

ESTUDO COMPARATIVO EM LUZ REFLETIDA ENTRE DUAS TÉCNICAS DE CONCENTRAÇÃO DE MATERIA ORGÂNICA DISPERSA (AMOSTRA ACIDIFICADA VERSUS AMOSTRA “LIGHT FRACTION”)

M.V.B. ADE¹ & M.J. LEMOS DE SOUSA²

¹Corresponding author: Halliburton Energy Services, Rua João Batista da Silva Lessa 228, casa 3, Macae – RJ – Brasil, CEP 27933-160. E-Mail: ade@lagosnet.com.br

² Universidade do Porto, Departamento e Centro de Geologia, 4099-002, Porto - Portugal, mlsousa@fc.up.pt

RESUMO

O estudo ao microscópio da matéria orgânica dispersa vem sofrendo avanços no sentido de obter informações e resultados cada vez mais precisos. Todavia, as técnicas de obtenção do concentrado orgânico não estão uniformizadas internacionalmente, causando problemas quando se comparam os resultados obtidos em diferentes laboratórios. Neste trabalho comparam-se as técnicas de “acidificação” e “light fraction”. Os resultados mostram que para baixas concentrações de partículas orgânicas a preparação pelo método da “light fraction” tem vantagem sobre a preparação obtida por “acidificação” para a caracterização e estudo da matéria orgânica dispersa. Para concentrações elevadas de partículas orgânicas verificou-se não haver vantagem em utilizar uma ou outra das técnicas referidas para obter concentrados com vista à caracterização qualitativa ou quantitativa do conteúdo orgânico. Isto foi confirmado pelo estudo da maturação num pacote sedimentar, com base no poder refletor da vitrinite, no qual os autores encontraram resultados similares com ambas as técnicas. Realmente, a única vantagem da utilização da técnica “light fraction” consiste no tempo de preparação do concentrado no laboratório (24 horas) enquanto que uma preparação por “acidificação” demora, no mínimo, 72 horas.

Palavras-chave: matéria orgânica dispersa, acidificação, densidade, macerais, evolução termal da matéria orgânica.

ABSTRACT

The study of Dispersed Organic Matter (DOM) by optical microscopy was recently subjected to developments in order to obtain more refined and reliable results. However, the techniques to obtain the organic concentrates are not yet internationally standardized. This fact implies difficulties when comparing analytical results from different laboratories. In the present paper the authors compared the results obtained utilizing “acidification” and “light fraction” techniques. Results show that only when a few organic particles are obtained from the “whole rock” the “light fraction” technique is the best for DOM characterization and study. On the other hand, when a great amount of organic particles are obtained from the “whole rock” either the “acidification” or the “light fraction” techniques may be used to obtain a concentrate to characterize qualitative or quantitatively the organic content. That was confirmed by the study of organic maturation by vitrinite reflectivity in a organic sedimentary series in which the authors obtained similar results with both techniques. In fact, the only advantage on utilizing the “light fraction” technique is the time of sample preparation in the laboratory (24 hours), whilst the preparation of an “acidification” plug takes at least 72 hours.

KEY WORDS: dispersed organic matter, acidification, density, macerals, organic matter maturity.

INTRODUÇÃO

O estudo petrográfico da matéria orgânica dispersa (M.O.D.) é um campo relativamente recente dentro da petrologia orgânica, sendo sua aplicação voltada diretamente para a prospecção de hidrocarbonetos. As análises petrográficas da MOD fundamentaram-se na petrografia de carvão, até então, já muito desenvolvida. A MOD foi sendo estudada inicialmente a partir de seções polidas em rocha total para análise em luz refletida. Posteriormente, a partir de métodos de acidificação, concentrou-se a matéria orgânica dispersa através da destruição da fração mineral tal como para estudo palinológico. (Teichmüller, 1986).

