

## ANÁLISE MULTIVARIADA DE FORAMINÍFEROS NA SUBSUPERFÍCIE DO TALUDE CONTINENTAL INFERIOR DO ESTADO DA BAHIA

Tânia Maria Fonseca Araújo<sup>1</sup>; Bruno Ribeiro Pianna<sup>2</sup>; Adelino da Silva Ribeiro Neto<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>tfaraujo@ufba.br; <sup>2</sup>pianna.oceano@gmail.com; <sup>3</sup>adelinosrn@yahoo.com.br

<sup>1,2</sup> Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Grupo de Estudo de Foraminíferos. Rua Caetano Moura, 123, 40210-340, Salvador, Bahia.

### RESUMO

O Estado da Bahia possui uma grande diversidade biológica. Neste contexto, encontra-se o Litoral do Estado da Bahia, que possui uma grande variação de espécies, dentre eles os foraminíferos. Esses organismos são importantes para determinar o ambiente antigo, além de parâmetros físico-químicos atuais, através da zonação de cada espécie na lâmina d'água. A análise do parâmetro de multivariada permite agrupar espécies e padrões sedimentológicos de acordo com as características de deposição e similaridades entre as espécies. No testemunho SIS-288, utilizando o modo-Q, foi possível agrupar as amostras 1, 2, 3 e 4, no grupo A, que representam as espécies de água quente e depositados na Zona Z, pertencente ao sedimentos do Holoceno. O grupo B é composta pelas amostras 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13, que constituem as espécies de água fria e depositados na Zona Y, que representam os sedimentos depositados no Pleistoceno. Com o agrupamento modo-R foi possível separar as espécies principais e acessórias. Entre as espécies principais, os indivíduos que apresentam menos similaridades são: *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides ruber*, *G. Trilobus*, enquanto que as espécies acessórias, menos similares são: *Globorotalia menardii* e *Globorotalia truncatulinoides*, espécies características de água quente e fria respectivamente.

**Palavras-chave:** Foraminíferos, Análise Multivariada, Paleoceanografia

## INTRODUÇÃO

O Litoral do Estado da Bahia possui uma grande diversidade faunística, com organismos produtores de sedimento. É importante reconhecer a dinâmica oceanográfica para interpretar e estudo do talude continental.

Neste contexto, encontram-se os foraminíferos, que são classificados sistematicamente como membro do reino Reino Protoctista, Filo Granuloreticulosa, Classe Foraminiferida (SEN GUPTA, 1999). São formados por testas, em sua grande maioria, calcárias que auxiliam na proteção de predadores e do ambiente físico ou química desfavoráveis, além de auxiliar na reprodução e no controle da flutuabilidade dos foraminíferos (BOLTOVKOY et al. 1991).

Em estudos de paleoecologia e em boa parte dos estudos paleoceanográficos, as assembléias microfossilíferas selecionadas de diferentes localidades e intervalos de tempo requerem análise e interpretação de dados compostos por um grande número de variáveis (PRENTICE, 1986). Neste caso, a análise estatística multivariada se faz necessária, pois os procedimentos desenvolvidos por estas técnicas analisam os dados através da combinação das inúmeras variáveis (BROWN, 1998), facilitando a compreensão da variabilidade total dos dados. A análise de agrupamentos foi empregada com o objetivo de explorar associações de espécies e de amostras ao longo do tempo, interpretá-las de acordo com as preferências ambientais das espécies e compará-las com as interpretações prévias realizadas em estudos do talude continental do litoral da Bahia.

O testemunho estudado (SIS-288) foi coletado para Agência Nacional do Petróleo (ANP) no talude continental, no ano de 2008. Este testemunho, que possui 1,40 m de comprimento, foi coletado na costa norte do estado da Bahia, Brasil, a 26 km da linha de costa, em profundidade de 1.500 m e coordenadas geográficas 12°41'27" S e 37°51'57" W, (Figura 1).

