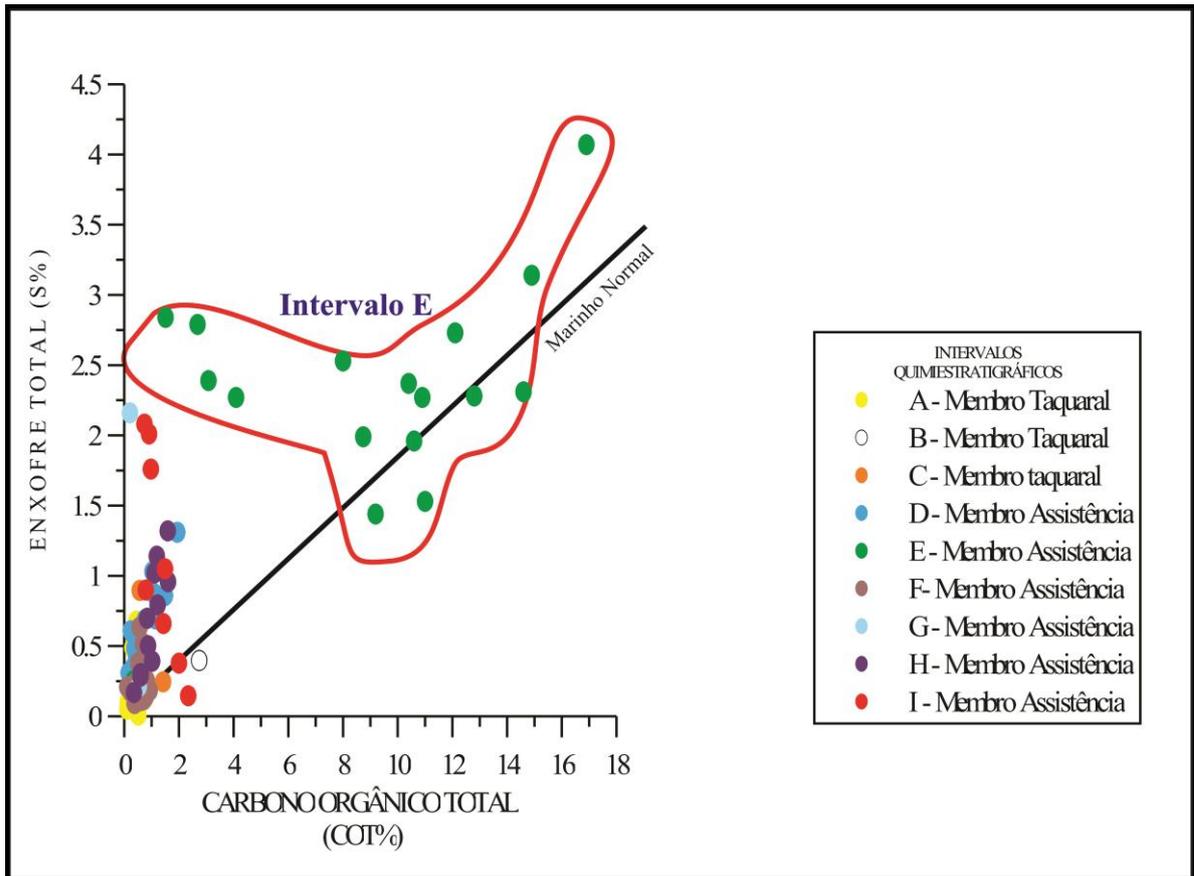


Figura 85 - Relação entre os teores de carbono orgânico total e enxofre total das amostras da Fm. Irati.

6 CONCLUSÕES

Os teores de carbono orgânico total, enxofre total e resíduo insolúvel, bem como os resultados de pirólise Rock-Eval e biomarcadores permitem as seguintes considerações:

- Foram definidos nove intervalos quimioestratigráficos, denominados informalmente de A a I, identificados de acordo com suas características geoquímicas particulares.

- Através dos biomarcadores, foi possível sugerir o ambiente de deposição, a contribuição de diferentes tipos da matéria orgânica, assim como mostrar as mudanças observadas ao longo da história deposicional da Formação Irati.

- Os alcanos lineares predominam nos intervalos mais siliciclásticos (intervalos quimioestratigráficos A, B, C e F), enquanto que nos intervalos mais carbonáticos (intervalos quimioestratigráficos D, E, G, H e I) ocorrem aumento na proporção dos alcanos ramificados.

-Os aumentos de salinidade foram identificados pelos enriquecimentos em gamacerano e nos isoprenóides pentametilicosano (*i*-25) e esqualano (*i*-30), intervalos quimioestratigráficos D e G.

- A observação da presença de hidrocarbonetos insaturados em alta proporção nas amostras dos intervalos H e I, sugere o pouco soterramento ao qual esta unidade litoestratigráfica foi submetida.

- Os dados de Pirólise Rock Eval apontam para um excelente potencial de geração de óleo apenas na unidade E. Outros intervalos como, D, H e I, apresentaram um moderado potencial gerador, enquanto os intervalos A, B, C, F e G, o potencial gerador é muito baixo.

- De acordo com o diagrama tipo Van Krevelen, a matéria orgânica da maioria das unidades quimioestratigráficas se comporta como dos tipos III e IV. Constitui exceção o Intervalo E, que é composto essencialmente por matéria orgânica do tipo II, que é rica em hidrogênio e, portanto propícia à geração de hidrocarbonetos líquidos.

- Os valores de Tmax inferiores a 440°C, indicam que a matéria orgânica não atingiu a janela de maturação. Isso em conjunto com as baixas razões dos terpanos 31βα (S/R) e a predominância dos esteranos ααα, sugerem a baixa maturação da Formação Irati na área estudada.