A nomenclatura utilizada para caracterização das partículas orgânicas no carvão são bem definidas e de aceitação internacional (Stach et al., 1982, Taylor et al., 1998). Apesar da “carona” na petrografia de carvão, o estudo da MOD ainda não está padronizado de forma a ter uma aceitação pela comunidade científica internacional. As técnicas utilizadas para concentração muitas vezes são semelhantes, porém sempre apresentando alguma diferença na metodologia de preparo do concentrado orgânico de um laboratório para outro. Da mesma forma, problemática é a terminologia utilizada para caracterização dos fragmentos orgânicos. Estes problemas já vem sendo discutidos a algum tempo em organismos internacionais (International Committee for Coal and Organic Petrology-ICCP e The Society for Organic Petrology-TSOP) sem que, até o momento, ocorra uma uniformização internacional para o estudo da MOD. Estes problemas estão muito bem expostos nos trabalhos de Teerman et al. (1995) e Hutton et al. (1999), na qual fica bem evidente a falta de uma padronização, tanto da metodologia, quanto da nomenclatura das partículas orgânicas. Com o desenvolvimento das técnicas de concentração de MOD por acidificação, o produto concentrado passou a ser estudado também em lâmina delgada em luz transmitida pelos palinólogos.

Como a pesquisa de hidrocarbonetos, pela indústria petrolífera, está cada dia mais acirrada o estudo da matéria orgânica particulada pode

auxiliar na identificação dos paleoambientes deposicionais e fácies orgânicas, aumentando, desta forma, as chances de sucesso na exploração de hidrocarbonetos. Além dos aspectos paleoambientais e no domínio da pesquisa petrolífera, mais importante ainda é a utilização sistemática da MOD para, através da determinação do seu grau de maturação, determinar as condições de produção/conservação de hidrocarbonetos numa determinada bacia. Para tanto, a técnica utilizada de concentração de matéria orgânica é fundamental para a obtenção de resultados confiáveis (Tissot and Welte 1984; Pasley et al.1991).

O objetivo deste trabalho é a comparação dos resultados de caracterização petrográfica dos constituintes orgânicos e poder refletor da vitrinite, quando utilizadas duas técnicas diferentes de concentração da MOD.

AMOSTRAGEM

Para o estudo em questão foram selecionadas 9 amostras (8 de folhelhos e 1 de siltito argiloso) da sondagem 7-GT-10-RS, realizada pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) na localidade de Santo Antonio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. A sondagem foi realizada com testemunhagem contínua por uma sonda rotativa com broca de coroa diamantada.

Neste estudo nove (9) amostras tiveram seus conteúdos orgânicos concentrados através das técnicas de acidificação e “light fraction”, conforme descritas no ítem abaixo materiais e métodos.

As amostras são de profundidades diferentes e apresentam conteúdo orgânico variado (Tabela 1).

Tab.1 - Tabela contendo o código das amostras, os valores de carbono orgânico total

SONDAGEM 7 - GT - 10 - RS		
Código da amostra	COF (%)	Profundidade (m)
GT-1	0,31	255,9
GT-8	0,77	303,3
GT-9	0,81	315,4
GT-13	0,24	352,6
GT-14	0,26	357,5
GT-15	0,15	385,0
GT-19	0,76	400,2
GT-21	0,39	402,5
GT-22	0,32	414,0

MATERIAIS E MÉTODOS

Técnicas de preparação de amostras

“Light Fraction” (densidade)

Materiais: amostra, balança de precisão, grau de água, proveta, densímetro, bromofórmio, álcool, vareta de vidro, ultrassom, centrífuga, funil, filtro de papel, filtro miliporo (poro 0,003 mm), bomba a vácuo, lâmina de acrílico, acetato de etilo, estufa e material para polimento.

Metodologia: a amostra é moída abaixo de 0,212 mm ou 212µm, sendo então, misturada a uma solução de bromofórmio e álcool (densidade de 1,7). A dispersão é obtida através do ultrassom. A mistura é centrifugada por 10 minutos a 3000 rpm, obtendo-se assim um fluído orgânico que será concentrado em um filtro de miliporo (poro 0,003 mm ou 3µm) com auxílio de uma bomba a vácuo. O concentrado é fixado com acetato de etilo em uma lâmina de acrílico, secado a estufa e polido, obtendo-se assim uma amostra pronta para a análise petrográfica. A técnica julga também necessário, para complementação dos resultados a observação da rocha total (RT). A amostra de rocha é moída a tamanhos de 1mm sendo então adicionada a uma resina e um endurecedor, formando assim um “plug”. Uma vez polido, está pronto para análise microscópica. Esta análise em rocha total se faz devido à necessidade de identificar as relações com a matriz mineral, bem como detectar a presença de exudatos e impregnações associadas à rocha (Alpern et al. 1992, 1993).

