



TÍTULO: “FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS ASSOCIADOS À PLATAFORMA COSTEIRA DO NORDESTE DO BRASIL”

Patrícia Pinheiro Beck Eichler^{1,2}, Cristiane Leão Cordeiro de Farias², Diogo Santos², Audrey Amorim¹, Alison Mendonça¹, Helenice Vital², Moab Praxedes Gomes²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Cidade Universitária, Av. Pedra Branca, 25, Palhoça, SC, 88137-270, Brazil

²Programa de Pós Graduação em Geofísica e Geodinâmica (PPGG), Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental, Centro de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (GGEMMA, CCET, UFRN, Brazil), Campus Universitário, Lagoa Nova, 59072-970 - Natal, RN, Brazil

*corresponding author: email: patriciaeichler@gmail.com

INTRODUÇÃO

A composição das comunidades de foraminíferos bentônicos do fundo oceânico refletem as características oceanográficas, tróficas e sedimentológicas do ambiente (Mackensen et al., 1995; Schmiedl et al., 1997a, b), ressaltam as variações ambientais de curtos períodos; e reagem sensivelmente às variações sazonais e aos efeitos antrópicos. Por exemplo, a presença ou ausência de espécies de diferentes intervalos batimétricos e/ou indicadoras de águas quentes ou frias, assim como a frequência das espécies de hábito bentônico ou planctônico possibilita detectar a entrada ou saída das massas de água na margem continental (Schnitker, 1974; Murray, 1991). A sensibilidade dos foraminíferos às condições ambientais aliada às características específicas de suas associações faunísticas (Murray, 1991; Mackensen et al., 1995) permite utilizá-los para a reconstrução e interpretação de ambientes antigos de sedimentação como indicadores de mudanças do nível do mar em margens continentais (Gehrels, 2000; Edwards et al., 2004; Horton & Edwards, 2005).

Os trabalhos que se relacionam à distribuição desses indicadores fósseis visam caracterizar ecologicamente ambientes diferentes quanto à salinidade, temperatura e características sedimentológicas e de massas de água, bem como diferentes graus de poluição industrial e

contaminação orgânica e seu potencial de fossilização fornece dados para reconstituições paleoceanográficas e paleoclimatologia de uma região. Trabalhos desse cunho foram inicialmente realizados na margem continental sul brasileira por Lohman (1978) e Kowsmann & Costa (1979) e mais recentemente na margem continental nordeste por Arz et al. (1999).

Através do estudo da salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, granulometria, e dinâmica populacional bentônica, poderemos evidenciar, possíveis áreas de deposição de contaminantes. A deposição de contaminantes na região de plataforma interna ameaça a saúde dos banhistas, pois sua ocorrência indica a presença de bactérias causadoras de doenças como tifoide, disenteria, hepatite A, e cólera como o que foi observado na plataforma interna de Laguna (SC) por Eichler et al. (2012) onde a presença de coliformes fecais e a espécie de foraminífero *Buccella peruviana* em determinada região da praia são indicativos de região de depósito de esgotos domésticos com proliferação bacteriana associada.

O objetivo do presente artigo é descrever as espécies de foraminíferos ocorrentes em diversos microhabitats de sedimentos biogênicos, coletados na superfície do fundo marinho na interface sedimento-água de ambientes marinhos considerados frágeis na bacia Potiguar. A caracterização de áreas recifais e vales incisos na Bacia Potiguar, tem a finalidade de apresentar bioindicadores de diferentes parâmetros oceanográficos e geológicos de qualidade do ambiente. O interesse de caracterizar esta feição se dá pelas indicações que a mesma pode fornecer sobre variações do nível do mar, assim como a possibilidade de abrigar quantidades economicamente significativas de hidrocarbonetos em reservatórios localizados nos depósitos de preenchimento dos vales incisos.

Para descrição qualitativa a área foi dividida em três transects que foram coletados entre a região de Porto do Mangue e Galinhos, em cinco perfis perpendiculares a linha e costa, desde a plataforma interna até o talude: o perfil 01 (a leste, próximo a Galos), o perfil 02 (centro, próximo à cidade de Macau) e o perfil 03 (a oeste, próximo a Ponta do Mel), o perfil 04 no vale incisos do rio Apodi-Mossoró, e o perfil 05 no Vale inciso do Açú. Na figura 1 pode ser visualizado o mapa da área contendo a posição das estações de coleta.

