

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE ASPECTOS DIAGENÉTICOS PRESENTES EM RESERVATÓRIOS LOCALIZADOS NA BACIA POTIGUAR

Paulo Ernesto Julião de Cerqueira Júnior¹; Jairo Rodrigues de Souza²; Rosiney Araújo Martins³

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, Campus Natal-Central – p-ernestojr@hotmail.com

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, Campus Natal-Central – jairo.souza@ifrn.edu.br

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, Campus Natal-Central – rosiney.araujo@ifrn.edu.br

RESUMO

As lâminas delgadas consistem em uma preparação feita em laboratório de uma amostra de rocha para estudo em um microscópio petrográfico. Sendo assim, as ciências da Terra, especialmente a geologia, reconhecem o potencial informacional desse método e o utilizam com frequência a fim de se determinar, usando as propriedades ópticas dos minerais, diversos parâmetros diagenéticos das rochas, uma vez que a análise de lâminas delgadas fornece conteúdos consistentes, de alta importância e essenciais quanto à granulometria, mineralogia, porosidade, selecionamento e outras propriedades intrínsecas às rochas. Nesse sentido, o presente trabalho buscou analisar seções delgadas, que foram doadas pela empresa PARTEX-BRASIL, em microscópios petrográficos a fim de se compreender e observar aspectos diagenéticos existentes na Bacia Potiguar — bacia sedimentar situada na costa do estado do Rio Grande do Norte e nordeste do Ceará. Os resultados evidenciaram a presença de diversos indicadores de diagênese na forma de dobramento de cristais de mica, ocorrência de esmectita e pseudomatriz, presença de feldspato autigênico e poros secundários, levando, na maioria dos casos, à redução da quantidade de poros e do grau de permeabilidade das rochas estudadas.

Palavras-chave: Lâminas delgadas, Bacia Potiguar, Propriedades ópticas, Aspectos diagenéticos, Descrição petrográfica.

1. INTRODUÇÃO

A diagênese se constitui como uma fase essencial para formação das rochas sedimentares. É nela que se desenvolvem processos físicos, químicos ou biológicos responsáveis pela transformação de sedimentos desagregados em rochas através de etapas como a cimentação, a compactação, a autigênese (formação de minerais *in situ*) e desidratação do material (WINGE, M. *et. al.* 2001–2018). Com base nisso, os eventos diagenéticos são constantemente considerados objeto de estudo, uma vez que influenciam diretamente na porosidade, na permeabilidade e traduzem eventos que ocorreram na formação das rochas sedimentares (ROSSI *et al.*, 2001; AL-RAMADAN *et al.*, 2005).

Nesse contexto, a descrição de lâminas delgadas em microscópios petrográficos se estabeleceu como método de elevada eficiência e eficácia para o estudo de fenômenos diagenéticos, visto que essa técnica possibilita, por meio das

propriedades ópticas dos minerais, a visualização de diversos indicadores de litificação e permite a análise de outras particularidades como a mineralogia, porosidade e granulometria (ANJOS e DE ROS 1990).

Diante do exposto, esse trabalho tem como propósito analisar lâminas delgadas, doadas pela empresa privada PARTEX-BRASIL, preparadas a partir de amostras recolhidas em poços estabelecidos nas dependências do município de Mossoró, RN, a fim de se descrever aspectos diagenéticos microscópicos e outras propriedades de rochas situadas em reservatórios presentes na Bacia Potiguar. A bacia estudada se caracteriza por ser produtora de óleo e gás natural, tanto *onshore* como *offshore*, e apresentou, em fevereiro de 2018, uma produção equivalente a 44.145 bbl/d de petróleo e 971 Mm³/d de gás natural (ANP, 2018).

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi dividida em três etapas: pré-laboratorial, laboratorial e pós-laboratorial. A fase pré-laboratorial consistiu em pesquisas bibliográficas acerca dos assuntos relacionados ao tema e na arrecadação de cinco lâminas delgadas cedidas pela empresa PARTEX BRASIL. As lâminas foram preparadas a vácuo com resina epóxi azul, conforme o método de Cesero et al. (1989), com base em amostras rochosas representativas da Formação Açú.

