

## ASPECTOS PETROGRÁFICOS E SEQUÊNCIA DIAGENÉTICA DOS ARENITOS DE PRAIA (*BEACHROCKS*) NA COSTA CENTRAL DE PERNAMBUCO

Antônio Vicente Ferreira Júnior<sup>1</sup>; Tereza Cristina Medeiros de Araújo<sup>1</sup>; Marcela Marques Vieira<sup>2</sup>; Virgínio Henrique Neumann<sup>3</sup>; Maria das Neves Gregório<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Oceanografia Geológica (LABOGEO), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, CEP 50740-530. Recife, PE, [aferreira@ufrnet.br](mailto:aferreira@ufrnet.br); <sup>2</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, <sup>3</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco

*Palavras-chave:* Arenitos de praia, diagênese, cimentação.

### 1. INTRODUÇÃO

No litoral do nordeste do Brasil, diversos trabalhos dedicaram-se ao estudo dos arenitos de praia, com destaque para Van Andel & Laborel (1964), Mabesoone (1964), Morais (1967), Bigarella (1975), Coutinho & Farias (1979), Caldas *et al.* (2006), Bezerra *et al.* (1998, 2005), Guerra *et al.* (2005), Ferreira Jr. (2005), Vieira & Ros (2006), Vieira *et al.* (2007), entre outros. Nesta região, os arenitos de praia são registros significativos da sedimentação holocênica. A respeito disso, já em 1904, Branner publicou um dos primeiros trabalhos referentes aos arenitos de praia do Nordeste. Segundo este autor: “...não existe fenômeno mais notável na costa nordestina do que os recifes rochosos...”.

O presente trabalho tem como objetivo principal a descrição petrográfica e diagenética dos arenitos de praia, na zona costeira e plataforma continental interna na costa central de Pernambuco, abrangendo os municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes. Assim, foram utilizadas técnicas que auxiliam na classificação e identificação de processos diagenéticos que afetaram os arenitos de praia. Foi realizada uma descrição das lâminas delgadas dos mesmos, tanto sob o microscópio óptico como sob a catodoluminescência.

Inicialmente, foram amostrados os trechos mais expressivos nos arenitos de praia, isto é, com melhor representação nas estruturas e perfis de maior altitude. Assim, foram coletadas 32 amostras, das quais 27 foram selecionadas para confecção de lâminas delgadas impregnadas para observação em microscópio petrográfico. Finalmente, foram selecionadas 13 amostras para análise na catodoluminescência, que apresentaram porcentagem maior de cimento.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos petrográficos revelaram que os arenitos de praia possuem granulação dominante na fração areia média a grossa, com presença de algumas intercalações de grânulos e seixos, com grãos pobremente selecionados, variando de subangulosos a subarredondados. O empacotamento é do tipo frouxo, reflexo da predominância de grãos flutuantes.

A análise petrográfica dos arenitos de praia revela que o arcabouço é constituído de grãos de quartzo (mínimo de 58,2% e máximo de 85,0%), com predominância do tipo monocristalino (mínimo de 30,0% e máximo de 77,4%) e, em menor número, do policristalino (mínimo de 1,3% e máximo de 49,3%).

Os feldspatos são frequentes em quase todas as lâminas petrográficas examinadas, com concentração em torno de 5%, sendo representados, principalmente, por plagioclásios. Os minerais pesados apresentam-se em pequena porcentagem e são caracterizados principalmente por opacos, turmalina, granada, epidoto e zircão. Os bioclastos são constituídos por briozoários, gastrópodes, bivalves, foraminíferos, algas vermelhas e equinóides, ocorrendo em média de 0,5% a 9,5% do arcabouço, sendo os organismos fósseis do tipo bentônicos e planctônicos associados ao ambiente da plataforma rasa.

A porosidade dominante é do tipo interpartícula (mínimo de 0,4% e máximo de 16,1%), ocorrendo também do tipo intrapartícula e de fratura. Há fraturas abertas, sem preenchimento e outras preenchidas por calcita.