ÁREA DE ESTUDO

O vale inciso Apodi-Mossoró é formado atualmente por dois canais, denominados de canal raso e canal profundo, que apresentam características morfológicas e sedimentológicas distintas. Dados batimétricos, de sísmica rasa e sedimentologia sugerem uma ativação do vale inciso Apodi-Mossoró no Pleistoceno Tardio, corroborando com a evolução morfológica-sedimentar deste setor da plataforma continental no Quaternário (Nogueira, 2014). O canal

profundo apresenta conexão com uma das cabeças do canyon Apodi localizado na área do Talude. A superfície erosional mapeada nas seções de sísmica rasa possivelmente é indicativa de uma antiga superfície de incisão do vale inciso, onde sua formação estaria provavelmente associada ao limite Pleistoceno/Holoceno.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada envolveu procedimentos padrões de levantamentos bibliográficos, processamento de amostras em laboratório e identificação, em lupa binocular e fotografias em microscopia eletrônica de varredura (MEV) segundo gênero ou espécie. Análises estatísticas multivariadas e estudo dos índices ecológicos foram aplicados no estudo de foraminíferos para evidenciar padrões de ocorrência, as condições ambientais influenciam diretamente no desenvolvimento dos organismos. A localização das estações e perfis hidrográficos foi fornecida através de GPS, enquanto que, as medidas de profundidade através de ecobatímetro.

O posicionamento das estações (Figura 1) foi feito com GPS, levando-se em conta a profundidade, através de um ecobatímetro. A amostragem de sedimento para análise da microfauna de foraminíferos, foi feita com pegador de fundo tipo Van Veen. Do sedimento coletado, foi retirado apenas a camada superior (primeiros centímetros), e colocado em frascos com Rosa de Bengala (1g/1000ml de álcool), para análises da microfauna.

Figura 1: Mapa dos pontos de coleta de foraminíferos (números) e estações fixas (letras).

A função do Rosa de Bengala é corar o protoplasma dos organismos que estiverem vivos no momento da coleta e do álcool, para impedir o ataque bacteriano. O sedimento para determinação das análises da microfauna (50cc), será peneirado usando-se duas peneiras sucessivas de 0,500 e 0,062mm e, após secagem em estufa, as amostras serão separadas por flotação em tetracloreto de carbono. Após a separação, os foraminíferos serão transferidos com pincel para lâminas especiais de fundo preto para posterior análise e identificação das espécies. A determinação das espécies será feita utilizando-se lupa binocular acoplada em microcomputador.

RESULTADOS

Na região de estudo observa-se uma homogeneidade relativa para as distribuições horizontais de temperatura da água do mar, verificando-se para a superfície (mínima de 24° C, e máximas de 29°C a 35°C) e para a região localizada nas proximidades do fundo (mínima de 5,2 °C, e máxima de 28,8 °C).

Os foraminíferos ocorrentes em maior abundância nos perfis que foram realizados na bacia Potiguar estão ilustrados nas figuras 2, 3 e 4. Observa-se a ocorrência dos foraminíferos bentônicos *Ammonia* sp., *Archaias angulatus*, *Amphicorina scalaris*, *Amphisorus hemprichii*, *Amphistegina gibbosa*, *Bigenerina* sp., *Bolivina striatula*, *Borelis melo*, *Borelis schlumberger*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicides* sp., *Cornuspira involvens*, *Cyclogyra* sp., *Discorbis* sp., *Elphidium* sp., *Fursenkoina pontoni*, *Gypsina vesiculares*, *Hanzawaia boueana*, *Heterostegina depressa*, *Hopkinsina pacifica*, *Laevipeneroplis proteus*, *Lagena* sp., *Marginulina* sp., *Miliolinella subrotunda*, *Nodosaria* sp., *Oolina universa*, *Patelina corrugata*, *Peneroplis carinatus*, *Pseudononion atlanticum*, *Poroeponides lateralis*, *Pyrgo nasuta*, *Pyrgo ringens*, *Quiqueloculina costata*, *Quiqueloculina lamarckiana*, *Quiqueloculina patagonica*, *Quiqueloculina polygona*, *Reussella* sp., *Reophax nana*, *Robulus* sp., *Rosalina* sp., *Spiroloculina depressa*, *Spiroculina* sp., *Textularia earlandi*, *T. gramen*, *Triloculina trigonula*, *Trochammina ochracea*, *Uvigerina peregrina*, *Wiesnerella* sp., e uma única espécie de planctônico: *Globigerina* sp. Muitas carapaças encontradas apresentavam coloração amarela e quebradas, sinais de processos tafonômicos como desgaste, abrasão e transporte por correntes marinhas que ocorreram após a morte do organismo. As espécies de foraminíferos da Bacia Potiguar apresentam em sua carapaça os elementos químicos principais: Ca, C, O, Na, Cl, Al, Mg e Si.

