

O USO DE MICROFÁCIES SEDIMENTARES NA CARACTERIZAÇÃO DE POTENCIAIS ROCHAS SELANTES E GERADORAS DE UM SISTEMA LACUSTRE PALEOGÊNICO NA BACIA DE TAUBATÉ

Mauro TORRES-RIBEIRO¹ & Leonardo BORGHI²

¹ Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras, mauro.ribeiro@petrobras.com.br

² UFRJ, IGeo, DGEL, Lagesed – Laboratório de Geologia Sedimentar,
21949-900, Rio de Janeiro, RJ, lborghi@ufrj.br

Resumo – A bacia de Taubaté localiza-se na porção leste do Estado de São Paulo, compondo parte de um conjunto de bacias tafrogênicas. A Formação Tremembé (Oligoceno) trata de um pacote rochoso composto predominantemente por rochas microclásticas (argilitos, siltitos e folhelhos), aceita como o registro de um sistema lacustre, ora do tipo *playa lake*. Apesar de não constituir nenhum sistema petrolífero (de fato seus folhelhos são ricos em querogênio, embora imaturo), este estudo objetiva caracterizar faciologicamente suas rochas microclásticas como potenciais selante e geradora bem como uma melhor definição do modelo deposicional lacustre em uso. O método utilizado envolve descrição de afloramento e de lâminas delgadas em microscopia de luz transmitida. Rochas microclásticas são muito pouco atraentes ao sedimentólogo e as técnicas petrográficas são raramente utilizadas pelas dificuldades de observação. Todavia ela é rotina em empresas de petróleo e mostra-se recompensante quando microtexturas podem explicar características selantes ou geradoras dessas rochas. O desafio aqui é aplicar o conceito de microfácies na análise faciológica proposta. Como resultado aponta-se a caracterização de nove fácies e cinco microfácies que, juntas, permitiram a interpretação de (i) leques aluviais incipientes, (ii) planície lamosa paludal e (iii) lago raso. O antigo lago caracterizou-se por frequentes flutuações do nível d'água, expondo e inundando o fundo, além da variação de salinidade na parte basal da coluna d'água, que controlou as condições de oxi-redução. As melhores microfácies selantes/geradoras mostram baixo conteúdo de silte-areia e laminação de tapete microbiano.

Palavras-Chave: microfácies; ambiente lacustre; bacia de Taubaté; Cenozóico; rocha selante; rocha geradora folhelho

1. INTRODUÇÃO

A bacia de Taubaté está localizada na porção leste do Estado de São Paulo, entre as cidades de Queluz e Itaquaquecetuba. Trata-se de uma bacia sedimentar terciária pertencente ao “Rifte Continental do Sudeste do Brasil” (Riccomini, 1989), cuja evolução está intimamente relacionada com a abertura do oceano Atlântico Sul. Nela, a Formação Tremembé, datada do final do Oligoceno, identifica um pacote rochoso composto predominantemente por rochas microclásticas (argilitos, siltitos e folhelhos) aceitas como o registro de um sistema lacustre, ora do tipo *playa-lake* segundo Riccomini (1989) e Sant’Anna (1999).

A Formação Tremembé é conhecida por seu rico jazigo fossilífero de vertebrados e plantas e já foi explorada para extração de óleo (“retortagem”) de seus folhelhos pirobetuminosos. Apesar de não constituir nenhum sistema petrolífero, o estudo de suas rochas microclásticas pode auxiliar a caracterização faciológica de rochas selantes e geradoras potenciais, sobretudo para analogia com sistemas petrolíferos de outras bacias de rifte, como ocorre na evolução da nossa margem continental durante o Cretáceo.

2. OBJETIVO, FIM, MATERIAL E MÉTODO

Este trabalho expõe parte de um estudo faciológico de detalhe da Formação Tremembé em quatorze afloramentos na bacia (Torres-Ribeiro, 2004), cujos objetivos foram a caracterização faciológica de suas rochas microclásticas terrígenas potencialmente geradoras e/ou selantes, entre outras rochas associadas, e sua aplicação no detalhamento da interpretação paleoambiental do sistema lacustre envolvido. O estudo teve como finalidade ampliar a compreensão dos processos sedimentares físicos envolvidos na deposição dos sedimentos microclásticos, tendo em vista modelos geológicos análogos para outras bacias de rifte.

