

ESTUDO DE ELEMENTOS ATIVADORES DA CATODOLUMINESCÊNCIA EM CALCÁRIOS DA FORMAÇÃO ITAITUBA, BACIA DO AMAZONAS, PA

Sávio Henrique Moreira de Almeida¹
Moacir José Buenano Macambira²
Ian McReath³

¹CP8608 Colegiado de Geologia, Universidade Federal do Pará, 66075-110 Belém (PA)
saviogeo@yahoo.com.br

²CP8608 Laboratório Pará-Iso, Universidade Federal do Pará, 66075-110 Belém (PA)
moamac@ufpa.br

³R. do Lago 562, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 05508-900 S. Paulo (SP)
ianmcr@usp.br

1. Introdução

A Formação Itaituba faz parte do Grupo Tapajós que representa o último ciclo transgressivo-regressivo do Paleozóico da Bacia Sedimentar do Amazonas (Caputo, 1984). Esta formação apresenta-se como uma unidade cíclica composta de vários litotipos, como calcários com alto conteúdo de bioclóstos marinhos, dolomitas, folhelhos, siltitos, arenitos e evaporitos. Ela tem sido objeto de investigações, principalmente pela Petrobras, em função de poder funcionar como reservatório e selante dos voláteis aprisionados nos arenitos da Formação Monte Alegre e pelo fato de apresentar ocorrência de óleo.

O interesse na pesquisa de rochas carbonáticas se deve ao grande volume das descobertas de reservatórios portadores de hidrocarbonetos desta natureza. Portanto, o conhecimento da idade e ambiente de deposição da Formação Itaituba é um ponto fundamental para avaliar o potencial da seqüência carbonífera da Bacia do Amazonas em termos de reservatório de hidrocarbonetos.

Na exploração de hidrocarbonetos a catodoluminescência (CL) pode auxiliar no estudo dos processos diagenéticos e de evolução da porosidade de reservatórios devido à cimentação mineral ser o principal controlador da porosidade em uma formação sedimentar. Na petrografia de carbonatos, é utilizada no reconhecimento das diferentes gerações de minerais e pode também indicar a distribuição dos elementos traços em certos minerais, a presença de microfaturas, revelar áreas de cristalização de minerais, fornecer informações a respeito das condições de redução usando o Mn, Fe e Eu, entre outros. A CL observada em muitos minerais carbonáticos é atribuída à presença de determinados íons (Mn²⁺, Sm³⁺, Eu²⁺ e/ou Eu³⁺, Tb³⁺ e Dy³⁺), que quando ativados por um feixe de

elétrons emitem um comprimento de onda no espectro visível, contudo não revela qual ou quais são os elementos ativadores. Dessa forma, a análise química por microscopia eletrônica é uma poderosa ferramenta para a identificação dos elementos responsáveis pela ativação da CL em carbonatos.

O trabalho apresenta diferentes padrões de cores das imagens em CL observados em amostras de dolomita e calcita da Formação Itaituba identificadas com base em difração de raios-x e análise de microscopia eletrônica (MEV). Discute os prováveis elementos responsáveis pela ativação da CL, assim como os elementos inibidores na calcita e dolomita e levanta questões a respeito da interpretação das imagens de CL sem o confronto com métodos de análises químicas.

2. Contexto Geológico

A Bacia do Amazonas é uma bacia intracratônica com cerca de 500.000 km², que está limitada ao norte pelo Escudo das Guianas, a sul pelo Escudo Brasileiro, a oeste pela Bacia do Solimões através do Arco de Purus, ao passo que o Arco de Gurupá constitui seu limite leste (Cunha et al. 1994). A área de estudo está localizada na borda sul da Bacia do Amazonas, onde a formação de interesse aflora ao longo do rio Tapajós, e em vários outros pontos, incluindo as pedreiras da Companhia Agroindustrial de Monte Alegre (CAIMA), próximo a cidade Itaituba (PA). As amostras estudadas foram coletadas nas pedreiras da CAIMA, denominadas de pedreiras 1 e 2, e de testemunhos de furo de sondagem que completa a seqüência formada pelas duas pedreiras. Da pedreira 1 é extraído calcário calcítico utilizado na fabricação de cimento, com teores de MgO e CaO de 2,5-4,5% e 48-51%, respectivamente. Da pedreira 2 é explotado calcário magne-

siano utilizado para correção de solo e brita, apresentando teores de MgO de 5-6% na base da pedreira e 12-15% no topo, e 37% de CaO na base (Oliveira, 2004).

