

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Caracterização Diagenética dos carbonatos da Formação Riachuelo, Cretáceo da Bacia Sergipe-Alagoas, a partir de dados isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$

AUTORES:

Mary Luz Raigosa Diaz

Egberto Pereira

INSTITUIÇÃO:

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 15 a 22 de outubro de 2009, em Fortaleza-CE. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 5ºPDPETRO.

CARACTERIZAÇÃO DIAGENÉTICA DA FORMAÇÃO RIACHUELO, CRETÁCEO DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS, USANDO DADOS ISOTÓPICOS DE $\delta^{18}\text{O}$ E $\delta^{13}\text{C}$

Abstract

The main objective of the study was to identify the sedimentary and diagenetic environment that inhibited or remain porosity of carbonates in the Riachuelo Formation, Sergipe-Alagoas Basin. The Japoatã (Inhumas) and the Carapeba quarries were studied. The dolomite of the Japoatã (Inhumas) Quarry exhibits the best characteristics of permeability and porosity. The isotopic analysis showed that the dolomite origin is linked to the enrichment of Mg in hypersaline environment. In the Carapeba Quarry, the isotopic analysis showed that the origin of dolomite was associated with a meteoric environment and the absence of permeability and porosity was due to the strong process of compaction. The enhanced porosity is more common in facies that present dolomite crystals larger such as the Japoatã (Inhumas) Quarry. The Dolomites of fine grain, as observed in Carapeba Quarry, don't developed porosity.

Introdução

Os calcários da Formação Riachuelo da Bacia de Sergipe-Alagoas fazem parte da plataforma carbonática desenvolvida durante a fase pós-*rift*, que ocorreu ao longo da abertura do Oceano Atlântico Sul. Esta plataforma carbonática, depositada em um ambiente nerítico raso, ocorre em todas as bacias da margem leste brasileira e somente aflora na Bacia de Sergipe-Alagoas. O Membro Maruim compreende o intervalo de interesse neste estudo, sendo constituído principalmente por *grainstone* e *packstone* oncolítico, oolítico, intraclástico e peloidal, segundo a análise petrográfica realizada nas amostras coletadas em afloramentos. Devido à heterogeneidade e complexidade dos reservatórios carbonáticos, foi feito um estudo estratigráfico detalhado de alta resolução, usando isótopos de carbono e oxigênio em rocha total, a fim de identificar os processos que podem ter realçado ou inibido a porosidade da rocha.

A análise isotópica de carbono e oxigênio tem-se mostrado como uma ferramenta muito importante para se reconstruir a história deposicional e diagenética de reservatórios carbonáticos. Estudos em calcários sugerem que a cimentação inicial exibe valores positivos de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$, sendo que as cimentações subsequentes tornam-se progressivamente depletadas em $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$. A tendência pode ser devido ao aumento da temperatura e à composição isotópica do fluido da água do poro. No caso da dolomita, a composição isotópica do oxigênio é determinada pela composição isotópica do fluido de poro e pela temperatura de formação. Já a composição isotópica do carbono é determinada pela composição do carbonato precursor, uma vez que o fluido presente nos poros geralmente tem baixo conteúdo de carbono e, assim, o valor de $\delta^{13}\text{C}$ do precursor é geralmente mantido.

Metodologia

As amostras estudadas foram obtidas de duas pedreiras: Pedreira Japoatã (Inhumas) e Pedreira Carapeba localizadas na faixa de afloramentos da Formação Riachuelo na Bacia de Sergipe-Alagoas (Figura 1).