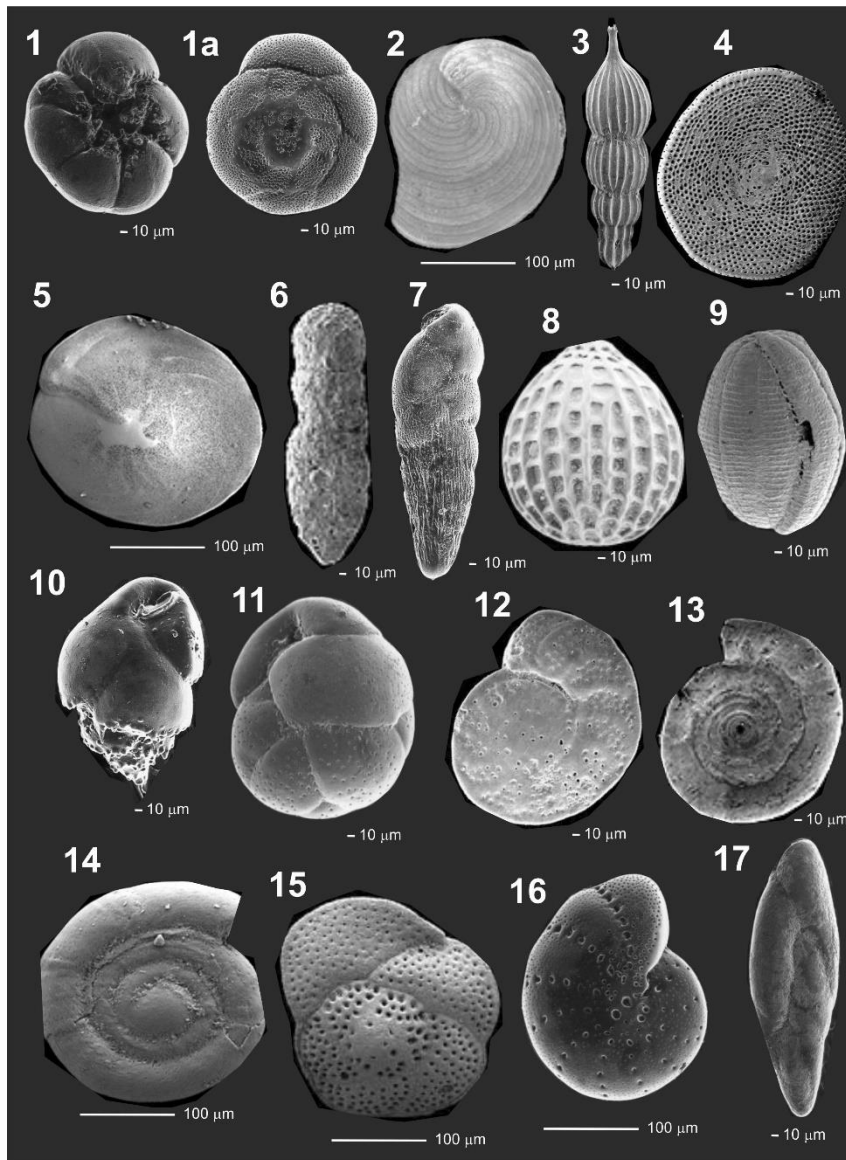


Figura 2: 1. *Ammonia* sp.(vista ventral), 1a. *Ammonia* sp. (vista dorsal), 2. *Archaias angulatus*, 3. *Amphicorina scalaris* , 4. *Amphisorus hemprichii*, 5. *Amphistegina gibbosa*, 6. *Bigenerina* sp., 7. *Bolivina striatula*, 8. *Borelis melo*, 9. *Borelis schlumberger*, 10. *Bulimina marginata*, 11. *Cassidulina subglobosa*, 12. *Cibicides* sp., 13. *Cornuspira involvens* 14. *Cyclogyra* sp., 15. *Discorbis* sp. 15. *Elphidium* sp. , 17. *Fursenkoina pontoni*.