“Acidificação”

Materiais: amostra, balança de precisão, copo de becker de vidro, copo de becker de plástico, ácido clorídrico, ácido fluorídrico, agitador, capela, álcool, água destilada, centrífuga, araldite e endurecedor, formas plásticas e material para polimento.

Metodologia: a amostra é moída a fragmentos de preferência não inferiores a 1cm, acidificada com ácido clorídrico concentrado em copo de becker de vidro por 24 h; caso seja utilizado um agitador o tempo de permanência da amostra no ácido (24h) é reduzido para 4 h. Pos-

teriormente, é lavada inicialmente com álcool e depois com água destilada a fim de remover o ácido clorídrico com auxílio de uma centrífuga. Em seguida, é atacada com ácido fluorídrico por 4 dias e lavada da mesma forma como na etapa anterior. O material orgânico concentrado obtido é colocado em “plug” de araldite e endurecedor para ser polido e observado em luz refletida.

Exame Microscópico

A nomenclatura adotada no presente trabalho foi a sugerida pelo “International Committee for Coal and Organic Petrology”, ICCP (1993), a qual tem a grande vantagem de, respeitando o essencial, ser simples e tem sido utilizada nos vários exercícios levados a efeito por este organismo internacional (Hutton et al. 1999). Sendo nosso objetivo a comparação de resultados obtidos (em matéria de constituintes identificáveis e medição de sua evolução termal) a partir de diferentes métodos de preparação da amostra, impunha-se a utilização de uma nomenclatura simples, longe da complexidade e pormenorização que constam de propostas individuais de vários especialistas tal como sintetizadas em Stach et al. (1982) e Taylor et al. (1998).

A MOD pode ser dividida em dois grandes grupos, com suas subdivisões:

1) Matéria Orgânica Estruturada:

- Huminita/Vitrinita
- Inertinit
- Liptinita
- esporinita
- cutinita
- alginita
- resinita
- suberinita
- liptodetrinita
- Migrabetume
- Zooclastos

2) Matéria Orgânica Não Estruturada:

- Betuminita
- Matriz organo-mineral

A avaliação semi-quantitativa foi realizada através de observação visual sob a superfície de toda a amostra. Os intervalos foram assim definidos:

Muito abundante (MAB): > 90 %
Abundante (Ab): 90 a 70%
Médio (Md): 69 a 40%
Pouco (Pc): 39 a 10 %
Muito Pouco (MPc): <10%
Traços (Tr) : < 6 pontos observados
Não Observado (NOB)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras foram escolhidas de modo a apresentar variações no conteúdo orgânico, a fim de que se possa verificar, alguma influência nos resultados. Os valores de carbono orgânico total (COT) variaram entre 0,15 a 0,81. Os resultados da análise petrográfica realizadas em nove amostras encontram-se na tabela 2 e figura 1.

Os resultados mostram um predomínio, nos três tipos de amostras (rocha total, acidificada e "light fraction") do grupo de maceral da inertinita sendo subordinadamente a vitrinita e posteriormente a liptinita. As concentrações dos grupos de macerais da inertinita e vitrinita mostraram resultados semelhantes entre as metodologias. Em cinco amostras de rocha total (GT-9, GT-13, GT-15, GT-19 e GT-21) a diferenciação entre os grupos inertinita e vitrinita não foi possível, devido ao tamanho das partículas (< 20 micra) e sua dispersão. Ao observarmos partículas inferiores a 20 micra, em muito casos, não houve certeza de qual dos dois grupos de macerais a partícula orgânica pertencia. A presença de fragmentos bem definidos de semifusinita, induziram os autores a dúvida no que se refere a partículas inferiores a 20 micras. Algumas delas apresentavam aspectos muito semelhantes a semifusinitas porém não havia a certeza. Devido a estes fatores os autores expressaram juntos as concentrações da vitrinita e inertinita nas amostras de rocha total. Este fato, ao observarmos a figura 1, provocou um aumento relativo na concentração de vitrinita nas amostras de rocha total em relação as concentrações determinadas nas amostras

acidificadas e "light fraction".