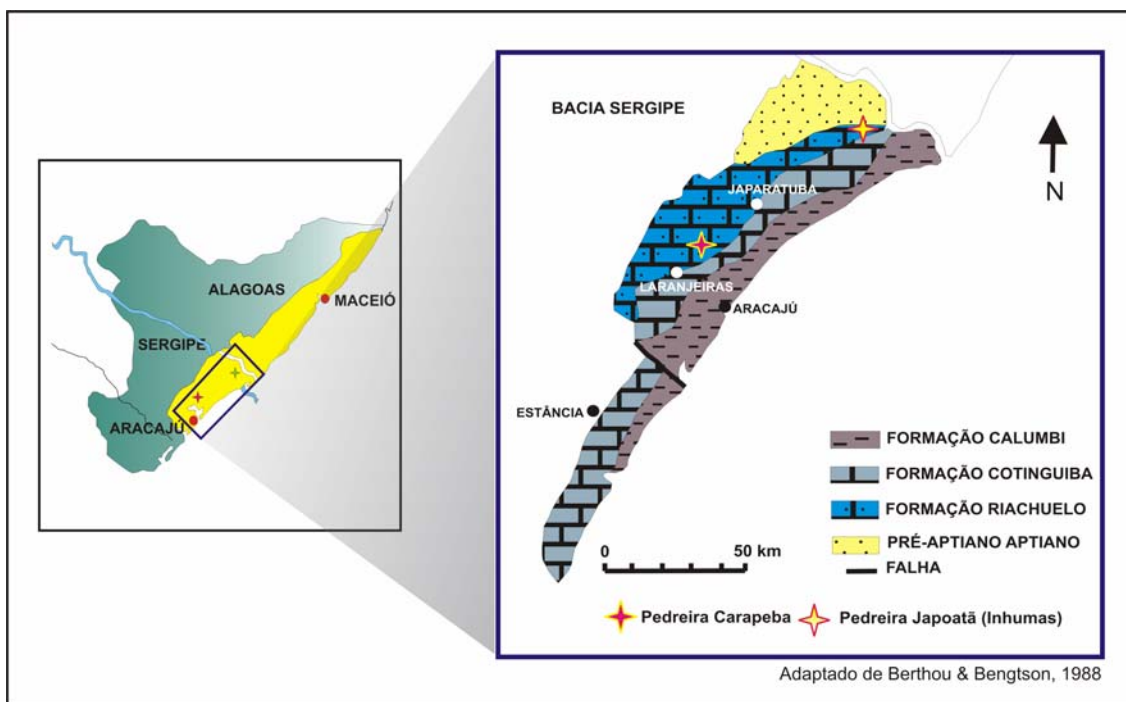


Figura 1. Localização dos afloramentos estudados.

Análise Petrográfica

Com base na análise petrográfica foram construídos perfis de microfácies para cada um dos afloramentos estudados. Os parâmetros que tiveram maior relevância na descrição das lâminas foram: tipo e tamanho dos grãos, percentagem de matriz, percentagem de cimento, tipo de porosidade e tipo de contato entre os grãos. Também foram identificados processos diagenéticos tais como: cimentação, compactação, dolomitização, dissolução, recristalização, entre outros.

Análise Isotópica

Neste estudo foram aplicados os conceitos da estratigrafia isotópica no estudo de rochas carbonáticas, com base na análise isotópica de carbono e oxigênio em rocha total. O estudo combinado de isótopos de carbono e oxigênio em rochas carbonáticas é usado na distinção dos processos envolvidos na formação dos mesmos e, também, no entendimento e na determinação dos ambientes diagenéticos. A composição isotópica é representada de acordo com o padrão internacional Viena *Pee Dee Belemnite* (V-PDB) e os resultados são expressos em partes por mil (‰). O estudo de isótopos de oxigênio em carbonatos pode ser usado para determinar a origem dos fluidos em equilíbrio com os carbonatos e, ao mesmo tempo, permite estimar a temperatura de formação dos mesmos, uma vez que em um oceano com uma composição isotópica constante da água do mar, um incremento na temperatura de um pouco mais de 4°C corresponde a um decréscimo em $\delta^{18}\text{O}$ de 1‰ (Shackleton, 1987 *apud* Weissert., *et al* 2008). A determinação da temperatura pode dar a temperatura original da água ou a temperatura da diagênese (Rollinson, 1995).

Resultados e Discussão

Pedreira Japoatã

Na seção descrita para a Pedreira Japoatã foram identificadas quatro microfácies, assim distribuídas da base para o topo: *rudstone* oncolítico peloidal intraclástico; *rudstone* oncolítico com matriz dolomitizada; *grainstone* com oncoides e matriz dolomitizados; e dolomito. A maior parte da seção é composta pela fácies *rudstone* oncolítico peloidal intraclástico, com fortes feições de compactação (Figura 2).