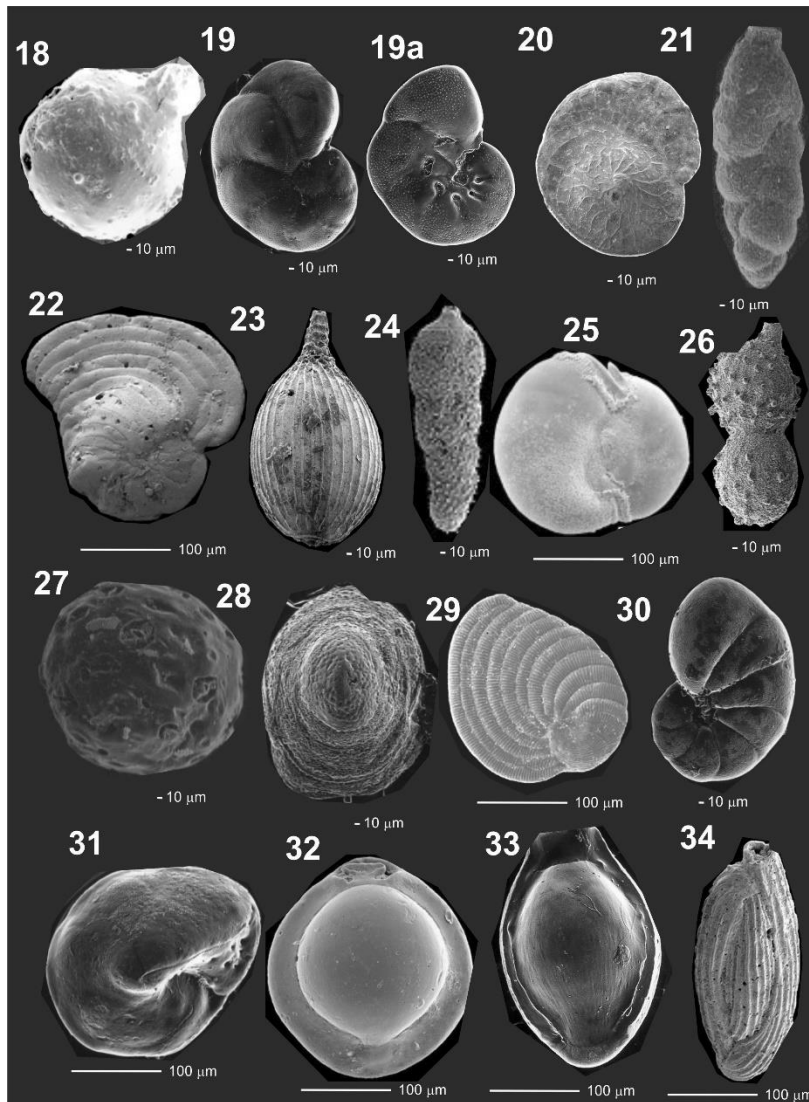


Figura 3: 18. *Gypsina vesiculares*, 19. *Hanzawaia boueana* (vista dorsal), 19a. *H. boueana* (vista ventral), 20. *Heterostegina depressa* 21. *Hopkinsina pacifica*, 22. *Laevipeneroplis proteus*, 23. *Lagena* sp., 24. *Marginulina* sp., 25. *Miliolinella subrotunda*, 26. *Nodosaria* sp., 27. *Oolina universa*, 28. *Patelina corrugata*, 29. *Peneroplis carinatus*, 30. *Pseudononion atlanticum*, 31. *Poroeponides lateralis*, 32. *Pyrgo nasuta*, 33. *Pyrgo ringens*, 34. *Quiqueloculina costata*.