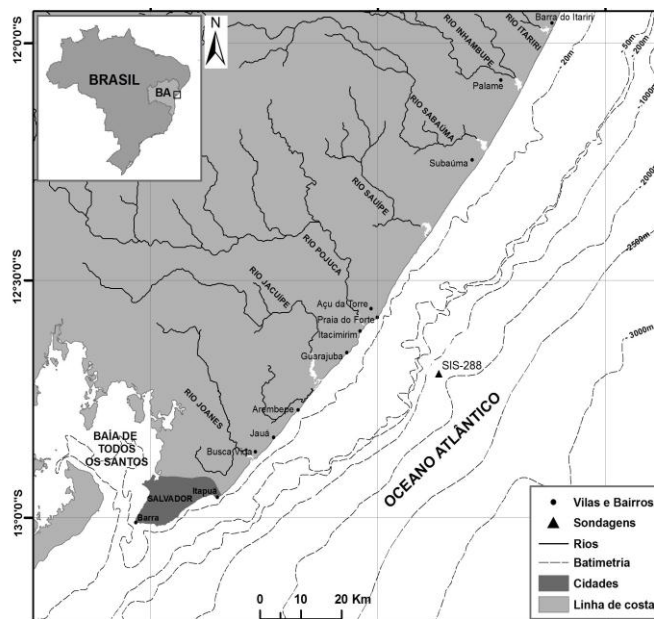


Figura 1: Localização da área de estudo e da estação de coleta do testemunho SIS-288

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O sedimento contido no testemunho foi seccionado transversalmente, com uma lâmina, em intervalos de 10 cm para retirada de 13 amostras com 3 cm de altura. As amostras foram lavadas em água corrente, com o auxílio de uma peneira com espaçamento de malha 0,062 mm. As amostras foram secas em estufa, em temperatura de 45°C, quarteadas de acordo com o seu peso, e foram triadas as trezentas primeiras testas inteiras de foraminíferos planctônicos e bentônicos.

Devido ao grande número de espécies identificadas foram utilizados para analisar a distribuição dos foraminíferos em subsuperfície apenas os indivíduos constantes, ou seja, as espécies que possuem frequência de ocorrência maior que 50% que sejam principais ou acessórias, ou seja, que têm abundância relativa maior que 1%, denominadas de espécies representativas.

A análise de agrupamentos é aplicada na exploração das similaridades entre amostras ou entre as espécies definindo-as em grupos. Foi realizada uma análise de ordenação (MDS) para criar um agrupamento feito entre as amostras, através do programa Paleontological Statistics – PAST (Versão 1.91) e aplicado o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis, utilizando as espécies representativas. As análises foram realizadas sob dois diferentes modos: modo-Q (agrupamento entre amostras, segundo as espécies nelas contidas) e modo-R (agrupamento entre espécies).

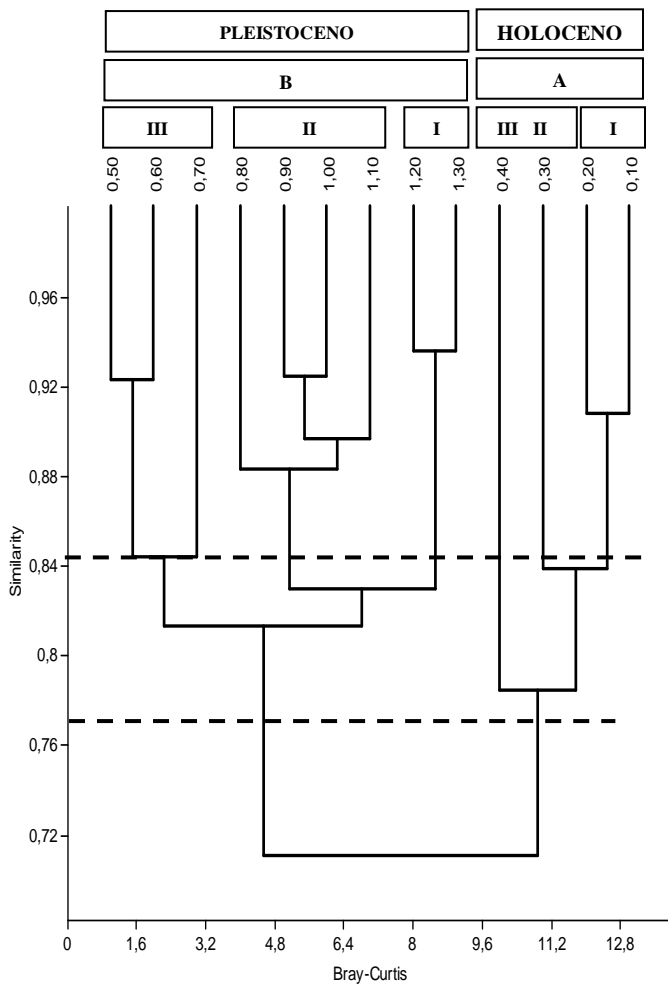
## **RESULTADOS**

Nas 13 amostras do testemunho, foram selecionadas 3900 testas de foraminíferos planctônicos.