A relevância do estudo esteve na abordagem particular de um método pouco explorado pela Sedimentologia na caracterização faciológica de rochas microclásticas: a análise petrográfica de luz fotônica convencional. Envolve uma técnica barata e rápida que contribui efetivamente na caracterização de propriedades geradoras e selantes da rocha, e que se deve somar a outros métodos de estudos geológicos de petróleo para tais rochas, como a Petrografia Orgânica, Petrofísica *etc.* (Figura 1).

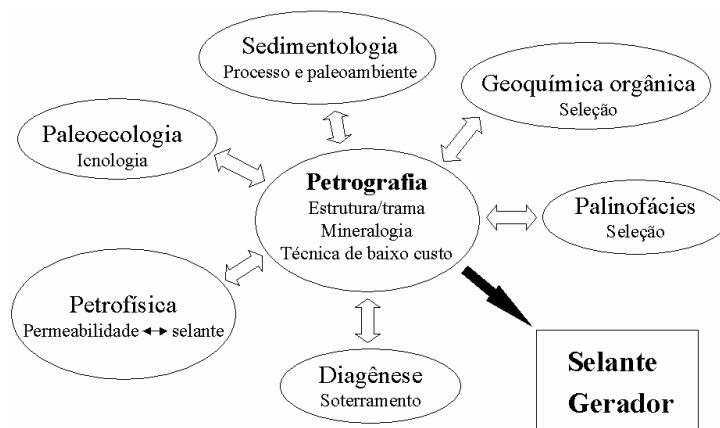


Figura 1. Aplicação da Petrografia Sedimentar no estudo geológico de rochas microclásticas em estreita ligação com a Geologia do Petróleo.

3. O CONCEITO DE MICROFÁCIES E SUA RELEVÂNCIA

O termo microfácies foi sugerido por Brown (1943) para o estudo de fácies sedimentares em escala microscópica, não fazendo qualquer menção ao tipo de litologia ou técnica de estudo. Essa mesma abordagem foi tratada em nosso meio científico por Mendes (1984), que considera as microfácies como “*variações horizontais e/ou verticais nas características litológicas e/ou paleontológicas de um pacote de sedimentos perceptíveis, unicamente, com o uso de microscópio [...] e feito por meio de lâminas delgadas*”. No entanto, Wilson (1975) resumizou com sucesso 24 microfácies carbonáticas como guia para a interpretação de paleoambientes deposicionais, capturando o termo microfácies para o estudos dessas rochas. Por outro lado, o tamanho dos grãos e a pobreza de componentes biológicos (fósseis) nas rochas de grã muito fina, tais como as microclásticas aqui tratadas, dificulta e desestimula sua pesquisa. Assim, o estudo de rochas microclásticas tem tido outros enfoques para sua interpretação (e.g. Petrografia Orgânica, Palinofácies e mineralogia de argilas). Em virtude disso, o estudo de argilitos, siltitos e folhelhos com vista à interpretação dos processos e paleoambientes deposicionais está deveras atrasado em relação aos arenitos e carbonatos.

Não obstante, o volume de rochas siliciclásticas de granulometria fina corresponde a cerca de 60% do registro estratigráfico do mundo e, para Schieber (1998), os depósitos de grã muito fina podem fornecer informações sobre o que acontece no “dia-a-dia” dos ambientes deposicionais, auxiliando na reconstrução de antigos oceanos, paisagens e climas. Muito do que se vem interpretando sobre a sedimentação de argilitos e siltitos é inferido a partir de camadas de outras litologias intercaladas (e.g. arenitos e carbonatos), restando uma grande lacuna na interpretação do passado geológico. Ainda além, um melhor entendimento de seqüências de rochas microclásticas pode corroborar a identificação e na compreensão (previsão) da distribuição de rochas geradoras e selantes de hidrocarbonetos.