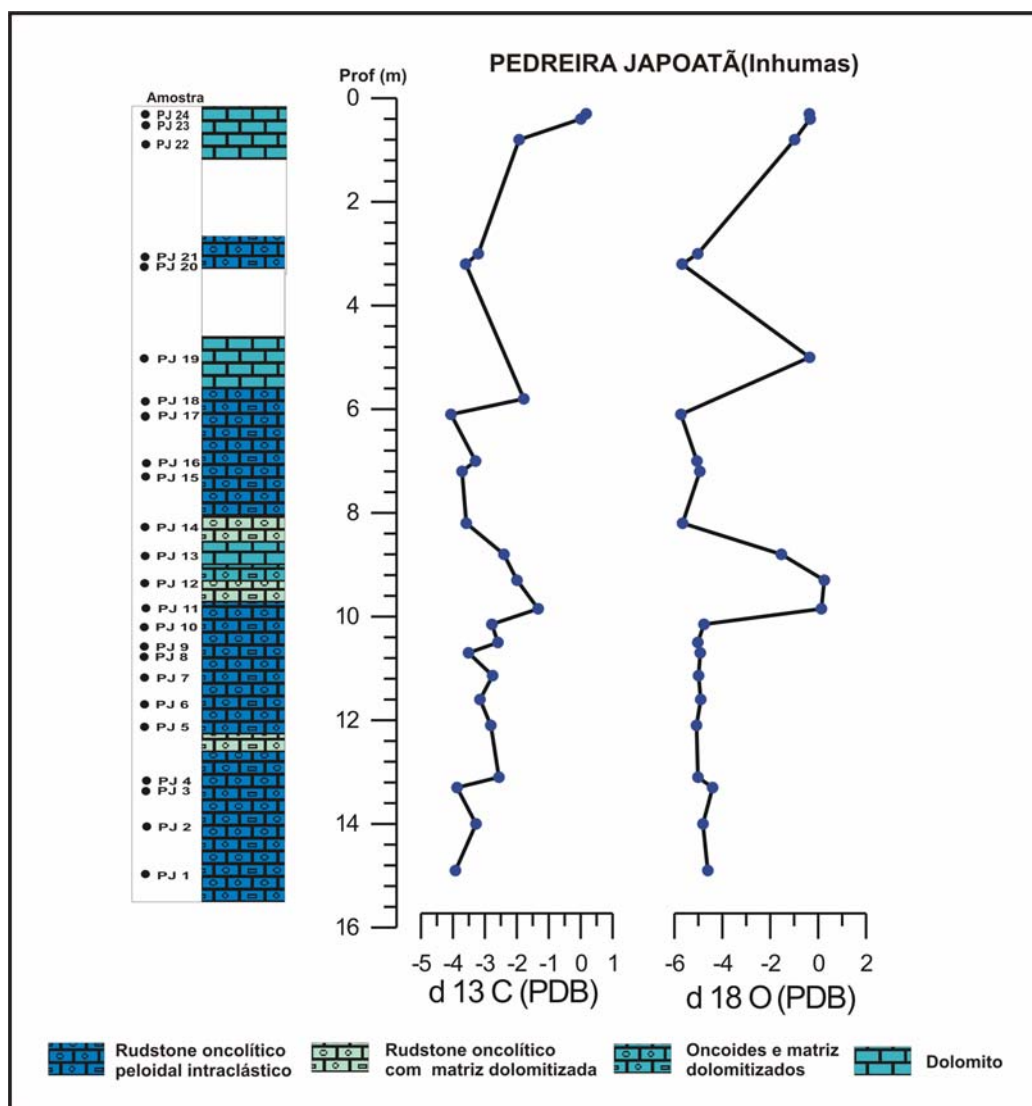


Figura 2. Microfácies da Pedreira Japoatã (Inhumas) com a curva de isótopos de carbono e oxigênio.

As curvas de isótopos de carbono e de oxigênio têm um comportamento muito homogêneo nesta fácies e apresentam valores que oscilam entre -4‰ e -5‰. Essas assinaturas negativas nos isótopos de oxigênio indicam que a cimentação observada estaria afetada pelo efeito do soterramento devido às altas temperaturas envolvidas neste ambiente. O ambiente diagenético de soterramento foi interpretado com base nas feições de compactação-dissolução química (estilolitos) observadas na análise petrográfica (Figura 3). A cimentação observada está representada pela presença de cimento espático no núcleo de alguns oncólitos e a presença de microesparita ou lama carbonática neomorfizada.