Na etapa laboratorial, a fim de descrever os processos diagenéticos existentes nas seções delgadas estudadas, as cinco lâminas foram analisadas com auxílio de um microscópio petrográfico de luz polarizada do tipo Olympus BX41 no laboratório de microscopia estudantil da UFRN.

Já na fase pós-laboratorial, fez-se a integração e interpretação dos dados encontrados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo das seções delgadas revelou, como principais constituintes primários, a presença de feldspatos, micas, quartzo e fragmentos de origem carbonática. Além disso, como principais representantes diagenéticos, há K-feldspato, esmectita e pseudomatriz. Os tipos de porosidade identificados foram móldica, intergranular e por fraturamento. A seguir se apresentam os dados obtidos com o exame das lâminas delgadas e suas interpretações, respectivamente.

3.1 COMPOSIÇÕES DOS GRÃOS

A análise das lâminas revelou uma composição geral baseada, principalmente, em quartzo, feldspatos (microclina, ortoclásio e plagioclásio), micas (biotita e muscovita) e fragmentos de calcita.

O constituinte de maior ocorrência, e presente em todas as amostras, é o quartzo, que representa, em média, 33% da composição das amostras descritas e 60% dos grãos. Os feldspatos observados (microclina, ortoclásio e plagioclásio), por sua vez, apresentam-se como o segundo grupo de constituintes mais relevantes das amostras, compreendendo, em média, 18% da constituição das lâminas e 35% dos grãos. O terceiro grupo de maior participação nas rochas foram as micas (biotita e muscovita), representando 10% da composição média das seções delgadas. Por fim, a matriz, composta essencialmente por uma massa esmectítica, acrescida de fragmentos de calcitas e demais constituintes secundários somam em média, respectivamente, 29%, 2% e 8%.

De acordo com a classificação estabelecida por Folk (1974) e com a proporção de feldspato, quartzo e fragmentos líticos das lâminas analisadas, a classificação textural das rochas estudadas é própria de arcósios.

3.2 ESTRUTURA E TEXTURA

As texturas das rochas analisadas nas lâminas delgadas se caracterizam por possuir selecionamento moderado (com índice variante entre 0,50 e 1,00), de acordo com a tabela de comparação de Pettijohn, Potter & Siever (1972), e granulometria característica de areia muito fina a média. Os grãos se apresentam como subarredondados a subangulosos (em alguns casos chegando a ser angulosos) e com baixa esfericidade predominante em relação à alta. Há contatos flutuantes, pontuais, retos e, raramente, côncavo-convexos. O empacotamento identificado é frouxo (revelado pelos contatos flutuantes) a normal (representado pelo dobramento das micas). Foram observadas estratificações, com cristais de micas orientados, em algumas lâminas.

3.3 CONSTITUINTES E INDICADORES DIAGENÉTICOS

A descrição das lâminas delgadas revelou, como principais constituintes e indicadores diagenéticos, a presença de dobramentos de cristais de muscovita e biotita e suas orientações segundo os planos de estratificação da rocha; o crescimento de cristais de K-feldspato e esmectita; a ocorrência de pseudomatriz e a formação de poros

intragranulares e móldicos devido à dissolução. A seguir constam as discussões acerca das características anteriormente citadas.

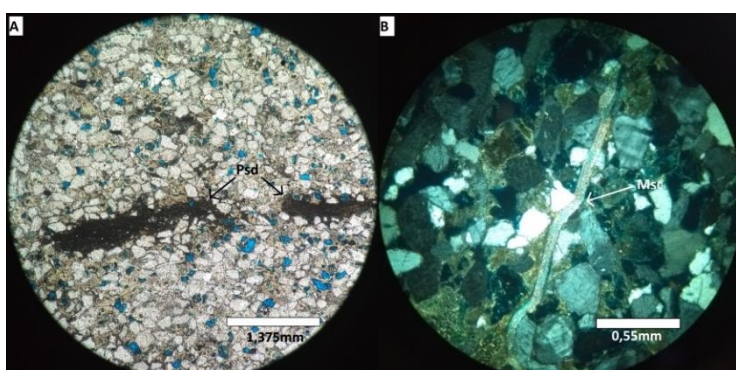
3.3.1 Orientação das micas, seus dobramentos e pseudomatriz