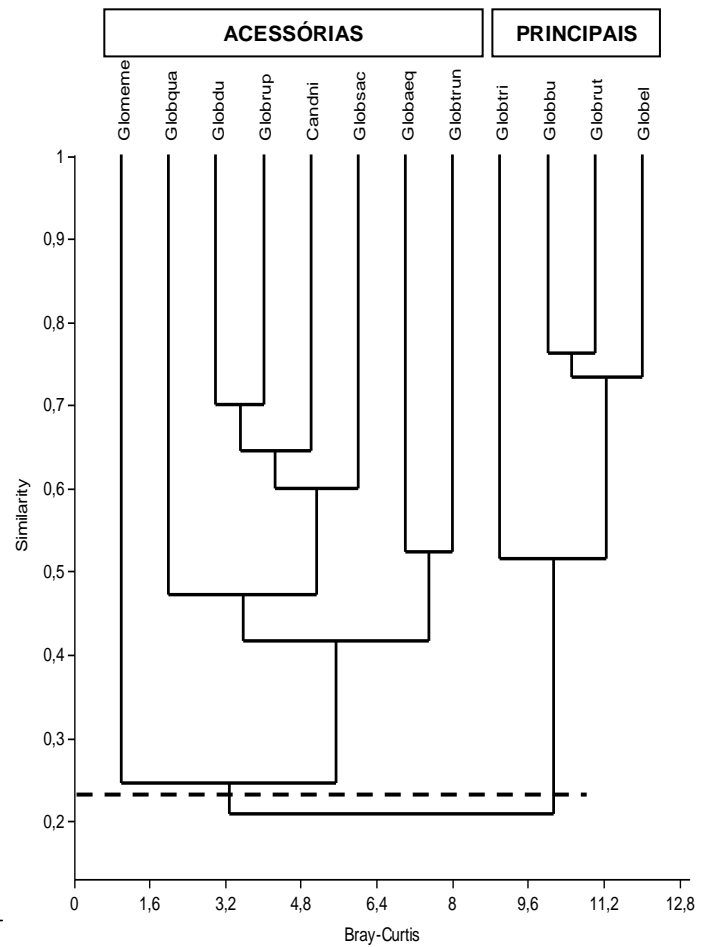
A Figura 2 ilustra o diagrama de agrupamento MDS pelo método de Bray-Curtis pelo modo-Q no testemunho SIS-288. Considerando um índice de similaridade em torno de 0,77, dois agrupamentos (A e B) foram gerados e puderam ser interpretados cronologicamente em função das informações disponíveis neste estudo e na literatura pertinente. O Grupo A é formado pelas amostras 1, 2, 3 e 4 e o Grupo B formado pelas amostras 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13. O Grupo A por apresentar amostras com maior abundância de espécies de foraminíferos bioindicadoras de águas quentes pode ser interpretado como grupo de amostras de sedimento depositados durante o Holoceno. O Grupo B por apresentar amostras com maior abundância de espécies de foraminíferos bioindicadoras de águas frias pode ser interpretado como amostras de sedimentos depositados durante o Pleistoceno.

Utilizando um índice de similaridade de 0,83, obtêm-se a formação de seis sub-grupos. O sub-grupo A I (amostras 0,10 e 0,20 m), pode ser interpretado como conjunto de amostras referentes a Zona Z, subzona Z1 do Holoceno, os sub-grupos A II (amostra 0,30 m) e A III (amostra 0,40 m), como amostras pertencentes a Zona Z, subzona Z2 também do Holoceno. Os sub-grupos B I (1,20 m e 1,30 m), B II (0,80 m; 0,90 m; 1,00 m e 1,10 m) e B III (0,50 m; 0,60 m e 0,70 m) foram interpretadas como amostras pertencentes ao Pleistoceno (Zona Y).