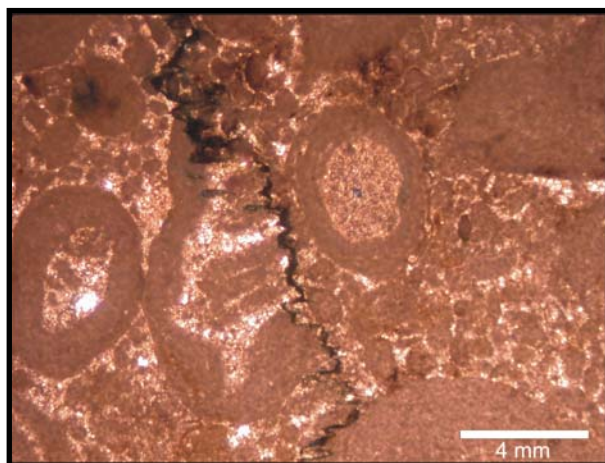


Figura 3. Estilolitos observados nas fácies compostas por rudstone oncolítico peloidal intraclástico, evidenciando que a rocha passou pelo ambiente diagenético de soterramento. Na rocha também se observa a presença de microesparita ou lama carbonática neomorfizada.

As demais fácies observadas na Pedreira Japoatã (Inhumas) têm como principal produto diagenético a presença de dolomita (Figura 4). A fácies compostas por dolomito apresentam assinaturas isotópicas mais positivas tanto para o carbono como para o oxigênio. O dolomito, por sua vez, apresenta porosidade secundária intercrystalina por dissolução.

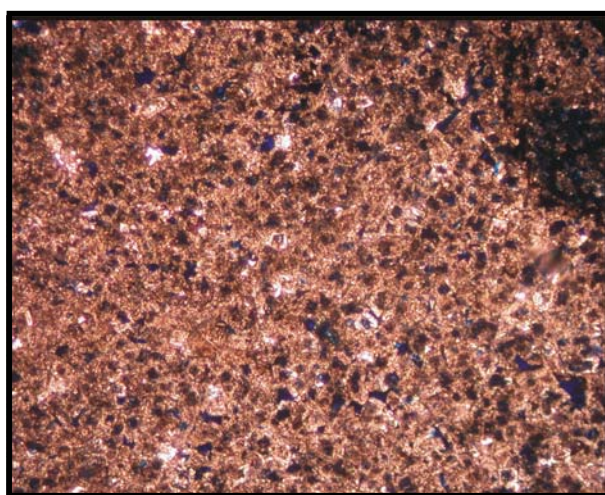


Figura 4. Dolomito com porosidade secundária devida a dissolução.

Os valores mais positivos nos níveis com dolomita estariam associados a condições de hipersalinidade. Na seção descrita, tais fácies dolomíticas se encontram mais no topo da seção e, portanto, as condições de exposição e evaporação teriam facilitado as condições de hipersalinidade, sendo por sua vez o ambiente propício no processo de substituição dos carbonatos pela dolomita. Considerando que a dolomita por soterramento apresenta assinaturas isotópicas de ^{18}O bem mais negativas do que as observadas nesse estudo, variando entre de (-5 até -10‰) de acordo com Tucker & Wright (1990), descarta-se a hipótese de que a dolomita tenha sido gerada em um ambiente diagenético de soterramento. Os isótopos de ^{13}C nas microfácies com dolomita mostram assinaturas mais positivas que oscilam entre -1‰ e +0‰, e que se correlacionam com a tendência positiva do $\delta^{18}\text{O}$ observadas nas mesmas fácies. Estas assinaturas positivas permitem confirmar que o processo de dolomitização poderia ter acontecido em um ambiente marinho com condições de hipersalinidade.

Pedreira Carapeba

A heterogeneidade nas curvas isotópicas de ^{13}C e ^{18}O observada para esta pedreira coincide com o número relativamente alto de microfácies definidas, indicando que prevaleceram condições ambientais diferentes em cada ciclo de deposição dos carbonatos (Figura 5).