De modo geral, em relação a vitrinita e inertinita, a identificação qualitativa dos macerais em amostras com baixo COT (< 0,40) mostrou ser realizada com maior segurança na "light fraction" do que na acidificada. Esta vantagem visual tornou-se mais nítida na amostra com COT 0,15%. Em amostras com concentrações superiores a 0,7% de COT, este problema de avaliação qualitativa é fortemente reduzido.

Acreditamos que, para valores de COT ainda mais elevados, esta vantagem da "light fraction", em relação a metodologia de acidificação, deva desaparecer.

Ao observarmos as concentrações dos macerais nas amostras com conteúdo orgânico mais elevado (COT > 0,7%; amostras GT-8, GT-9 e GT-19) notamos que as concentrações dos macerais são equivalentes entre as técnicas (acidificada e "light fraction") porém, ao compararmos amostras com COT mais baixos (as demais amostras), percebemos que há uma leve variação nas concentrações. A quantificação da matéria orgânica existente nas amostras preparadas na "light fraction" com baixo COT (< 0,5), mostrou-se mais difícil do que nas amostras acidificadas. A razão atribuída a este fato deve-se a maior área para ser observada ao microscópio em uma lâmina da "light fraction", causando uma falsa impressão de diluição quando comparada ao "plug" da amostra acidificada. Nos "plugs" das amostras acidificadas o processo é o inverso, por terem menor área superficial de observação, as partículas orgânicas estão mais próximas umas das outras, ou não tão distantes, facilitando a avaliação quantitativa.

Para ambas as técnicas de concentração da MOD os resultados petrográficos sugerem querogêneo correspondente ao tipo IV (Brooks, 1981), exceto a amostra GT-22 que é do tipo III (Tissot & Welte, 1984). As técnicas não apresentaram variações de resultados neste sentido, mostrando perfeita sintonia neste tópico.

A análise em rocha total mostrou ser, não só importante como necessária para uma complementação na avaliação da matéria orgânica, em ambas as técnicas, tornando os resultados mais significativos, principalmente a do gru-

Tab. 2 - Estimativa visual da concentração dos constituintes orgânicos em nove amostra do poço 7-GT-10-RS.