REFERÊNCIAS

- ALFERES, C.L.F. A geoquímica orgânica da Formação Irati na área de São Mateus do Sul, Paraná. 2007. 99 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- ALLARD, B.; RAGER, M. N.; TEMPLIER, J. Occurrence of high molecular weight lipids (C80+) in the trilaminar outer cell walls of some freshwater microalgae. *Organic Geochemistry*, [S. l.], v. 33, p. 789-801. 2002.
- AMARAL, S. E.. Geologia e Petrologia da Formação Irati (Permiano) no Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Geociências e Astronomia*, v. 2, p. 8-81. 1971.
- AQUINO NETO, FR.; TRENDEL, J.M; RESTILE, A.; CONNAN, J.; ABRECHT, P. A Occurrence and formation of the tricyclic and tetracyclic terpanes in sediments and petroleum. In: BJOROY, M. et al. (Ed.). *Advances in Organic Geochemistry*. New York: J. Wiley, 1983. p. 659-676.
- Araújo, L.M. Análise da expressão estratigráfica dos parâmetros de geoquímica orgânica nas sequências deposicionais Irati. 2001. 307p. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- ARAÚJO, L.M. & TRIGUIS, J. A.. Avaliação do Efeito Térmico das Intrusivas ígneas nas rochas geradoras da Formação Irati Membro Assistência. Curitiba: Petróleo Brasileiro S.A., 1996. 260 p. Relatório interno.
- ARAÚJO, C. C.; YAMAMOTO, J. K.; ROSTIROLLA, S. P. 2004. Distribuição espacial e caracterização geológica dos arenitos asfálticos da borda leste da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, Brasília, v. 34, n. 2, p. 187-200.
- ARAÚJO, L.M.; TRIGÜIS, J.A.; CERQUEIRA, J.R.; FREITAS, L.C.S. The atypical permian petroleum system of the Paraná Basin, Brazil. *AAPG Memoir*, n. 73, p. 377-402. 2000.
- ASSINE, M.L.; SOARES, P.C.; MILANI E.J. 1994. Sequências Tectono Sedimentares mesopaleozóicas da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-89.
- Barberena, M.C., Araujo, D.C., Lavina, E.L. and Azevedo, S.A.K., 1985. O estado atual do conhecimento sobre os tetrapodes permianos e triássicos do Brasil Meridional. *Coletanea Trab. Paleontol. MME-DNPM, Ser. Geol. Seção Paleontol. Estratigr.*, 27 (2): 21-22.
- BARBOSA O., ALMEIDA F.F.M.de. Nota sobre a estratigrafia da Série Tubarão em São Paulo. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, [S. l.], v. 21, n.1, p.65-68. 1949.
- BARBOSA, O; GOMES F. A. Pesquisa de petróleo na Bacia Rio do Corumbataí, Estado de São Paulo. Rio de Janeiro: DNPM, 40 p. Boletim Divisão de Geologia e Mineralogia, 171 p.

Bauer, P. E., Dunlap, N. K., Arseniyadis, S., et al. (1983) Synthesis of biological markers in fossil fuels. 1. 17α and 17β isomers of 30-norhopane and 30-normoretane. *Journal of Organic Chemistry*, 48, 4493–7.

BESSEREAU, G. GUILLOCHEAU, F.; HUC, A. Y. 1995. Source Rock Occurrence in a Sequence Stratigraphic Framework: The example of the Lias of the Paris Basin. In: HUC, A. Y. (Ed). *Paleogeography, paleoclimate and source rocks*. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, p. 273-303 (Memoir 40).

Beurlen K. (1953) Estratigrafia e Paleontologia das formações gondwanicas do Sul do Brasil. Avulso Dit., Geol. Min., DNPM, Rio de Janeiro 59.

BRASSEL, S. C.; WARDROPER, A. M. K; THOMPSON, I. D.; MAXWELL, J. R; EGLINTON, G Specific acyclic isoprenóides as biological markers os methanogenic bacteria in marine sediments. *Nature*, [S.I], V. 290, p. 693-696, 1981.

BRASSELL, S.C.; GUOYING, S.; FU JIAMO & EGLINTON, G. 1988. Biological markers in lacustrine Chinese oil shales. In *Lacustrine Petroleum Source Rocks* (KELTS, K.; FLEET, A. & TALBOT, M. - eds.), pp. 299-308, Blackwell.

Bray, E.E.; Evans, E.D. (1961) - Distribution of n-parafins as a clue to recognition of source beds. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 22, p. 2 -15.

BROOKS, J. 1981. Organic maturation of sedimentary organic matter and petroleum exploration: a review. In *Organic maturation studies and fossil fuel exploration* (BROOKS, J. ed.), pp. 1-37, Academic Press.

BUR JACK M.I.A., LOBOZIAK S. & STREEL M. 1987 - Quelques données nouvelles sur les miospores devoniennes du bassin du Paraná (Brasil). *Sci. Geol Bull.*, 40, 4 : 381-391.

CARDOSO, T. R. M. Registro marinho no membro Taquaral (Formação Irati), permiano superior da bacia do Paraná, Brasil In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEOBOTÂNICA E PALINOLOGIA, 2010, SALVADOR. PROSPECTANDO NOVAS FRONTEIRAS. *Anais...* Salvador, 2010. p.143

CASPI, E.; ZANDER, J. M.; GREIG, J.B.; MALLORY, F.B.; CONNER, R. L.; LANDREY., J. R. Evidence for nonoxidative cyclization of squalene in the biosynthesis of tetrahumanol. *Journal of the American Chemical Society*, [S.I] c. 90, p. 3563-3564, 1968.

CERQUEIRA, J. R.; SANTOS NETO, E. V. Papel das intrusões de diabásio no processo de geração de hidrocarbonetos na Bacia do Paraná. In : Congresso Brasileiro de Petróleo, 3., 1986, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro : Instituto Brasileiro de Petróleo/PETROBRAS, 1986. 15 p. TT-73.

CHOWDHURY, A. L.; NOBLE, J. P. A. (1996) Organic carbon and pyrite sulphur relationships as evidences of bottom water conditions of sedimentation, Albert Formation fine-grained lacustrine sediments, New Brunswick, Canada. *Marine and Petroleum Geology*, v. 13, n. 1, p. 79-90.

J.C. Cisneros, F. Abdala, M.C. Malabarba Pareiasaurids from the Rio do Rasto Formation, Southern Brazil: biostratigraphic implications for Permian faunas of the Paraná Basin *Rev. Bras. Paleont.*, 8 (2005), pp. 13–24.

CONNAN, J., RESTILE, A.; ALBRECHT, P. Biodegradation of crude oil in the Aquitaine basin. *Physics and chemistry of the earth*, [S.I.], v. 12, p. 1-17, 1980.

CONNAN, J.; BOUORULELEC.; DESSERT, D.; ALBRECHT, P. The microbial input in carbonate-anhydrite facies a sabkha paleoenvironment from Guatemala: A molecular approach. *Organic Geochemistry*, [S.I.], p. 29-50, 1986.