Nas amostras cujo cimento está composto por microesparita, as assinaturas isotópicas apresentam valores muito negativos de $\delta^{18}\text{O}$, variando entre -5‰ e -3.5‰. Estes valores negativos nos isótopos ^{18}O indicam altas temperaturas na água dos poros, da qual se precipitou o cimento. Este processo ocorre em um ambiente diagenético de soterramento, uma vez que a rocha mostra evidências de compactação (Figura 6). Nas mesmas fácies os isótopos de ^{13}C apresentam assinaturas com tendência positiva, que variam entre -2‰ e +2‰, indicando que a cimentação inicial provavelmente ocorreu em ambiente marinho.

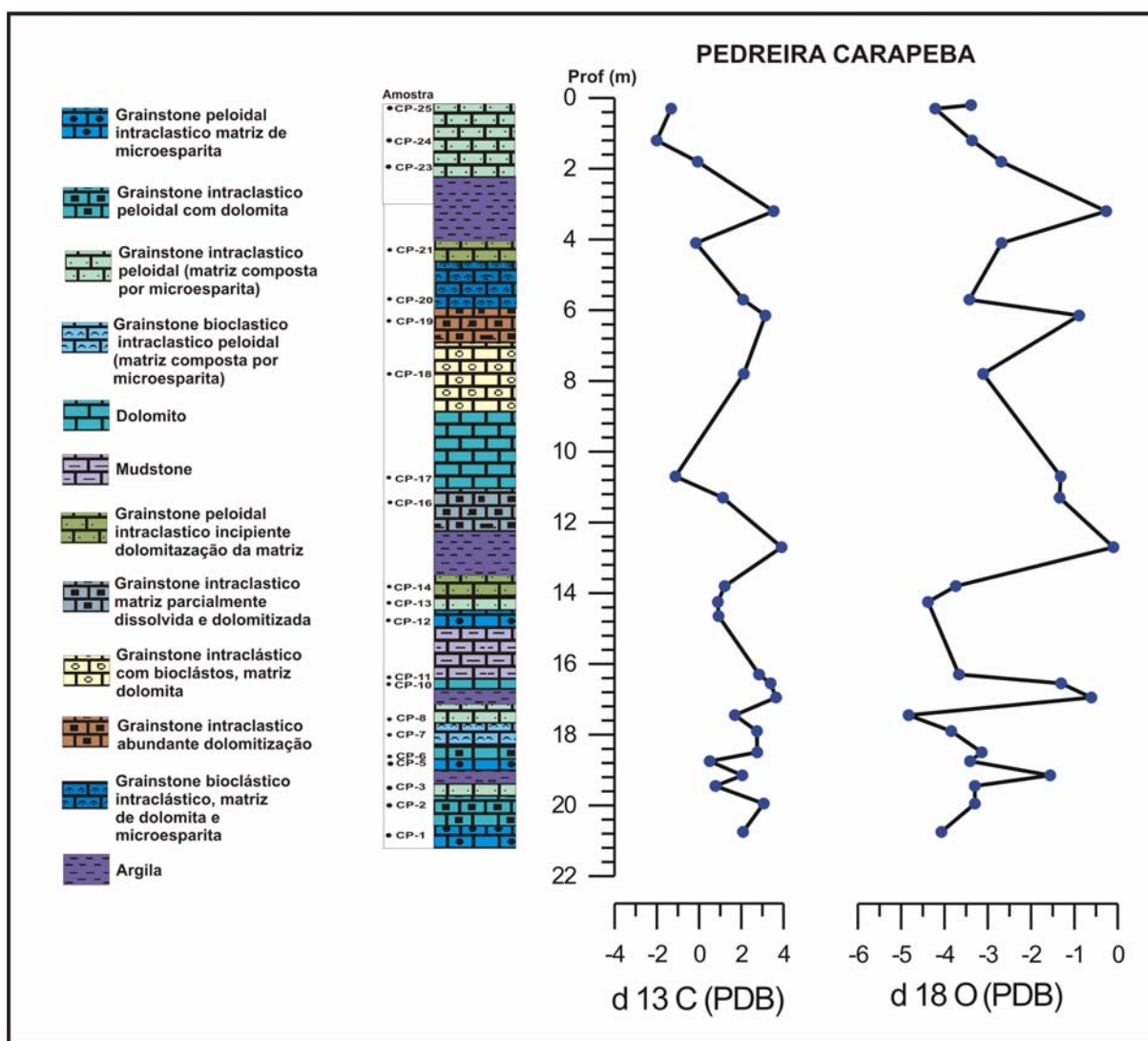


Figura 5. Isótopos de carbono e oxigênio da Pedreira Carapeba.