Amost	COT	Mét.	M.O. Estruturada								M. O. não	
			Grupos de Macerais			Macerais da Liptinita				Mig	Estruturada	
			Vit	Inert	Lip	Esp.	Cut.	Alg.	Lipto		MOM	Bet
GT-1	0,31	Ac	Pc	Ab	MPc	Pc	Tr	Tr	Ab	NOb	NOb	Tr
		LF	Pc	Ab	Pc	Pc	NOb	NOb	Ab	Tr	NOb	Tr
		RT	MPc	Md	Md	Pc	NOb	Pc	Ab	Tr	Tr	NOb
GT-8	0,77	Ac	Pc	Ab	MPc	Tr	Tr	Tr	MAB	NOb	NOb	Tr
		LF	Pc	Ab	MPc	Tr	NOb	NOb	MAB	Tr	NOb	NOb
		RT	Pc	Ab	MPc	Tr	Tr	Tr	MAB	Tr	NOb	NOb
GT-9	0,81	Ac	Pc	Md	MPc	NOb	NOb	NOb	MAB	NOb	NOb	NOb
		LF	Md	Md	MPc	NOb	NOb	Tr	MAB	NOb	NOb	NOb
		RT		Ab	Pc	NOb	NOb	Md	Md	MPc	MPc	NOb
GT-13	0,24	Ac	MPc	Ab	Pc	NOb	NOb	Tr	Ab	NOb	NOb	Tr
		LF	Pc	Ab	MPc	NOb	NOb	Ab	Pc	NOb	NOb	Tr
		RT		Ab	Pc	Tr	NOb	Md	Md	NOb	NOb	NOb
GT-14	0,26	Ac	Pc	Ab	MPc	Tr	Tr	NOb	MAB	NOb	NOb	NOb
		LF	MPc	Ab	MPc	NOb	NOb	Tr	MAB	Pc	NOb	NOb
		RT	Md	Md	Pc	Tr	NOb	Tr	MAB	MPc	NOb	NOb
GT-15	0,15	Ac	MPc	Ab	MPc	NOb	NOb	NOb	MAB	NOb	NOb	NOb
		LF	Pc	Ab	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb
		RT		Ab	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb
GT-19	0,76	Ac	Pc	Md	MPc	NOb	NOb	NOb	Ab	NOb	NOb	NOb
		LF	Pc	Ab	MPc	NOb	NOb	MPc	Ab	Pc	NOb	NOb
		RT		Ab	Pc	Pc	NOb	MPc	Ab	MPc	MPc	NOb
GT-21	0,39	Ac	Pc	Ab	MPc	Tr	NOb	NOb	Ab	NOb	NOb	NOb
		LF	Pc	Ab	Tr	Tr	NOb	NOb	Tr	NOb	NOb	NOb
		RT		Ab	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	Tr
GT-22	0,32	Ac	Ab	Pc	Tr	Tr	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb
		LF	Md	Md	Tr	Tr	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb	NOb
		RT	Md	Pc	Tr	NOb	NOb	NOb	Tr	Tr	Tr	NOb

Amost- amostra
 COT: Carbono Orgânico Total
 Vit- vitrinita
 Inert- inertinita
 Lip- liptinita
 Esp- esporinita
 Cut- cutinita
 Alg- alginita
 Mig- migrabetume
 Lipto- liptodetrinita
 MOM- matriz organo-mineral

Ac: Acidificada
 LF: Ligth Fraction
 RT: Rocha Total
 Ab: Muito Abundante > 90%
 Ab: Abundante 90 a 70%
 Md: Médio 69 a 40%
 Pc: Pouco 39 a 10%
 MPc: Muito Pouco < 10%
 Tr: Traços < 6 pontos observados
 NOb: Não Observado
 Bet- betuminita

po de macerais da liptinita. De modo geral, a análise em rocha total apresentou um aumento de concentração do grupo da liptinita. Comparando as concentrações, do grupo da liptinita, determinadas em amostras de rocha total e por acidificação, obtém-se, estatisticamente, os seguintes resultados: em 44% das amostras houve

um aumento de concentração de liptinita, ao passo que em 22% houve uma redução, permanecendo constante a concentração de liptinita em 34% das amostras. Se observarmos o comportamento entre rocha total e "light fraction", chegaremos aos seguintes valores numéricos: em 55% das amostras há um aumento da concentração do

grupo da liptinita, em 11% das amostras há uma redução da concentração e em 34 % das amostras a concentração do grupo da liptinita permanece inalterada. Em ambas metodologias o percentual de amostras em que ocorreu aumento na concentração do grupo da liptinita é, no mínimo, o dobro das amostras que tiveram a concentração do grupo da liptinita reduzidas.

Os autores reconhecem o pequeno número de amostras para um tratamento estatístico, porém as tendências não podem ser desconsideradas. Outro fato importante que corrobora para a utilização da análise em rocha total é a observação da relação entre a matéria orgânica e a fração mineral (Teichmüller 1986, Goodarzi et al. 1988), que nas técnicas de acidificação e "light fraction" é destruída por via química ou eliminada por via física (densidade), respectivamente.

O mais alto conteúdo do grupo da liptinita na análise em rocha total (RT) em relação as amostras acidificadas possivelmente esteja associada à perda de material durante o processo de lavagem dos ácidos clorídrico e fluorídrico nas

amostras acidificadas. Porém as amostras de "light fraction" a redução do grupo da liptinita pode estar relacionada a associação das pequenas partículas orgânicas com a matriz mineral. Quando a matriz mineral "precipita" (na "light fraction"), devido sua maior densidade, ela arrasta consigo os constituintes orgânicos nela associados.

