



A maior parte dos depósitos de tufas estudados no mundo encontra-se concentrado na Europa e Ásia (Ford e Pedley 1996; Pentecost 1996; Andrews *et al.* 1997). No trabalho de Ford e Pedley (1996) é apresentada uma revisão das principais ocorrências conhecidas no mundo bem como dos trabalhos mais relevantes.

No Brasil, podem ser mencionados os estudos realizados por Auler e Smart, (2001) no norte da Bahia, região de Laje dos Negros-Abreus, de Ribeiro *et al.* (2001) na Serra da Bodoquena, estado de Mato Grosso do Sul e o de Reyes-Pérez (2003), Reyes-Pérez *et al.* (2003) na região de Quixeré no Ceará. Nestes últimos trabalhos os autores fazem o primeiro relato de tufas calcárias na Bacia Potiguar acompanhado de um estudo sobre as falhas de gravidade que afetam estes depósitos.

## 2. AFLORAMENTO QUIXERÉ. ANÁLISE DOS DADOS

Os trabalhos tiveram por objetivo a descrição das fácies carbonáticas e o reconhecimento da geometria dos depósitos (Figura 2). Adicionalmente, foram coletadas amostras para estudos petrográficos com microscópio ótico e eletrônico de varredura (MEV). Foi possível caracterizar os aspectos texturais das rochas carbonáticas, sua composição e observar possíveis feições de alteração diagenética. A partir das descrições petrográficas, foram selecionadas amostras, sem evidências de rescristalização ou dolomitização, para análises de isótopos estáveis de carbono e oxigênio, visando obter informações sobre as condições paleoambientais de formação das tufas carbonáticas.

As principais variedades litológicas encontradas foram tufa calcária com folhas e pedaços de estalactites (Figura 3) e tufas calcária com matriz micrítica. Abaixo, ocorre também um calcário intemperizado, outro fraturado e intemperizado com vestígios de acamamento original. O emprego de fotomosaicos digitais facilitou determinar os contatos entre as diferentes litologias.

A idade do depósito, ainda não determinada, pode ser inferida tomando-se por base uma variedade de fósseis vegetais, supostamente sub-recentes; topografia cárstica bem preservada, e sua relação estratigráfica de não conformidade com as formações Jandaíra e Açú.

Os fósseis vegetais são abundantes no afloramento e ocorrem de forma dispersa, formando aglomerados associados com fragmentos de estalactites, predominando na fração seixo. Aparentemente, as folhas se acumularam em pequenos sumidouros, levadas pela água da chuva e pelo vento, que normalmente representam as porções mais superiores de cavernas. Este processo deve ter se mantido até o colapso das cavernas, Reyes-Pérez (2003).

### 2.1 Petrografia, Difração de Raios X e Isótopos Estáveis

Estudos petrográficos, com microscópio ótico mostraram a presença de microorganismos fósseis retrabalhados. A análise no microscópio eletrônico de varredura mostrou a presença de calcita com estrutura fibrosa, tendo crescido em agrupamentos colunares cujo tamanho varia entre 91- 219 µm apresentando granulação bastante homogênea e cristais com corrosão.



Figura 2 – Parte NE-SW do afloramento onde foram medidas espessuras de 16 m.

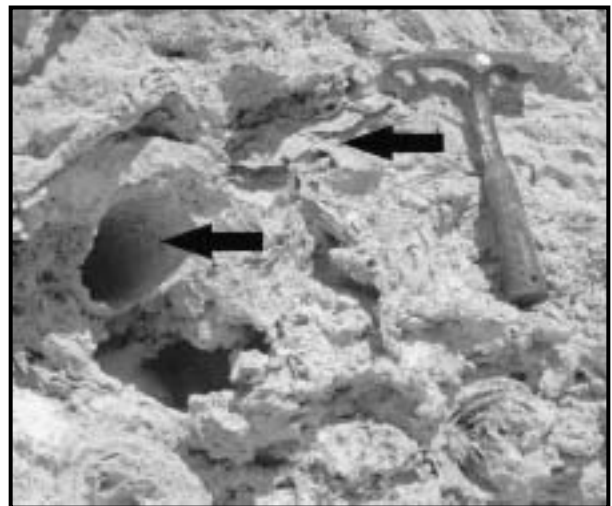


Figura 3 – Detalhe das tufas sendo ressaltados os moldes de folhas e fragmentos de estalactites.

Foram identificados alguns microorganismos calcários no microscópio eletrônico como, por exemplo, algas carófitas de águas doces (Figura 4). Algumas amostras apresentam crescimento concêntrico, e em geral podem ser definidas duas texturas principais: uma mais clara com grãos mais compactos e outra mais escura com grãos mais fibrosos.

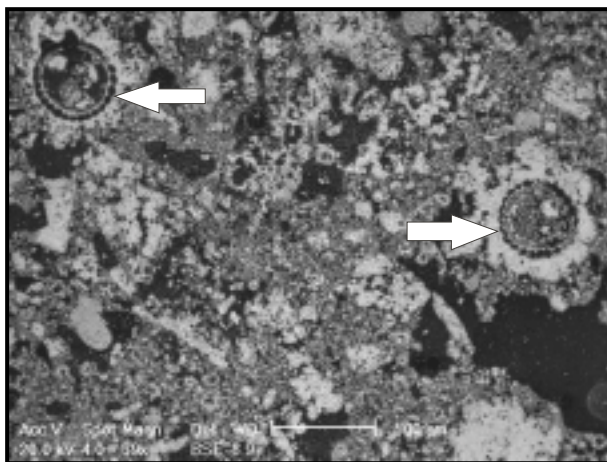


Figura 4 – Fotografia obtida no MEV, usando o detector de elétrons retro-espalhados sendo ressaltada a presença de algas carófitas de águas doces.