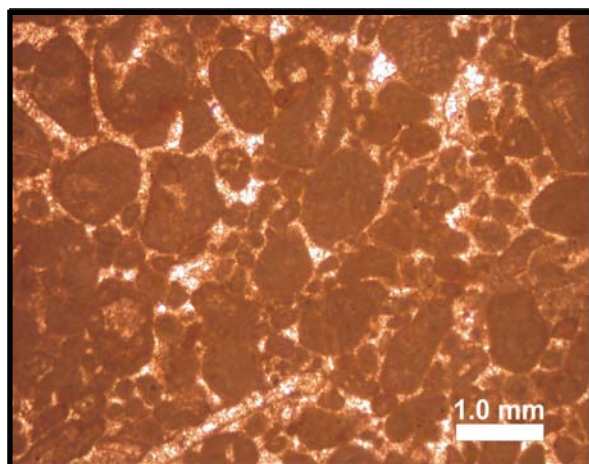


Figura 6. Evidências de compactação nas fácies cujo cimento está composto por microesparita.

Nas demais microfácies, a dolomitização da matriz constitui um dos produtos diagenéticos mais importantes (Figura 7), e a assinatura do $\delta^{18}\text{O}$ mostra uma média de -3‰ , que indica a influência de água meteórica no fluido dolomitizante. Os valores de ^{13}C estão em média entre $+1\text{‰}$ e $+3\text{‰}$, diagnosticando que o produto diagenético (cimento), precursor da matriz dolomitizada, foi depositado no ambiente marinho.

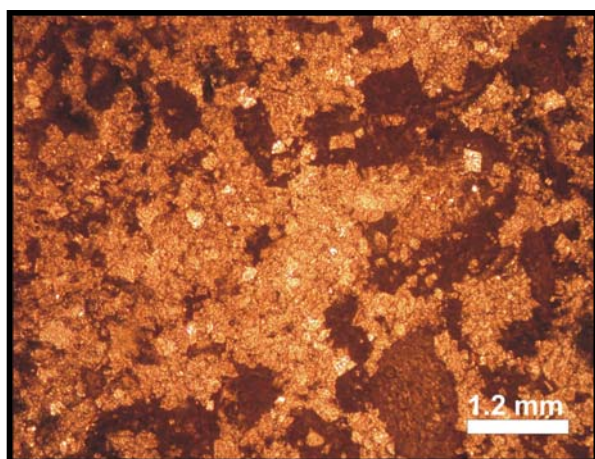


Figura 7. Rocha parcialmente dolomitizada.

Conclusões

Das rochas carbonáticas estudadas, os dolomitos da Pedreira Japoatã (Inhumas) exibem as melhores características de permo-porosidade, sendo que as análises isotópicas permitem definir que a origem do processo de dolomitização está associada a condições de hipersalinidade. A porosidade desenvolvida é do tipo secundária e seria causada pela dissolução dos cristais de dolomita, criando porosidade vugular.

Na Pedreira Carapeba, as análises isotópicas mostraram que a origem da dolomita estaria associada a um ambiente com influência de água meteórica e ausência de permo-porosidade foi devida ao forte processo de compactação sofrido pelos sedimentos.

A porosidade realçada é mais comum em unidades dolomitizadas que apresentam cristais maiores, como no caso da Pedreira Japoatã (Inhumas). As dolomitas de granulação fina, como as observadas na Pedreira Carapeba, nem sempre desenvolvem permo-porosidade mais expressiva, principalmente como neste caso, devido à intensa compactação a que foram submetidas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao PRH-17 (ANP) e ao CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa. Agradecimentos são também devidos aos professores René Rodrigues e Antônio Thomaz Filho pelas críticas e sugestões ao trabalho.

Referências Bibliográficas

ROLLINSON, H. - Using Geochemical Data: evolution, presentation, interpretation. Singapore: Longman Group Limited, 352 p., 1995.

TUCKER, M. E., WRIGHT, P. - Carbonate Sedimentology and Diagenesis. Oxford: Blackwells, 482 p., 1990.

WEISSERT, H., JOACHIMSKI, M., SARNTHEIN, M. – Chemostratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy*, v. 42, Berlin, p. 145-179, 2008.