Corrêa L.M.S.A. & Pereira E., 2005. Estudo da Distribuição das intrusões mesozóicas e sua relação com os sistemas petrolíferos da Bacia do Paraná. In: *SIMPÓSIO DE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS*, 3. Cabo Frio. Anais. Rio de Janeiro: SBG-Núcleo RJ/ES, v.1, p. 21-26.

Courtillot V.E. & Renne P. R., 2003. On the Ages of Flood basalt events. *C.R. Geoscience*, v. 335, p. 113-140.

Czochanska Z., Foo L. V., Newman R. H., Porter L J., Thomas W. A. and Jones W. T. (1979) Direct proof of a homogeneous polyflavan*3-ol structure for polymeric pro- anthocyanidins. *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 375-376.

Da Silva Z. C. C., Conford C. 1985. The Kerogen type, depositional environment and maturity, of the Irati Shale, Upper Permian of paraná Basin, Southern Brazil *Org. Geochem.* Vol. 8, No. 6, pp. 399-411

DAEMON, R.F.; QUADROS, L.P. - Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 24., 1970., Brasília. *Anais...* Brasília: Sociedade Brasileira de Geologia, 1970. p. 359-412.

DELLA FÁVERA, J. C. *Fundamentos de Estratigrafia Moderna*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2001.

DIDYK, B. M.; SIMONEIT, B.R.T.; BRASSELL, S.C.; EGLINTON, G. Organic geochemical indicators of palaeoenvironmental conditions of sedimentation. *Nature*, [S.I.], v. 272, p. 216-222, 1978.

DU TOIT, A.L. 1927. A Geological Comparison of South America with South Africa. Washinton: The Carnegie Institution, publ. 381, 157p.

DURAND, B. The History of Organic Geochemistry. *Oil & Gas*. [S.I.]: Science and Technology-Ver IFP, 2003. n. 2, v.58, p. 203-231.

EGLINTON G. and HAMILTON R. J. (1963) The distribution of alkanes. In *Chemical P&T Taxonomy* (Ed. T. SWAIN) Academic Press. Chapter 8, p. 187.

Eglinton G. and Hamilton R. J. (1967) Leaf epicuticular waxes. *Science* 156, 1322-1334.

EGLINTON G. and CALVIN M. (1967) Chemical fossils. *Sci. Amer.* 216, 32-43.
Espitalié, J.; Laporte, J.L.; Madec, M.; Marquis, F.; Leplat, P.; Paulet, J.; Boutefeu, A. Méthode rapide de caractérisation des roches mères, de leur potentiel pétrolier et de leur degré d'évolution. *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, v. 32, p. 23-42, 1977.

ESPITALIÉ, J.; DEROO, G.; MARQUIS, F. (1985) - La pyrolyse Rock-Eval et ses applications - première/deuxième partie. *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, v. 40, n. 5-6, p. 563-579.

Faure, K., Cole, D.I., 1999. Geochemical evidence for lacustrine microbial blooms in the vast Permian Main Karoo, Paraná, Falkland Islands and Huab basins of southwestern Gondwana. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 152, 189 – 213.

Felicissimo, Jr., J. (1940), Xistos pirobetuminosos e arenitos asfálticos no Estado de São Paulo: *Inst. Geogr. e Geol., Secr. Agric, Bol.* 27, pp. 275-280, São Paulo.
FRANÇA, A.B. & CALDAS, A.F.F.D. 1983. Diferenciação e Evolução dos sistemas deltaicos na parte superior do Grupo Tubarão, Bacia do Paraná. *Revistas Brasileiras de Geociências*, São Paulo v. 13, n. 1, p. 56-67.

Frimmel, H.E., Fölling, P.G., 2004. Late Vendian closure of the Adamastor Ocean: timing of tectonic inversion and syn-orogenic sedimentation in the Gariep Basin.
FU JIAMO, S. G.; PINGAN, P.; BRASSEL, S. C.; EGLINTON, G.; JIGANO, J. (1986) Peculiarities of salt lake sediments as potential source rocks in China. *Organic Geochemistry*, v. 10, p. 119-126.

GALLOWAY, W., 1989, Genetic Stratigraphic sequences in Basin Analyses I: architecture and genesis of flooding surface bounded depositional units. *AAPG Bull*, v. 73, p. 26.

GAMA, R.M. A. *Geoquímica Orgânica na Formação Irati, área de Herval- Rio Grande do Sul. (Mestrado em Geologia) - Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.*

GAMA JR., E; BANDEIRA JR., A.N.; FRANÇA, A.B. 1982. Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráficas paleozóicas na parte central da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 578-589.

GELPI, E.; SHNEIDER, H.; MANN, J.; ALFA ORO, J. Hydrocarbons of geochemical significance in microscopic algae. *Phytochemistry*, [S.I.], v. 9, p. 603-612, 1970.

Gradstein, F.M. et al., 2004. A geologic time scale 2004. Geological Survey of Canada, *Miscellaneous Report* 86, 1 chart.

HACHIRO, J. 1991. Litotipos, associações litológicas e sistemas deposicionais da Formação Irati no Estado de São Paulo. São Paulo, 175 p. *Dissertação de Mestrado em geologia sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.*

ten Haven H. L., Rohmer M., Rullkotter J. and Bisseret P. (1989) Tetrahymanol, the most likely precursor of gammacerane, occurs ubiquitously in marine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* 53, 3073-3079.

HAWKESWORTH C.J., GALLAGHER K. KALLEY S., MANTOVANI M. PEATE D.W., REGELOUS M. & ROGERS N.W., 1992. Paraná magmatism and opening of the south Atlantic. In: STOREY, B.C., ALABASTER, T. & PANKHURST, R.J. (Eds.). *Magmatism and the Causes of Continental Break-Up*. Geological Society Special Publication, v. 68, p. 221-240.

HUANG, H.; LARTER, S. R.; LOVE, G. D. (2003) Analysis of wax hydrocarbons in petroleum source rocks from the Damintun depression, eastern China, using high temperature gas chromatography. *Organic Geochemistry*, no. 34, p. 1673-1687.

HUGUES, W.B. Use of thiophenic organosulfur compounds in characterizing crude oils derived from carbonate versus siliciclastic sources. In: Palacas, J.G. (Ed.). *Geochemistry and source rock potential of carbonate rocks*. Tulsa: AAPG, 1984.p. 181-196. (AAPG Studies in Geology, 18).

