



UA Ig

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

**CONTRIBUIÇÃO PARA A RECONSTRUÇÃO DO PALEONÍVEL DO
MAR COM BASE NAS ASSOCIAÇÕES DE FORAMINÍFEROS DE
MANGAIS E SAPAIS**

LAURA DE FÁTIMA DA CRUZ PEREIRA

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre no Mestrado em Biologia
Marinha

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Doutor Tomasz Boski

Faro, 2014



UA Ig

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

**CONTRIBUIÇÃO PARA A RECONSTRUÇÃO DO PALEONÍVEL DO
MAR COM BASE NAS ASSOCIAÇÕES DE FORAMINÍFEROS DE
MANGAIS E SAPAIS**

LAURA DE FÁTIMA DA CRUZ PEREIRA

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre no Mestrado em Biologia
Marinha

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Doutor Tomasz Boski

Faro, 2014

**CONTRIBUIÇÃO PARA A RECONSTRUÇÃO DO PALEONÍVEL DO MAR
COM BASE NAS ASSOCIAÇÕES DE FORAMINÍFEROS DE MANGAIS E
SAPAIS**

Declaração de autoria do trabalho:

Declaro ser autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da lista de referências incluída.

Copyright Laura de Fátima da Cruz Pereira. A universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de foram digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

A realização deste trabalho não teria sido possível sem a participação e o apoio de um conjunto de pessoas a quem gostaria de agradecer:

Ao Prof. Doutor Tomasz Boski por ter acreditado em mim profissionalmente, por me proporcionar condições de trabalho nesta área ao longo de tantos anos e pela sua orientação para elaboração da tese;

A dissertação beneficiou do apoio do projeto SIHER (Processos de Preenchimento Sedimentar e a Evolução Holocénica do Sistema Lagunar da Ria Formosa) PTDC/CTE-GIX/112236/2009 da Fundação para a Ciência e Tecnologia;

À minha querida amiga Sarita Camacho por me ter ensinado a base para estudos com foraminíferos, por me apoiar ao longo destes anos e, atualmente, nesta etapa da minha vida, pela sua disponibilidade e ajuda essencial que me prestou na elaboração e discussão da tese;

À minha amiga e colega Isabel Mendes pelo esclarecimento de dúvidas, sugestões e pela sua total disponibilidade, sempre que eu lhe fazia perguntas;

À minha amiga e colega Ana Gomes pela disponibilidade e ajuda no esclarecimento de inúmeras dúvidas, obrigado amiga;

Ao meu amigo e colega Carlos Sousa pela boa disposição e disponibilidade para me esclarecer infinitas dúvidas, ajudar-me a fazer os mapas das áreas de estudo e ensinar a trabalhar com o Photoshop;

Ao meu amigo Simon Connor pelo apoio e dicas essenciais para trabalhar no programa Tilia;

Ao Paulo Santana pela sua disponibilidade e ajuda nas Granulometrias;

Aos meus amigos Maria Bezerra, Margarida Ramires, Selma Gabriel, Francisca Rosa, João Horta, Inês Rio, Vanda Guerreiro, Helena Guimarães, Erwan Garel, Paulo Pedro, Pedro Morais, Rita Zarcos, Carlos Loureiro e Ana Matias, pelo companheirismo, por me darem dicas essenciais para a elaboração da tese e motivação para acabar a tese;

À Valentina Purificação pela correção ortográfica e sugestões;

À D^a Manuela pela ajuda nas tarefas de laboratório, simpatia e disponibilidade;

Ao meu amigo Carlos Afonso pela ajuda na identificação de bivalves e gastrópodes;

A Cristobál Cantero por me ajudar com a execução das fotografias em microscopia eletrónica de varrimento;

Dr. Hélio do departamento de Físico-química da FCT por me ajudar na análise de dados para a tese;

À minha família e amigos pelo apoio nesta etapa da minha vida e por estarem presentes quando necessário.

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi contribuir para a reconstrução do nível médio do mar durante o Holocénico, em dois sistemas: estuário do Rio Potengi (Brasil) e Ria Formosa (Portugal). Para cumprir este objetivo, efetuou-se a análise da microfauna fóssil em cinco sondagens no estuário do rio Potengi e cinco sondagens na Ria Formosa, cruzando estes dados com os da análise granulométrica e da datação por radiocarbono. De acordo com as paleo-associações de foraminíferos bentónicos, foi possível identificar, com base no Indicador Foraminíferico de Influência Marinha – IFIM, 2 paleo-ambientes diferentes no estuário do Potengi (IFIM 3 e 4) e 4 paleo-ambientes diferentes na Ria Formosa (IFIM 1 a 4).

As associações de foraminíferos dominantes no estuário do Potengi foram *Ammonia tepida*, *Elphidium* spp. e o grupo dos Miliólídeos e no sistema lagunar da Ria Formosa as espécies estuarinas *Ammonia tepida* e *Haynesina germanica* foram codominantes sendo substituídas pelas espécies aglutinadas *Jadammina macrescens* e *Trochammina inflata* nas amostras mais recentes. A espécie *Haynesina germanica* registou maior expressão nas sondagens da Ria Formosa enquanto a espécie exótica *Pararotalia cananeaensis* só ocorreu no estuário do Potengi. As formas aglutinadas tiveram pouca expressão no estuário do Potengi, por causa de processos tafonómicos ou devido a caudais de água doce negligenciável.

A interpretação paleoambiental baseada nas associações de foraminíferos bentónicos e nas datações disponíveis sugerem, para o estuário do Potengi um período de estabilização do nível do mar, isto foi assinalado através da fase estuarina/lagunar, que se manteve ao longo das sondagens. Provavelmente esta fase foi coincidente com a acreção das planícies costeiras adjacentes à embocadura do Rio Potengi e preenchimento sedimentar do interior do estuário.

No sistema lagunar da Ria Formosa a interpretação paleoambiental mostra a presença de um ambiente marinho por volta dos 10.000 anos BP, como resultado da subida pós-glacial do nível do mar. Num período mais recente, ocorreu uma mudança ecológica, para um ambiente mais confinado, provavelmente como resultado progressivo da formação da lagoa.

Palavras-chave: Ria Formosa; estuário do Potengi; Holocénico; Foraminíferos; ambientes parálicos; nível médio do mar.

Abstract

The aim of this work was to contribute to the reconstruction of mean sea level during the Holocene, in two systems: Potengi estuary (Brazil) and Ria Formosa (Portugal). To fulfil this goal, fossil microfauna from five boreholes of the Potengi estuary and five boreholes of Ria Formosa were analysed, in conjunction with granulometry and radiocarbon dating. According to the paleo - associations of benthic foraminifera which served to compute the Foraminiferal Indicator of Marine Influence – FIMI, it was possible to identify two different paleo - environments in the Potengi estuary (FIMI 3 and 4) and four paleo - environments in the Ria Formosa lagoon (FIMI 1 to 4).

The foraminiferal assemblages that dominate the Potengi estuary were *Ammonia tepida*, *Elphidium* spp. and the group of Miliolids; in the Ria Formosa lagoon system, the dominant assemblages were the estuarine species *Ammonia tepida* and *Haynesina germanica*, which were both replaced by agglutinated species *Jadammina macrescens* and *Trochammina inflata* in the most recent samples. The species *Haynesina germanica* has a higher expression in the Ria Formosa system while the exotic species *Pararotalia cananeaensis* only occurred in the Potengi estuary. Agglutinated forms had little record in the Potengi estuary, either because of taphonomic processes or due to negligible fresh water input.

The paleoenvironmental interpretation, based on the benthic foraminifera assemblages and radiocarbon dating's, suggest a period of stabilized sea level at the Potengi estuary, characterised by a consistent estuarine/lagoonar phase throughout all the boreholes. Probably, this phase was coincident with the accretion of the coastal flats adjacent to the estuary mouth, and with the sediment infilling of the estuary.

In the Ria Formosa lagoon system, the paleo-environmental interpretation suggests the presence of a marine environment around 10.000 years BP, as a result of post- glacial sea level rising. In a more recent period, an ecological shift occurred, characterized with a most confined salt-marsh environment, resulting probably from the lagoon system's formation.

Keywords: Ria Formosa; Potengi estuary; Holocene; Foraminifera; paralic environments; sea level.

Capítulo	Página
Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice	iv
Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	vii
1. Introdução	1
1.1. Ecologia e principais fatores que influenciam a distribuição dos foraminíferos	1
1.2. Zonação ecológica de foraminíferos em ambientes parálícos	6
1.3. Importância do estudo dos foraminíferos	9
1.4. Objetivos	10
2. Caracterização dos locais de estudo	11
2.1. Estuário do Rio Potengi	11
2.2. Sistema lagunar da Ria Formosa	12
2.3. Evolução Holocénica do nível médio do mar	14
3. Metodologia	17
3.1. Estratégia de amostragem	17
3.2. Métodos e técnicas micropaleontológicas de laboratório	19
3.3. Características do sedimento	22
3.4. Análise dos dados das populações de foraminíferos	24
3.5. Geocronologia	29

3.6. Indicador Foraminiférico de Influência Marinha (IFIM)	30
4. Resultados	32
4.1. Resultados para o estuário Potengi	32
4.2. Amostras atuais	42
4.3. Resultados para o sistema lagunar da Ria Formosa	47
5. Discussão	66
5.1. Associações de foraminíferos atuais	67
5.2. Interpretação paleoambiental	73
5.3. Comparação entre a microfauna fóssil e a microfauna atual	77
5.4. Comparação entre os dois sistemas	83
6. Conclusões	85
7. Considerações finais	87
8. Referências bibliográficas	88

Anexos

Lista de Figuras

Capítulo 1

Fig. 1.1. Diferentes tipos de carapaças foraminíferos e sub-ordens correspondentes (adaptado de Scott et al., 2001).

Capítulo 2

Fig. 2.1. Área de estudo no Brasil, com a localização das sondagens (H1, H2, H3, H4 e UR2) e o Transepto atual IG4.

Fig. 2.2. Área de estudo em Portugal, com a localização das sondagens (RFM1, RFM21, RFM22, RFM42B e RFM59), no sistema lagunar da Ria Formosa

Capítulo 4

Fig. 4.1. Variação de Ni, Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datação ao longo da sondagem H1.

Fig. 4.2. Variação de Ni, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datações ao longo da sondagem H2.

Fig. 4.3. Variação de Ni, Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais ao longo da sondagem H3.

Fig. 4.4. Variação de Ni, Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datação ao longo da sondagem H4.

Fig. 4.5. Variação de Ni, Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais ao longo da sondagem UR2.

Fig. 4.6. Variação de IFIM nas sondagens realizadas no estuário do Potengi e datações disponíveis.

Fig. 4.7. Distribuição das espécies dominantes em mangais e sapais, em ambientes tropicais (Adaptado de Debenay e Guillou, 2002)

Fig. 4.8. Soma de Aglutinados (%), calcários hialinos (%) e calcários porcelanosos (%) do Transepto 06, nos vários andares de mangal amostrados

Fig. 4.9. Soma de Aglutinados (%), calcários hialinos (%) e calcários porcelanosos (%) do Transepto IG4, nos vários andares de mangal amostrados

Fig. 4.10. Variação da percentagem de carbono orgânico (%) e a dimensão médio do grão (μm), nos vários andares de mangal amostrados.

Fig. 4.11. Variação da percentagem de Carbono total, Azoto, Hidrogénio e Enxofre, nos dois Transeptos amostrados

Fig. 4.12. Variação da percentagem de nutrientes e a ocorrência de foraminíferos bentónicos, nos dois Transeptos amostrados

Fig. 4.13. Variação de Ni, S, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datação ao longo da sondagem RFM1.

Fig. 4.14. Variação de Ni, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datação ao longo da sondagem RFM21.

Fig. 4.15. Variação de Ni, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datações ao longo da sondagem RFM22.

Fig. 4.16. Variação de Ni, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais ao longo da sondagem RFM42B.

Fig. 4.17. Variação de Ni, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais ao longo da sondagem RFM59.

Fig. 4.18. Variação de IFIM nas sondagens realizadas no sistema lagunar da Ria Formosa e datações disponíveis.

Lista de Tabelas

Capítulo 4

Tabela 4.1. Tabela IFIM para o estuário Potengi, com as espécies características de cada ambiente, onde estão expressos os valores mínimos, máximos e valores médios das suas abundâncias relativas e a variação dos parâmetros ecológicos (Ni/10cc, A (%), C (%) e Hs) de acordo com o grau IFIM.

Tabela 4.2. Resultados das datações de ^{14}C para o Estuário Potengi, utilizando o método EAM, e usando a calibração 2σ . Foi aplicado um efeito reservatório de correção de 350 anos para as conchas carbonatadas.

Tabela 4.3. Tabela IFIM para o sistema lagunar da Ria Formosa com as espécies características de cada ambiente, onde estão expressos os valores mínimos, máximos e valores médios das suas abundâncias relativas e a variação dos parâmetros ecológicos (Ni/10cc, A (%), C (%) e Hs) de acordo com o grau IFIM.

Tabela 4.4. Resultados das datações de ^{14}C para o sistema lagunar da Ria Formosa, utilizando o método EAM, e usando a calibração 2σ . Foi aplicado um efeito reservatório de correção de 350 anos para as conchas carbonatadas.

1. Introdução

1.1. Ecologia e principais fatores que influenciam a distribuição dos foraminíferos

Os foraminíferos são organismos unicelulares eucariotas do Reino Chromista, Filo Foraminifera (Hayward et al., 2012) tendo surgido há mais de 300 milhões de anos. O tamanho destes organismos varia de algumas dezenas de micras a mais de 10 cm, no caso de certas formas fósseis (Debenay e Beck-Eichler, 1996).

A morfologia dos foraminíferos varia bastante, como resultado da adaptação ao meio. A sua célula é cercada por uma concha, testa ou carapaça, que pode ser orgânica, aglutinada, calcária (hialiana ou porcelanosa) ou siliciosa e que após a sua morte permanece no registo fóssil (Scott et al., 2001) sendo; as formas atuais sobretudo aglutinadas ou calcárias (Debenay e Beck-Eichler, 1996). A estrutura e composição da carapaça dos foraminíferos é a base para a sua identificação, a resposta suplementar para as alterações ambientais é expressa pela forma e composição da carapaça (Barbieri, et al., 2006; Debenay et al., 1996).

As carapaças aglutinadas (pertencentes à Sub-Ordem Textulariina) são construídas a partir de partículas exógenas e cimentadas pelo Chromista (Debenay e Patrona, 2009) e são indicadoras de águas subsaturadas em relação à concentração de carbonato de cálcio (CaCO_3) (condições hipossalinas-típicas de ambientes marginais marinhos), tais como as encontradas nos estuários, lagoas hiposalinas, águas frias do mar polar, ou abaixo da profundidade de compensação de carbonato (CCD) (abaixo da lisoclina) e as carapaças calcárias são construídas com carbonato de cálcio (Greiner, 1974).

Os foraminíferos calcários são divididos em dois grupos: os foraminíferos com carapaças porcelanosas (pertencentes à Sub-Ordem Miliolina), que tem preferência por áreas bem iluminadas, como lagoas hipersalinas, e são também abundantes em águas pouco profundas e águas quentes alcalinas (tropicais) e os foraminíferos com carapaças hialinas e transparentes (pertencentes à Sub-Ordem Rotaliina) que abrangem um largo alcance de ambientes, desde estuários até abaixo da profundidade de compensação de carbonatos (CCD), encontrando-se em todos os meios marinhos (Barbieri, et al., 2006; Douglas, 1979; Greiner, 1974). Os foraminíferos calcários segregam carapaças calcárias que diferem no brilho da superfície e na composição química e microestrutural. As carapaças porcelanosas contêm,

geralmente mais magnésio e, em parte por esta razão, são menos preserváveis do que as carapaças hialinas (Debenay e Patrona, 2009; Douglas, 1979).