Há uma série de técnicas de estudo utilizados na caracterização de argilitos e folhelhos (e.g. Raios-X, MEV, BEM), sendo incomum o uso de petrografia sedimentar. Muito embora a técnica de microscopia eletrônica apresente excelente resultado na identificação pontual da mineralogia de grãos, espaço poroso e cimento a maior parte das feições sedimentológicas (“microestruturas”) de interesse para a compreensão dos processos deposicionais são melhor visualizados sob microscópio petrográfico (Schieber & Zimmerle, 1998).

Por fim, sugere-se o uso do termo microfácies no sentido apresentado por Brown (1943) e Mendes (1984), para referir-se ao estudo de fácies sedimentares sob microscópio petrográfico, abstraindo-se da dependência litológica (i.e., rochas carbonáticas).

4. ANÁLISE FACIOLÓGICA

Com os dados faciológicos obtidos em campo (afloramento) e sob microscópio petrográfico foi possível caracterizar 9 litofácies e 4 microfácies terrígenas para Formação Tremembé, conforme está explicitado no Quadro 1.

A associação das fácies Am, Ac, Ac(c) e Mp (Figura 2A) foi interpretada como resultante de fluxos turbulentos em uma planície lamosa, confinados em canais estreitos e rasos, que escavavam-na em eventos de inundação relâmpago (*flash floods*). Neste caso, a fácies Am aparece rica em intraclastos de argila maciços (“micropeds”), sendo a associação considerada “proximal”. Em outro contexto, “distal”, ocorre a associação de fácies Am, Al, Ac(c) e Mv, interpretada como lobos de desaceleração (inunditos) na borda de lago; já em associação com a fácies Ml (microfácies M₁ e M₂), entende-se que o fluxo tenha ocorrido desconfinado sobre uma superfície exposta do lago, durante fases de ressecção, inclusive preenchendo gretas-de-contração, como são observadas em afloramentos da Extrativa Santa Fé (município de Tremembé). Neste último caso, também é válido imaginar que tais fluxos de detritos possam ser a parte mais distal de leques aluviais desenvolvidos em clima árido/semiárido, caracterizado por chuvas irregulares e torrenciais.

Quadro 1. Síntese das fácies e microfácies terrígenas definidas para a Formação Tremembé (Torres-Ribeiro, 2004).

Fácies	Microfácies	Diagnose	Interpretação
Macroclásticas	Am	---	Arenitos finos e médios, com estrutura maciça. Pode conter intraclastos de argila.
	Al	---	Arenitos grossos a médios com laminação horizontal. Pode conter intraclastos de argila.
	Ac(c)	---	Arenitos finos a médios, com laminação cruzada cavalgante (<i>climbing ripple</i>). Pode conter intraclastos de argila.
	Ac	---	Arenito grosso a muito grosso, mal selecionado, com estratificação cruzada de porte pequeno. Pode conter intraclastos de argila.
	Ab	---	<i>Grainstone</i> fossilífero/calcarenito grosso, bem selecionado, bioclástico, composto por valvas de ostracode. Podem ocorrer camadas finas de argila maciça e laminada intercalada.
Microclásticas	Ml	M ₁ / M ₂	Folhelhos e argilitos laminados. Petrograficamente identificam-se 3 microfácies: M ₁ (argilitos finamente laminados), M ₂ (argilito laminados, cujas lâminas apresentam variação da quantidade da matéria orgânica) e M ₃ (folhelhos laminados, cujas lâminas contínuas e enrugadas são freqüentemente compostas por matéria orgânica algal)
		M ₃	Decantação de argilas e de matéria orgânica algal e vegetal terrestre em ambiente subaquoso redutor (anóxico/subóbico) (<i>microfácies M₁</i>), ora com maior aporte de microclásticos, via eventuais fluxos hipopícnais (<i>microfácies M₂</i>).
	Mf	M ₄	Folhelho preto, extremamente fissil (papiáceos), em camadas tabulares de porte médio, com contatos nítidos. Não são observadas bioturbações.
	Mp	M ₅	Argilitos e argilitos calcíferos e calcilutitos esbranquiçados; maciços, brechados ou bioturbados.
	Mv	---	Argilito de cores avermelhadas, laminado, maciço ou mosqueado (bioturbado).