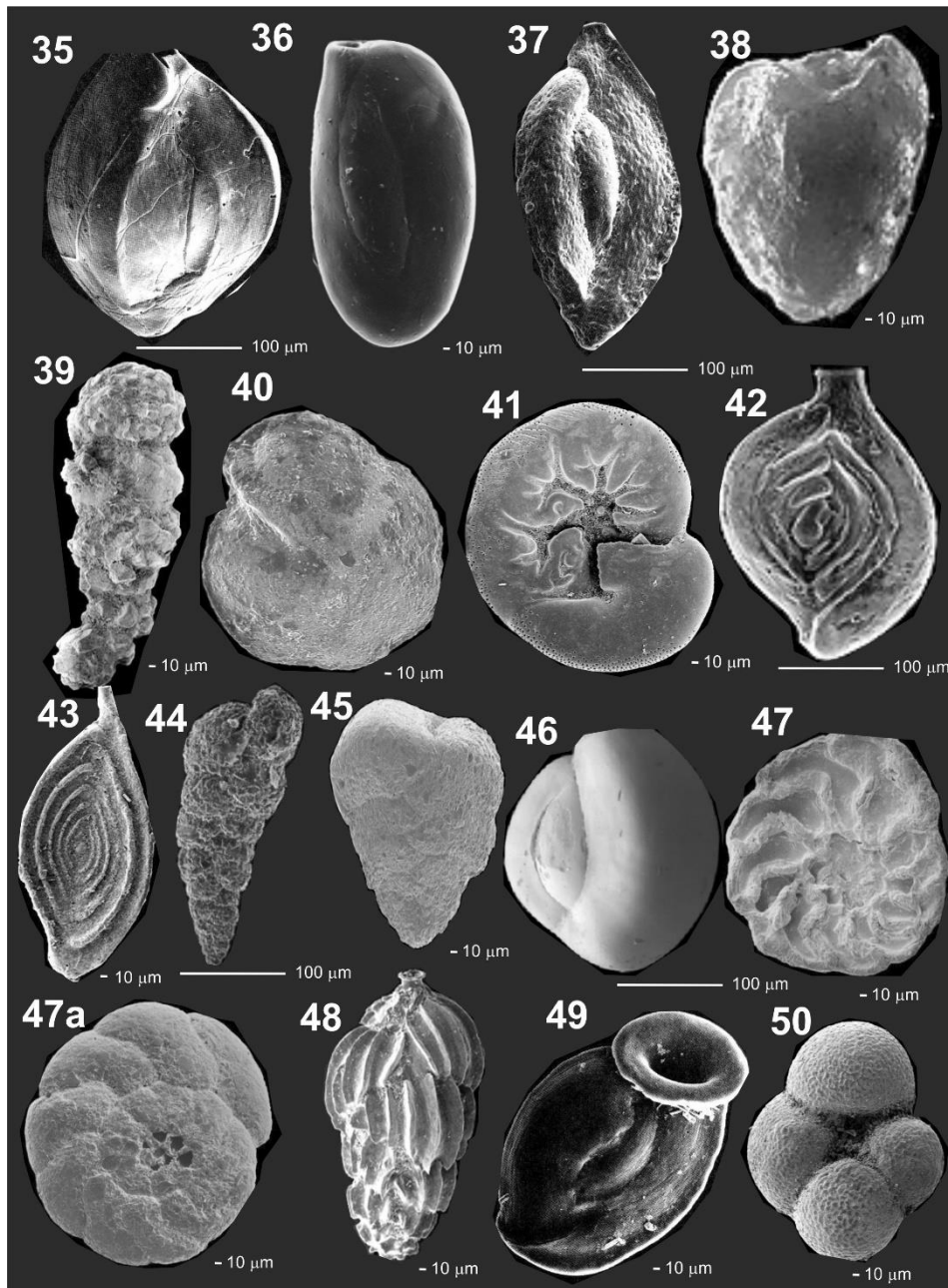


Figura 4: 35. *Quiqueloculina lamarckiana*, 36. *Q.patagonica*, 37. *Q. polygona*, 38. *Reussella* sp., 39. *Reophax nana*, 40. *Robulus* sp., 41. *Rosalina* sp., 42. *Spiroloculina depressa*, 43. *Spiroculina* sp., 44. *Textularia earlandi*, 45. *Textularia gramen*, 46. *Triloculina trigonula*, 47. *Trochammina ochracea* (ventral), 47a. *Trochammina ochracea*, (dorsal) 48. *Uvigerina peregrina*, 49. *Wiesnerella* sp., 50. *Globigerina* sp.

DISCUSSÃO

Os sedimentos biogênicos da Bacia Potiguar apresentam espécies mais diversas e dominantes pertencente às subordens Miliolina (calcários imperfurados) e Rotaliina (calcários perfurados) e espécies com menor dominância pertencente à subordem Textularina (aglutinantes), refletindo alteração de parâmetros ambientais nessa região dinâmica. A composição taxonômica robusta das testas provenientes dessa região indica alta resistência das testas, que toleram saltação e arrasto e se desgastam em menor grau do que os aglutinantes (Murray, 1991; Araujo & Machado, 2008) e são resistentes ao desgaste pelo transporte e dissolução (Bruno et al., 2009; Moraes & Machado, 2001). Algumas testas apresentam também sinais de abrasão, como fragmentação e ainda uma coloração amarelada. Segundo Batista et al. (2007), a cor amarelada pode ser resultado da baixa velocidade de deposição que possibilita a oxidação dos grãos, ou ainda do revolvimento de sedimentos pela alta energia do ambiente. A datação absoluta pelo método de C^{14} em algumas amostras de Apodi-Mossoró (Lima, 2015) indicou que as gerações de sedimentos de colorações diferentes (claras e escuras) correspondem a uma única idade, entre 3 e 6 mil anos AP, relacionados ao Quaternário. Tal fato indica, portanto, que a probabilidade de que haja exposição de depósitos sedimentares mais antigos deve ser fato nessa região de alta hidrodinâmica. As espécies ocorrentes no presente estudo *Miliolinella subrotunda*, *Oolina universa*, *Pyrgo nasuta*, *Pyrgo ringens*, *Quiqueloculina costata*, *Quiqueloculina lamarckiana*, *Quiqueloculina patagonica*, *Quiqueloculina polygona* e *Triloculina trigonula* possuem carapaças fortes e imperfuradas são da subordem Miliolina sendo as mais resistentes às correntes marinhas.