A compactação mecânica consiste no soterramento dos sedimentos em razão do aumento de fluidos intersticiais e pressão litostática (GRETENER, 1976) e se apresentou nas seções delgadas estudadas na forma de pseudomatriz (Fotografia 1A) e dobramento de micas (Fotografia 1B).

A pseudomatriz é resultado da compactação mecânica de intraclastos lamosos e grãos dúcteis existentes em fragmentos de metassiltitos (MARTINS R. 2014) e se exhibe nas lâminas delgadas com textura microclistalina, sob nicóis cruzados, e como massa de coloração amarronzada, sob luz natural (Fotografia 1A). Ela se apresenta como corpo heterogêneo, entre grãos mais rígido, e contínuo, evidenciando planos de estratificação.

O dobramento de cristais de muscovita e biotita são evidências diretas da pressão litostática proveniente da compactação mecânica (MENEZES M.R.F 1999). Somado a isso, a presença de micas inalteradas (sem deformação) em algumas amostras, aliada a presença de um empacotamento pouco acentuado, sugere que o processo de compactação foi desigual nas litologias do poço estudado.

Fotografia 1 – A. Fotomicrografia à luz natural de dois fragmentos de pseudomatriz (Psd); B. Fotomicrografia com nicóis cruzados de um cristal de muscovita (Msc) dobrado.



Fonte: Autoria Própria (2018); PARTEX-BRASIL.

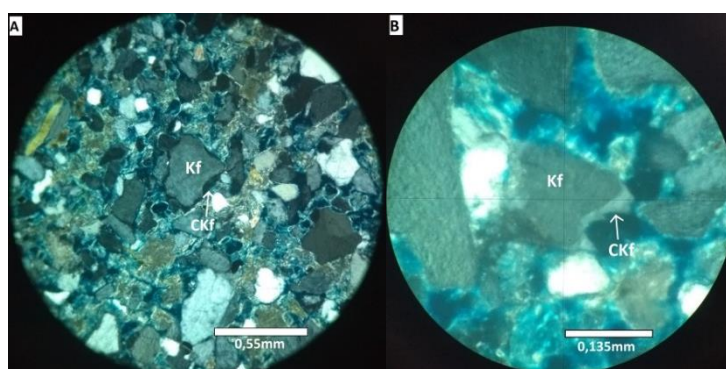
3.3.2 Crescimento de cristais de K-feldspato

O feldspato autigênico ocorre predominantemente como crescimento secundário

sobre os grãos de feldspatos potássicos (SILVA I.T. 2014) e se caracteriza por não apresentar continuidade óptica com os grãos detríticos (BATEZELLI A. et al., 2005).

As lâminas delgadas revelaram crescimentos epitaxiais, com e sem interrupções, de K-feldspato cobrindo integralmente, ou parcialmente (Fotografia 2B), os grãos que formam o substrato (ortoclásio e microclina). Os novos cristais estão relacionados à cimentação sofrida pela rocha (MARTINS R. 2014) e se apresentam como superfícies homogêneas, sob nicóis paralelos, e com coloração acinzentada variada destoante em relação ao feldspato detrítico (Fotografia 2A e 2B), sob nicóis cruzados.

Fotografia 2 – A. Fotomicrografia, sob nicóis cruzados, de cristal de K-feldspato detrítico (Kf) com crescimento secundário de feldspato autigênico mais escuro (CKf); B. Fotomicrografia, sob nicóis cruzados, de cristal de K-feldspato detrítico (Kf) com crescimento secundário de feldspato autigênico mais claro.