Hunt, J.M. (1996) – *Petroleum Geochemistry and Geology*. San Francisco: W.H. Freeman and company.

KAROGODIN, YU. N. – Relações Mútuas entre complexos cíclicos sedimentares em seções de bacias contendo petróleo e gás. *Dohl. Akad. Nauk. SSSR*. 220 (6): 1414-1416 (traduzido do russo por Fucs, A.), 1975.

Kay, L.E., P.J., Marion, D. and Bax, A. (1989) *J. Magn. Reson.*, 84, 72-84.

KOOPMANS, M. P.; RIJSTRA, W. I. C.; KLAPWIJK, M. M.; DE LEEUW, J. W.; LEWAN, M. D., J. W.; DAMSTÉ, J. S. S. (1999) A thermal and chemical degradation approach to decipher pristane and phytane precursors in sedimentary organic matter. *Organic Geochemistry*, v. 30, p. 1089-1104.

KLEEMANN G., PORALLA K., ENGLERT G., KJOSEN H., LIAAEN-JANSEN N., NEUNLIST S., AND ROHMER M. (1990) Tetrahymanol from the phototrophic bacterium *Rhodospseudomonas palustris*: First report of a gammacerane triterpene from a prokaryote. *J. Gen. Microbiol.* 136, 2551-2553.

Leipnitz, B., 1981. Estudo palinológico da Formação Palermo, estado de Santa Catarina, Permiano, Bacia do Paraná, Brasil. Thesis. Univ. Fed. Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 141 pp.

LEVENTHAL, J. S. (1983) An interpretation of carbon and sulfur relationship in Black Sea sediments as indicators of environments of deposition. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 47, p. 133-137.

LUCAS, S. G. Global Permian tetrapod biostratigraphy and biochronology. In: LUCAS, S. G.; CASSINIS, G.; SCHNEIDER, J. W. (Ed.). *Non-marine Permian biostratigraphy and biochronology*. London: Geological Society, 2006. p. 65-93. (Special Publications, 265).

Lindsay J.F., Kennard J.M., Southgate P.N. 1993. Application of sequence stratigraphy in an intracratonic setting, Amadeus basin, central Austrália. In H.W. Posamentier, C.P. Summerhayes, B.U. Haq, G.P. Ahen (eds.), Sequence Stratigraphy and Fácies. Associations, Special Publication of the International Association of Sedimentologists, 18:605-632.

MARQUES-TOIGO, M. Palynobiostratigraphy of the Southern Brazilian Neopaleozoic Gondwana sequence. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7. 1988, São Paulo. Proceedings... São Paulo: IUGS, 1991. p. 503-515.

Mackenzie A. S., Brassell S. C., Eglinton G. and Maxwell J. R. (1982) Chemical fossils: the geological fate of steroids. *Science* 217, 491-504.

Mackenzie A. S. (1984) Applications of biological markers in petroleum geochemistry. In *Advances in Petroleum Geochemistry* (Edited by Brooks J. and Welte D.), Vol. 1, pp. 115-214. Academic Press.

MEDEIROS, R.A. 1995. Hierarquia e Caráter Cronoestratigráfico dos tratos de sistemas marinhos transgressivos associados às formações Rio do Sul, Rio Bonito e Palermo. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 2, Porto Alegre, 1995. Resumos...Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 76-77.

MELLO, M. R.; KOUTSOUKOS, E. A.M.; SANTOS NETO, E.V.; TELLES JR., A.C.S. Geochemical and micropaleontological characterization of lacustrine and marine hypersaline environments from Brazilian sedimentary basins. In KATZ, B. J.; PRATT, L.M. (Ed). Source rocks in sequence stratigraphic framework. Tulsa: AAPG, 1983. p. 17-34. (AAPG Studies in Geology, 37).

MELLO, M. R.; GAGLIANONE, P. C.; BRASSELL, S. C.; MAXWELL, J. R. Geochemical and biological marker assessment of depositional environments using Brazilian offshore oils. *Marine and Petroleum Geology*, [S.I], v. 5, p. 205-223, 1988.

MENDES, J.C. 1961. Algumas considerações sobre estratigrafia da Bacia do Paraná. *Boletim de Geografia - Temas estratigráficos*, Curitiba, v. 4/5, p. 3-47.

MENDES, J.C. FULFARO, V.J., AMARAL, S.E. & LANDIM P.M.B. (1966) - A Formação Irati (Permiano) e Fácies Associadas. *Bol. Soc. Bra. Geol.*, V. 15, n. 3, p. 23-43, 9 figs São Paulo.

Mendonça Filho, J. G.; Menezes, T. R.; Oliveira, A. D. & Iemma, M. B. 2003. Caracterização da contaminação por petróleo e seus derivados na Baía de Guanabara: aplicação de técnicas organogeoquímicas e organopetrográficas. *Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ*, 26: 69-78.

MEZZALIRA, S. 1971 -Contribuição ao Conhecimento da Geologia de Sub-Superfície e da Paleontologia da Formação Irati, no Estado de São Paulo. *An. Acad. Brás. Ciênc.* 43 (Suplemento): 273-336.

Milani, E.J. (1997) - Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. Tese de Doutorado 255 p. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre.

MILANI, E.J.; RAMOS, V.A (1998) – Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 28, n. 4, p. 473-484.

Milani, E.J.; FRANÇA, A.B.; MEDEIROS, R.A. (in memoriam) 2007 – Rochas geradoras e rochas-reservatório da Bacia do Paraná, faixa oriental de afloramentos, Estado do Paraná. *Roteiros Geológicos, Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 15, n. 1, p. 135-162.

Milani, E. J. Brandão, J. A. S. L. Zalán, P. V. and Gamboa, L. A. P. “Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas,” *Revista Brasileira de Geofísica*, vol. 18, no. 3, pp. 351–396, 2000.

Milani, E. J.; França A. B.; Medeiros R. A. Rochas geradoras e rochas reservatórios da Bacia do Paraná, faixa oriental de afloramentos, Estado do Paraná. *B. Geoci. Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 135-162, nov. 2006/maio 2007.

MOLDOWAN, J. M.; SEIFERT, W. K.; GALLEGOS, E. J. (1985) Relationship between petroleum composition and depositional environment of petroleum source rocks. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 69, p. 1255-1268.

MOURA, P. DE, & CARNEIRO, F. O., 1976. Em busca do petróleo brasileiro, ed Rio de Janeiro, edit. Fundação Gorceix, Ouro Preto, MG, 360p.

NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A.; MULMANN, H. 1969. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *Boletim Técnico da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 291-346.

OBERMAJER, M.; FOWLER, M. G.; SNOWDON, L. R. (1998) A Geochemical Characterization and a Biomarker Reappraisal of The Oil families from Southwestern Ontario, Canada. *Bulletin of Canadian petroleum geology*. Issue: 3, volume: 46, pages: 350 – 378.

OURISSON, G ALBRECHT, P.; ROHMER, M. The hpanoides. Palaeochemistry and biochemistry of a group of natural products. *Pure and Applied Chemistry*, [S.I.], v. 51, p. 709-729, 1979.

OURISSON, G ALBRECHT, P.; ROHMER, M. Predictive microbial biochemistry, from molecular fossil to procaryotic, [S.I.], v. 251. p. 44-51, 198.

PADULA, V.T. 1968. Estudos geológicos da Formação Irati, Sul do Brasil. *Boletim Técnico da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 407 - 430.

PALACAS, J. G.; ANDERS, D. E.; KING, J.D. South Florida Basin-A prime example of carbonate source rocks in petroleum. In Palacas, J.G. (Ed.). *Petroleum Geochemistry and source rock potential of carbonate rocks*, p. 71-96. American association of Petroleum Geologist, *Studies in Geology* n° 18, 1984.

PERINOTTO, J. A. J. Análise estratigráfica da Formação Palermo (P) na Bacia do Paraná, Brasil. 1992. 2 v. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1992.

Peters, K. E.; Walters, C. C.; Moldowan, J. M.; *The Biomarker Guide: Biomarkers and Isotopes in the Petroleum Exploration and Earth History*, 2nd ed., University Press: Cambridge, 2005, vol. 2.

Peters, K.E.; Moldowan, J.M. (1993) - *The Biomarker Guide: Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments*. Prentice Hall, 363 p.

Peters, K. E.; Walters, C. C.; Moldowan, J. M.; *The Biomarker Guide: Biomarkers and Isotopes in the Petroleum Exploration and Earth History*, 2nd ed., University Press: Cambridge, 2005, vol. 2.

Petri S. and Coimbra A. M. (1982) Estruturas sedimentares das Formações Irati e Estrada Nova (Permiano) e sua contribuição para elucidação dos seus ambientes geradores, Brasil. In *Congreso Latino-americano de Geologia*, Buenos Aires, 1982. Actas 2, 353-371.

Philp, R. P. and Gilbert, T. D. (1982) Unusual distribution of biological markers in an Australian crude oil. *Nature*, 299, 245–7.

Philp, R.P. (1985) – Biological markers in fossil fuel production. *Mass Spectrometry Reviews*, v. 4, n. 1, p. 1-54.

POSAMENTIER, H. W.; ALLEN G.P. *Siliciclastic Sequence Stratigraphy - Concepts and Applications*. Tulsa: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1999. 210p. (SEMP, Special Publication 7).

Preamor E.; Fischer, T.V.; Souza, P.A. (2006) – Palinologia da Formação Irati (Permiano Inferior) da Bacia do Paraná, em Montividiu, Goiás, Brasil. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n.s.8 (2), p. 221-230, Buenos Aires.

Raiswell, R. and Berner, R. A. (1985) Pyrite formation in euxinic and semi-euxinic sediments. *American Journal of Science*, 285, 710–24.

Ramanampisoa L., Radke M., Schaefer R. G., Littke R., Rullkötter J., and Horsfield B. (1990) Organic-geochemical characterization of sediments from the Sakoa coalfields, Madagascar. In *Advances in Organic Geochemistry 1989* (ed. B. Durand and F. Béhar); *Org. Geochem.* 16, 235-246.

RIVA, A., RIOLO, B., MYCKE, B., OCAMPO, R., CALLOT, H. J., ALBRECHT, P., NALI, M. Molecular parameters in Italian carbonate oils: reconstruction of past depositional environments. In: *INTERNATIONAL MEETING ON ORGANIC GEOCHEMISTRY*, 14, 1989, Paris. Abstracts. Paris, 1989, p. 18-22.

ROBINSON, K. M. (1987) An overview of source rocks and oils in Indonesia. In: *Proceedings of the Indonesian Petroleum Association, Sixteenth Annual Convention*, v. 1: Jakarta, Indonesian Petroleum Association, p. 97-122.

RODRIGUES, R. QUADROS, L.P. Mineralogia das Argilas e Teor de Boronas Formações Paleozóicas da Bacia do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29. 1976, Ouro Preto. Anais...Ouro Preto: Sociedade Brasileira de Geologia, 1976. v. 2 p. 351-379.

RODRIGUES, R. (2004) – Fósseis químicos. In: Paleontologia (I.S. Carvalho, ed.). V. 1, cap. 13, p. 207-219. Editora Interciência, Rio de Janeiro.

Rodrigues, R. – A geoquímica orgânica na Bacia do Parnaíba. Tese de Doutorado 225 p. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 1995.

RODRIGUES, R. (2004) – Fósseis químicos. In: Paleontologia (I.S. Carvalho, ed.). V. 1, cap. 13, p. 207-219. Editora Interciência, Rio de Janeiro.

R. Rohn, O. Rösler Middle to upper Permian phytostratigraphy of the eastern Paraná Basin. Rev. Univ. Guarulhos, V (2000), pp. 69–73.

ROHN, R. 1995. Distribuição de fósseis e de fácies no Grupo Passa Dois (Permiano Superior) na borda leste da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 2, Porto Alegre, 1995. Resumos...Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 71-75.

RULKÖTTER, J.; MARZI, R. Natural and artificial maturation of biological markers em Toracian shale from northern Germany. Organic Geochemistry: [S.I.], p. 639-645, 1988.

SÁ, E. C. Aplicação de Técnicas Analíticas no Estudo Geoquímico de Misturas de Óleos Biodegradados e Não-Biodegradados. Tese (Doutorado em geociências). Instituto de geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SAMPAIO, R.P.C. Geoquímica orgânica e estratigrafia química de detalhe da Formação Irati na parte sul da Bacia do Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 60 p., 2005.

SANTOS, R. V.; SOUZA, P. A.; ALVARENGA, C. J. S.; DANTAS, E. L.; PIMENTEL, M. M.; OLIVEIRA, C. G.; ARAÚJO, L.M. Shrimp U-Pb zircon dating and palynology of bentonic layers from the permian Irati Formation, Paraná Basin, Brazil. Gondwana Research 9, [S.I.], p. 456-463, 2006.