Foram realizadas análises químicas semi-quantitativas com espectrômetro de energia dispersiva acoplado (EDS) em 12 amostras e observada uma excelente concordância com os dados obtidos na análises de difração de raios X, realizada em três amostras. Estes resultados mostraram que a composição mineralógica fundamental é de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), donde pode-se afirmar, que trata-se de uma tufa calcária.

As doze amostras analisadas para isótopos estáveis de carbono e oxigênio mostraram que os valores de  $\delta\text{O}^{18}$  (VPDB) oscilam entre  $-4,98\%$  e  $-6,61\%$ . Os valores de  $\delta\text{C}^{13}$  (VPDB) oscilam entre  $-9,99\%$  e  $-11,31\%$ . Os valores de  $\delta\text{C}^{13}$  (VPDB) apresentam pouca variação apesar de corresponderem a amostras de diferentes níveis, indicando que a formação das tufas aconteceu em condições paleoambientais estáveis. Estes valores oscilando perto de  $-10\%$  sugerem que a precipitação da calcita aconteceu na presença de atividade orgânica.

## 2.2 Deformação por gravidade

As estruturas que afetam o depósito de tufas foram geradas por uma tectônica de gravidade, expressa por falhas normais, paralelas à escarpa da Formação Jandaíra. As falhas têm direção preferencial variando entre  $0 - 40^\circ$ , com mergulhos entre  $60^\circ - 70^\circ$ . Estas falhas formam planos caracterizados por superfícies planas a levemente onduladas, na maioria das vezes, como pares conjugados (Figura 5). Os rejeitos são geralmente de escala centimétrica a métrica. As falhas apresentam espessuras que variam de alguns milímetros até 25 cm e são preenchidas por calcita recristalizada. As falhas normais também separam camadas que variam de espessuras ao longo do plano de falha, indicando deformação sindeposicional.

O cálculo dos eixos de tensões associados às falhas, segundo o Método dos Diedros Retos, Angelier (1984), indica que o eixo sigma-1 é vertical, o eixo-sigma 2 é horizontal e tem direção aproximada de  $20^\circ$ ; o eixo-sigma 3, também horizontal, tem direção aproximada de  $300^\circ$  (Figura 6). Tais dados indicam uma deformação dominada por falhas de gravidade, cuja distensão máxima

(sigma 3) é aproximadamente perpendicular à direção da escarpa.



Figura 5 – Pares de falhas conjugadas indicando a direção do eixo de maior esforço (sigma 1) vertical.

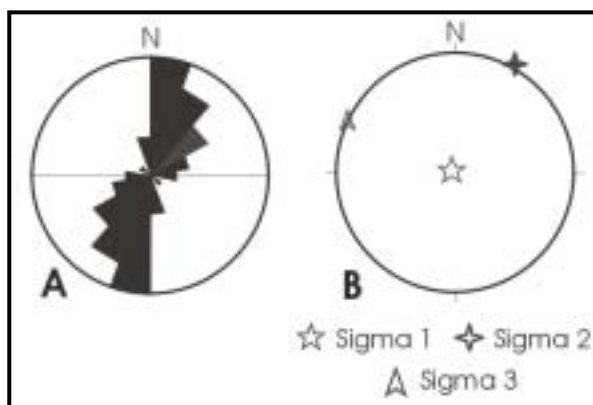


Figura 6 – (A) Diagrama de roseta das falhas observadas no afloramento. (B) Eixos de tensões relacionados ao evento que produz as falhas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS J.E., RIDING R., DENNIS P.F. (1997). The stable isotope of environmental and climatic signals in modern terrestrial microbial carbonates from Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **129**:171-189
- ANGELIER, J. (1984). Tectonic analysis of fault slip data sets. *Journal of Geophysical Research*, **89**(B7): 5835-5848.
- AULER A.S., SMART P.L. (2001). Late Quaternary Paleoclimate in Semiarid Northeastern Brazil from U-Series Dating of Travertine and Water-Table Speleothems. In: *Quaternary Research*, **55**: 159-167
- FORD, T.D.; PEDLEY, H.M. (1996). A review of tufa and travertine deposits of the world. *Earth-Science Reviews*, **41**, 117-175.
- PENTECOST, A.. (1996). The quaternary travertine deposits of Europe and Asia Minor. *Quaternary Science Reviews*, **14**:1005-1028
- REYES-PÉREZ, Y.A. (2003). Caracterização da geometria de depósitos sedimentares na Borda Sudoeste

da Bacia Potiguar, Centro de Ciências Exatas e da Terra, UFRN, Dissertação de Mestrado, 81p.

- REYES-PÉREZ, Y.A., BEZERRA, F.H., LIMA-FILHO, F. P. (2003). Falhas de Gravidade em Tufas Calcárias na Bacia Potiguar, NE do Brasil. In: IX Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos (SNET), Búzios, Boletim de Resumos, 276-279.
- RIBEIRO F.B., ROQUE A., BOGGIANI P.C., FLEXOR J.M. (2001). Uranium and Thorium series disequilibrium in Quaternary carbonate deposits from the Serra da Bodoquena and Pantanal do Miranda, Mato Grosso do Sul State, Central Brazil. *Applied Radiation and Isotopes*, **54** (1):153-173
- VILES, H. A.; GOUDIE, A.S. (1990). Tufas, travertines and allied carbonate deposits. *Progress in Physical Geography*, **14**, 19-41.