A fácies Mp (microfácies M₅), como exemplificada na Figura 2B, é interpretada como paleossolos situados geograficamente na periferia do lago, que se desenvolveram a partir de planícies argilosas expostas após o rebaixamento do nível do lago. Segundo Bridge (2003), para a constituição de solos, uma região deve ser exposta por tempo da ordem de milhares de anos e ter pequena taxa de sedimentação (*ca.* 1 mm/ano). A partir dos dados de campo, interpreta-se que o lençol freático sofreu forte rebaixamento, como é constatado pela presença de níveis de calcrete/dolocrete.

As fácies Ab, Ml e Mf relacionam-se ao sistema lacustre implantado e retratam diferentes fases evolutivas. A primeira é caracterizada pela grande ocorrência de ostracodes e estaria relacionada a condições ótimas para o desenvolvimento desses organismos, com o aumento da salinidade e da concentração de íons carbonato para a formação de carapaças. Marcam, portanto, fases caracterizadas por águas oligossalinas e lâmina d'água rasa, fato corroborado pela presença de gretas-de-contracção em camadas adjacentes. Esta interpretação difere daquela dada por Riccomini (1989), para o qual as vasas de ostracode representariam fases com maior salinidade, que causariam mortandade.

A fácies Ml pode ser dividida em três microfácies: M₁, M₂ e M₃. As microfácies M₁ (Figura 2C) e M₂ apresentam caracteristicamente grande quantidade de silte e areia muito fina dispersos (atingindo até 10% do volume da rocha) e por argilas orientadas paralelamente à laminação, cujos limites são indistintos devido à homogeneidade textural. São interpretadas como o registro de um lago com lâmina d'água rasa (*ca.* 5 a 10 m), onde ocorria a decantação de argilas e de matéria orgânica terrestre e microbiana (cianobactérias) em condições de baixa energia (microfácies M₂). Inundações não-catastróficas derivadas dos leques aluviais adjacentes alcançavam até a parte central do lago por meio de fluxos hiper- e hipopícnais diluídos, representados por camadas de arenitos e lâminas de argilito sem matéria orgânica (microfácies M₁).

A microfácies M₃ (Figura 2D) é constituída por lâminas contínuas e enrugadas, compostas predominantemente por matéria orgânica microbiana (cianobactérias) e registra pequeno aporte sedimentar, em um paleoambiente lacustre com boa oxigenação, marcando fases caracterizadas por lâmina d'água relativamente rasa e translúcida, mas com boa circulação.

A fácies Mf (microfácies M₄) tem a mesma interpretação da microfácies M₃, mas é separada desta devido à sua fissilidade mais proeminente.