SANTOS, NETO E.V., CERQUEIRA J.R. Caracterização Geoquímica e Paleoambiente deposicional da sequência carbonato-pelítica superior do Membro Assistência, Formação Irati, no estado de São Paulo, Bacia do Paraná, 1993, 203 p. Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1993.

SANTOS NETO, E. V. Dissertação para a obtenção do Título de Mestre em ciências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SCHNEIDER, R.L; MUHLMANN, H; TOMMASI, E; MEDEIROS, R.A.; DAEMON R.F. & NOGUEIRA, AA. 1974. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre, 1974. Anais...Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p. 41-65.

SCHWAB, V.; SPANGENBERG, J. E. (2004) Organic geochemistry across the Permian-Triassic transition at the Idrijca Valley, Western Slovenia. *Applied Geochemistry*, v. 19, p.55-72.

SIERRA, M. G.; CRAVEIRO, R. M.; LABORDE, M.A.; RUVEDA, E. A. Stereoselective Synthesis of (+/-)-18, 19-Dinor-13 β (H), 14 α (H)-Cheilanthane: The most abundant tricyclic compound from petroleum and sediments. *Journal of the chemical society, chemical communications*, [S.I.], p. 417-418, 1984.

Sofer, Z., Zumberge, J. E. and Lay, V. (1986) Stable carbon isotopes and biomarkers as tools in understanding genetic relationship, maturation, biodegradation, and migration of crude oils in the Northern Peruvian Oriente (Maranon) Basin. In *Advances in Organic Geochemistry 1985*, eds. D. Leythaeuser and J. Rullkoetter. *Organic Geochemistry* 10, 377-389.

SOUZA, P.A.; MARQUES-TOIGO, M. Progress on the palynostratigraphy of the Permian strata in Rio Grande do Sul State, Paraná Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, [S.I.], p. 353-365, 2005.

Souza, M. S. P. Aplicação da Geoquímica Orgânica no Devoniano médio a superior da Borda Norte da Bacia do Paraná, FGEL.UERJ. inédito (Tese de doutorado). (2006). pág.153.

STEYMARK, A. 1961. Microdetermination of carbon and hydrogen. In *Qualitative organic microanalysis* (STEYMARK, A. ed.), cap. 9, pp. 221-273. Academic Press, 2^o ed., New York.
Thomaz-Filho A., 1976. Potencialidades do método Rb-Sr para datação de rochas sedimentares argilosas. Tese (Doutorado)- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São paulo.

Origem e Degradação de Hidrocarbonetos Alifáticos e Policíclicos Aromáticos em Sedimentos de Manguezais Impactados por Derramamento de Óleo
TISSOT, B.P.; WELTE, D.H. *Petroleum Formation and occurrence*. Berlin e New York: Springer-Verlag, 1984.

TURNER, S.; REGELOUS, M.; KELLEY, S.; HAWKESWORTH, C; MANTOVANI, M. (1994) Magmatism and continental break-up in the South Atlantic, high precision (40)Ar-(39)Ar geochronology. *Earth and Planetary Science Letters*, v.121, n.3-4, p.333-348.

TYSON, R. V. Sequence-Stratigraphical interpretation of facies variations in marine siliciclastic systems: general principles and application to the onshore Kimmeridge CLAY formation, UK. In: HESSEBO, S.P. & PARKINSON, D.N. (eds.) *Sequence Stratigraphic in British Geology*. London: Geological Society, p. 75-76 (GS Special Publication, 103), 1996.

VAIL, P. R.; MITCHUM, R.M.; THOMPSON, S. Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, part 3: relative changes of sea level from coastal onlap. In: PAYTON, C. E. (Ed.). *Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists memoir 26, 1977. p. 63-81.

VAIL, P. R.; AUDEMARD, F.; BOWMAN, S. A.; EISNER, P. N.; PEREZ-CRUZ, C. The Stratigraphic Signatures of Tectonics, eustasy and sedimentation. In: EINSELE, G.; RICKEN,

W.; SEILACHER, A. (EDS.). Cycles and events in stratigraphy. Berlin Springer-Verlag, p. 617-659, 1991.

VAN KAAM-PETERS, M. E.; KÖSTER, J.; VAN DER GAAST, S. J.; DEKKER, M.; DE LEEUW, J. W.; DAMSTÉ, J. S. S. (1998) The effect of clay minerals on diasterane/sterane ratios. *Geochimica et Cosmochimica*, v. 62, n. 17. p. 2923-2929.

VAN WAGONER, J. C. MITCHUN, R. M. JR.; CAMPIOM, K. M.; RAHMANIAN, V. D. Siliciclástico sequence stratigraphy in well logs, core and outcrops: concepts for high-resolution of time and facies. Tulsa: AAPG, 1990. p. 55. (Methods in Exploration series, n°7).

VAN WAGONER, J. C. 1985. Reservoir facies distribution as controlled by sea level change, abstract: society of economic Paleontologists and Mineralogists Mid-Year Meeting, Golden, Colorado, August 11-14, p. 91-92.

WAPLES, D. W.; MACHIARA, T. (1991) - Biomarkers for geologists – A practical guide to the application of steranes and triterpanes in petroleum geology. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, AAPG Methods in Exploration, n.9, 91p.