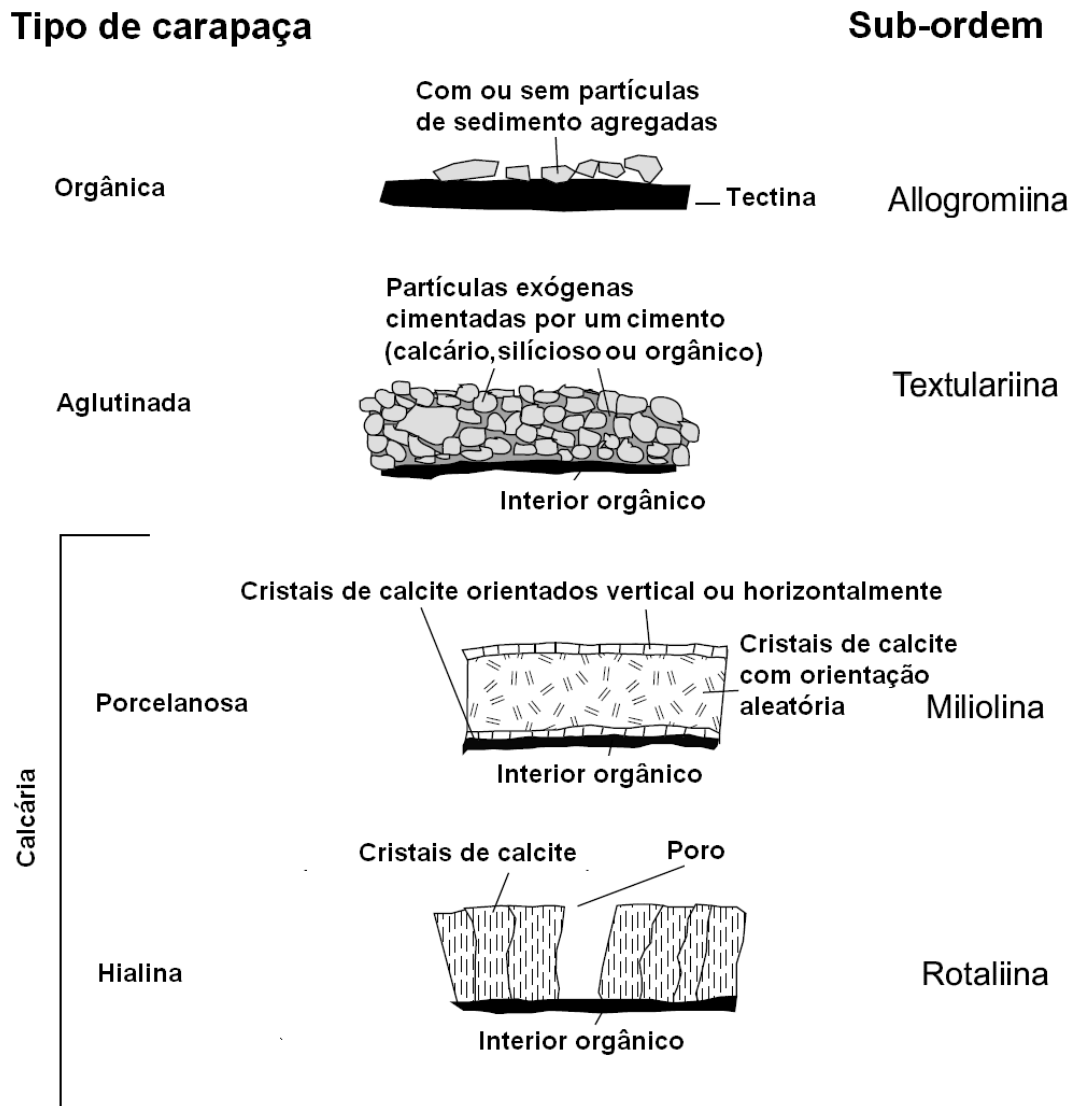


Fig. 1.1. Diferentes tipos de carapaças foraminíferos e sub-ordens correspondentes (adaptado de Scott et al., 2001).

Os foraminíferos são exclusivamente marinhos e ocupam nichos muito variados podendo encontrar-se no oceano, lagoas costeiras, estuários, ambientes continentais ou mesmo em lagoas do Sahara (Debenay e Beck-Eichler, 1996).

Estes organismos podem ser bentônicos, vivendo fixos sobre diversos tipos de substratos, como rochas, algas, plantas aquáticas e conchas de moluscos, ou podem ser planctônicos. As espécies planctônicas apresentam uma movimentação ativa, utilizando os

pseudópodes, ou passiva, deixando-se transportar pelas correntes (Debenay e Beck-Eichler, 1996).

A distribuição dos foraminíferos está diretamente relacionada com as características físico-químicas do meio em que vivem que, de alguma forma, variam com a profundidade e ainda com a granulometria do substrato, a temperatura da água, a salinidade, a luz, a pressão o oxigénio dissolvido e os nutrientes (Sen Gupta, 1999).

De acordo com Lin (1992), a profundidade, a temperatura e a salinidade são os principais fatores responsáveis pelo controlo da abundância dos foraminíferos, quer em número de espécies, quer na quantidade de indivíduos e na composição das associações.

A temperatura é uma das variáveis mais importantes para ambos os grupos de foraminíferos, bentónicos e planctónicos. As populações de água quente ocorrem nas zonas intertropicais. As populações de água fria ocorrem nas massas de água fria, na zona subpolar (Lin, 1992; Murray, 2006).

A pressão hidrostática afeta os foraminíferos de duas maneiras, sendo uma através do controlo da solubilidade dos gases, especialmente CO_2 , o qual é necessário à formação de carbonato de cálcio para as carapaças dos foraminíferos e a segunda através do controlo dos processos químicos dentro do protoplasma do foraminífero. Contudo, a pressão hidrostática não influencia o aumento ou a diminuição do número de espécies e de indivíduos nas áreas da plataforma continental e não afeta padrões de distribuição das associações (Lin, 1992).

A disponibilidade de CaCO_3 aumenta com o aumento da temperatura e salinidade da água (Buzas, 1989). Greiner (1974) já havia previsto um gradiente para a disponibilidade de CaCO_3 , em que ambientes com baixa disponibilidade seriam dominados por carapaças aglutinadas, disponibilidade intermédia por carapaças hialinas e com disponibilidade elevada por carapaças porcelanosas. Desta forma, pode dizer-se que a razão A/C (foraminíferos aglutinados/calcários) é uma medida indireta da salinidade (Douglas, 1979), bem como da disponibilidade de CaCO_3 .

A intensidade da luz não afeta diretamente a distribuição dos foraminíferos. No entanto afeta o ciclo alimentar destes, em função da abundância de alguns organismos dos quais os foraminíferos se alimentam, tal como algas, que necessitam de luz para efetuar a fotossíntese. Há neste caso, uma relação direta entre a abundância de algas e a abundância de foraminíferos (Lin, 1992; Murray, 2006).

As correntes oceânicas controlam a distribuição dos foraminíferos, sendo o fator mais importante para os foraminíferos planctónicos (Lin, 1992). No entanto, as correntes ao

afetarem a repartição do sedimento e a estabilidade do substrato afetam também os foraminíferos bentônicos (Yassini e Jones, 1995).

A salinidade, quando combinada com a temperatura e a profundidade, controla não apenas o número de espécies e de indivíduos, mas também os padrões das associações de foraminíferos. Os foraminíferos habitam em ambientes com salinidade entre os 0,5 a 57‰. Em geral, com um aumento de salinidade de 0,5 a 35‰ (valor típico de mar aberto), o número de espécies e de indivíduos aumenta. Para valores superiores a 35‰, o número de espécies e de indivíduos decresce abruptamente (Lin, 1992).

A disponibilidade de oxigênio não é um fator limitante na distribuição dos foraminíferos vivos (Murray, 2006). No entanto, segundo Boltosvskoy e Wright (1976), a depleção de oxigênio no meio marinho é responsável por uma redução na densidade e diversidade das espécies e diminuição das dimensões dos indivíduos, devido à redução da taxa metabólica; por outro lado provoca um aumento do número de espécies pioneiras ou oportunistas.

Outro fator ambiental que influencia a distribuição dos foraminíferos é o pH da água. Os foraminíferos de carapaças aglutinadas são resistentes aos ambientes redutores onde as concentrações de oxigênio e pH são baixas. Estes foraminíferos são assim bastante comuns à superfície de sedimentos em ambientes parálisos (confinados) e, após a morte, as suas carapaças preservam-se, passando a fazer parte do registo fóssil. O mesmo não acontece com os foraminíferos calcários. Baixos valores de pH causam stress a estes organismos e provocam, após a sua morte, a rápida dissolução das carapaças. Assim, apesar de presentes neste tipo de ambientes enquanto organismos vivos, dificilmente se preservam no sedimento após a sua morte (Scott et al., 2001).

A alimentação dos foraminíferos é muito diversificada, incluindo bactérias, algas, crustáceos e detritos orgânicos. Algumas espécies são omnívoras, o que representa uma vantagem relativamente a espécies mais seletivas, pois têm a capacidade de suportar melhor as variações ambientais (Debenay e Beck-Eichler, 1996; Murray, 2006).

Pouco se sabe sobre a reprodução dos foraminíferos, uma vez que são raras as espécies que foram observadas a reproduzir-se em laboratório. Em termos reprodutivos, são caracterizados por possuírem um ciclo de vida com alternância de reprodução sexuada e assexuada que explica alguns casos de dimorfismo em relação ao tamanho (Murray, 2006; Scott et al., 2001).

Os foraminíferos reagem às alterações ambientais em termos da sua taxa de reprodução, existindo uma maior produção de espécies quando as condições ambientais são favoráveis, e uma

diminuição ou mesmo desaparecimento em situações de ambientes muito desfavoráveis. Um dos fatores principais que influenciam a abundância e diversidade é a disponibilidade de nutrientes: em meios oligotróficos e mesotróficos existe uma maior diversidade e a eutrofização leva ao aparecimento de algumas espécies oportunistas (Barbieri, et al., 2006; Murray, 2006).

A diversidade é uma medida de maturidade e de estabilidade de determinado ambiente, existindo, portanto, uma nítida relação entre a diversidade a associação de foraminíferos e o tipo de ambiente em que vive (Fatela e Silva, 1990). Segundo Reinhardt et al. (1994), elevada diversidade está associada a uma pouca abundância de espécimes, devido à competição interespecífica, e ambientes pobres estão associados a baixas diversidades e grande abundância de espécimes, devido a uma menor competição interespecífica. Desta forma, a diversidade das espécies vai aumentando gradualmente à medida que o ambiente evolui de sapais e lagoas parcialmente salobros para lagoas e ambientes predominantemente marinhos, diminuindo porém, nas lagoas hipersalinas (Debenay et al., 2000).

Como já foi mencionado anteriormente, as espécies de foraminíferos são descritas com base nas características morfológicas da carapaça (Barbieri, et al., 2006; Debenay et al., 1996). Contudo o valor taxonómico de tais características é questionável, já que os fatores ambientais provocam uma grande variedade morfológica nas carapaças tornando por vezes difícil a distinção entre ecofenótipos e espécies (Holzman e Pawlowski, 1997).

As dificuldades na identificação são particularmente inconvenientes no caso de espécies com uma importância biogeográfica considerável, tais como os géneros *Ammonia* e *Elphidium* (Hayward et al., 2004; Schweizer, et al., 2011). Por exemplo a vasta variabilidade morfológica da espécie *Ammonia*, torna o seu estatuto taxonómico incerto e controverso (Debenay et al., 1998a; Holzman e Pawlowski, 1997; Holzman et al., 1998; Langer e Lepping, 2000; Pawlowski et al., 1995).

A recente aplicação de métodos e de técnicas moleculares vem abrir novas perspectivas para a taxonomia dos foraminíferos. Pawlowski e os seus colaboradores (1994) demonstraram que a análise de sequências de ARN ribossomal pode ser utilizada na identificação das espécies de foraminíferos, fornecendo um critério taxonómico novo, independente das características morfológicas da carapaça.

A análise molecular oferece ainda uma nova perspectiva para o estudo das relações filogenéticas entre os maiores grupos taxonómicos de foraminíferos. No futuro, espera-se que todas as definições específicas relativas aos foraminíferos recentes incluam só a descrição tradicional da sua morfologia e distribuição mas também a respetiva informação genética (Pawlowski et al., 1994).

1.2. Zonação ecológica de foraminíferos em ambientes parálicos

Os ambientes parálicos ocorrem entre ambientes marinhos e costeiros e incluem lagoas costeiras, estuários e sapais (Debenay et al., 2000; Murray, 2006), representam complexos ecossistemas de interface entre os referidos ambientes e são alvo de muitos estudos nomeadamente dos seus sedimentos, da sua biologia e em termos físicos (Schröder-Adams, 2006). Em geral os sapais ocorrem em estuários e lagoas costeiras e estão confinados às regiões temperadas do globo, sendo substituídos nas regiões tropicais por mangais (Barnes e Huges, 1988; Knox, 1986; Murray, 2006).

As condições ecológicas que prevalecem nestes ambientes dependem das interações complexas entre numerosos parâmetros interrelacionados. Um dos principais parâmetros é o tempo de transição hidrodinâmica resultante da entrada de água doce (descarga fluvial, infiltrações de águas subterrâneas ou da chuva), das correntes de maré e/ou eólicas, da circulação gravitacional e da perda de volume por evaporação (Debenay, 2000).

Os estuários, os sapais e as lagoas costeiras, para além de serem zonas sujeitas à ação de marés, às alterações sazonais estão, também, muito expostas a uma variedade de químicos, onde se incluem poluentes industriais e pesticidas da agricultura (Châtelet et al., 2004; Debenay et al., 2006), sendo muito influenciados pelas atividades humanas (Barbieri, et al., 2006; Debenay e Guillou, 2002).

Já foi verificado mundialmente que nestes ambientes parálicos, a diversidade faunística diminui com a diminuição da influência marinha. A progressiva diminuição de influência marinha nestes ambientes foi denominada de confinamento (Guelorget e Perthuisot, 1983, 1992 in Debenay, 1995). As associações de foraminíferos em zonas costeiras com elevados valores de riqueza específica, transitam rapidamente para associações oligoespecíficas e, geralmente terminam em populações monoespecíficas nas áreas mais restritas (Debenay, 1995; Debenay et al., 2000).

Os ambientes parálicos sofrem grandes variações de salinidade, então as espécies típicas destes ambientes, nomeadamente *A. tepida*, *T. inflata* e *Ammotium salsum*, desenvolveram um mecanismo de osmorregulação. Logo estas espécies podem ser encontradas em ambiente salobros e em ambientes hiperhalinos e podem ser usadas com espécies indicadoras de confinamento em ambos os ambientes hipohalinos e hiperhalinos (Debenay, 1995).