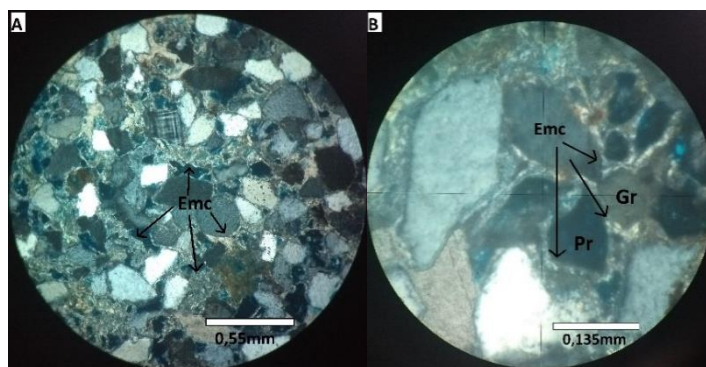
Fonte: Autoria Própria (2018); PARTEX-BRASIL.

3.3.3 Esmectita

Há, como outro fator relacionado à cimentação nas amostras analisadas, a presença de esmectita distribuída de forma não padronizada nos espaços intergranulares (Fotografia 3A). Trata-se do argilomineral mais comum dos arenitos e é o principal componente da pseudomatriz (MARTINS R. 2014). A esmectita observada cobre integralmente ou parcialmente (Fotografia 3B) os grãos das amostras e outros constituintes diagenéticos, como os poros móldicos, e se expressam na forma de franjas e cutículas. Ambas manifestações possuem espessura variada, sendo as cutículas uma evidência de infiltração mecânica de argilas (MARTINS R. 2014).

Fotografia 3 – A. Fotomicrografia, com nicóis cruzados, de esmectita (Emc) recobrindo grãos

variados e poros. B. Fotomicrografia, com nicóis cruzados, de esmectita (Emc) recobrindo grãos dentrícticos (Gr) e poros (Pr).



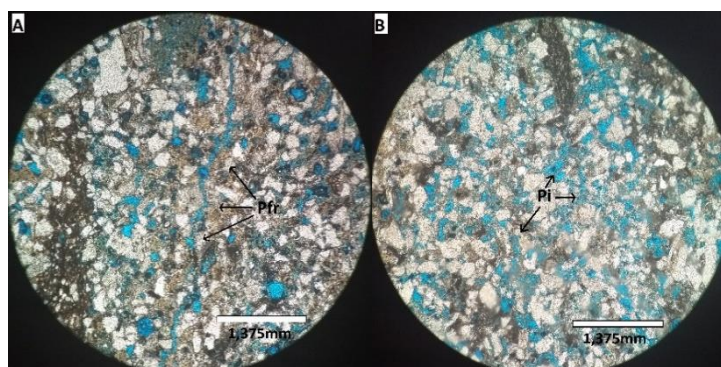
Fonte: Autoria Própria (2018); PARTEX-BRASIL.

3.3.4 Porosidade

A porosidade corresponde à porcentagem de espaços vazios em relação ao volume total da rocha e pode ser classificada como primária, quando originada no momento da deposição dos sedimentos, ou secundária, quando resulta de um processo diagenético (SILVA I.T. 2014).

O exame das seções delgadas revelou a presença de poros primários e secundários dos tipos intergranular, móldico e por fraturamento. A porosidade intergranular (Fotografia 4B) é a mais representativa e se formou no processo de sedimentação e durante as fases de formação da rocha como resultado de efeitos atuantes nos constituintes participantes da gênese da rocha. Já a porosidade móldica e de fraturamento (Fotografia 4A) possuem origem secundária resultante de processos físicos atuantes na rocha, no caso da segunda, e de processos químicos relacionados à dissolução de constituintes primários, como plagioclásio, no caso da primeira.

Fotografia 4 – A. Fotomicrografia, sob nicóis paralelos, de poro formado por faturamento da rocha (Pfr); B. Fotomicrografia, sob nicóis paralelos, de poros intergranulares (Pi).



Fonte: Autoria Própria (2018); PARTEX-BRASIL.