Outro aspecto importante para a observação em rocha total é a perda, em ambas as técnicas, de hidrocarbonetos associados à matriz mineral. A metodologia da "light fraction" prevê a observação em rocha total como complementação da análise, o mesmo não ocorrendo na metodologia de acidificação, acarretando assim, a não observação destes hidrocarbonetos (bolhas, filmes, "network", preenchimento de microfissuras por hidrocarbonetos, etc... - Alpern et al. 1992).

Embora não se tenha por ora efetuado um estudo estatístico de pormenor, a simples avaliação da maturação em ambas as técnicas através do valor médio do poder refletor aleatório da vitrinita não mostrou diferenças que permitam

Tab. 3- Valores médios do poder refletor aleatório determinados em concentrado orgânico (Ac-acidificado e LF-"light fraction") e rocha total (RT).

Sondagem 7-GT-10-RS			
Amostra	Profundidade (m)	Método	Rr
GT-1	255,9	Ac.	0,47
		LF	0,50
		RT	0,45
GT-8	303,3	Ac	0,57
		LF	0,55
		RT	0,60
GT-9	315,4	Ac	0,60
		LF	0,55
		RT	0,60
GT-13	352,0	Ac	0,60
		LF	0,55
		RT	0,60
GT-14	357,5	Ac	0,52
		LF	0,55
		RT	0,50
GT-15	385,0	Ac	0,52
		LF	0,52
		RT	0,52
GT-19	400,2	Ac	0,60
		LF	0,55
		RT	0,55
GT-21	402,5	Ac	0,55
		LF	0,60
		RT	0,60
GT-22	414,0	Ac	0,55
		LF	0,52
		RT	0,55

recomendar algum tipo de vantagem na utilização de uma ou outra técnica (Tabela 3, Figura 2). Assinala-se ainda que os valores obtidos tanto na rocha total como nas amostras preparadas pelas duas técnicas estão, na prática, dentro dos limites de repetibilidade e de reprodutibilidade admitidas pela norma de determinação do poder refletor (ISSO 7404-5).

Em termos gerais, o poder refletor aleatório médio da vitrinita sofreu um aumento até a profundidade de 350 m, profundidade esta, marcada por uma queda no valor médio do poder refletor aleatório da vitrinita e, novamente, uma tendência de aumento até a profundidade dos 410 m.

As medidas do poder refletor aleatório médio, determinadas em rocha total, mostraram os maiores valores em 56% das amostras. Quando comparamos as duas técnicas, a "light fraction" apresenta 56% das amostras com valor médio do poder refletor aleatório levemente mais elevado em relação a acidificada (44%).

Por último, assinala-se que a técnica de preparação de lâmina na "light fraction" mostrou ser bastante rápida, uma vez a amostra estando no laboratório, em 24 h se obtém a lâmina pronta para observação em luz refletida, ao passo que a metodologia de acidificação necessita pelo menos 72 h (3 dias).

Na preparação da amostra acidificada o preparador fica exposto a ácidos nocivos ao ser humano (clorídrico concentrado e fluorídrico) e na "light fraction" o operador manuseia com bromofórmio, substância esta bastante tóxica.

CONCLUSÃO

Após este estudo comparativo é possível tecer as seguintes conclusões:

- Amostras com baixo conteúdo orgânico (COT < 0,4) a determinação qualitativa é mais fácil na lâmina da "light fraction" do que no "plug" da acidificada; comportamento inverso ocorre na avaliação quantitativa, isto é, no "plug" da amostra acidificada ocorre menor dificuldade de quantificação das concentrações do que na lâmina da "light fraction";

- Tanto na técnica de acidificação como na de "light fraction" se faz necessário a visualização da amostra também em rocha total;

- Em ambas as técnicas há uma perda de partículas orgânicas principalmente do grupo da liptinita;

- Possíveis ocorrências de hidrocarbonetos e/ou restos de organismos de composição carbonática e/ou silicosa são praticamente destruídos na metodologia de acidificação ao passo que na "light fraction" estas perdas são menores, devido a não utilização de ácidos.