1.2.1. Estuários

Estuários são sistemas sedimentares ecológicos e complexos, onde os fatores controladores são variáveis, dependendo grande parte da onda versus domínio das marés e processos fluviais. Habitats típicos estuarinos incluem alto, médio e baixo sapal, planície lodosa e canais de maré (Schröder-Adams, 2006). A manifestação dos movimentos de subida e descida de maré tem como principal consequência a zonação de muitas plantas e animais, de acordo com dois tipos de gradientes, a transição da água para terra e a transição de águas marinhas para águas doces.

Os estuários são normalmente constituídos por faunas restritas, sobretudo nas zonas mais a montante onde a salinidade é menor e as espécies aglutinadas dominam. As espécies calcárias toleram melhor as baixas salinidades em águas mais quentes. Consequentemente, as associações de foraminíferos estuarinos apresentam um forte gradiente de latitude, com formas aglutinadas dominando as altas latitudes (Camacho, 2012; Schafer e Cole, 1986) e as formas calcárias dominando as baixas latitudes (Camacho, 2012; Sen Gupta e Schafer, 1973 in Scott et al., 2001).

1.2.2. Lagoas costeiras

As lagoas costeiras têm pouca ou nenhuma entrada de água doce (Scott et al., 2001), sendo desta forma constituídas por águas salobras, por vezes hipersalinas, dependendo do clima local e do fluxo de maré (Sen Gupta, 1999), separadas do mar por uma barreira de areias ou cascalho, permanente ou temporariamente ligadas a ele por uma ou mais barras.

Numa lagoa com estratificação moderada pode existir tanto uma zonação vertical bem como horizontal. Em lagoas estratificadas, a distribuição dos foraminíferos depende do stress resultante das salinidades baixas nas águas superficiais e das condições anóxicas nas depressões. Mesmo nas lagoas de baixas profundidades, as associações de foraminíferos são fortemente influenciadas pela estratificação das águas. A existência das condições anóxicas constantes conduz à ausência de foraminíferos (Debenay et al., 2000).

Debenay e os seus colaboradores (1998b) realizaram um estudo sobre a estratificação das águas de duas lagoas brasileiras (lagoa Canaéia-Iguape e lagoa da Conceição). A lagoa Canaéia-Iguape fica localizada numa depressão e foi caracterizada pela dominância de espécies da ordem *Rotaliina*, indicando grande influência marinha. A lagoa da Conceição fica localizada em zonas de água pouco profunda e foi caracterizada por espécies da ordem

Texturaliina, indicando um ambiente mais confinado. De acordo com os dados obtidos neste trabalho, estes autores, concluíram ser impossível propor um modelo universal para a distribuição das associações de foraminíferos nestes ambientes.

1.2.3. Sapal

O sapal representa o mais contrastado de todos os ambientes marinhos devido às grandes variações de temperatura, salinidade e pH (Scott et al., 2001). Na sua maioria, os sapais são caracterizados por uma zonação vertical, dividindo-se em sapal baixo, médio e alto (Thomas e Varekamp, 1991) que se podem estender por uma distância vertical de vários metros de acordo com o nível de maré local (Varekamp et al., 1992). As espécies que ocupam as áreas do sapal alto e médio são quase exclusivamente aglutinadas enquanto no sapal baixo ocorre uma grande variedade de espécies calcárias estuarinas (Debenay et al., 2000; Scott et al., 2001).

A distribuição das poucas espécies marinhas que sobrevivem no sapal parece ser controlada por fenómenos físico-químicos relacionados com o tempo de exposição (elevação acima do nível médio do mar ou nível de maré) (Scott et al., 2001). Os foraminíferos apresentam uma zonação quase universal que é utilizada como um indicador preciso do nível médio do mar (Gehrels, 2000; Scott e Medioli, 1980; Scott et al., 2001).

1.2.4. Mangal

Os mangais são ecossistemas de transição entre o ambiente terrestre e marinho, característicos de regiões tropicais e subtropicais e sujeitos a níveis de marés. A cobertura vegetal é constituída por uma associação específica de árvores e arbustos (por exemplo: *Rhizophora mangle*, *Avicennia* sp.) (Amaral et al., 2006) adaptadas à flutuação de salinidade e baixos teores de oxigénio no substrato (Bernini e Rezende, 2010; Bernini et al., 2006). Souza e Silva (2011) separam a floresta de mangal em três zonas, de acordo com a vegetação, sendo a espécie *Rhizophora mangle* dominante (mangal vermelho), embora ocorram árvores isoladas de *Avicennia schaueriana* (mangal preto) e de *Laguncularia racemosa* (mangal branco).

Os mangais exercem diversas funções na faixa costeira, tais como a purificação e armazenamento de água, a proteção contra tempestades, a estabilização das condições climáticas locais, a recarga e a descarga de aquíferos, a retenção de contaminantes, servindo

ainda como base de cadeias alimentares estuarinas e marinhas (Cunha-Lignon et al., 2009). Este ecossistema pode ocupar/colonizar uma variedade de substratos (por exemplo: areia, coral, entulho), embora a sua diversidade seja maior em sedimentos predominantemente lodosos (Amaral et al., 2006; Cunha-Lignon et al., 2009).

As associações de foraminíferos em pântanos de mangal foram registadas pela dominância de espécies aglutinadas euribióticas, incluindo muitas espécies conhecidas de sapais (Boltovskoy, 1984 in Debenay et al., 2002; Murray, 1991). Contudo espécies como *Ammonia* (nomeadamente *Ammonia beccarii*) e *Criboelphidium* foram também registadas em pântanos de mangais na Florida (Phleger, 1966; Debenay et al., 2002), Porto Rico (Culver, 1990), Nova Zelândia (Hayward e Hollis, 1994) e Brasil (Barbosa et al., 2005; Debenay et al., 2000; Debenay et al., 2002; Laut e Barbosa, 1999).

1.3. Importância do estudo dos foraminíferos

O conhecimento dos fatores que influenciam a abundância e a distribuição dos organismos contemporâneos permite fazer inferências acerca dos mecanismos ambientais que controlavam as populações faunísticas e florísticas do passado (Lowe e Walker, 1997). Com base neste princípio, a reconstrução de episódios de mudança do nível médio do mar ao longo do Holocénico através da utilização da microfauna fóssil, tem sido largamente utilizado nos últimos anos. Os foraminíferos, em particular, representam excelentes ferramentas neste tipo de metodologia por serem facilmente identificáveis, amostráveis e por possuírem características biológicas e ecológicas bem conhecidas (Bladin, 1986; Scott et al., 2001). Devido à sua complexidade e diversidade em habitats, especialmente no domínio bentónico pouco profundo, os foraminíferos mostram uma grande biodiversidade e abundância como efeito dos seus requisitos ecológicos diferentes. Por terem ciclos de vida curtos e a possibilidade de recombinação genética através da reprodução sexuada que lhes permite uma rápida adaptação às alterações ambientais (Barbieri, et al., 2006) e por serem sensíveis a variações na frequência das marés, na salinidade, no tipo de substrato, na disponibilidade de alimento e na temperatura, tornam-se excelentes bioindicadores, permitindo estabelecer uma zonação vertical de alta resolução na zona intertidal (Scott et al., 1980). Esta zonação vertical, ao ficar registada no conteúdo sedimentar do estuário, permite inferir acerca das mudanças relativas do nível do mar para esse local.

Desta forma, estudos paleobiológicos com base nas paleotanatocenoses permitem recriar um contexto histórico essencial no entendimento das atuais distribuições dos

organismos, das escalas temporais a que ocorrem mudanças ecológicas e as respostas do biota passado às modificações impostas ao habitat direta ou indiretamente pela subida do nível médio do mar.

1.4. Objetivos

O objetivo do presente trabalho foi contribuir para a reconstrução do nível médio do mar durante o Holocénico, em duas localidades: estuário do Rio Potengi (Brasil) e Ria Formosa (Portugal) através da caracterização do ambiente deposicional com base nas paleoassociações de foraminíferos bentónicos. Para cumprir tal objetivo, efetuou-se a análise da microfauna fóssil em cinco sondagens ao longo do estuário do Rio Potengi e cinco sondagens no sistema lagunar da Ria Formosa, cruzando estes dados com os dados análise granulométrica e das datações por radiocarbono.

No estuário do Potengi foram também amostrados dois transeptos atuais, com o intuito de observar se a comunidade fóssil prevalece no registo atual. Foi também analisada a granulometria e alguns constituintes do sedimento, nestes dois transeptos, com o intento de observar como se distribuem as associações atuais de foraminíferos de acordo com essas variáveis.

2. Caracterização dos locais de estudo

2.1. Estuário do Rio Potengi

Ao longo da costa brasileira, os ecossistemas de mangal são encontrados na costa Norte no Estado de Amar até Laguna e na costa Sul no Estado de Santa Catarina. Os mangais estão expostos a muitos processos naturais, tais como a variação do nível médio do mar e a erosão costeira que podem modificar o seu desenvolvimento e distribuição geográfica (Amaral et al., 2006).

O litoral do nordeste é uma das áreas mais dinâmicas da costa brasileira. O seu clima semiárido, a presença de rios intermitentes, a exposição direta do litoral ao oceano aberto e os ventos alísios, fazem com que a área seja particularmente sensível aos efeitos das mudanças globais. Por outro lado, o elevado número de rios e suas pequenas barragens (superior a 80%), a rápida ocupação do litoral por atividades turísticas, a expansão urbana e o cultivo de marisco têm alterado significativamente as condições ambientais dessa parte da costa (Lacerda et al., 2006).

Este estudo foi realizado no estuário do Rio Potengi que fica situado no Estado do Rio Grande do Norte, nordeste brasileiro (lat: 540' e 555' S, long: 355' e 3525'W). O estuário é formado pelas águas dos Rios Potengi, Jundiá e Doce,  dos estuários mais largos da costa nordeste brasileira (Silva et al., 2006 e 2007; Souza et al., 2010). O estuário do Rio Potengi faz fronteira com os municípios de Macaba, São Gonçalo do Amarante e Natal (Souza et al., 2010).

A sua nascente está localizada no município de Cerro Cor e a sua foz na capital Natal. O seu delta foi descoberto pelos primeiros colonos, que o denominaram de rio grande, pelo seu vasto leito e extensão. O Rio Jundiá cobre uma área independente com uma descarga mais pequena que o Rio Potengi e com esta descarga pequena o Rio Jundiá é mais influenciado pelas marés. O Rio Doce tem a mais pequena entrada de água para o estuário com uma descarga de $2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ aproximadamente, durante todo o ano (Silva et al., 2001).

O estuário do Rio Potengi tem uma extensão de 18 km, com uma largura que ronda entre 400 a 600 m (Silva et al., 2001) e uma profundidade de 15 m (Souza et al., 2010). O Rio Potengi cobre uma área de 3180 km^2 , com um curso total de 176 km e uma descarga de $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ no período de chuva (Fevereiro-Agosto). A temperatura da água varia de 26,5 a 29,0 C

durante todo o ano (Silva et al., 2006 e 2007). No verão o clima é seco (de Outubro a Dezembro) e no inverno o clima é chuvoso, cerca de 2,000 mm/ano (Silva et al., 2006). A amplitude de maré é de 2,83 m e produz correntes com velocidades aproximadas a $1,0 \text{ m s}^{-1}$ (Souza et al., 2010). A principal área estuarina estende-se cerca de 10 km para o interior, desde a montante até à convergência dos dois rios (Potengi e Jundaí) e dispõe de cerca de 25 km^2 de mangais, zonas lodosas, riachos e canais de maré fortemente influenciados pela aquacultura intensiva de camarão, que se desenvolveu durante as últimas três décadas (Silva et al., 2007).

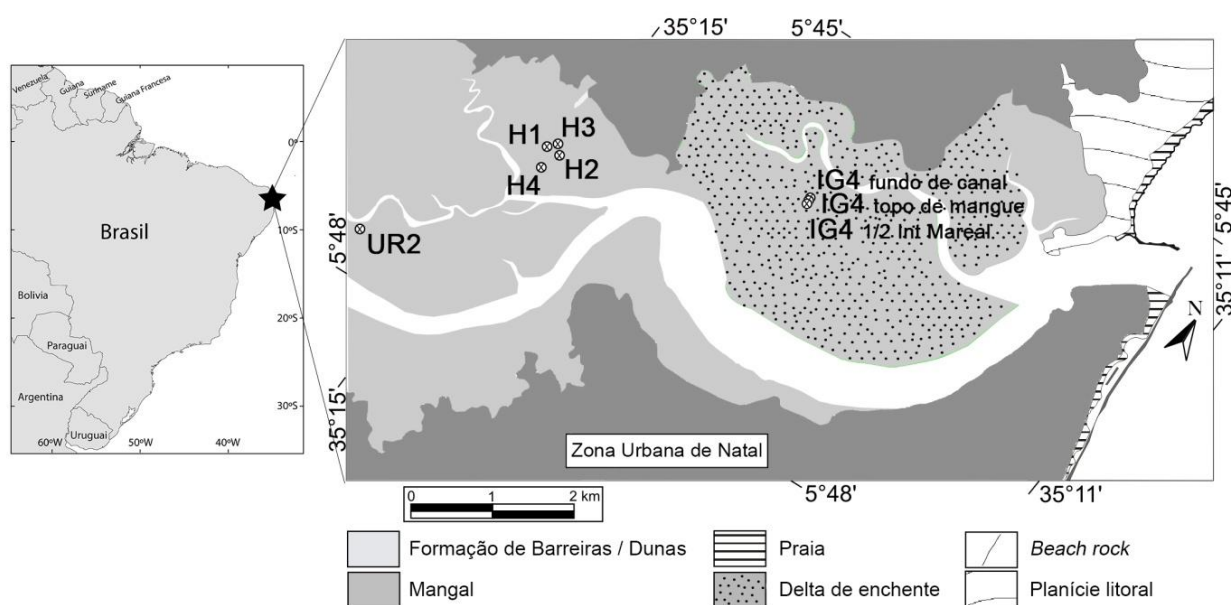


Fig. 2.1. – Área de estudo no Brasil, com a localização das sondagens (H1, H2, H3, H4 e UR2) e o Transepto atual IG4.

As coordenadas geográficas destes pontos podem ser consultadas no Anexo 1, Tabela Ia e Ib

2.2. Sistema lagunar da Ria Formosa

As lagunas costeiras ocupam 13% do litoral mundial, distribuindo-se desde zonas tropicais até aos polos. Na Europa, apenas 5% do litoral se insere nesta categoria, sendo o continente com menor proporção de lagunas costeiras, que se concentram sobretudo, no litoral banhado pelo Mar Báltico, pelo Mar Mediterrâneo e pelo Mar Negro (Barnes, 1980; 1994).

A Ria Formosa é um sistema lagunar situado a este do litoral Algarvio. É separada do mar por uma série de ilhas barreira arenosas que se desenvolvem paralelamente à costa, numa extensão de 55 km, desde o Ancão até Cacela. Atinge uma largura máxima de 6 km entre Faro e Cabo de Santa Maria, e possui a área total de cerca de 11.000 hectares. Este sistema

lagunar é formado por dunas e aluviões marinhos arenosos, seccionados por vários canais ou barras, através dos quais se estabelece a comunicação com o oceano (Andrade, 1985). A amplitude de marés é cerca de 2 m (Calvário, 1986) e a salinidade da água apresenta uma certa regularidade (Andrade, 1985), com valores médios mais elevados em Agosto, entre 35,0 e 37,7‰, e mais baixos em Fevereiro, entre 26,8 e 35,0‰, como descrito por Ataíde e Benoliel (1979). Os mesmos autores referem que a temperatura da água apresenta, tal como a salinidade, os valores mais baixos em Fevereiro, entre 13,7 e 15,9 °C, e os mais elevados em Agosto, entre 23,0 e 27,0 °C.