A Figura 3 ilustra o diagrama de agrupamento MDS pelo método de Bray-Curtis utilizado para verificar associações entre as espécies de foraminíferos planctônicos representativos ao longo do testemunho SIS-288 (modo-R) e interpretá-las de acordo com as preferências ambientais das espécies.



**Figura 2:** Diagrama da análise de agrupamento MDS pelo método de Bray-Curtis das amostras do testemunho SIS-288 com indicações referentes as interpretações dos agrupamentos



**Figura 3:** Diagrama da análise de agrupamento MDS pelo método de Bray-Curtis das espécies representativas do testemunho SIS-288 com indicações referentes as interpretações dos agrupamentos. (Glomeme = *Globorotalia menardii*; Globqua = *Globigerinoides quabrilobatus*; Globdu = *Globigerina dutertrei*; Globrup = *Globigerinoides ruber f. pyramidalis*; Candni = *Candeina nítida*; Globsac = *Globigerinoides saculifer*; Globaeq = *Globigerinella aequilateralis*; Globtrun = *Globorotalia truncatulinoidea*; Globtri = *Globigerinoides trilobus*; Globbu = *Globigerina bulloides*; Globrut = *Globigerinoides ruber* e Globel = *Globigerinoides elongatus*)

O Grupo 1 é formado pelas 4 espécies principais dentre elas três bioindicadoras de águas quentes: *Globigerinoides trilobus*; *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides elongatus*. O Grupo 2 está formado pelas oito espécies acessórias sendo que as espécies *Globorotalia menardii* (águas quentes) e *Globorotalia truncatulinoidea* (águas frias) são as espécies menos similares dentro do grupo 2.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Neste estudo as variáveis são as abundâncias relativas dos foraminíferos planctônicos e localização das amostras ao longo do testemunho. Estas espécies variam em abundância ao longo das diferentes amostras, ou seja, ao longo do tempo. Através da análise de agrupamento pelo modo-Q (agrupamento entre as amostras, segundo as espécies nelas contidas) foi possível propor uma interpretação paleoclimáticas para a área de estudo e reconhecer dois grupos, o Grupo A formado pelas amostras do topo do testemunho (amostras 1, 2, 3 e 4) correspondendo ao Holoceno e o Grupo B (amostras 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13) ao Pleistoceno.

Na análise de agrupamento pelo modo-R (agrupamento entre as espécies) foi possível reconhecer dois grupos, um formado pelas espécies principais e outro pelas espécies acessórias. Entre as espécies acessórias *Globorotalia menardii* e *Globorotalia truncatulinoides* são as menos similares dentro do Grupo 2 confirmando suas distribuições inversamente proporcionais ao longo do testemunho, de acordo com as variações de temperatura.

As análises multivariadas permitiram confirmar os agrupamentos amostrais previamente delimitados através da associação de dados relacionados aos índices ecológicos e a distribuição vertical das espécies bioindicadoras no modelo paleoclimático.

A distribuição ao longo do testemunho das frequências das espécies de foraminíferos planctônicos bioindicadores pode ser indicativa de eventos climáticos globais ocorridos no período Quaternário.

As espécies bioindicadoras de temperatura de águas frias e águas quentes são as menos similares no agrupamento, indicando que o intervalo de deposição relacionado ao estágio interglacial (Holoceno) apresenta maior frequência das formas características de águas quentes (plexo *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus*) e o intervalo relacionado ao estágio glacial (Pleistoceno) é dominado, ou apresenta maior abundância, de formas características de águas frias (*Globorotalia truncatulinoides*, *Globigerina bulloides*).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Boltovskoy, E.; scott, D.B.; medioli, 1991. Morphological variations of benthic foraminiferal tests in response to changes in ecological parameters: a review. *Journal of Paleontology*, 65: 175-185.
- Brown, C.E., 1998. Applied Multivariate Statistics in Geohydrology and Related Sciences. Berlin: Springer-Verlag. 248p.
- Prentice, I.C., 1986. Multivariate methods for data analysis. In: BERGLUND, B.E. (Ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Chichester: Ed. Wiley. p. 775-797.
- Sen gupta, B.K., 1999. Systematics of Modern Foraminifera. In: B.K. Sen Gupta (ed.). 1999. *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, p. 7-36.