A Formação Itaituba tem sido objeto de investigações, principalmente pela Petrobras, em virtude desta seção estar sobreposta às formações Monte Alegre e Barreirinha. Segundo Matsuda (2002) as rochas que apresentam maior potencial de geração de hidrocarbonetos na bacia são os folhelhos da Formação Barreirinhas. Estes folhelhos estão recobertos pelos arenitos da Formação Monte Alegre, os quais são considerados os principais reservatórios da bacia. Neste contexto, a Formação Itaituba é considerada como reservatório secundário, contudo, esta seção recebe maior atenção por poder funcionar como selante devido sua intercalação com rochas evaporíticas.

3. Resultados e Conclusões

O refinamento petrográfico por imagens de CL permitiu observar diferentes padrões de luminescência emitidos a partir das amostras definidas como calcita e dolomita. As análises prévias de difração de raios-x e posteriormente de MEV, forneceram resultados semiquantitativos dos teores de calcita e dolomita presentes nas amostras. Nesse aspecto, as amostras caracterizadas como dolomita apresentam um padrão de luminescência caracterizado por uma cor vermelho escuro a roxo (Fig. 1A; B; C e D). Este último padrão é identificado principalmente nas amostras da Pedreira 2 (calcário magnesiano) e nos furos de sondagem (Fig. 1E e F). As amostras que apresentam um padrão de luminescência variando entre as cores amarelo e laranja foram caracterizadas como calcita (Fig. 1G; H e I) e distribuem-se principalmente na Pedreira 1, embora ocorram de forma subordinadas nas amostras da Pedreira 2 e no furo. Enquanto calcita apresenta caracteristicamente luminescência entre amarelo e laranja, dolomita tende ser vermelha, embora existam variações (Adams & Mackenzie, 1998). Identificou-se também zonas com luminescência caracterizada por uma cor marrom escura (Fig. 1H), a qual, segundo vários autores (Sippel & Glover, 1965; Richter & Zinkernagel, 1981; Amieux, 1982; Mason, 1987; Machel et al., 1991 in Habermann et al., 1998) poderia estar relacionada à calcita pura ou com baixas concentrações de ativadores. Contudo, é importante mencionar que não foi possível estabelecer uma diferença entre calcita pura

ou com baixas concentrações de ativadores e dolomita sem ativadores.

Com base nas análises semiquantitativa de MEV foi possível identificar que os principais ativadores da CL nas amostras de dolomita da Fig. 1A; B; C e D são Eu^{2+} e/ou Eu^{3+} ; $\text{Tb}^{3+}/\text{Dy}^{3+}$; $\text{Sm}^{3+}/\text{Dy}^{3+}$ e Tb^{3+} e da Fig. 1 E e F são $\text{Dy}^{3+}/\text{Sm}^{3+}$ e Eu/Tb^{3+} . Nas amostras de calcita da Fig. 1G, H e I, os principais responsáveis pela CL são respectivamente $\text{Sm}^{3+}/\text{Dy}^{3+}$, $\text{Sm}^{3+}/\text{Dy}^{3+}$ e $\text{Dy}^{3+}/\text{Tb}^{3+}$. Contudo, é importante mencionar que o Mn^{2+} , ocorre em quase todas as amostras em pequenas quantidades. Segundo Adams & Mackenzie (1998) e Machel (2000), o Mn^{2+} se apresenta como o mais importante ativador e o Fe^{2+} como um dos principais inibidores da CL em calcita e dolomita. Contudo, conforme demonstrado acima a partir das análises de MEV foi possível identificar que nessas amostras de dolomita e calcita a CL é ativada não somente pelo Mn^{2+} , mas recebem uma grande contribuição de elementos terras raras, a exemplo do Sm^{3+} , Eu^{2+} e/ou Eu^{3+} , Tb^{3+} , Dy^{3+} . Em determinadas zonas de amostras onde o Mn^{2+} não foi identificado, esses elementos são os únicos responsáveis CL.

Embora as imagens de CL a partir de calcita e dolomita apresentem distintos padrões de luminescência não é possível diferenciá-los apoiado somente na CL, pois este tipo de análise não revela as concentrações absolutas de elementos traços, assim como os elementos responsáveis pela ativação da CL em calcita (Mn^{2+} , Sm^{3+} , Eu^{2+} e/ou Eu^{3+} , Tb^{3+} , Dy^{3+} etc.) podem ocorrer também como ativadores em dolomita.