Nos sistemas lagunares, o ambiente de sapal pode ocupar vastas zonas e representa um dos mais extremos de todos os ambientes de transição devido às grandes variações na temperatura, salinidade e pH (Frisoni et al., 1984).

A formação do sapal está relacionada com a implantação de diversas cinturas de vegetação que desempenham um papel fundamental no processo de sedimentação. Com efeito, não só fornece abundantes detritos vegetais que as correntes de maré transportam, como retém detritos, que formam um denso enfechado, capaz de retardar o movimento das águas e reter os sedimentos em suspensão (Teixeira e Alvim, 1978).

Em zonas de alternância imersão/emersão encontra-se uma cintura com um coberto de *Spartina maritima*, a qual é gradualmente substituída por outra, de *Arthrocnemum perene*, normalmente pouco extensa, comparativamente com as formações envolventes. Em zonas com um maior gradiente de altitude encontra-se um povoamento constituído quase exclusivamente por *Arthrocnemum fruticosum*, mas qualquer alteração dos fatores físicos pode provocar um alastramento de *Atriplex portulacoides*. Seguem-se ainda três cinturas, geralmente monoespecíficas, dominadas, respetivamente, por *Arthrocnemum glaucum*, *Sueda vera* e *Salsola vermiculata*. O último agrupamento vegetal inclui *Atriplex halimus*. A estrutura das fitocenoses, que depende essencialmente da salinidade, permite dividir o sapal da Ria Formosa em vários andares, de acordo com as características (Cruz, 1982).

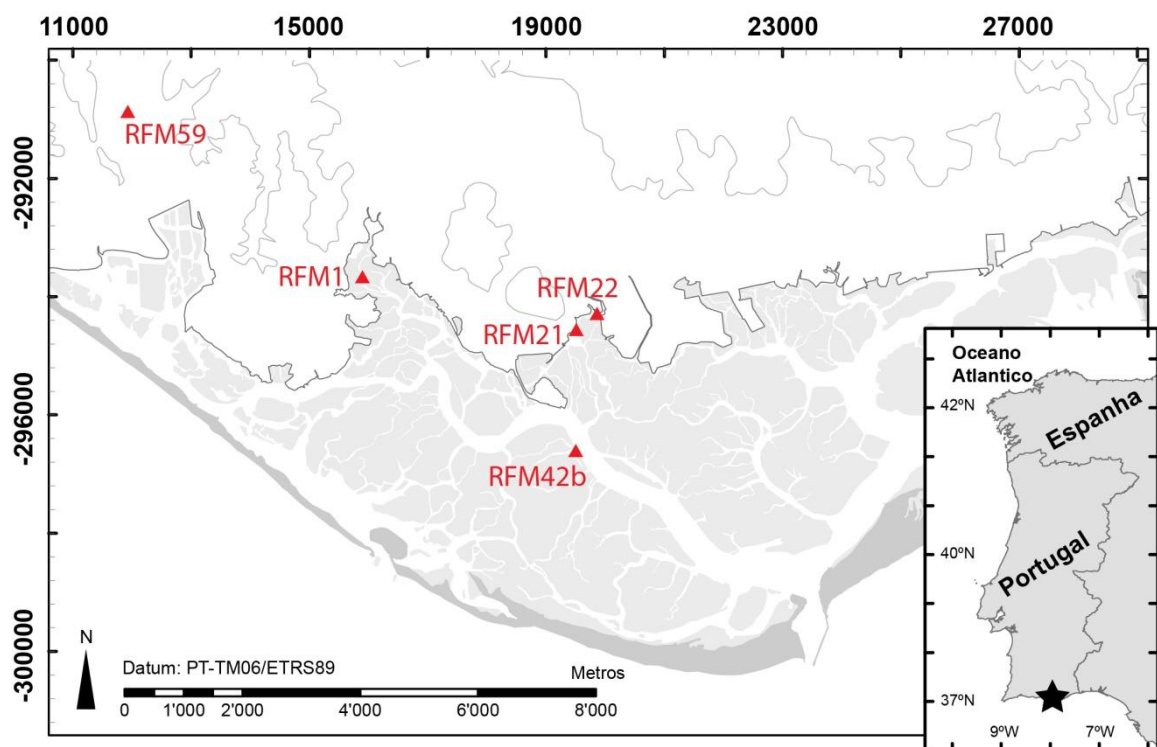


Fig. 2.2. Área de estudo em Portugal, com a localização das sondagens (RFM1, RFM21, RFM22, RFM42b e RFM59), no sistema lagunar da Ria Formosa.

As coordenadas geográficas destes pontos podem ser consultadas no Anexo 1, Tabela II

2.3. Evolução Holocénica do nível médio do mar

Nos últimos 20.000 anos vários movimentos de natureza eustática e isostática induziram episódios de natureza transgressiva e regressiva, os quais afetaram profundamente os sistemas sedimentares. Estes movimentos estão relacionados com a última glaciação (18.000 anos BP; Before Present, isto é antes do presente), com os diferentes episódios da deglaciação que se lhe seguiu, e com as oscilações verificadas no decurso do Holocénico (Dias, 1989; Edwards, 2013).

O Holocénio é a época mais recente da história da terra, abrangendo os últimos 10.000 anos radiocarbono. Sendo estes 10.000 anos radiocarbono correspondentes a cerca de 11.500 anos do calendário solar (Smith et al., 2011). Este período é caracterizado por um clima mais ameno que o período glaciário anterior, onde as calotes polares não só cobriam a Antártica e a Gronelândia, mas também parte da América do Norte e norte da Europa (Pirazzoli, 1991). Entre os 10.000 e os 6.000 Cal anos BP, com a redução da extensão das calotes polares, o nível médio do mar subiu rapidamente e nas zonas vestibulares dos rios desenvolveram-se os

sapais, seguindo-se de um abrandamento da taxa de subida do nível médio do mar a partir dos 6.000 Cal anos BP (Davidson-Arnott, 2010; Moura et al., 2006).

Os estuários e as lagoas costeiras são ambientes em constante evolução natural e grande parte destes sistemas teve início no Quaternário recente. Estes sistemas são preenchidos progressivamente com sedimentos, bioclastos e matéria orgânica resultante das trocas entre mar e terra. Os sedimentos podem contar a história do estuário/lagoa e, juntamente com as associações de microfósseis podem ser usados como *proxies* na reconstrução paleoambiental. (Boomer e Horton, 2006; Scott et al., 1980, Scott et al., 2001).

Na costa brasileira foram realizados vários estudos sobre as oscilações do nível médio do mar e foi proposto que um auge transgressivo no início do Holocénico (10.000 Cal anos BP) durando até ao Holocénico médio, por volta de 5.500 Cal anos BP, e, posteriormente, duas oscilações negativas do nível do mar, que ocorreram entre 4.100 e 3.800 Cal anos BP e entre 3.000 e 2.700 Cal anos BP (Angulo e Lessa, 1997; Laprida et al., 2007; Martin, 2003; Suguio et al., 1985). Um modelo realizado por Milne e os seus colaboradores (2005) sugere que o episódio transgressivo do nível médio do mar ocorreu na América do Sul por volta dos 7.000 Cal anos BP, altura em que a taxa de água de degelo retarda para baixo e é definido para ser igual a zero depois de 5.000 Cal anos BP. A camada de gelo da Antártida é uma fonte potencial deste sinal. O modelo sugere um período de relativa estabilização do nível do mar entre 7.000 e 5.000 Cal anos BP, ficando estável após então, devido ao ajuste isostático glacial.

Foram realizados alguns estudos sobre a variação do nível médio do mar em Portugal, nomeadamente na estação de Cascais e de acordo com os dados publicados, o nível médio do mar teria descido uma média de 0,5 mm/ano entre 1882 e 1920, após o que se registou uma subida média de 1,7 mm/ano até ao presente (Dias e Taborda, 1988).

No estuário do Guadiana foi proposta uma abordagem cronológica de transgressão pós-glacial marinha, baseada em sequências sedimentares, datações de carbono 14 (^{14}C) e análise da microfauna fóssil (Boski et al., 2008). A interpretação desses dados multi-proxy levou ao reconhecimento de duas fases distintas do nível do mar: uma fase acelerada de enchimento por sedimentos argilosos contendo foraminíferos de sapal (*Trochammina*), começando por volta de 9.800 Cal anos BP, e uma segunda fase mais lenta da elevação do nível mar por volta de 6.500 Cal anos BP, com sedimentação predominantemente arenosa dentro do estuário

cercado por areia. Esta segunda fase durou até aos 5.000 Cal anos BP, quando o mar atingiu seu nível atual.

Estudos posteriores realizados no estuário do Rio Guadiana permitiram elaborar uma curva de nível do mar local (Delgado et al., 2012). Desde o início do Holocénico até ao Holocénico médio, o nível médio do mar subiu com uma taxa próxima a 7 mm por ano e desde do Holocénico médio até ao presente, a taxa de aumento do nível do mar desacelerou para 1,8 mm por ano. A relação idade / profundidade para esse período é menos linear do que na fase anterior, pois a sedimentação não era sincronizada em todos os locais devido à redução do espaço de acomodação de sedimentos.

No mesmo ano Camacho (2012), concluiu que ocorreu uma transgressão holocénica, para o estuário do Guadiana, entre os 9.300 e 3.500 Cal anos BP. Dos 3.500 Cal anos BP até ao presente ocorreu uma fase de estabilização do nível médio do mar.

Andrade e os seus colaboradores (2004) realizaram estudos estratigráficos, sedimentológicos e paleoecológicos nos sedimentos lagunares da Ria Formosa e concluíram que a base do enchimento sedimentar da Ria Formosa corresponde a uma superfície, em ambiente marinho clástico, aberto a ondas e correntes de maré, anterior à formação do sistema de barreira. Estes resultados sugerem a transição gradual da sedimentação subtidal a um lodaçal intertidal, perto de sapais, o que implica um processo generalizado de assoreamento, essencialmente envolvendo carga suspensa de proveniência terrestre, redistribuída por correntes de maré para um ambiente marinho abrigado e confinado. Apesar do pequeno número de datações, eles sugerem que o estabelecimento do ambiente lagunar, o que implica a configuração anterior das barreiras, ocorreu entre cerca de 5.700 e 4.800 anos BP, um intervalo de tempo que se encaixa com a idade proposta para a diferenciação das outras barreiras lagunares da costa sudoeste portuguesa (Freitas et al., 2002; 2003).

3. Metodologia

3.1. Estratégia de amostragem

O presente estudo foi fundamentado em cinco sondagens e em dois transeptos atuais, para o estuário do Potengi e em cinco sondagens para o sistema lagunar da Ria Formosa. Sendo analisadas um total de 71 amostras para microfauna e para granulometria, 5 amostras para análise de alguns constituintes do sedimento e para datação foram enviadas 13 amostras.

3.1.1. Estuário do Potengi

As sondagens, no estuário do Potengi foram realizadas em Outubro de 2010 atingindo os 7,00 m de profundidade, para as sondagens H (H1, H2, H3 e H4) e 8,00 m de profundidade, para a sondagem UR2. Estas sondagens foram recolhidas na zona intertidal estuarina, onde predomina o ambiente de mangal, situando-se na parte inferior de viveiros de camarão, cuja elevação vertical encontra-se na gama de ± 20 cm em relação ao nível médio do mar. As sondagens H ficaram localizadas no Jardim de Lola (Fig. 2.1; Anexo 1, Tabela Ia), ocupando uma área protegida, de pouca energia enquanto a sondagem UR2 (Uruaçu) ficou situada na ligação dos canais Potengi e Jundiaí (Fig. 2.1; Anexo 1, Tabela Ia), cerca de 2,4 km SW do Jardim de Lola.

As sondagens foram recolhidas manualmente com uma sonda de meia cana, tipo Eijkelpkamp, com uma taxa de recuperação da sondagem, variando entre 100% em horizontes siltosos e ricos em matéria orgânica a 60% em horizontes de silte arenosa. Por vezes a inserção da sonda foi dificultada por ramos/raízes de mangal vermelho, em particular nas secções mais baixas das sondagens. As amostras para microfauna, granulometria e datação foram recolhidas no campo, durante a descrição das sondagens e mantidas em caixas refrigeradas para posterior análise.

As amostras para microfauna foram recolhidas a partir de 1,00 m de profundidade e consoante a variação sedimentológica, onde o intervalo de amostragem foi irregular, variando entre 3 a 4 amostras por sondagem, perfazendo um total de 17 amostras, nas cinco sondagens e para cada amostra de microfauna foi também recolhida uma amostra para granulometria. Para análise de radiocarbono foram recolhidas à mão conchas de moluscos e restos orgânicos, tendo-se sempre em conta que as válvulas dos moluscos se encontravam fechadas.

Os dois transeptos (06 e IG4) atuais foram realizados em Outubro de 2011, na zona intertidal de mangal, a recolha das amostras superficiais para análise microfaunística foi feita de acordo com a vegetação dominante, sendo analisado o primeiro centímetro (0-1cm) e de modo a exibir alguns andares de mangal (Fig. 2.1; Anexo 1, Tabela Ib). A zona mais alta do mangal, onde só fica submersa na maré viva máxima a vegetação dominante foi constituída por *Avicennia schaueriana* enquanto na zona média à mais baixa do mangal a vegetação dominante foi constituída por *Rhizophora mangle*.

No transepto 06 recolhidas duas amostras superficiais para análise microfaunística, foram designadas de 06 Topo e 06 Meio. A amostra 06 Topo, foi recolhida na zona de mangal alto e a amostra 06 Meio, foi recolhida na zona de mangal médio a mangal baixo.

No transepto IG4 foram recolhidas três amostras superficiais para análise microfaunística, as amostras IG4 Topo de Mangue, IG4 Fundo de Canal e IG4 ½ Int. Mareal. Onde a amostra IG4 Topo de Mangue corresponde à zona mais alta do mangal, a amostra IG4 Fundo de Canal corresponde à amostra recolhida na zona de planície lodosa/canal de maré e a amostra IG4 ½ Int. Mareal corresponde à amostra recolhida na zona de mangal médio a mangal alto, perfazendo um total de 5 amostras para os dois transeptos.

Para cada amostra de microfauna foi também recolhida uma amostra para granulometria e uma amostra para a análise de carbono orgânico, carbono inorgânico, oxigénio e enxofre (isto é, nutrientes).

3.1.2. Sistema lagunar da Ria Formosa

As sondagens no sistema lagunar da Ria Formosa foram realizadas de Maio a Junho de 2012, no âmbito do Projeto SIHER, sendo recolhidas durante a maré baixa na zona intertidal de sapal (Fig. 2.2; Anexo 1, Tabela II). Estas sondagens variaram em profundidade e número de amostras recolhidas, atingindo-se a profundidade de 4,00 m, para as sondagens RFM1 e RFM42B, a profundidade de 6,50 m, para a sondagem RFM22, a profundidade de 7,00 m de para a sondagem RFM59 e a profundidade de 9,00 m para a sondagem RFM21.

As sondagens foram recolhidas manualmente com uma sonda de meia cana, tipo Eijkelkamp, com uma taxa de recuperação da sondagem, variando entre 100% em horizontes siltosos e ricos em matéria orgânica a 60% em horizontes de silte arenosa. Por vezes a perfuração da sonda foi dificultada por sedimentos constituídos basicamente por areias

compactas e argila, particularmente nas secções mais profundas de algumas sondagens, não se conseguindo perfurar mais a partir daí. As amostras para microfauna, granulometria e datação foram recolhidas no campo, durante a descrição das sondagens e mantidas em sacos de plástico, devidamente etiquetados, para posterior análise.