4. CONCLUSÕES

Conforme ao que foi observado no presente trabalho, pode-se perceber a ocorrência de diversos constituintes e indicadores diagenéticos presentes nos poços estudados nas dependências do município de Mossoró, RN. Esses indícios de diagênese foram revelados na forma de pseudomatriz, dobramento e orientação de micas, presença de poros móldicos e por fraturamento, ocorrência de esmectita e crescimento de K-feldspato, traduzindo fenômenos como compactação mecânica, dissolução, infiltração mecânica de argilas e autigênese, respectivamente.

Nesse contexto, nota-se que ocorreram eventos diretamente influenciadores na qualidade dos reservatórios, uma vez que os processos diagenéticos associados à cimentação (como o crescimento de K-feldspato e cristais de esmectita), por exemplo, implicaram na redução da quantidade de poros e do grau de permeabilidade das rochas estudadas, e que se faz necessário o desenvolvimento de novas pesquisas a fim de se verificar se há uma homogeneidade dos resultados obtidos por esse artigo em relação a outros reservatórios presentes na Bacia Potiguar.

5. AGRADECIMENTOS

Ao meu professor Jairo Rodriguez de Souza (IFRN), pela orientação oferecida na produção deste artigo.

À professora Rosiney Araújo Martins e à empresa PARTEX-BRASIL, pelo fornecimento das lâminas delgadas analisadas.

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), por ceder o laboratório de microscopia óptica e os microscópios petrográficos utilizados na análise das seções delgadas.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), pelo apoio oferecido à divulgação desse artigo.

6. REFERÊNCIAS

AL-RAMADAM, K; et al. Distribution of diagenetic alterations within the sequence stratigraphic framework of shoreface siliciclastic deposits: evidence from Jurassic deposits of ne France. **Journal of Sedimentary Research**, v. 75, p. 943–959. 2005.

ANJOS, S.M.C. & De Ros, L.F. Técnicas de análise utilizadas na petrologia sedimentar da PETROBRAS. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 36, Natal, **Boletim de Resumos**. p. 25-26, 1990.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados estatísticos**. 2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BATEZELLI, Alessandro; GOMES, Newton Souza; PERINOTTO, José Alexandre de Jesus. Petrografia e Evolução Diagenética dos Arenitos da Porção Norte e Nordeste da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). **Revista Brasileira de Geociências**, [S.l.], v. 35, n. 3, p.314-315, set. 2005.

CESERO, P.; Mauro, L. M.; De Ros, L. F. Técnicas de preparação de lâminas petrográficas e de moldes de poros na petrobrás. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, n.3, p.105-116, 1989.

FOLK, R. L. **Petrology of sedimentary rocks**. Austin, Texas: Hemphill Publishing Company, 1974. 184p.

GREENER, P. E. **Pore Pressure: Fundamentals, General Ramifications and Implications for Structural Geology**. [S.l.]: American Association of Petroleum Geologists, 1976.

MARTINS, Rosiney Araújo. **Avaliação do controle da diagênese na qualidade de reservatórios siliciclásticos do cenomaniano superior da Formação Açu, sudoeste da Bacia Potiguar**. 2014. 115 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2014

MENEZES, Mauricio Thadeu Fenilli de. **Petrografia e diagênese de arenitos eopermianos da Bacia do Paraná, região de Alfredo Wegner, SC: implicações estratigráficas e de proveniência**. 2015. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

PETTIJOHN, Francis John; POTTER, Paul Edwin; SIEVER, Raymond. **Sand and sandstone**. New York: Springer-verlag, 1972.

ROSSI, C.; et al. Facies-related diagenesis and multiphase siderite cementation and dissolution in the reservoir sandstones of the Khatatba Formation, gyp'ts western desert. **Journal of Sedimentary Research**, V. 71, p. 459-472, 2001.

SILVA, Isabelle Teixeira da. **Evolução diagenética e caracterização dos reservatórios da seção devoniana da Bacia do Rio do Peixe-Nordeste Brasil**. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rn, 2014.

WINGE, M. **Diagênese**. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/diagenese.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2018.