Na região de estudo da Bacia potiguar as espécies de foraminíferos calcários *Amphistegina gibbosa*, *Archaias angulatus*, *Borelis melo*, *Borelis Schlumberger*, *Heterostegina depressa*, *Amphisorus hemprichii*, *Laevipeneroplis proteus* *Peneroplis carinatus* são simbioses (carregam alga) característicos de ambientes de profundidades até 50 m são comuns em águas rasas, sendo provável indicadores da proximidade de águas limpas de áreas recifais. Um estudo preliminar feito no vale inciso do Assu indicou uma associação de foraminíferos característicos de áreas recifais com espécies endêmicas associadas e afinidade caribenha (Gomes et al., 2015). O gênero *Amphistegina* ocorre em composto por areia quartzosa com silte e lama carbonática, coincidindo com o tipo de sedimento em que ocorre nos complexos recifais atuais (Ribeiro, 2009). Os gêneros calcários hialinos da subordem Rotaliina que não tem algas simbioses são: *Ammonia* sp., *Amphicorina scalaris*, *Bigenerina* sp., *Bolivina striatula*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicides* sp., *Cornuspira involvens*, *Cyclogyra* sp., *Discorbis* sp., *Elphidium* sp., *Fursenkoina pontoni*, *Gypsina vesiculares*, *Hanzawaia boueana*, *Hopkinsina*

pacifica, *Lagena* sp., *Marginulina* sp., *Nodosaria* sp., *Patelina corrugata*, *Pseudononion atlanticum*, *Poroeponides lateralis*, *Reussella* sp., *Robulus* sp., *Rosalina* sp., *Spiroloculina depressa*, *Spiroculina* sp., *Uvigerina peregrina*, e *Wiesnerella* sp.

De acordo com Eichler et al. (2007), em regiões mais influenciadas por correntes de maré no Canal de Bertioga (SP, Brasil), ocorrem espécies características de ambientes euhalinos como *Pseudononion atlanticum*, *Hanzawaia boueana* em sedimentos arenosos na desembocadura do canal na plataforma interna. Em ambientes mixohalinos ocorrem principalmente *Ammonia tepida* e espécies do gênero *Elphidium* revelando ambientes gradacionais de influência marinha. De acordo com Boltovskoy (1983), *Elphidium* e *Ammonia* são organismos que toleram salinidade mínima que ocorre principalmente em águas em que há diluição da água do mar com água fresca proveniente da drenagem de rios. Segundo Ribeiro (2009), *Quinqueloculina*, *Pyrgo*, *Elphidium* e *Ammonia* predominam em substratos argilosos a areno argilosos e, segundo Murray (1991), *Bolivina* é típico de substrato de areia fina a lama. De maneira geral nas areias calcárias predomina *Amphistegina* sp., e em silte e lama carbonática predominam os gêneros *Quinqueloculina*, *Pyrgo* e *Elphidium*. *Cassidulina subglobosa*, *U. peregrina* são indicadores de Água Subtropical de Plataforma e de ressurgência da ACAS (Eichler et al., 2016). As espécies epifaunais, como *U. peregrina* são geralmente características de locais ricos em oxigênio (Bernhard, 1986; Murray, 1991) e espécies como *Bulimina marginata*, *Bolivina* spp. e *Buliminella elegantissima* são encontradas em altas percentagens em ambientes redutores ricos em matéria orgânica (Seiglie, 1968; Johnsson, 1999). Eichler et al. (2014) descreveu que a distribuição de *Bulimina marginata* é primariamente controlada pela presença da frente Subtropical de plataforma (STSF) e secundariamente pela presença da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) no sul do Brasil.

A abundância de organismos infaunais como *Bulimina marginata*, *B. patagonica*, *Bolivina subaenariensis* e *Cassidulina subglobosa* em sedimentos quaternários no sudeste da Índia, no oeste da Austrália e no sudeste do oceano Atlântico Sul, indicam episódios de alto influxo de matéria orgânica, durante as glaciações (Schmiedl & Mackensen, 1997; Schmiedl et al., 1997). Essas espécies foram utilizadas por Barbosa (2002) para construção de curvas batimétricas e curvas de produtividade das Bacias de Campos e Santos, no Brasil, e atestam influxo de nutrientes no talude médio da Bacia de Campos (Sousa et al., 2006). A frequência de *Uvigerina peregrina* indica estágio interglacial e de elevação do nível do mar sendo considerada espécie epi ou infaunal rasa registrada em águas normalmente oxigenadas (Quinterno & Gardner, 1987).

A presença de aglutinantes como *Reophax nana* e *Trochammina ochracea* indicam a proximidade de rios com influência de água doce. Eichler et al. (2007) discute que em rios, canais estuarinos e manguezais, onde os ambientes são considerados mixohalinos do Canal de Bertioga (SP, Brasil) foram observadas espécies de foraminíferos aglutinantes como *Trochammina inflata*. As espécies *Textularia earlandi* e *T. gramen* por sua vez indicam a presença de grãos mais grossos de sedimento. A única espécie de planctônico encontrada é a *Globigerina* sp. Sabe-se que *Globigerina bulloides* é um foraminífero heterótrofo planctônico com ampla distribuição na zona fótica dos oceanos de todo o mundo e tolerante ao amplo gradiente de temperaturas do mar, salinidades e densidade da água sendo mais abundantes nas altas latitudes do Sul (até 40°S), altas latitudes no Norte (até 80° N) e nas regiões de baixas latitudes com ressurgência. A presença de *G. bulloides* pode ser alterada em função de blooms de fitoplânctons sendo mais abundantes nos meses de inverno e verão.