As amostras para microfauna foram recolhidas consoante a variação sedimentológica, onde o intervalo de amostragem foi irregular, variando entre 2 a 3 amostras por cada metro, para as sondagens RFM21 e RFM59 e a média de 1 amostra por cada metro para as sondagens RFM1, RFM22 e RFM42B, perfazendo um total de 49 amostras, nas cinco sondagens e para cada amostra de microfauna foi também recolhida uma amostra para granulometria. Para análise de radiocarbono foram recolhidas à mão conchas de bivalves e gastrópodes com as válvulas intactas e sedimento (por exemplo: restos vegetais, madeira e turfa).

3.2. Métodos e técnicas micropaleontológicas de laboratório

3.2.1. Amostragem bio-sedimentológica

Com o intuito de analisar o conteúdo microfaunístico das sondagens foi efetuada uma amostragem bio-sedimentológica em que foram recolhidos cerca de 10 cc (cm³) de sedimento, colocados imediatamente em frascos de plástico devidamente identificados. Para as amostras atuais foram retirados 40 cc de volume e para o tratamento dos dados foi contabilizada a população total (indivíduos mortos e indivíduos vivos).

3.2.2. Lavagem, crivagem e preparação das amostras para contagem e classificação

As amostras foram lavadas com água corrente através de uma mangueira de pequeno diâmetro, numa coluna de crivos de 500 e 63 µm, para separar as frações granulométricas onde existiam probabilidades de encontrar foraminíferos. Depois de lavada a fração foi observada à lupa binocular e descrita. As amostras com excesso de matéria orgânica foram decantadas, separando assim a fração útil da maioria do material importuno à observação. O conteúdo resultante da decantação, bem como as outras frações (500 e 63 µm), foi guardado em álcool para posterior observação.

De acordo com o tipo de amostra foram utilizados dois métodos diferentes de processamento: para amostras muito arenosas e com poucos foraminíferos aplicou-se o método de flutuação (onde a amostra foi observada seca), que consiste em fazer flutuar os foraminíferos do resto da amostra através da utilização de um reagente pesado, o tetracloreto de carbono (CCl_4). Após a lavagem as amostras são secas numa estufa, à temperatura de 40°C , até secarem completamente. Depois de seco, o material é colocado numa ote, local onde se processa toda a técnica, devido à perigosidade do reagente e o material deve ser manuseado com luvas.

Para cada flutuação prepara-se um papel de filtro, identificando-o e dobrando-o em quartos até atingir a forma cónica de um funil. O papel é colocado num funil de vidro e este por sua vez pousado dentro de um Erlenmeyer. De seguida, enche-se com CCl_4 cerca de $\frac{1}{4}$ de um copo de precipitação de 250 ml. Para este copo verte-se, delicadamente, o conteúdo da amostra seca através de pequenas pancadas no frasco de plástico contendo a amostra para que esta liberte, gradualmente, o seu conteúdo sobre o menisco do reagente. Com o auxílio de um esguicho contendo CCl_4 drena-se devagar o menisco e o restante CCl_4 para o papel de filtro colocado no funil. Os lados do papel são igualmente escorridos até que o produto flutuado se concentre no fundo do cone de papel de filtro. Após esta fase dobra-se o topo e os lados do papel protegendo o flutuado do exterior. Por fim deixa-se o papel secar na ote assim como o afundado que ficou no copo. O CCl_4 é reciclado e preparado para a amostra seguinte.

Para amostras com elevado conteúdo em matéria orgânica e/ou elevado número de foraminíferos utilizou-se o Divisor Preciso de Plâncton (Scott e Hermelin, 1993) (Anexo 2, Fig 1), cuja função consiste em dividir a amostra húmida em 8 partes iguais facilitando assim a identificação e contagem dos indivíduos. O referido aparato é composto por uma coluna cilíndrica com 40 cm de altura e 11 cm de diâmetro e por uma base compartimentada em 8 divisões iguais. Depois de montado o aparato, enche-se a coluna com água a $\frac{3}{4}$ do seu volume, colocando-se de seguida e de forma uniforme a amostra com o auxílio de água corrente adicionada por uma mangueira de pequeno diâmetro. O sedimento leva, no mínimo, uma hora assentar, ao fim da qual a água é drenada por uma válvula, possibilitando deste modo a retirada da coluna. Fica depositado em cada uma das divisões $\frac{1}{8}$ da amostra com uma quantidade muito semelhante às restantes. O conteúdo de cada uma das oito parcelas é escorrido e depositado num recipiente próprio para o efeito. Foram utilizadas placas de petri de fundo quadriculado para facilitar a contagem.

3.2.3. Triagem e contagem dos organismos

Na observação e contagem das amostras foi utilizada uma lupa binocular modelo Olympus SZX7 (Anexo 2, Fig. 2a) com uma ampliação de 112x. As amostras foram observadas numa caixa de petri quadriculada (Anexo 2, Fig. 2b) e para o manuseamento dos foraminíferos foi necessário um estilete e um pincel de pelo muito fino (Anexo 2, Fig. 2d), com o qual se apanhava os espécimes. Na grande maioria das amostras, todos os indivíduos contados foram retirados e colados em porta-foraminíferos, também designados por *célula múltipla* (Anexo 2, Fig. 2c), para constituírem, no seu conjunto, uma coleção de referência. A cola utilizada para este efeito foi o gel comum para o cabelo. A colagem dos foraminíferos nas células múltiplas permite realizar coleções representativas das associações faunísticas existentes em determinada amostra e a sua observação sempre que necessário. Permitem fotografar as carapaças nos vários ângulos de interesse e permitem ainda efetuar comparações entre as amostras.

3.2.4. Método de contagem

O estudo rigoroso da repartição espacial e temporal das biocenoses e tanatocenoses passa obrigatoriamente pela contagem dos indivíduos de cada espécie (Debenay et al., 1996). A maioria dos autores concorda que as amostras apenas são estatisticamente válidas quando se encontram 300-400 indivíduos no mínimo (Lowe e Walker, 1997). Vários cálculos de probabilidades, baseados na análise binomial ou na distribuição de Poisson, demonstram que numa população de 300 indivíduos, existem 95% de probabilidades de encontrar todas as espécies que representem, pelo menos, 1% da associação total de foraminíferos bentónicos (Wright e Hay, 1971 in Fatela, 1995). O processamento de populações com mais de 300 indivíduos não contribui com mais precisão para o estudo das associações, pelo que alguns autores utilizam populações com apenas 100 indivíduos (Fatela e Taborda, 2002). Atendendo a que nem sempre os 300 indivíduos são obtidos com facilidade, Fatela e Taborda (2002) testaram a validade de amostras de 100 a 300 espécimes e os resultados demonstram que as espécies mais abundantes mantêm a sua importância relativa em ambos os agrupamentos. Os mesmos autores verificaram ainda, com uma segurança igual a 99%, que existe correlação positiva entre os resultados obtidos na contagem de 300 e de 100 indivíduos, relativamente aos foraminíferos bentónicos das amostras testadas. No presente trabalho, o valor de referência para a contagem foi de 300 indivíduos, usando para cálculos de diversidade um

número igual ou superior a 100. Como auxiliar para a identificação das espécies de foraminíferos foram usados vários guias de identificação, nomeadamente, Loebich e Tappan (1988), Colom (1974), Jones (1994) e Boltovskoy et al. (1980) e consultados vários artigos científicos.

3.3. Características do sedimento

3.3.1. Granulometria

A análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras (presumivelmente representativas dos sedimentos) e no tratamento estatístico dessa informação.

Para cada amostra recolhida determinou-se a média granulométrica dos sedimentos e efetuou-se a análise granulométrica recorrendo-se ao aparelho Malvern Mastersizer.

O instrumento utiliza o princípio da difração da luz para determinar o tamanho da partícula. Um feixe de laser é enviado em direção à amostra líquida a ser analisada. Quando o feixe colimado encontra as partículas, é difratado e, subsequentemente detetado por meio de lentes, no detetor. Quanto menor o tamanho da partícula, maior será o ângulo de difração.

Em primeiro lugar elimina-se a matéria orgânica do sedimento, juntando água oxigenada ao sedimento. Aquece-se a mistura numa placa elétrica na ote e espera-se que a matéria orgânica se evapore, lava-se depois o sedimento com água destilada.

Em segundo lugar, foi feito o alinhamento do laser com 500 a 600 ml de água padrão (água destilada) este alinhamento é feito uma vez por secção de trabalho.

Antes de se efetuar a granulometria, a amostra é sujeita a dispersão e estabilização, com o objetivo de desaglutinar e desagregar as partículas ao máximo, para se obter uma suspensão em que as partículas estejam todas individualizadas.

Para efetuar este procedimento, colocaram-se 500 a 600 ml de água destilada com hexametáfosfato de sódio na proporção de 1 g para cada litro de água. De seguida, juntou-se um pouco de suspensão da amostra até atingir a quantidade suficiente para a leitura no Malvern Mastersizer. Após cada análise granulométrica, lavou-se a célula do aparelho com 500 a 600 ml de água da torneira durante cerca de 1 minuto e repetiu-se mais duas vezes.

De acordo com o intervalo do tamanho do grão obtido pela análise do Malvern Mastersizer e segundo a Escala de Udden-Wentworth para os diferentes tamanhos de grão (Anexo 8), foi indicado o tipo de sedimento correspondente a cada amostra.

3.3.2. Matéria orgânica

O conhecimento da (s) fonte (s) de matéria orgânica em sedimentos de ambientes parálicos e os fatores que controlam a sua distribuição são importantes para a compreensão dos ciclos biogeoquímicos globais. Nestes sistemas de transição a produção primária gera grandes quantidades de matéria orgânica em que uma parcela significativa afunda através da coluna de água e, finalmente é preservada nos sedimentos (Budge e Parrish, 1998). A origem e o destino da matéria orgânica nos sedimentos de ambientes parálicos têm sido amplamente discutido por vários autores. Os seus trabalhos sugerem que a matéria orgânica surge a partir de uma mistura complexa de fontes alóctones e autóctones, incluindo a produção primária de plantas e do fitoplâncton, e contribuições de transporte das marés e descargas industriais (Meziane et al, 1997; Marchand et al., 2003). Qualquer uma destas formas fornece matéria orgânica dissolvida, que alimenta bactérias e assim é reciclada para a cadeia alimentar (CSIRO, 2000).

A análise total do carbono orgânico, carbono inorgânico, azoto, hidrogénio e enxofre nas amostras atuais do estuário do Potengi foi realizada na Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade do Algarve, usando uma cromatografia de gás.

Antes de se efetuar a análise, as amostras foram liofilizadas e posteriormente moídas e homogeneizadas num moinho (Micromill Pulverisette de Fritsch). Para determinar o total de carbono orgânico (COT), hidrogénio (HT), azoto (NT), e enxofre (ST), duas alíquotas de cerca de 20 mg foram acondicionadas em copos de prata. Uma das alíquotas foi submetida a descarbonização usando 25% de HCl (ácido clorídrico) antes da análise num analisador elementar EA1108 Carlo Erba C/H/N/S e à outra alíquota não se adicionou HCl. Antes da análise ambas as alíquotas de prata foram fechadas. A concentração de carbono orgânico total foi obtida a partir da leitura instrumental direta de uma amostra descarbonizada e o carbono inorgânico foi calculado a partir da diferença de pesos, entre a leitura do carbono orgânico total de uma amostra não tratada e o total de carbono orgânico.

3.4. Análise dos dados das populações de foraminíferos

3.4.1. Densidade faunística (Ni)

A densidade faunística exprime a quantidade de foraminíferos encontrados numa amostra e obtém-se através de vários métodos: número de foraminíferos por peso, volume ou superfície (Boltovskoy e Wright, 1976 in Fatela, 1995).

No presente trabalho a densidade faunística foi calculada por volume, tendo sido contabilizado o número de indivíduos em 10 cc de sedimento, para fósseis e 40 cc para atuais.

3.4.2. Abundância

A primeira análise dos dados obtidos pela triagem e contagem de foraminíferos encontra-se baseada sobre as suas abundâncias relativas. Estas foram calculadas para cada espécie em função do tamanho de cada amostra.

As abundâncias relativas traduzem o “peso” de cada espécie no conjunto total. Esta “ligação” entre os valores constitui um sistema fechado: se numa amostra a abundância relativa de uma espécie aumenta, todas as outras espécies do mesmo conjunto diminuem (Fatela, 1995).

Este valor foi calculado para cada espécie em função do tamanho de cada amostra utilizando-se para isso a seguinte fórmula:

$$Aspi = xspi * 100/Ni$$

em que $Aspi$ é a abundância relativa da espécie i , $xspi$ é número de indivíduos da espécie i na amostra e Ni é o número total de indivíduos na amostra.

3.4.3. Dominância

A dominância é a tendência de algumas espécies abrangerem uma grande parte do conjunto, sendo geralmente avaliada com base na percentagem das espécies da amostra (Boltovskoy e Totah, 1985; Martins, 1997).

Segundo Fatela (1995), os estudos semi-quantitativos das espécies são baseados na seguinte classificação:

- Dominantes - > 20%
- Comuns – 10% - 20%
- Acessórias – 5% - 10%
- Raras - < 5%

Boltovskoy e Totah (1995) e Martins (1997) aceitaram, 10% como o valor crítico para o reconhecimento de dominância.

3.4.4. Constância

A constância de uma espécie expressa a persistência da sua presença num determinado conjunto de amostras.

A constância das espécies mais representativas nas áreas estudadas (com abundância superior a 10%) foi calculada em termos de percentagem usando a expressão sugerida por Sánches-Ariza (1983 in Martins, 1997).

$$C = (p * 100)/P$$

em que p é o número de amostras contendo determinada espécie e P é o número total de amostras estudadas.

De acordo com os critérios de Dajos (1978 in Martins, 1997) foram consideradas *constantes* espécies presentes em mais de 50% do total de amostras.

3.4.5. Critérios de classificação

Foram deixadas em nomenclatura aberta, por não permitirem uma determinação específica segura devido a dúvidas na identificação sistemática, algumas formas dos géneros: *Ammobaculites*, *Bolivina*, *Bulimina*, *Cassidulina*, *Cibicides*, *Discorbis*, *Eggerella*, *Elphidium*, *Fissurina*, *Fursenkoina*, *Glabratella*, *Haplopragmoides*, *Lagena*, *Nonion*, *Rosalina*, *Reophax*, *Spirillina*, *Textularia*, *Trifarina*, *Trochammina* e *Uvigerina*.

Foram ainda criados cinco grupos taxonómicos artificiais, todos eles contendo indivíduos indeterminados, divididos de acordo com o tipo e estado da carapaça:

- **Indeterminados aglutinados**, constituídos por indivíduos de carapaça aglutinada demasiado pequena ou suficientemente danificada para impossibilitar a identificação;

- **Indeterminados calcários**, constituídos por indivíduos calcários, muito retrabalhados, partidos e/ou muito pequenos;

- **Miliolídeos**, constituídos somente por indivíduos calcários porcelanosos que não foram possíveis identificar e muito partidos e/ou muito pequenos

- **Planctónicos**, constituídos somente por formas planctónicas;

- **Forros internos (Linings)**, constituídos apenas por interiores orgânicos que permanecem preservados mas sem qualquer indício de carapaça.