O cimento carbonático encontrado nas amostras é constituído, exclusivamente, da calcita rica em Mg e com texturas variadas. O cimento carbonático ocupa praticamente todo o espaço poroso, incluindo fraturas, e promove a substituição na borda de grãos de quartzo corroídos. Contudo, verificam-se também grãos de quartzo monocristalino incrustados por alga vermelha envolvida por franja de cristais prismáticos

### 2.1 Catodoluminescência

De acordo com Amieux *et al* (1989), a catodoluminescência demonstrou ser uma ótima ferramenta para interpretar os processos de cimentação dos arenitos de praia da costa de Togo (oeste da África), permitindo o reconhecimento seus estágios diagenéticos.

Verificou-se luminescência nas lâminas com agregados pseudo-peloidais e marga infiltrada, nesta última, possivelmente, por apresentar argilominerais com prováveis cátions ativadores em suas composições

A catodoluminescência revelou a ocorrência de dois estágios na diagênese dos arenitos de praia estudados. No primeiro estágio, desenvolveu-se um ambiente geoquímico no qual se estabeleceram condições oxidantes, em ambiente freático marinho, resultando em ausência de luminescência, nas primeiras fases cimentantes: cutícula criptocristalina e franja prismática isópaca. Este ambiente oxidante permaneceu, gerando os cimentos do tipo equante, fibroradial e micrítico, não luminescentes, ou deu lugar a condições redutoras, sob as quais foram gerados os agregados pseudo-peloidais, os quais poderão anteceder o estabelecimento de novas condições oxidantes nas quais é precipitado cimento micrítico. A luminescência do

segundo estágio sugere uma calcita com alta concentração de  $Mn^{2+}$ , que pode ser inserido através de uma leve influência de água doce em um ambiente redutor. Sob estas condições teria sido infiltrada marga, a qual apresenta luminescência laranja.

## **2.2 Sequência Diagenética**

Várias fases de precipitação da calcita rica em  $Mg^{2+}$  foram identificadas nos arenitos de praia estudados, sendo que cada fase possui um ambiente diferente com mecanismo de precipitação própria. Não foi observado um padrão estratigráfico entre as camadas, pois a sequência diagenética varia tanto verticalmente, quanto horizontalmente.

O ponto inicial das várias fases distintas do cimento foi a partir da superfície do grão em direção ao espaço poroso. Em geral, ocorre como primeiro evento diagenético a precipitação da cutícula criptocristalina, seguido pela primeira geração da franja isópaca. Esta sequência pode repetir-se em inúmeras lâminas. Após a precipitação da franja isópaca, deu-se o preenchimento da porosidade através do cimento equante acompanhado, na maioria das vezes, dos cimentos pseudo-peloidal e fibro-radial. O próximo evento, na maioria das amostras estudadas, foi o preenchimento, por cimento micrítico, o qual pode ser seguido da infiltração de marga, último evento que afetou as rochas estudadas, podendo selar por completo sua porosidade com grãos detríticos e bioclastos depositados sob condições vadasas.

## **3. CONCLUSÕES**

A litologia dos arenitos de praia estudados é composta, principalmente, de arenito médio a muito grosso e arenito conglomerático, com granodecrescência ascendente, em algumas lâminas. Em geral, apresenta grãos de quartzo arredondados, moderadamente selecionados. Estes grãos, são bastante fraturados e com bordas corroídas, o que evidencia respectivamente a compactação mecânica e a ação de dissolução. A porosidade dominante é do tipo interpartícula, ocorrendo também as do tipo intrapartícula e fratura. Há fraturas abertas, sem preenchimento, e algumas estão preenchidas por calcita.

Em geral, ocorre como primeiro evento diagenético a precipitação da cutícula criptocristalina, seguido pela primeira geração da franja isópaca. Após a precipitação da franja isópaca, há o preenchimento da porosidade, através do cimento equante acompanhado, na maioria das vezes, dos cimentos pseudo-peloidal e fibro-radial. O próximo evento foi o preenchimento por cimento micrítico, o qual pode ser seguido da infiltração de marga, último evento que afetou as rochas estudadas, podendo selar por completo sua porosidade com grãos detríticos e bioclastos, depositados sob condições vadasas. Entretanto, estas feições diagenéticas não ocorrem de forma regular e homogênea, nas amostras analisadas. Mudanças de parâmetros químicos diferenciam o processo de diagênese, durante a sua fase de litificação. O litoral do nordeste brasileiro possui características que possibilitam a formação de arenitos de praia, tais como: supersaturação de  $CaCO_3$ , temperatura da água elevada e regime mesomaré, que gera um ciclo de ambiente seco e úmido e favorece a precipitação de carbonato de cálcio. A ausência de estruturas orgânicas sugere que o mecanismo por trás da