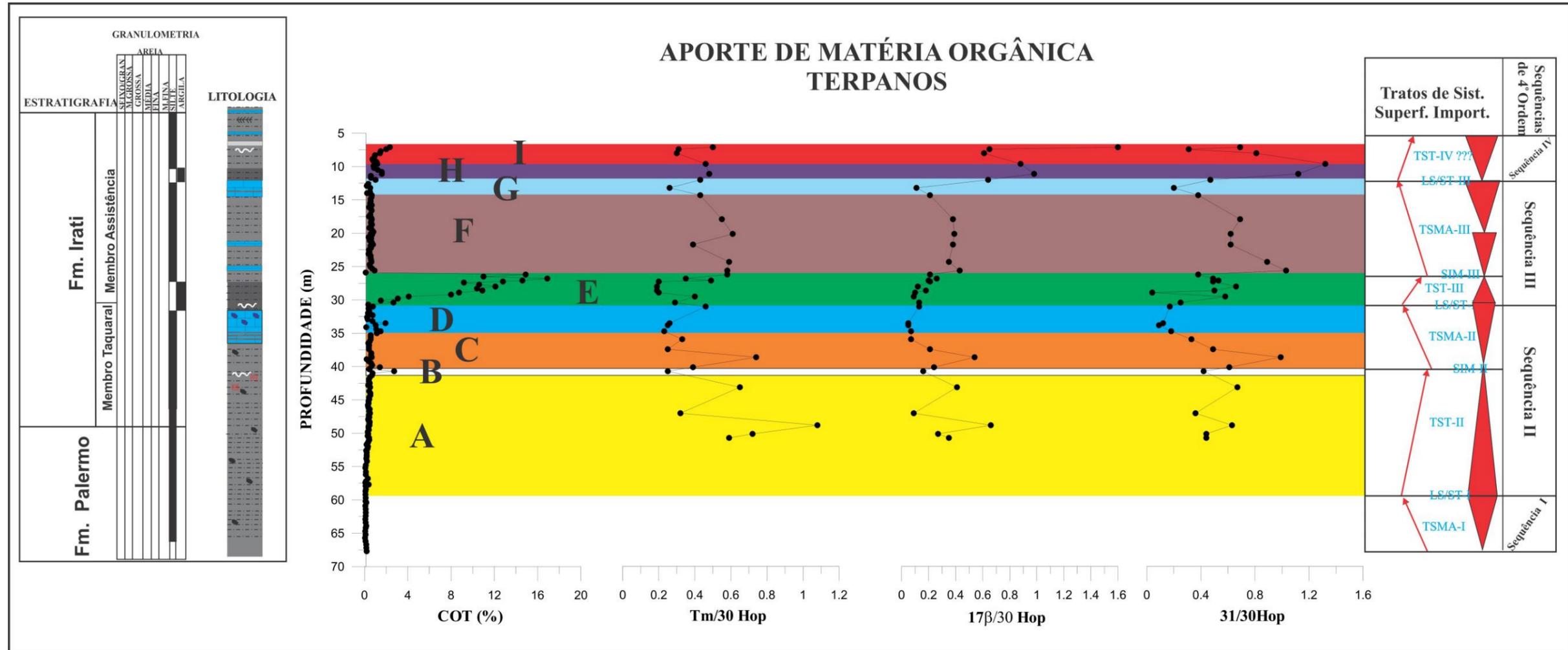
WATSON, J.T. (1997) Introduction to Mass Spectrometry. New York, Lippincott-Raven Publishers, 494p.

WINTER, J. C.; WILLIAMS, J.A. microbiological alteration of crude oil in the reservoir. New York: American Chemical Society, Division of Petroleum Chemistry, 1969. Meeting Preprints, 14 E 22-E 31.

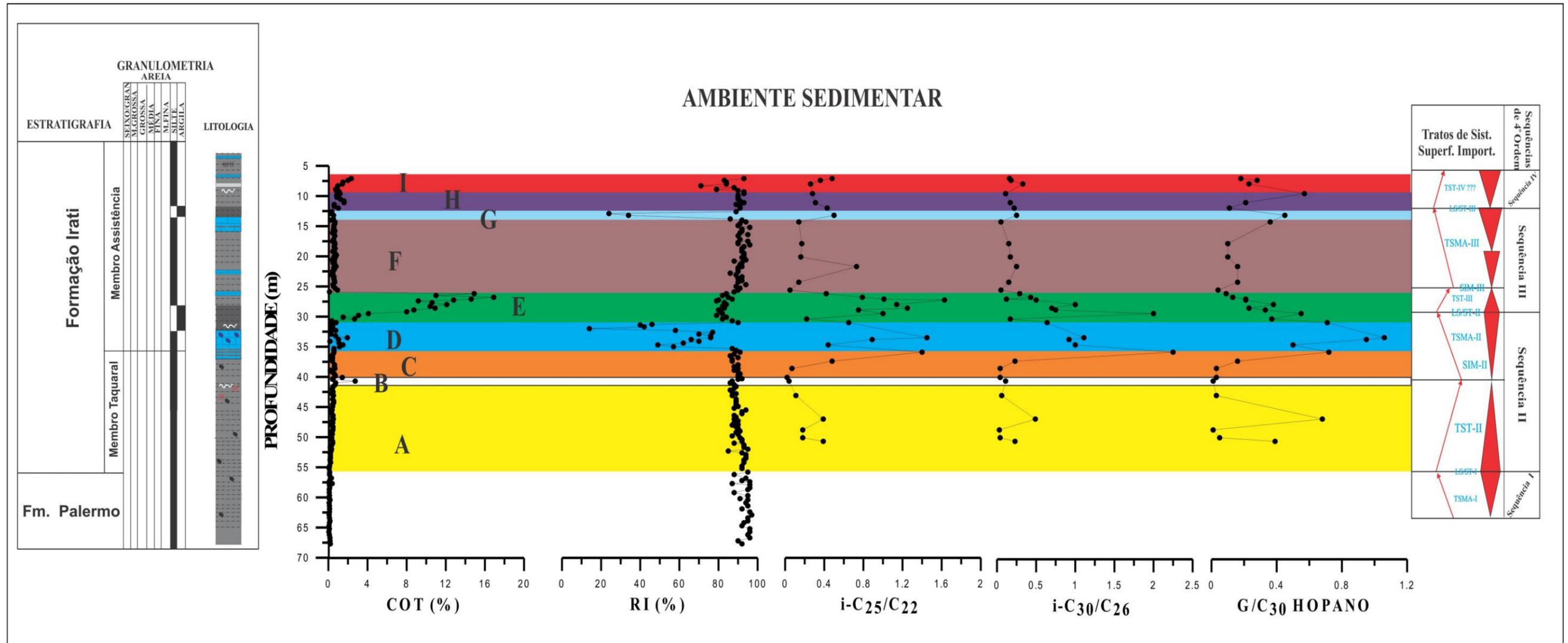
Zalán, P.V.; Wolf, S.; Conceição, J.C.J.; Marques, A.; Astolfi, M.A.M.; Vieira, I.S.; Appi, V.T.; Zanotto, O.A. (1990) – Bacia do Paraná. In: Raja Gabaglia, G.P. & Milani, E.J. (Eds). Origem e evolução das bacias sedimentares. Petrobras/SEREC/CEM-SUD, p. 135-168.