3.4.6. Razão Aglutinados / Calcários

Os foraminíferos podem ser divididos em três grandes grupos (descrito anteriormente) com base na composição da carapaça: aglutinados, calcários porcelanosos e calcários hialinos (Douglas, 1979).

A razão Aglutinados / Calcários é uma medida indireta das condições de salinidade (Douglas, 1979). No presente trabalho foi calculada a razão A/C para cada amostra, com a finalidade de detetar a presença de águas com menor salinidade e foi ainda apreciada a abundância de foraminíferos porcelanosos, hialinos e aglutinados, para o que se utilizou a expressão:

A razão Aglutinados/Calcários é a percentagem de aglutinados em função do conjunto total, ou seja:

$$A/C(\%) = A * 100/N_i,$$

em que A é o número total de carapaças aglutinadas e Ni o número total de indivíduos.

Esta proporção é facilmente determinada, uma vez que dispensa a identificação taxonómica, bastando para tanto apenas separar as espécies em cada uma das duas categorias (Douglas, 1979).

3.4.7. Diversidade

A diversidade é uma medida de maturidade e de estabilidade de determinado ambiente (Boltovskoy e Totah, 1985), existindo, portanto, uma nítida relação entre a diversidade de uma associação de foraminíferos e o tipo de ambiente em que ela vive.

É difícil descrever uma determinada comunidade de organismos com base na mera observação de sua lista de espécies. Em virtude deste facto e tendo em vista uma melhor compreensão da estrutura de uma comunidade aplicam-se, geralmente, índices matemáticos de diversidade (Martins, 1997).

A diversidade é constituída por duas componentes: o número de espécies ou riqueza específica e a descrição das suas abundâncias relativas ou equitabilidade (Magurren, 1991; Lin, 1992).

3.4.7.1. Número de espécies ou riqueza específica (S)

É definida como sendo o número de espécies por número específico de indivíduos ou biomassa (Kempton, 1979 in Magurren, 1991). É um índice comum em estudos aquáticos (Magurren, 1991).

Constituí a mais fácil e rápida medida de diversidade. Contudo, a fiabilidade do valor de (S) é limitada pelo tamanho da amostra. Por isso, a determinação da riqueza específica é apenas útil quando se estudam amostras com a mesma dimensão ou quando o valor (S) é aplicado em conjunto com outros métodos (Magurren, 1991).

3.4.7.2. O índice de diversidade de SHANNON (Hs)

Assume que todos os indivíduos são amostrados ao acaso de uma população “indefinidamente grande” e que todas as espécies estão representadas na amostra (Pielou, 1975 in Magurren, 1991). A fórmula do índice de SHANNON é:

$$H_s = - \sum p_i * \ln p_i$$

em que $p_i = n_i/N$, p_i é a proporção das diferentes espécies i na amostra, N é o número total de indivíduos na amostra, H_s é a diversidade e S é o número total de espécies i (Magurren, 1991).

Este índice apresenta a vantagem de ter em conta o número e a abundância relativa das espécies. Não é dependente de um modelo matemático e permite comparar a diversidade entre amostras de tamanho diferente. O valor de H_s é essencialmente determinado pelas abundâncias relativas das espécies comuns, sendo pouco afetado pelo contributo das espécies raras (Gibson e Buzas, 1973 in Fatela, 1995).

A diversidade é máxima se todas as espécies de uma associação apresentam a mesma abundância relativa: $H_s = \ln S$ (Murray, 1991; Fatela, 1995).

O valor de diversidade do índice de SHANNON encontra-se usualmente entre 1,5 e 3,5 e raramente ultrapassa os 4,5 (Margalef, 1972 in Magurren, 1991).

Em geral, o valor H_s aumenta da zona intertidal para a zona nerítica exterior. É uma função que tem sido usada com sucesso na determinação de paleoambientes por muitos micropaleontologistas (Lin, 1992).

3.4.7.3. Equitabilidade (J)

É definida como sendo a medida do grau de igualdade da abundância entre espécies, ou seja, uma alta equitabilidade ocorrerá quando as espécies são iguais em abundância e está convencionalmente equacionada com alta diversidade (Magurren, 1991).

Segundo Magurren (1991), a fórmula da equitabilidade é representada por:

$$J = H(s)/\ln S$$

em que $H(s)$ é o valor de diversidade segundo a aplicação do índice de SHANNON e S é o número de espécies da amostra.

O valor de J varia entre 0 e 1, sendo que 1 representa a situação em que todas as espécies são igualmente abundantes (Magurren, 1991).

Este índice permite uma boa relação entre as espécies dominantes e raras, tendo como referência a população total (Williamson, 1985 in Martins, 1997).

A equitabilidade é diretamente proporcional à diversidade de SHANNON e como tal, o valor da equitabilidade aumenta gradualmente da zona intertidal para a província nerítica externa. Pode ser, por isso, aproveitado na interpretação das mudanças paleoambientais (Lin, 1992).

Os cálculos do índice de diversidade de SHANNON e Equitabilidade foram efetuados através do programa de análise multivariada PRIMER-E (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research), versão 5.2.0 (2001) para Windows.

3.4.8. Análise de classificação

A análise aglomerativa (*Cluster analysis*) é a designação dada a um conjunto de variadas técnicas que permitem uma classificação por grupos, para que cada grupo seja mais ou menos homogêneo e distinto (Davis, 1986).

As técnicas hierárquicas são as de análise aglomerativa, mais comumente aplicadas nas Ciências da Terra, provavelmente porque o desenvolvimento destes métodos tem estado muito próximo da taxonomia numérica dos organismos fósseis. A partir do conjunto inicial, a classificação hierárquica agrupa objetos ou descritores semelhantes (Davis, 1986).

O método de análise multivariada usado foi a análise de “Cluster Estratigraficamente Constrangido” (*stratigraphically constrained*), este método é usado para definir zonas estratigráficas e o programa usado para realizar esta análise foi o CONISS, incorporado no programa TÍLIA, através do método de incremento da soma dos quadrados (Grimm, 1987). Esta análise só foi elaborada em sondagens com cinco ou mais amostras.

A zonação ecológica foi elaborada de forma gráfica e foi baseada nas associações de foraminíferos fósseis e nalguns parâmetros ecológicos (Ni/10 cc, A/C, Hs e J), das sondagens estudadas. Para isso utilizou-se o programa TÍLIA 2,0 (Grimm, 1991) e TG View (Grimm, 2001), considerando só as espécies principais (na maioria são espécies dominantes e comuns) e alguns grupos de espécies (Σ Miliolídeos, Σ espécies de plataforma continental). Os grupos formaram-se segundo um agrupamento hierárquico da soma dos quadrados. A análise do agrupamento foi efetuada respeitando uma ordem estratigráfica e foi utilizado o coeficiente da distância de Edwards e Cavalli-Storza's. Estes dados variam em função da profundidade e datações disponíveis, onde é criado um dendrograma que ilustra as relações hierárquicas dos aglomerados (clusters) definidos pela análise. A análise de cluster é eficaz na classificação das amostras de acordo com a associação de foraminíferos. O gráfico final foi editado e compilado com Adobe Illustrator CS3.

3.5. Geocronologia

A idade do sedimento foi determinada através da medição da atividade de carbono 14 (^{14}C), através do método denominado por Espectrometria de Aceleração de Massa (EAM). Este método utiliza aceleradores de partículas como espectrômetros de massa para contar o número atual de átomos (em oposição aos seus produtos de decaimento) numa amostra de

material (Aitken, 1990; Bowman, 1990, Lowe e Walker, 1997). A calibração das idades foi obtida usando o programa CALIB v. 6.0 (Reimer et al., 2009; Stuiver et al 2009). Foi aplicado às amostras carbonatadas marinhas uma correção de efeito reservatório marinho de 350 anos, disponível na base de dados CALIB.

As datações foram efetuadas em conchas de bivalves, gastrópodes, restos orgânicos e sedimento liofilizado, onde as conchas, restos orgânicos e o sedimento foram previamente enroladas em papel de alumínio, secas na estufa a 40°C e pesadas sendo posteriormente enviadas para a análise. No processo de datação das amostras foi utilizado o serviço do laboratório, Beta Analytic INC em Miami, Florida EUA.

3.6. Indicador Foraminiférico de Influência Marinha (IFIM)

De forma a categorizar as diferentes amostras de acordo com os diferentes graus de influência marinha a que estão sujeitos no ato de deposição, elaborou-se um índice qualitativo com base no teor em espécies de cada associação faunística e o seu significado ecológico.

As espécies foram agrupadas em três grupos diferentes de acordo com o seu significado ecológico: espécies estuarinas, espécies de plataforma continental e espécies de sapal/mangal.

O grupo das **espécies estuarinas** foi formado pelas espécies: *Ammonia tepida*, *Haynesina germanica*, *Criboelphidium poeyanum*, *Elphidium gunteri*, *Elphidium excavatum* e *Elphidium galvestonense*.

O grupo das **espécies de plataforma continental** foi constituído pelas espécies: *Abditodentrix* cf. *asketocomptella*, *Asterigerinata mamilla*, *Bolivina* spp., *Buliminella elegantissima*, *Bulimina* spp., *Cassidulina* spp., *Cibicides* spp., *Cornuspira involvens*, *Deuterammia plymouthensis*, *Discorbis* spp., *Eggerella* cf. *bradyi*, *Eggerella* sp., *Eggerelloides scaber*, *Elphidium margaritaceum*, *Elphidium advenum*, *Elphidium* cf. *discoidale*, *Elphidium complanatum*, *Elphidium crispum*, *Elphidium gerthi*, *Elphidium granosum*, *Epistominella vitrea*, *Fissurina* spp., *Fursenkoina* spp., *Glabratella* sp., *Lagena* spp., *Lobatula lobatula*, *Nonion* spp., *Nonionella* spp., *Oolina* spp., *Patellina corrugata*, *Pararotalia cananeaensis*, *Planorbulina mediterraniensis*, *Rectuvigerina phlegeri*, *Remanaica* sp., *Rosalina* spp., *Textularia* sp., *Spirillina* spp. e *Verneuilinulla* cf. *advena* e o grupo dos planctónicos.

E o grupo das **espécies de sapal/mangal** foi composto basicamente por espécies aglutinadas: *Jadammina macrescens*, *Trochammina inflata*, *Arenoparrella mexicana*, *Ammobaculites* spp., *Ammotium cassis*, *Haplophragmoides* sp., *Polysaccammina hyperhalina*, *Miliammina fusca*, *Discorinopsis aguayoi*, *Reophax nana*, *Textularia* cf. *earlandi*, *Tiphotrocha comprimata*, *Lepidodeuterammina ochracea*, *Trochammina* spp. e a espécie calcária *Elphidium williamsoni*.

Foram também tomados em conta os grupos dos Miliolídeos e Indeterminados calcários, pois quando se verifica um aumento das abundâncias relativas destes grupos estamos a nos aproximar de uma zona de maior influência marinha e, conseqüentemente um aumento do grau IFIM.

Os valores de diversidade (Hs) e a razão Aglutinados/Calcários (A/C) também foram levados em conta. Quando se verificou um aumento de diversidade o grau IFIM aumentou e quando se registou um aumento dos aglutinados o grau IFIM diminuiu.

Para a compilação deste Indicador teve-se como base os trabalhos de Camacho (2006) e Boski et al. (2008). De acordo com estes autores o Indicador varia de 1, em ambientes sem foraminíferos, a 5 em ambientes de planície lodosa/canal de maré, onde a fauna é composta por formas características de plataforma continental e algumas formas planctónicas. O grau 2 corresponde a ambientes de sapal alto onde a associação de foraminíferos é composta exclusivamente por formas aglutinadas. Os graus intermédios (3 e 4) são definidos de acordo com proporção de espécies aglutinadas e espécies calcárias.

No presente trabalho este indicador foi adaptado, variando de 1 a 4, isto é, variou de um ambiente de sapal alto a um ambiente subtidal (planície lodosa/canal de maré), respetivamente. Utilizaram-se os mesmos critérios, em termos de teor em espécies e parâmetros ecológicos a única diferença é que nas amostras sem foraminíferos, não foram atribuídos grau IFIM.

De acordo com o grau IFIM foram distinguidos Biohorizontes para sondagens com mais de dez amostras (RFM21 e RFM59) e para as restantes sondagens (H1, H2, H3, H4, UR2, RFM1, RFM22 e RFM42B) foram atribuídos o ambiente predominante. Para as amostras atuais foi também considerado o ambiente que predominou em cada amostra, de acordo com a associação de foraminíferos bentónicos dominante e comum.

4. Resultados

4.4. Resultados para o estuário Potengi

De acordo com as associações atuais e paleo-associações de foraminíferos bentônicos e de acordo com o Indicador Foraminíferico de Influência Marinha – IFIM, foi possível identificar, 2 paleo-ambientes/ambientes intermareais diferentes no estuário do Potengi (Tabela 4.1)

Tabela 4.1. Tabela IFIM para o estuário Potengi, com as espécies características de cada ambiente, onde estão expressos os valores mínimos, máximos e valores médios das suas abundâncias relativas e a variação dos parâmetros ecológicos (Ni/10cc, A (%), C (%) e Hs) de acordo com o grau IFIM.

Ocorrência de espécies	Espécies dominantes e comuns	Espécies acessórias
IFIM3	<i>A. tepida</i> (19,6-95,95%; valor médio 69,7%) <i>E. excavatum</i> (0,14-36,5%; valor médio 6,2%) <i>E. galvestonense</i> (0-10,4%; valor médio 5,02%)	<i>E. poeyanum</i> (0-8,62%; valor médio de 2,9%) Indeterminados calcários (0-15,2%; valor médio 5,03%) Σ Miliolídeos (0-9,28%; valor médio 2,7%) Σ Espécies de plataforma continental * (0-7,93%; valor médio 4,2%)
IFIM4	<i>A. tepida</i> (16,8-69,9%; valor médio 45,2%) Σ Miliolídeos (2,57-57%; valor médio 29,4%) Σ Espécies de plataforma continental * (0-15,1%; valor médio 7,7%)	<i>E. excavatum</i> (1,2-2,4%; valor médio 1,7%) <i>E. galvestonense</i> (0,8-3,6%; valor médio 1,9%) <i>E. poeyanum</i> (0,3-3,64%; valor médio de 1,6%) Indeterminados calcários (0,7-3,11%; valor médio 2,02%) Planctônicos (0-0,23%; valor médio 0,07%)

IFIM	3	4
Tipo de ambiente	Mangal baixo, planície lodosa	Ambiente subtidal, enseada de maré e canais
Ni/10cc	105-4348	364-4312
Ni/10cc, valor médio	1448	2431
Aglutinados (%)	0-21,6	0,23-3,51
Aglutinados (%), valor médio	13,9	1,8
Calcários (%)	78,4-100	96,5-99,7
Calcários (%), valor médio	97,8	98,2
Planctônicos (%)	0-0,27	0-0,23
Planctônicos (%), valor médio	0,2	0,07
Hs	0,25-2,22	1,4-1,8
Hs, valor médio	1,08	1,59

* *P. cananeaensis*, *Discorbis* spp., *Bolivina* spp., *Cibicides* spp. e *Rosalina* spp.

A Tabela 4.2 expressa os resultados obtidos da análise por radiocarbono para o estuário do Potengi. Indicando as sondagens que foram analisadas para datação e respectivas profundidades, o código de laboratório, a idade calibrada (cal BP), a calibração usada (2σ), o intervalo de erro e o tipo de material que foi datado.