Nosso estudo revela ainda outra diferenciação no habitat bentônico em função da profundidade e do sedimento. Em ambientes de plataforma interna mais rasos observa-se a presença de *Ammonia tepida*, *Buccella peruviana*, *Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina patagonica*. Em áreas de canal e plataforma média observamos em geral a presença de *Bolivina striatula*, *Bulimina marginata*, *Triloculina trigonula*, *Pyrgo ringens*, *Textularia gramen*, e na plataforma interna mais profunda ocorrem as espécies *Quinqueloculina lamarckiana*, *Textularia earlandi*, *Buliminella elegantissima*, *Discorbis peruvianus*, *Pyrgo nasuta*. A distribuição de *Uvigerina striata* é provavelmente relacionada às águas mais frias e possivelmente a ocorrência de fenômenos de ressurgência em partes mais profundas ainda não descrito na literatura mais relacionado à intrusão de águas frias e não às características sedimentológicas. As associações encontradas são comuns de águas rasas e quentes de ecossistemas recifais com pequena influência de água doce.

CONCLUSÃO

Os sedimentos biogênicos encontrados e as características ambientais definem a Baía Potiguar como ambiente recifal de águas rasas e quentes de alta energia, provavelmente com pequena influência continental. Concluímos também que além da profundidade e das características do sedimento, as correntes marinhas também exercem influência na microdistribuição de foraminíferos.

De uma maneira geral, a combinação das características ambientais permitiu a diferenciação de microhabitats de comunidades de foraminíferos principalmente de acordo com a profundidade. Em ambientes de plataforma interna pode-se observar diferenças entre a parte

rasa com a presença de *Ammonia tepida*, *Buccella peruviana*, *Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina patagonica*, e em partes mais profundas das áreas de canal e plataforma média observamos a presença de *Bolivina striatula*, *Bulimina marginata*, *Triloculina trigonula*, *Pyrgo ringens*, *Textularia gramen*, e na plataforma interna mais profunda ocorrem as espécies *Quinqueloculina lamarckiana*, *Textularia earlandi*, *Buliminella elegantissima*, *Discorbis sp.*, *Pyrgo nasuta*. A distribuição de *Uvigerina striata* é provavelmente relacionada às águas mais frias e possivelmente a ocorrência de fenômenos de ressurgência em partes mais profundas ainda não descrito na literatura mais relacionado à intrusão de águas frias e não às características sedimentológicas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) através do projeto “Processos oceanográficos na quebra da plataforma continental do nordeste brasileiro: fundamentos científicos para o planejamento espacial marinho (Edital Ciências do Mar 2 n° 43/2013, 23038.004320/2014-11), pela de bolsa de Pós doutorado na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN-Brazil) e pelo projeto de pesquisa (PVE 151-2012, AUXPE 242/2013).

References

- Arz, H.W.; Pätzold, J.; Wefer, G. 1999. The deglacial history on the western tropical Atlantic as inferred from high resolution stable isotope records off northeastern Brazil. *Earth and Planetary Science Letters*, 167:105-117.
- Barbosa, V.P. 2002. Sistemática, Bioestratigrafia e Paleoceanografia de Foraminíferos do Quaternário do Talude Continental das Bacias de Santos e Campos. Rio de Janeiro. 455p. Tese de Doutorado em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Bernhard, J.M. 1986. Characteristics assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic-rich deposits: Jurassic through Holocene. *Journal of foraminiferal Research*, 16:207-215.
- Boltovskoy, E. (1983). Late Cenozoic deep-sea benthic Foraminifera off the coast of northwest Africa (DSDP Site 369). *Journal of African Earth Sciences* (1983), 1(2), 83-102.
- Bruno, R.L.M.; Araujo, H.A.B. & Machado, A.J. 2009. Análise das assembléias de foraminíferos no sedimento superficial do Recife de Fora, região sul da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, 39: 599-607.