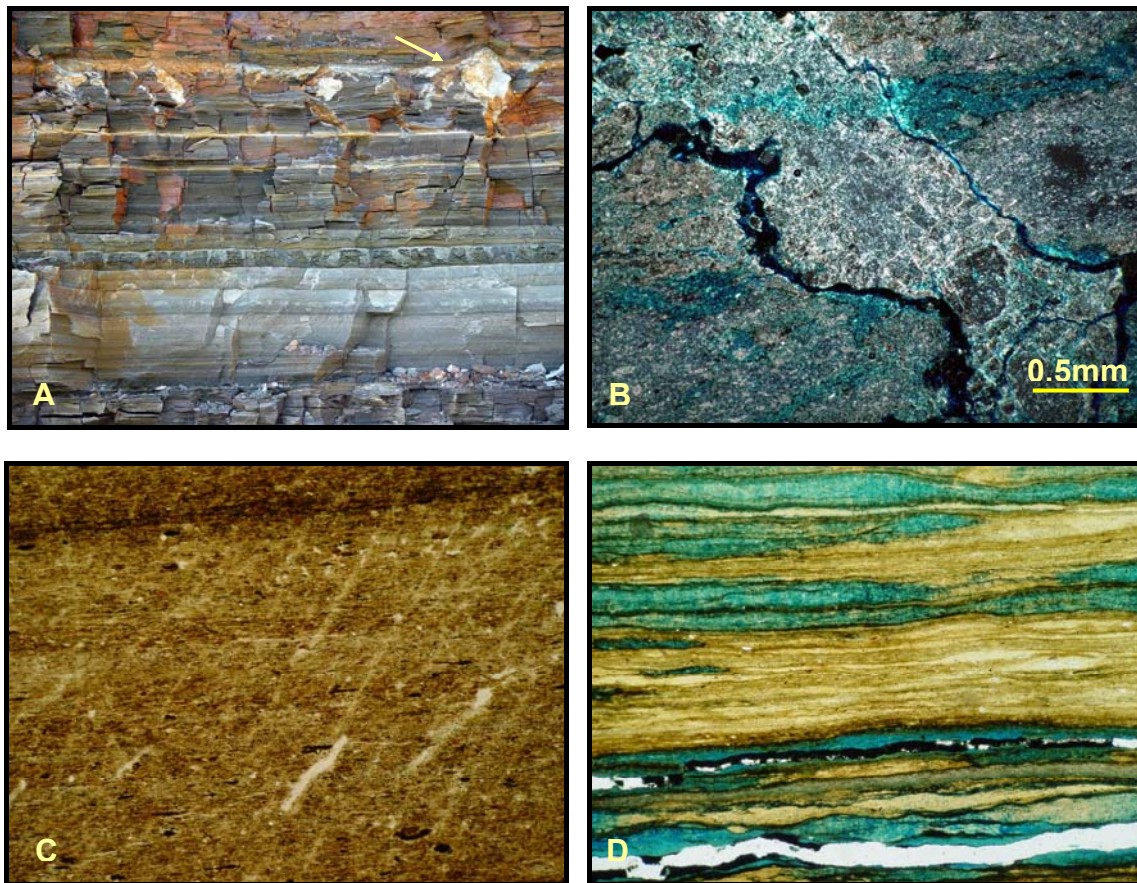


Figura 2. A – Gretas-de-contracção com até 80 cm de profundidade, em afloramento, marcando fases de exposição do lago. Observe também a homogeneidade litológica do pacote, podendo-se distinguir apenas diferenças de cor. B – Fotomicrografia da fácies Mp (N//, 10x), apresentado uma estrutura vertical interpretada como bioturbação por raiz. O preenchimento ocorre por argila criptocristalina. C – Fotomicrografia da microfácies M₁ (N//, 10x) mostrando o paralelismo dos argilominerais e a grande quantidade de silte e areia muito fina dispersos. Note a ausência de limites entre as lâminas. D – Fotomicrografia da microfácies M₃ (N//, 10x) mostrando lâminas de matéria orgânica microbiana (bege). Notar a forte laminação, enrugada.

4. MODELO DEPOSICIONAL

Apesar da grande simplicidade com que os livros tratam os sistemas deposicionais lacustres, não é trivial interpretar suas nuances no registro geológico. Como os demais sistemas deposicionais, o lacustre pode conter diversos subambientes, como partes rasas e fundas, praias, pântanos, deltas, leques deltaicos, planícies lamosas, planícies salíferas e outros; além de diferentes condições físicas, químicas e biológicas, como correntes, estratificação da coluna d'água, oxigenação, pH, salinidade *etc.*, que dependem dos diversos mecanismos dinâmicos do lago. Entretanto, neste sistema deposicional, os subambientes não interagem e evoluem geograficamente de forma contínua e previsível; isto é, são restritos geograficamente. Assim, enquanto um determinado afloramento pode apresentar uma variação faciológica pobre, onde as condições deposicionais se mantiveram incólumes, uma outra exposição não muito distante pode mostrar um ambiente extremamente dinâmico.