ANEXOS

Anexo A - Intervalos quimioestratigráficos, definidos com base no COT (%) e razões Terpanos *input* da matéria orgânica



Anexo B - COT (%) e razões indicadoras de salinidade Alcanos e Terpanos



Anexo C – Tabela Razões Biomarcadores que sugerem o ambiente sedimentar e a matéria orgânica.

PROF	i-25/C22	i-30/C26	G/C30	P/F	Tm/C30	17β/C30	29αβ/C30	31αβ/C30	27aaaR/29aaaR	28aaaR/29aaaR	HOP/EST	Ts/Tm	31αβ S/R	Ro
7,1	0,48	0,16	0,18	0,76	0,5	1,6	0,39	0,69	0,83	0,31	6,6	0,16	0,2	0,33
7,4	0,36	0,18	0,28	0,97	0,31	0,65	0,25	0,31	0,95	0,2	3,13	0,5	0,19	0,38
8	0,26	0,33	0,23	0,87	0,3	0,61	0,2	0,81	0,56	0,38	4,6	0,22	0,15	0,38
9,6	0,28	0,11	0,57	1,14	0,46	0,88	0,29	1,32	1,22	0,49	5,07	0,32	0,21	0,39
11,1	0,31	0,17	0,21	1,1	0,48	0,98	0,26	1,12	1,21	0,15	1,02	0,45	0,15	0,43
12	0,43	0,22	0,11	0,71	0,43	0,64	0,28	0,47	1,29	0,13	0,49	0,45	0,18	0,38
13,2	0,5	0,25	0,45	0,34	0,26	0,11	0,17	0,2	0,19	0,12	0,6	0,45	0,38	0,37
14,3	0,14	0,05	0,36	-	0,43	0,21	0,19	0,38	0,74	0,29	5,8	0,71	0,4	0,34
17,9	0,17	0,15	0,1	-	0,55	0,38	0,44	0,69	0,52	0,26	1,53	0,29	0,25	0,4
20,1	0,16	0,17	0,1	-	0,61	0,39	0,48	0,62	0,53	0,26	2,56	0,27	0,26	0,41
21,7	0,73	0,25	0,16	0,32	0,39	0,38	0,24	0,62	0,37	0,24	1,24	0,32	0,16	0,35
24,3	0,14	0,15	0,16	1,07	0,59	0,35	0,56	0,89	0,56	0,23	2,97	0,28	0,22	0,47
25,6	0,05	0,05	0,04	0,29	0,58	0,43	0,5	1,03	0,44	0,2	1,5	0,38	0,15	0,4
26,2	0,42	0,29	0,09	0,32	0,58	0,21	0,2	0,38	0,6	0,42	2,78	0,25	0,17	0,37
26,8	0,79	0,43	0,13	0,32	0,35	0,26	0,19	0,49	0,38	0,24	1,64	0,22	0,18	0,37
27,1	1,01	0,12	0,21	-	0,49	0,2	0,48	0,53	0,66	0,35	1,86	0,25	0,28	0,38
27,25	1,63	0,5	0,21	0,23	0,2	0,21	0,15	0,49	0,38	0,19	1,6	0,18	0,21	0,37
28	1,14	1	0,38	0,47	0,19	0,12	0,16	0,66	0,88	0,31	2,09	0,25	0,2	0,37
28,6	1,25	0,7	0,23	0,47	0,19	0,18	0,18	0,5	1,09	0,34	2,58	0,77	0,2	0,38
28,9	0,75	0,75	0,33	0,47	0,2	0,1	0,17	0,04	0,94	0,36	2,07	0,27	0,21	0,37
29,5	1	2	0,55	0,47	0,4	0,09	0,18	0,58	0,56	0,35	1,05	0,19	0,25	0,4
30,4	0,22	0,17	0,37	0,30	0,29	0,13	0,17	0,25	0,16	0,11	0,63	0,36	0,3	0,36
31	0,65	0,64	0,71	0,19	0,46	0,13	0,18	0,17	2,38	0,67	0,52	0,41	0,63	0,37
33,5	1,45	1,11	1,06	0,17	0,26	0,05	0,11	0,12	0,19	0,7	0,65	0,4	0,13	0,38
33,8	0,89	0,92	0,95	0,16	0,25	0,05	0,14	0,09	0,12	0,69	0,57	0,34	0,14	0,39
34,7	0,44	1	0,5	0,76	0,23	0,07	0,18	0,18	0,1	0,39	0,21	0,3	0,6	0,38

PROF	i-25/C22	i-30/C26	G/C30	P/F	Tm/C30	17 β /C30	29 $\alpha\beta$ /C30	31 $\alpha\beta$ /C30	27 $\alpha\alpha\alpha$ R/29 $\alpha\alpha\alpha$ R	28 $\alpha\alpha\alpha$ R/29 $\alpha\alpha\alpha$ R	HOP/EST	Ts/Tm	31 $\alpha\beta$ S/R	Ro
35,9	1,4	2,25	0,72	1,1	0,33	0,07	0,21	0,33	1,14	0,65	1,28	0,2	0,33	0,37
37,4	0,48	0,23	0,16	-	0,25	0,21	0,16	0,49	0,41	0,22	1,52	0,3	0,21	0,38
38,6	0,07	0,04	0,03	-	0,74	0,54	0,47	0,99	0,56	0,21	1,96	0,1	0,17	0,38
40,1	0,02	0,04	0,03	0,94	0,39	0,24	0,37	0,61	0,89	0,37	1,11	0,51	0,21	0,39
40,7	0,04	0,11	0,01	0,54	0,25	0,16	0,31	0,42	0,91	0,38	1,63	0,48	0,25	0,37
43,1	0,11	0,06	0,03	-	0,65	0,41	0,46	0,67	0,49	0,4	4,87	0,71	0,28	0,39
47	0,39	0,49	0,68	0,29	0,32	0,09	0,21	0,36	1,14	0,68	1,36	0,21	0,32	0,35
48,8	0,18	0,03	0,01	0,5	1,08	0,66	0,6	0,63	0,7	0,48	10,84	0,59	0,33	0,4
50,1	0,18	0,04	0,05	0,64	0,72	0,27	1,11	0,44	1,49	0,61	9,31	1,09	0,83	0,45
50,7	0,39	0,23	0,39	-	0,59	0,35	0,43	0,44	0,99	0,59	4,63	0,42	0,41	0,41
57,7	-	-	-	-	0,58	0,26	0,28	0,26	0,77	0,66	7,04	0,97	0,81	0,41