Tabela 4.2. Resultados das datações de ^{14}C para o Estuário Potengi, utilizando o método EAM, e usando a calibração 2σ . Foi aplicado um efeito reservatório de correção de 350 anos para as conchas carbonatadas.

Sondagem	Profundidade (m)	Código	Idade cal BP (valor médio)	Calibração 2σ	Intervalo de erro	Material
H1-9	6,4	289177	8075	7970-8180	105	vegetal
H2-3	4,7	289178	7750	7670-7830	80	vegetal
H2-8	6,45	289179	7800	7680-7920	120	vegetal
H3-5	6,27	303238	8155	8020-8290	135	vegetal
H4-4	5,4	289180	7800	7680-7920	120	vegetal
H4-5	6,45	289181	7895	7830-7960	65	vegetal
UR2-4	4,5	303239	5740	5630-5830	110	concha (<i>Anomalocardia braziliiana</i>)
UR2-5	5,6	303240	6010	5920-6100	90	vegetal

4.1.1. Sondagem H1

A sondagem H1 (Jardim de Lola) atingiu os 7,00 m de profundidade e foram recolhidas três amostras para a análise microfaunística, num intervalo variou entre 1,20 aos 5,80 m de profundidade. De acordo com o IFIM foi atribuído um ambiente intermareal (Fig. 4.1):

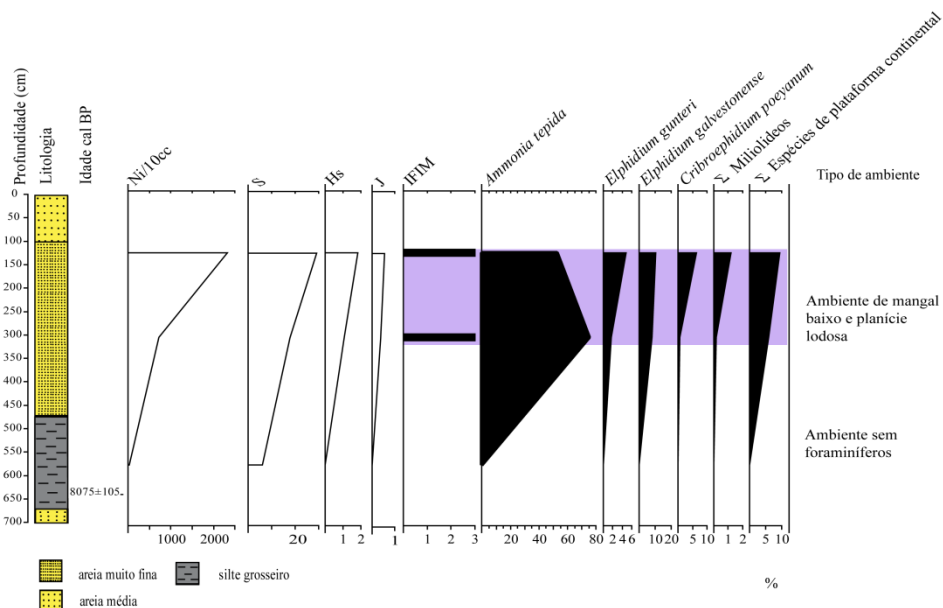


Fig. 4.1. Variação de Ni, S, Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datação ao longo da sondagem H1.

Ambiente 1: É constituído por uma amostra, localizada entre os 5,80 e os 5,75 m de profundidade, onde se verificou a presença de foraminíferos, mas em número insuficiente para reconhecer uma associação. Logo foi caracterizado por um ambiente sem foraminíferos ao qual não foi possível atribuir o IFIM. A densidade faunística (Ni/10cc) neste ambiente foi baixa (cerca de 32 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 6 taxa (Anexo 3, Tabelas I e II). De acordo com a escala adotada (Anexo 8) o sedimento neste ambiente foi classificado como silte grosseiro (Anexo 7, Tabela IIa).

Ambiente 2: Este ambiente é constituído por duas amostras, localizadas aos 3,10-3,00 m e aos 1,30-1,20 m de profundidade. A este ambiente foi atribuído o IFIM 3, que representa um ambiente de mangal baixo e planície lodosa.

Este ambiente foi caracterizado pela dominância de *Ammonia tepida* (atingindo um valor mínimo de 52,7 e um valor máximo de 74,9%) associada a espécies estuarinas do género *Elphidium* (*Elphidium galvestonense* (8,27-10,4%), *Criboelphidium poeyanum* (0,55-6,39%), *Elphidium gunteri* (1,65-4,78)), com um valor médio superior a 79%. O grupo dos Indeterminados calcários (5,1-8,1%) e as espécies de plataforma continental (*Bolivina* spp., *Discorbis* spp., *Pararotalia cananeaensis* e o grupo dos planctónicos (5,91-9,4%)) tiveram alguma expressão neste ambiente ocorrendo com uma percentagem média de 6,6 e 7,7%, respetivamente. O grupo dos Miliolídeos (0,14-1,21%, valor médio de 0,68%) e a espécie *Haynesina germanica* (1,38-2,6%, valor médio de 1,99%) também ocorreram mas com valores médios baixos. A diversidade e equitabilidade variaram de 1,08 a 1,84 (valor médio de 1,46) e de 0,37 a 0,55 (valor médio de 0,46), respetivamente (Anexo 4, Tabela I). Não foram registadas carapaças aglutinadas nesta sondagem (Anexo 6, Tabela I). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi alta (variando entre 725 a 2320 indivíduos e registou um valor médio de 1523 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 18 a 29 taxa (Anexo 3, Tabelas I e II). As espécies dominantes e comuns (*A. tepida* e *E.galvestonense*) foram constantes neste ambiente, registando uma constância de 100% (Anexo 5, Tabela I). Consoante a escala adotada dos 4,60-1,00 m, de profundidade, o sedimento foi constituído por areia muito fina e a areia média predominou de 1,00 aos 0 m, de profundidade (Anexo, 7, Tabela IIa).

A sequência de amostras descrita na sondagem H1 sugeriu um aumento da influência marinha, para o local em questão e ocorreu num período posterior aos 8.075 Cal anos BP (Tabela 4.2 e Fig. 4.1).

4.1.2. Sondagem H2

A sondagem H2 (Jardim de Lola) alcançou os 7,00 m de profundidade e foram recolhidas três amostras para a análise microfaunística, num intervalo variou entre 1,70 aos 5,45 m de profundidade. De acordo com o IFIM, foram atribuídos dois ambientes intermareais (Fig. 4.2):

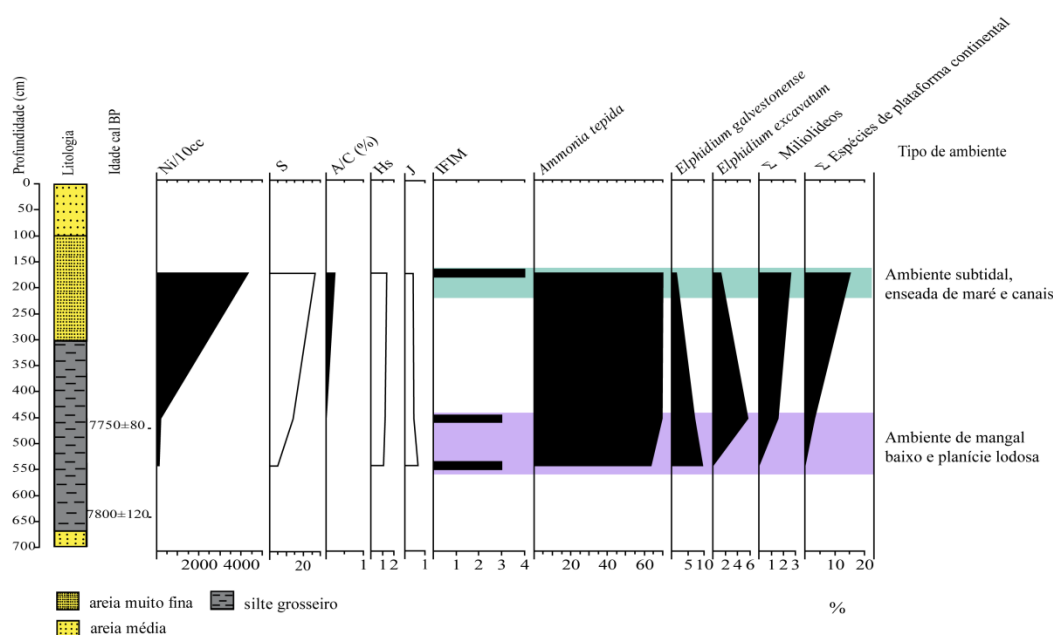


Fig. 4.2. Variação de Ni, S, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datações ao longo da sondagem H2.

Ambiente 1: Este ambiente é constituído por duas amostras, localizadas aos 5,45-5,40 m e aos 4,55-4,50 m de profundidade, onde predominou o ambiente mangal baixo e planície lodosa, sendo atribuído o IFIM 3. Este ambiente foi caracterizado pela dominância de *A. tepida* (63,8-69,7%) associada a *E. galvestonense* (7,18-9,5%) e a *E. excavatum* (1,21-5,64%), que no seu conjunto representam 78,5% da associação total e ao grupo dos Indeterminados calcários (7,18-15,2%, valor médio de 11,2%).

As espécies de plataforma continental (*Bolivina* spp., *P. cananeaensis* e *Elphidium granosum* (0-3,1%)), o grupo dos Miliolídeos (0-1,53%) e a espécie *H. germanica* (0,99-1,02%) ocorreram com um valor médio baixo, cerca de 3,1, 1,53 e 1,01 %, respetivamente. A

diversidade (1,1-1,25%) e a equitabilidade (0,47-0,68%) atingiram os valores médios de 1,2 e de 0,57, respetivamente (Anexo 4, Tabela II).

Não foram registadas carapaças aglutinadas neste ambiente (Anexo 6, Tabela II). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi baixa (variando de 105 a 195 indivíduos e registou um valor médio de 150 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 5 a 14 *taxa* (Anexo 3, Tabelas III e IV). As espécies dominantes e comuns (*A. tepida* e o grupo dos Indeterminados calcários) foram constantes neste ambiente, ocorrendo com uma constância de 100% (Anexo 5, Tabela II). Conforme a escala adotada (Anexo 8) o sedimento neste ambiente foi constituído por silte grosseiro (Anexo 7, Tabela IIb).

Ambiente 2: É constituído por uma amostra, a mais recente, localizada aos 1,75-1,70 m de profundidade, onde predominou o ambiente um ambiente de enseada de maré e canais (ambiente subtidal) e foi atribuído o IFIM 4. Este ambiente está sempre submerso, sendo caracterizado pela dominância da espécie *A. tepida* (69,9%) associada a espécies estuarinas do género *Elphidium* (*E. excavatum* (1,21%), *C. poeyanum* (3,64%) e *E. galvestonense* (1,36%)), com uma representação sempre superior a 76%. Registou-se também a ocorrência de espécies de plataforma continental, nomeadamente *Bolivina* spp., *Buliminella elegantissima*, *Cassidulina* sp., *Cibicides* sp., *Discorbis* spp., *Fissurina* sp., *Lagena* sp., *P. cananeaensis*, *Nonion* sp., *Nonionella atlantica*, *Rosalina* spp., *Textularia* sp. e o grupo dos planctónicos com um valor de 15,4%. O grupo dos Indeterminados calcários e ao grupo dos Miliolídeos ocorreram a esta profundidade com valores de 3,1 e 2,6%, respetivamente. A diversidade e a equitabilidade registaram valores de 1,4 e de 0,43, respetivamente (Anexo 4, Tabela II).

Neste ambiente registou-se um aumento da influência marinha que foi traduzido pelo aumento do grupo do Miliolídeos, das espécies de plataforma continental e da diversidade. Registou-se a presença de algumas carapaças aglutinadas mas com um valor baixo, cerca de 0,23% (Anexo 6, Tabela II). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi relativamente alta (cerca de 4312 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número (S) de espécies foi de 27 *taxa* (Anexo 3, Tabelas III e IV). A espécie dominante (*A. tepida*) foi constante (100%) neste ambiente (Anexo 5, Tabela II). O sedimento neste ambiente foi classificado como areia muito fina (Anexo 7, Tabela IIb).

A sequência amostras descrita na sondagem H2 sugeriu um aumento de influência marinha que, de acordo com os dados cronológicos, ocorreu num período posterior aos 7.750 Cal anos BP (Tabela 4.2 e Fig. 4.2).

4.1.3. Sondagem H3

A sondagem H3 (Jardim de Lola) atingiu os 7,00 m de profundidade e foram recolhidas quatro amostras para a análise microfaunística, num intervalo que variou de 1,20 aos 5,20 m de profundidade. De acordo com o IFIM foi atribuído um ambiente intertidal (Fig. 4.3):

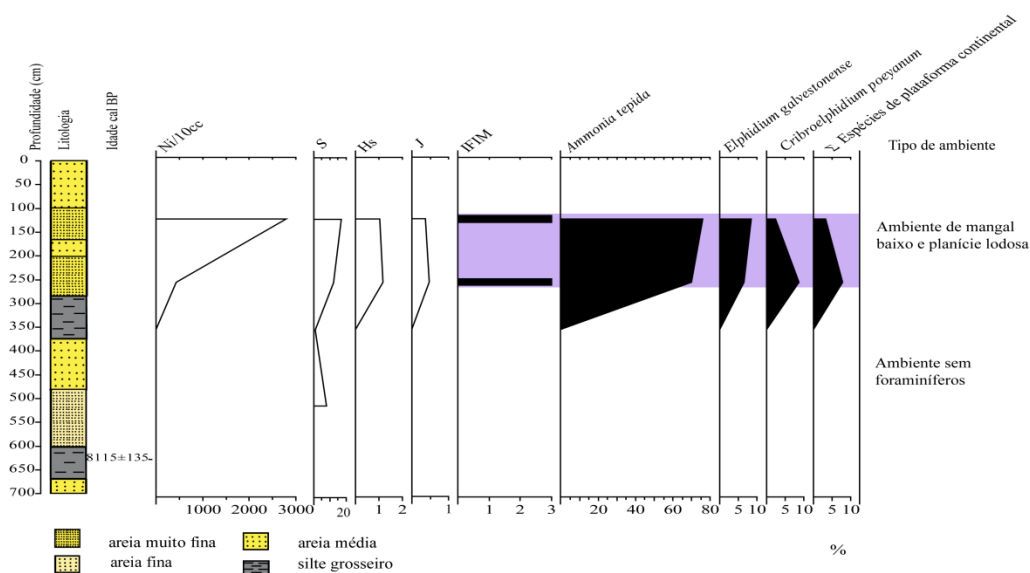


Fig. 4.3. Variação de Ni, S, Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datação ao longo da sondagem H3.

Ambiente 1: É constituído por duas amostras, localizadas aos 5,20-5,10 e aos 3,60-3,50 m de profundidade, onde se verificou a presença de foraminíferos, mas em número insuficiente para reconhecer uma associação, não foi portanto possível atribuir um grau de IFIM. A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi relativamente baixa (variando entre 1 e 8 indivíduos/10 cc, atingindo um valor médio de 4,5 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 3 a 1 *taxa* (Anexo 3, Tabelas V e VI). O sedimento neste ambiente foi constituído por areia fina, aos 5,20-5,10 m de profundidade e por silte grosseiro, aos 3,90-2,90 m de profundidade (Anexo 7, Tabela IIc).