Neste estudo foram interpretados subambientes deposicionais cujas relações paleogeográficas e cronoestratigráficas não são totalmente claras, pois não se dispõe de controle estratigráfico preciso face ao tectonismo pós-oligocênico operante na bacia. Deste modo, os dados adquiridos permitiram compreender apenas diferentes cenários que compuseram a Formação Tremembé ao longo da sua evolução (paleoambientes). Um modelo deposicional tentativo do sistema lacustre é apresentado na Figura 3 e difere, em parte, daqueles propostos por Riccomini *et al.* (1987), Riccomini (1989) e Sant'Anna (1999). Ao contrário dos modelos propostos por esses autores, não se interpreta a Formação Tremembé como o registro de um *playa-lake*, pois não são encontradas camadas de evaporito. Camadas de calcilito (microfácies M₅), ora interpretados *pro parte* como “caliche”, são pouco expressivas e aqui interpretadas como de origem microbiana subaquosa ou pedogenética (*cf.* Torres-Ribeiro, 2004).

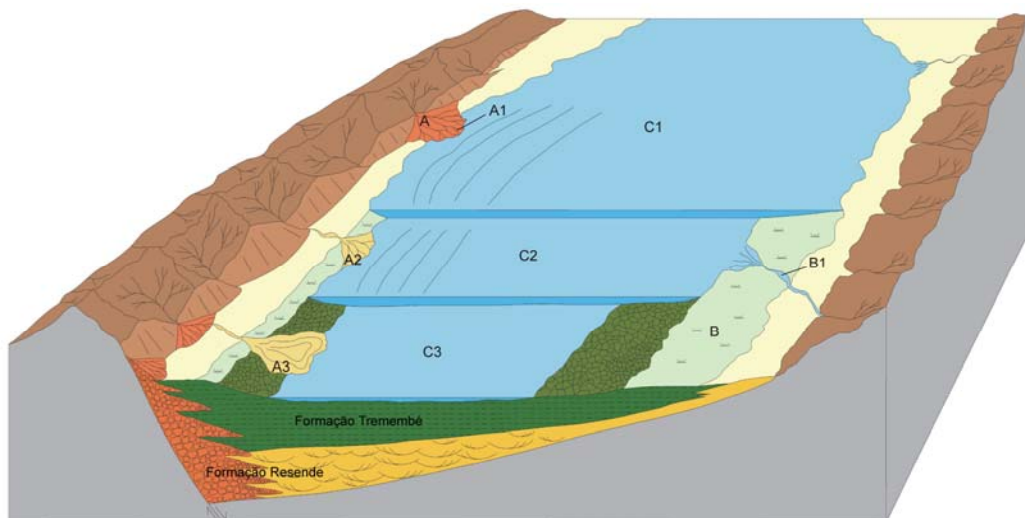


Figura 3. Modelo deposicional proposto para a Formação Tremembé (Torres-Ribeiro, 2004): leques aluviais da Formação Resende (A), com leque deltaico (A1) e lobos deltaicos distais (A2); planície lamosa/paludal (B) com canais rasos (B1) e lago com nível d'água variável, ora recobrendo a planície lamosa ora expondo o substrato, onde se desenvolvem gretas-de-contracção. Eventuais fluxos gravitacionais distais recobriam essa planície exposta.

Pode-se identificar na Figura 3 a ocorrência, ao longo da borda da bacia, de leques aluviais, fan-deltas e lobos deltaicos (fácies Am, Al, Ac, Ac(c) e Mv) que alcançam a borda do lago (caracterizada por gradiente baixíssimo e lâmina d'água rasa, *ca.* 0,5 m) através de fluxos turbulentos (inundações-relâmpago). Ao contrário do que se tem interpretado para Formação Resende (*e.g.* Riccomini, 1989), não se imagina um cenário composto por diversos leques aluviais dispostos ao longo das bordas da bacia (constituindo depósitos semelhantes a *bajadas*) nem com intercalações laterais significativas com os depósitos lacustres. São interpretados como leques de clima árido, nos quais os processos trativos turbulentos imperam sobre os gravitacionais. Os leques apresentariam pequena distribuição espacial em resposta a enxurradas ocasionadas por chuvas torrenciais muito esporádicas.