- Edwards, R.J., Van De Plassche, O., Gehrels, W.R., Wright, A.J., 2004. Assessing sea-level data from Connecticut, USA, using a foraminiferal transfer function for tide level: *Marine Micropaleontology*, 51:239-255.
- Eichler, P.P.B., Eichler, B.B., Miranda, L.B. and Rodrigues, A.R. 2007. Modern Foraminiferal Facies in a Subtropical Estuarine Channel, Bertioga, Sao Paulo, BRAZIL. *Journal of Foraminiferal Research*, 37, 234-247. <http://dx.doi.org/10.2113/gsjfr.37.3.234>
- Eichler, P. P., Eichler, B. B., Gupta, B. S., & Rodrigues, A. R. 2012. Foraminifera as indicators of marine pollutant contamination on the inner continental shelf of southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 64(1), 22-30.
- Eichler, P.P., Pimenta, F.M., Eichler, B.B. and Vital, H., 2014. Living *Bulimina marginata* in the SW Atlantic continental margin: Effect of the Subtropical Shelf Front and South Atlantic Central Water. *Continental Shelf Research*, 89, pp.88-92.
- Eichler, P.P., Pimenta, F.M., Eichler, B.B. and Vital, H., 2016. Living benthic foraminiferal species as indicators of cold-warm water masses interaction and upwelling areas. *Continental Shelf Research*, 116, pp.116-121.
- Gehrels, W.R., 2000. Using foraminiferal transfer functions to produce high-resolution sea-level records from salt-marsh deposits, Maine, USA: *The Holocene*, 10: 367-376.
- Gomes, M.P.; Vital, H.; Eichler, P.P.B. ; Gupta, B.K.S. 2015. The investigation of a mixed carbonate-siliciclastic shelf, NE Brazil: side-scan sonar imagery, underwater photography, and surface-sediment data. *ITAL J GEOSCI* , v. 134, p. 9-22, 2015.
- Horton, B.P. & Edwards, R.J. 2005. The application of local and regional transfer functions to the reconstruction of Holocene sea levels, north Norfolk, England: *The Holocene*, 15: 16-228.
- Johnsson, C.C. 1999. Paleoeecologia e Bioestratigrafia com base em Foraminíferos do Cânion Submarino de Salvador - Bahia. Niterói. 88 p. Dissertação de Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha, Centro de Estudos Gerais, Universidade Federal Fluminense.
- Kowsmann, R.O. & Costa, M.P.A. 1979. Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes. Rio de Janeiro, Petrobrás-Cenpes-Dintep. 50p. (Série Projeto Remac. n.8).
- Lima, R. de O. 2015. Foraminíferos, ostracodes e microfauna associada da plataforma continental equatorial norte-rio-grandense, NE Brasil: área Porto do Mangue a Galinhos. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 156p.
- Lohmann, G.P. 1978. Abyssal benthonic foraminifera as hydrographic indicators in the western South Atlantic Ocean, *Journal of Foraminiferal Research*, 8:6-34.

- Mackensen, A.; Schmiedl, G.; Harloff, J.; Giese, M. 1995. Deep-sea foraminifera in the South Atlantic Ocean: ecology and assemblage generation. *Micropaleontology*, 41:342-358.
- Moraes, S.S.; Machado, A.J. 2003. Fauna de Foraminíferos do Estado da Bahia: Dados Preliminares. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9., 2003, Recife. Resumo expandido. ABEQUA, CD-ROOM
- Murray, J. W. 1991. Ecology and Palaeoecology of benthic foraminifera. Longman Scientific and Technical, Harlow 397p.
- Nogueira, M.L. da S. 2014. Caracterização morfológica-sedimentar do vale inciso Apodi-Mossoró e plataforma continental adjacente - Bacia Potiguar Offshore. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 127p.
- Quinterno, P.J. Gardner, J.V., 1987. Benthic foraminifers on the continental shelf and upper slope, Russian River Área, northern Califórnia. *Journal Foraminiferal Research*, 17:132-52.
- Ribeiro, A.S. 2009. Estudo da distribuição vertical da microfauna de foraminíferos do sedimento de subsuperfície da plataforma continental do Complexo Recifal de Abrolhos, Sul da Bahia. Universidade Federal da Bahia. Trabalho de Conclusão de Curso, 90 p.
- Schmiedl, G. & Mackensen, A. 1997a. Late Quaternary paleoproductivity and deep water circulation in the eastern South Atlantic Ocean: evidence from benthic foraminifera. *Journal Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 130: 43-80.
- Schmiedl, G.; Mackensen, A.; Müller, J.P. 1997b. Recent benthic foraminifera from the eastern South Atlantic Ocean: Dependence on food supply and water masses. *Marine Micropaleontology*, 32:249-287.
- Schnitker, D. 1974. Western Atlantic abyssal circulation during the past 12,000 years. *Nature*, 248: 385-387
- Seiglie, G. A. 1968. Foraminiferal assemblage as indicator of high organic carbon content in sediments and of pollutes waters. *Bulletin of American Association of Petroleum Geologist*, 52: 2231-2241.