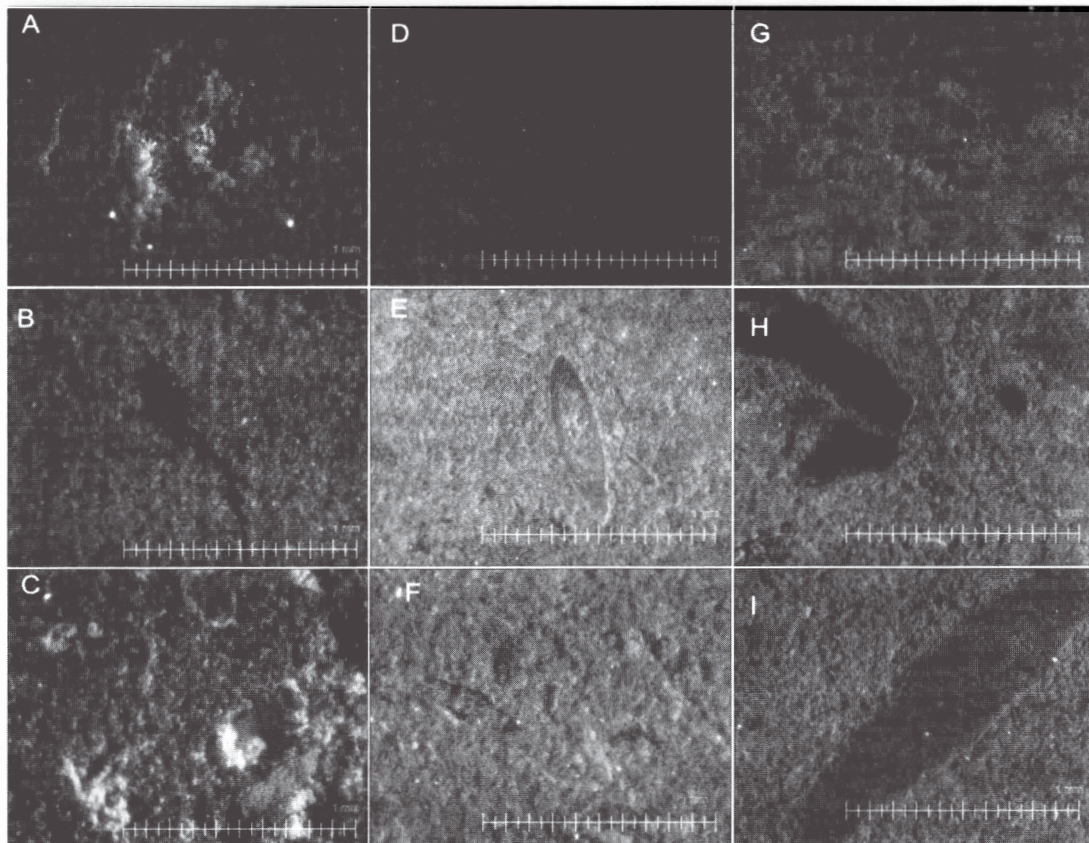


Figura 1 - Imagens em CL destacando os diversos padrões de luminescência a partir amostras de dolomita (A, B, C, D e F) e calcita (G, H e I) da Formação Itaituba (PA).

4. Agradecimentos

Agradecemos à Companhia Agroindustrial de Monte Alegre (CAIMA) pela concessão das amostras de carbonato e pelo apoio aos trabalhos de campo, e aos Profs. Thomas Scheller e Cláudio Lamarão, respectivamente, pelas análises realizadas nos laboratórios de Difração de Raios-X e Microscopia Eletrônica do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará.

5. Referências

- ADAMS, A. E. & MACKENZIE, W. S. 1998. Cathodoluminescence. In: A. E. ADAMS & W. S. MACKENZIE (1a.) A colour atlas of carbonate sediments and rocks under the microscope, 7, Manson Publishing, pp.: 168-176.
- CAPUTO, M. V. 1984. Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basins of Brazil. Tese de Doutorado, University of California, Santa Barbara, 583 p.
- CUNHA, P. R. C.; GONZAGA, F. G.; COUTINHO, L. F. C.; FEIJÓ, F. J. 1994. Bacia do Amazonas, Rio de Janeiro. Boletim de Geociências da Petrobras., 8: 847-855.
- HABERMANN, D.; NEUSER, R. D.; RICSHTER, D. K. 1998. Low limit of Mn²⁺ activated cathodoluminescence of calcite: state of the art. *Sedimentary Geology*, 116: 13-14.
- MACHEL, H.G. 2000. Application of cathodoluminescence to carbonate diagenesis. In: M.PAGEL; V. BARBIN; P. BLANC; D. OHNENSTETTER (1a.) *Cathodoluminescence in geosciences*, 1, Berlin: Springer-Verlag, pp.: 270-297.
- MATSUDA, N. S. 2002. Carbonate sedimentation cycle and origin of dolomite on the lower pennsylvanian intracratonic Amazon Basin, northern Brazil. Tese de Doutorado, Department of Earth & Planetary Science, University of Tokyo, Toquio, 231 p.
- OLIVEIRA, D. L. 2004. Estudo preliminar de estratigrafia química da Formação Itaituba (PA): datação, paleoambiente e proveniência. Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia. Colegiado de Geologia, Universidade Federal do Pará, Belém. 72p.