A região ao redor do lago era caracterizada por uma planície lamosa/paludal com gradiente baixo (Figura 3, B) que se desenvolveu em resposta ao rebaixamento do lago e longa exposição subaérea do substrato (*cf.* Bridge, 2003), propiciando a formação de paleossolos. Durante períodos mais úmidos era temporariamente coberta por uma lâmina d'água rasa, ocasionando o desenvolvimento de zonas paludais, por vezes carbonática. A interpretação deste cenário é corroborada pela ocorrência de algas autóctones indicadoras de águas rasas e estagnadas (Yamamoto, 1995), além de vegetais relacionados a pântanos (Melo, 2003). São também citados na literatura fósseis de flamingos (Alvarenga, 1990) e coprólitos de crocodilos que costumavam habitar ambientes pantanosos e águas calmas (Carvalho & Fernandes, 1987).

A parte central do lago (Figura 3C) era constituída por uma lâmina d'água relativamente rasa (*ca.* de 5 m a 10 m), na qual foram depositadas argilas em condição de baixa energia com aporte de siltes e areias finas por contribuição eólica. A partir dos altos teores de matéria orgânica, do conteúdo palinológico (razão alta entre as algas *Pediastrum/Botryococcus*) e da grande quantidade de matéria orgânica amorfa verificada por Torres-Ribeiro (2004), propõe-se que se tratava de um lago estratificado devido à salinidade. O fundo era normalmente anóxico, intercalado com fases oxidantes/suboxidantes, que propiciavam o desenvolvimento de esteiras algálicas e a eventual bioturbação por anelídeos (*Planolites* *isp.*). Nos primeiros centímetros de sedimento o pouco oxigênio livre era rapidamente depletado pela oxidação da matéria orgânica por bactérias, passando para uma condição anóxida ou sulfídica, com a degradação da matéria orgânica por bactérias sulfato-redutoras (formação de piritas framboidais) sucedidas por metanogênicas (precipitação de siderita, no caso de disponibilidade de ferro) (*cf.* Torres-Ribeiro, 2004).

A partir da associação faciológica observa-se que havia grande flutuação do lago, ora mais fundo, com as características descritas anteriormente, ora mais raso, com lâmina d'água pequena e conseqüente aumento da salinidade, mas não a ponto de torná-lo evaporítico.

A partir da comparação de valores de teor de carbono orgânico total (COT) com as microfácies tratadas, Torres-Ribeiro (2004) identificou aquelas com maior potencial gerador e selante. Assim, a fácies M1 e a microfácies M4 possuem os maiores valores de COT (>5%, máximo de 18%). Possuem também as melhores características selantes, por apresentarem lâminas contínuas e baixo teor de silte e areia. Por outro lado, a fácies M5 apresenta os menores valores de COT (<1%) e as piores qualidades como selante em função da intensa bioturbação durante a pedogênese. Os depósitos da fácies Mv ocorrem localmente restritos e não apresentam relevância do ponto de vista das rochas geradoras e selantes. Apesar do enorme potencial gerador, a Formação Tremembé não atingiu a janela de geração.

7. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Capacitação de Recursos Humanos em Geologia do Petróleo da UFRJ (convênio PRH-ANP/MCT N°18; ao Projeto BACINT (CTPetro/FINEP), coord. Pelo Prof. Dr. Carlos Jorge de Abreu; e às extrativas de argila Santa Fé (Tremembé) e ALIGRA (Taubaté) pelas acesso aos afloramentos na área de mineração.

8. REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, H.M.F. Flamingos fósseis da bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil: descrição de nova espécie. *An. Acad. Bras. Ci.*, v. 65, n. 4, p. 403-406, 1990.
- BRIDGE, J.S. *Rivers and floodplains. Forms, processes, and sedimentary record*. Blackwell, New York, 2003.
- BROWN. Suggested use of the word microfacies. *Economic Geology*, v. 43, p. 325, 1943.
- CARVALHO, I.S., FERNANDES, A.C.S. A icnogenese da bacia de Taubaté: significado paleoambiental. In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia, n. 11, Curitiba, v. 1, p. 419-423, 1987
- MELO, D.J. *Reconstrução paleoambiental da Formação Tremembé, com base em palinórfos e microfósseis vegetais*. Escola de Educação e Meio Ambiente, UNIRIO, Rio de Janeiro, Monografia Conclusão de Curso, 2003.
- MENDES, J.C. *Elementos da Estratigrafia*. T.A. Queiroz, São Paulo, 1984.
- RICCOMINI, C. O. Rift Continental da Serra do Mar. Instituto de Geociências, USP, São Paulo, Tese de Doutorado, 1989.
- RICCOMINI, C.; APPI, C.J.; FREITAS, E.L.; ARAI, M. Tectônica e sedimentação no sistema de rifts continentais da Serra do Mar (Bacias de Volta Redonda, Resende, Taubaté e São Paulo). In: Simpósio de Geologia do RJ-ES, n.1, SBG-RJ/ES, Rio de Janeiro, p. 53-298, 1987.
- SANT'ANNA, L.G. *Geologia, mineralogia e gênese das esmectitas dos depósitos paleogênicos do Rift Continental do Sudeste do Brasil*. Instituto de Geociências, USP, São Paulo, Tese de Doutorado, 1999.
- SCHIEBER, J. Deposition of Mudstones and Shales: Overview, Problems, and Challenges. In: SCHIEBER, J.; ZIMMERLE, W.; SETHI, P.S. (eds.) *Shales and Mudstones* (vol. 1). Schweizerbart, p. 131-146, 1998
- SCHIEBER, J.; ZIMMERLE, W.; SETHI, P.S. (eds.) *Shales and Mudstones* (vol. 1). Schweizerbart, 1998.
- TORRES-RIBEIRO, M. *Fácies microclásticas de um sistema lacustre oligocênico do sudeste do Brasil (Formação Tremembé, bacia de Taubaté)*. Instituto de Geociências, UFRJ, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 2004.
- YAMAMOTO, I.T. *Palinologia das Bacias Tafrogênicas do Sudeste (Bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): Análise Bioestratigráfica Integrada e Interpretação Paleoambiental*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, Dissertação de Mestrado, 1999.
- WILSON, J. L. *Carbonate Facies in Geologic Time*. Springer Verlag, Berlin, 1975.

THE USE OF SEDIMENTARY FACIES IN THE CHARACTERIZATION OF POTENCIAL SEALS AND SOURCE ROCKS IN A PALEOGENE LACUSTRINE SYSTEM IN TAUBATÉ BASIN

Abstract – The Taubaté Basin is located in the eastern part of São Paulo State, between São Paulo and Rio de Janeiro cities. The Tremembé Formation (Oligocene) is composed mainly of terrigenous microclastic rocks (mudstones), interpreted as a lacustrine depositional systems, and sometimes as a playa-lake system. Despite the fact it does not constitute any petroleum system (in fact its shales are kerogen rich, although immature), this work aims to characterize faciologically its microclastic rocks as potential seal- or source-rocks, and the better definition of the lacustrine paleoenvironmental model in use. The method applied involve outcrop description and transmitted light microscopy of thin sections. Mudstones are hardly attractive for sedimentologist, and the petrographic technique in such studies is seldom required due to the difficulty of observations. However the technique is routine in oil companies and shows to be rewarding, as microtextures may explain many seal- and source rock characteristics. The challenge here is to apply the microfacies concept in the analysis of facies proposed. Results point to nine facies and five microfacies, which altogether allowed the interpretation of (i) incipient alluvial fans; (ii) paludal muddy plain, and (iii) shallow lake. The ancient lake was characterized by frequent fluctuation of water level, exposing and flooding the lake substratum, and bottom salinity variation, controlling oxi-reduction conditions. The best seal/source-rock microfacies show low silt-sand content and microbial mat lamination.

Keywords: microfacies, lacustrine environment; Taubaté basin; Cenozoic; seal rock; shale; source rock

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.