cimentação dos *beachrocks* é essencialmente inorgânico, muito provavelmente através da evaporação de água do mar aprisionada nos poros, mecanismo este apontado por Scoffin (1970) como principal responsável pela cimentação dos arenitos de praia.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a CAPES/DAAD pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor. Aos financiamentos da FINEP, através do Projeto MAI (Monitoramento Ambiental Integrado- Avaliação dos processos de erosão costeira nos municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes), e ao CNPq, através do Projeto Universal 2008 (Processo 475857/2007-0).

## REFERÊNCIAS

- Amieux, P., Bernier, P., Dalongeville, R., & Medwecki, V., 1989. Cathodoluminescence of carbonate-cemented Holocene beachrock from the Togo coastline (West Africa): an approach to early diagenesis. *Sedimentary Geology*, vol. 65, pp. 261–272.
- Bezerra, F. H. R., Lima-Filho, F. P., Amaral, R. F., Caldas, L. H. O., & Costa-Neto, L. X., 1998. Holocene coastal tectonics in NE Brazil. In: Stewart, I. S., Vita-Finzi, C. *Coastal Tectonics. Geological Society, Special Publications*, vol. 146, pp. 279-293.
- Bezerra, F.H.R., Amaral, R.F., Lima-Filho, F.P., Ferreira Jr., A.V., Sena, E.S., & Diniz, R.F., 2005. Beachrock fracturing in Brazil. *Journal of Coastal Research*, vol. 42, pp. 169–182.
- Bigarella, J. J., 1975. Reef sandstones from Northeastern Brazil (a survey on sedimentary structures). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O QUATERNÁRIO, 1, 1975, Curitiba. *Anais...* Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, pp. 395-410.
- Branner, J. C., 1904. The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations with a chapter of the coral reefs. *Harvard Coll. Mus. Comp. Zool. Bull.*, vol. 44, pp. 1-285.
- Caldas, L.H.O., & Stattegger, K., Vital, H., 2006. Holocene sea-level history: evidence from coastal sediments of the northern Rio Grande do Norte coast, NE Brazil. *Mar. Geol.*, vol. 228 pp. 39–53.
- Coutinho, P. N. & Farias, C.C., 1979. Contribuição à origem dos recifes do Nordeste. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 9, Natal. *Anais...* Natal: Núcleo Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia, 1979, pp. 236-240.

- Ferreira Jr, A. V., 2005. *Mapeamento da zona costeira protegida por arenitos de praia (beachrocks) em Nísia floresta – RN.* (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Guerra, N.C., Chang, H.K., & Sial, A. N., 2005. Carbonate cements in contemporaneous beachrocks, Jaguaribe beach, Itamaracá island, northeastern Brazil: petrographic, geochemical and isotopic aspects. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 77, pp. 343-352.
- Mabesoone, J. M., 1964. Origin and age of the sandstone reefs of Pernambuco (Northeastern Brazil). *J. Sedimentary Petrology*, vol. 34, pp. 715-726,
- Morais, J.O., 1967. Contribuição ao estudo dos “beachrocks” do nordeste do Brasil. *Trabalhos Oceanográficos*, vol. 9, pp. 79-94.
- Scoffin, T.P., 1970. A conglomeratic beachrock at Bimini, Bahamas. *Journal Sedimentary Petrology*, vol. 40, pp. 756–758.
- Van Andel, T. H. & Laborel, J., 1964. Recent high relative sea level stand near Recife, Brazil. *Reprinted from Science*, vol. 3632, pp. 580-581.
- Vieira, M.M & Ros L.M., 2006. Cementation patterns and genetic implications of Holocene beachrocks from northeastern Brazil. *Sedimentary Geology*, vol. 192, pp. 207-230.
- Vieira, M.M., Ros, L.M., & Bezerra, F.H.R. 2007. Lithofaciology and palaeoenvironmental analysis of Holocene beachrocks in northeastern Brazil. *Journal of Coastal Research*, vol. 23, pp.1535-1548.