- Em relação ao poder refletor não há vantagem de uma técnica em relação a outra;

- Pode-se ter uma lâmina da "light fraction" pronta em 24 h, ao passo que na acidificada demoraria pelo menos 72 h, e

- Em ambas as técnicas há o envolvimento do operador com substâncias nocivas ao organismo humano, porém nos parece que na "light fraction" o envolvimento é menor, por se tratar apenas de uma substância tóxica (bromofórmio, embora hoje já seja possível substituir por outros líquidos densos inócuos ao operador); ao passo que na técnica de acidificação são duas as substâncias. As três substâncias tóxicas envolvidas nestas duas técnicas são bastante conhecidas, não havendo motivo para receio se forem aplicadas com todos os cuidados exigidos.

Referências

Alpern, B., Lemos de Sousa, M.J., Pinheiro, H.J. & Zhu, X., 1992. Optical Morphology of Hydrocarbons and Oil Progenitors in Sedimentary Rocks - Relations with Geochemical Parameters. *Publ. Mus. Labor. miner. geol. Fac. Ciênc. Porto*, Porto, N.S., 3, 21 pp.

Alpern, B., Lemos de Sousa, M.J., Pinheiro, H.J., Marques, M.M. & Zhu, X., 1993. Presentation of the methodology elaborated for

- optical analyses of borehole samples for oil prospection, 28 pp. Organic Petrology Unit, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Porto, Portugal. Porto.
- Brooks, J., 1981. Organic Maturation Studies and Fossil Fuel Exploring, 441 pp. Academic Press. London.
- Goodarzi, F., Gentzis, T., Feinstein, S. & Snowdon, L., 1988. Effect of maceral subtypes and mineral matrix on measured reflectance of subbituminous coals and dispersed organic matter. *Internat.J.Coal Geol.*, Amsterdam, **10**, 4: 383-398.
- Hutton, A., Burgess, J., Stasiuk, L., Cardott, B. & Thompson-Rizer, C., 1999. TSOP Research Committee Progress Report: ICCP & TSOP Joint Forces On Kerogen Classification. *TSOP Newsletter*, **16**, 1: 21-25.
- ICCP 1993. Visual classification used by Commission II. International Committee for Coal Petrology (unpublished report).
- Pasley, M.A., Gregory, W.A. & Hart, G.F., 1991. Organic matter variations in transgressive and regressive shales. *Organ.Geochem.*, Oxford, **17**, 4: 483-509. [Paper presented at the 6th Annual Meeting of The Society for Organic Petrology].
- Stach, E., Mackowsky, M.-Th., Teichmüller, M., Taylor, G.H., Chandra, D. & Teichmüller, R., 1982. Stach's Textbook of Coal Petrology, 3rd Ed., 535 pp. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Stuttgart.
- Taylor, G.H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R., & Robert, P., 1998. Organic Petrology, 704 pp. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Stuttgart.
- Teerman, S.C., Cardott, B.J., Harding, R.W., Lemos de Sousa, M.J., Logan, D.R., Pinheiro, H.J., Reinhardt, M., Thompson-Rizer, C.L. & Woods, R.A., 1995. Source rock/dispersed organic matter characterization-TSOP Research Subcommittee Results. *Organ.Geochem.*, Oxford, **22**, 1: 11-25.
- Teichmüller, M., 1986. Organic petrology of source rocks, history and state of the art. **In:** D.Leythaeuser & J.Rullkötter, Eds, Advances in Organic Geochemistry 1985, Part I, Petroleum Geochemistry (Proc. 12th Internat.Meet.Organ.Geochem., Jülich, 1985). *Organ.Geochem.*, Oxford, **10**, 1/3: 581-599.
- Tissot, B.P. & Welte, D.H., 1984. Petroleum Formation and Occurrence, 2nd Ed., 699 pp. Springer-Verlag. Berlin, New York, N.Y.