Ambiente 2: É constituído por duas amostras, localizadas entre os 2,60-2,50 m e aos 1,25-1,20 m de profundidade, onde predominou o ambiente mangal baixo e planície lodosa, sendo atribuído o IFIM 3. Este ambiente foi caracterizado pela dominância *A. tepida* (69,7-76%) associada a espécies estuarinas do género *Elphidium* (*E. galvestonense* (6,53-8,34%) e *C. poeyanum* (2,43-8,62%)), perfazendo cerca de 85,8% da associação total. O grupo dos

Miliolídeos não tem expressão neste ambiente e as espécies de plataforma continental (*Bolivina* spp., *Cibicides* sp., *Fissurina laevigata*, *Nonion* sp., *N. atlantica*, *P. cananeaensis* e o grupo dos planctônicos (3,33-8,16%)), ocorrem com uma percentagem média de 5,95%. A espécie *H. germanica* (0,93-1,27%) e o grupo dos Indeterminados calcários (0,7-4,29%) registaram valores médios baixos, cerca de 1,1 e 2,5%, respectivamente. A diversidade (1,04-1,18) e a equitabilidade (0,37-0,48) atingiram valores médios de 1,11 e 0,42, respectivamente (Anexo 4, Tabela III) e não se registaram carapaças aglutinadas nesta sondagem (Anexo 6, Tabela III). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi alta (variou entre 429 a 2783 indivíduos/10 cc e com um valor médio de 1606 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 12 a 17 taxa (Anexo 3, Tabela V e VI). A espécie dominante, *A. tepida* apresentou uma constância de 100% neste ambiente (Anexo 5, Tabela III). O sedimento neste ambiente classificado como areia muito fina (Anexo 7, Tabela IIc).

A sequência de amostras descrita na sondagem H3 sugeriu um aumento da influência marinha para o local em estudo. De acordo com os dados cronológicos ocorreu num período posterior aos 8.155 Cal anos BP (Tabela 4.2 e Fig. 4.3).

4.1.4. Sondagem H4

A sondagem H4 (Jardim de Lola) alcançou os 7,00 m de profundidade e foram recolhidas três amostras para a análise microfaunística, num intervalo que variou entre 2,80 aos 6,15 m de profundidade. De acordo com o IFIM foi atribuído um ambiente intertidal (Fig. 4.4):

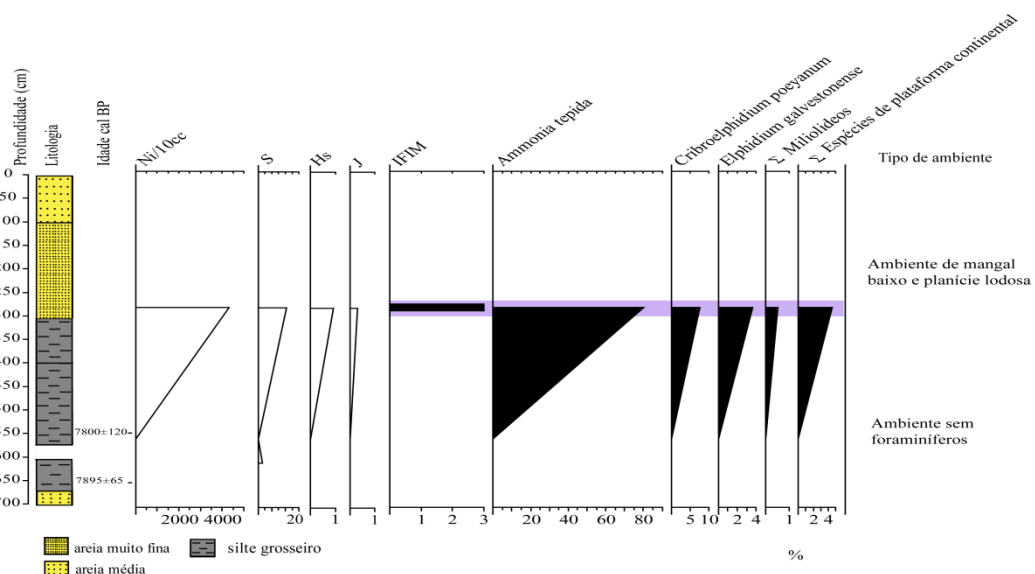


Fig. 4.4. Variação de Ni, S, Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datações ao longo da sondagem H4.

Ambiente 1: É constituído por duas amostras localizadas aos 6,15-6,10 m e aos 5,65-5,60 m de profundidade. Aos 6,15-6,10 m de profundidade verificou-se a presença de foraminíferos, mas em número insuficiente para reconhecer uma associação e aos 5,65-5,60 m de profundidade não foram registadas carapaças de foraminíferos e, portanto, não foi possível atribuir um IFIM. A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi muito baixa (cerca de 3 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 3 *taxa* (Anexo 3, Tabelas VI e VII). O sedimento neste ambiente foi constituído por silte grosseiro (Anexo 7, Tabela IId).

Ambiente 2: É constituído por uma amostra, localizada aos 2,85-2,80 m de profundidade, onde predominou o ambiente de mangal baixo e planície lodosa, sendo atribuído o IFIM 3. Este ambiente foi caracterizado pela dominância de *A. tepida*, com um valor superior a 80%, associada às espécies secundárias *C. poeyanum* (7,63%) e *E. galvestonense* (3,68%). O grupo dos Miliolídeos, o grupo dos Indeterminados calcários e a espécie *H. germanica* tiveram pouca expressão neste ambiente, registando valores baixos, de 0,54, 1,47 e de 1,1%, respetivamente. Foram registadas espécies de plataforma continental, nomeadamente *Bolivina* spp., *Cassidulina* sp., *Cibicides* sp., *Discorbis* spp., *F. laevigata*, *P. cananeaensis*, *Patellina corrugata*, *E. granosum*, *N. atlantica*, *Rosalina* spp., e o grupo dos planctónicos, nesta profundidade com um valor de 4,67%. Não foram registadas carapaças aglutinadas nesta sondagem (Anexo 6, Tabela IV). Os valores de diversidade e de equitabilidade foram relativamente baixos, cerca de 0,9 e de 0,29, respetivamente (Anexo 4, Tabela IV). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi relativamente alta (cerca de 4348 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 21 *taxa* (Anexo 3, Tabelas VI e VII). A espécie dominante *A. tepida* não foi constante (33,3%) neste ambiente (Anexo 5, Tabela IV). O sedimento foi classificado como areia muito fina (Anexo 7, Tabela IId).

A sequência amostras descrita na sondagem H4, sugeriu um aumento de influência marinha para o local em questão. De acordo com os dados cronológicos ocorreu num período posterior aos 7.800 Cal anos BP (Tabela 4.2 e Fig. 4.4).

4.1.5. Sondagem UR2

A sondagem UR2 (Uruaçu) atingiu os 8,00 m de profundidade e foram recolhidas quatro amostras para a análise microfaunística, num intervalo que variou entre 4,50 aos 7,70 m de profundidade. De acordo com o IFIM foi atribuído um ambiente intertidal (Fig. 4.5):

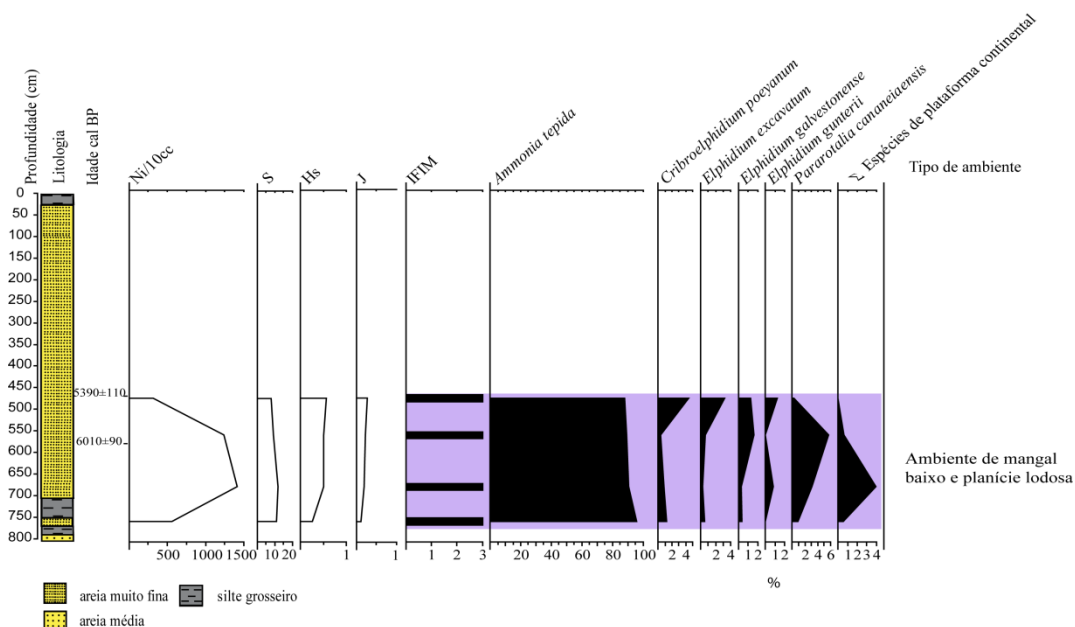


Fig. 4.5. Variação de Ni, S, Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datações ao longo da sondagem UR2.

Ambiente 1: É constituído por quatro amostras, localizadas entre os 7,70-7,50 m; aos 680 m; aos 560 m e aos 5,00-4,50 m de profundidade, onde predominou o ambiente de mangal baixo e planície lodosa, IFIM 3. Este ambiente foi caracterizado pela dominância de *A. tepida* (87,9-95,9%), associada a espécies estuarinas do género *Elphidium* (*C. poeyanum* (0,32-4,46%), *E. excavatum* (0,28-3,18%), *E. galvestonense* (0,36-1,58%) e *E. gunteri* (0,84-1,27%)), perfazendo cerca de 95,2 % da associação total.

O grupo dos Indeterminados calcários (0-1,58%) e das espécies de plataforma continental (*Bolivina* spp., *B. elegantissima*, *Cibicides* spp., *Discorbis* spp., *Fissurina* sp., *Nonion* sp., *Nonionella atlantica*, *Spirillina vivipara* e *P. cananeaensis* (0,32-7%)) tiveram pouca expressão neste ambiente registando valores médios baixos, cerca de 0,9 e 3,8%, respetivamente. A espécie *H. germanica* (0,18-0,64%) registou um valor médio baixo de 0,38. Não foram registadas carapaças aglutinadas nesta sondagem (Anexo 6, Tabela V). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi relativamente baixa (variando entre 314 a 1410 indivíduos e atingindo um valor médio de 879 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de

espécies (S) variou de 8 a 12 taxa (Anexo 3, Tabelas IX e X). A espécie dominante *A. tepida* apresentou uma constância de 80% neste ambiente (Anexo 5, Tabela V). Os valores de diversidade (0,25-0,57) e de equitabilidade (0,11-0,27) foram relativamente baixos, estimando-se um valor médio de 0,46 e de 0,2, respectivamente (Anexo 4, Tabela V). O sedimento neste ambiente foi constituído por areia muito fina (Anexo 7, Tabela IIe).

Na sondagem UR2 predominaram espécies estuarinas (*A. tepida* e *Elphidium* spp. estuarinos) e a espécie marinha *P. cananeiaensis*. Os grupos dos Miliolídeos e as espécies aglutinadas não tiveram qualquer expressão.

A sequência de amostras descrita na sondagem UR2 sugeriu que prevaleceu o mesmo ambiente e acordo com os dados cronológicos, este ambiente foi anterior a 6.010 Cal anos BP (Tabela 4.2 e Fig. 4.5).

De acordo com os resultados do estuário do Potengi, foi elaborado um esquema simplificado da variação de IFIM, das cinco sondagens com as datações disponíveis (Fig. 4.6.).

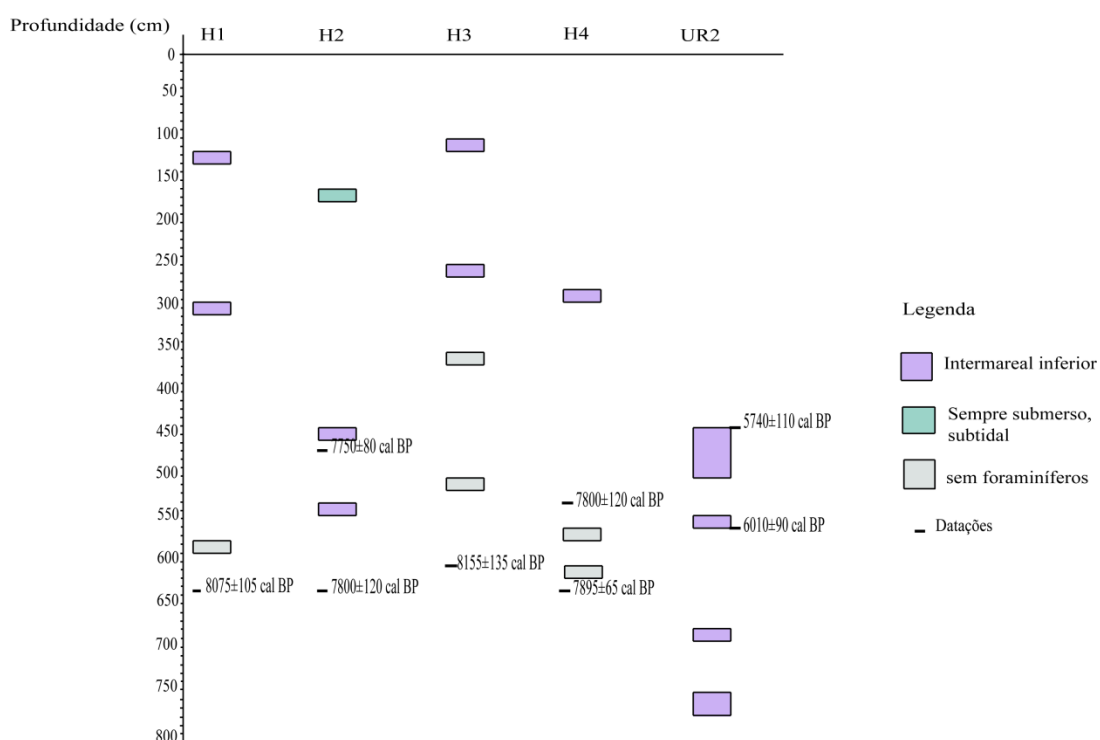


Fig. 4.6. Variação de IFIM nas sondagens realizadas no estuário do Potengi e datações disponíveis.

De acordo com a Fig. 4.6. foi possível observar a fase de estabilização, para o estuário do Potengi. Esta fase estuarina /lagunar (ambiente intermareal inferior, IFIM 3) foi observada pela dominância da espécie estuarina *A. tepida* associada a *Elphidium* spp. estuarinos. Apesar do pequeno número de amostras e o intervalo de amostragem ser muito espaçado, entre os 7.000 e os 6.000 Cal anos BP o ambiente predominante foi o intermareal inferior (IFIM 3). A sondagem H2 é uma exceção porque houve uma alteração de ambiente (isto é passou de IFIM 3 para IFIM 4), possivelmente a amostra atual poderá encontrar-se numa zona de planície lodosa, num canal de maré ou numa zona menos elevada do mangal.

4.2. Amostras atuais

Na ausência de alguns dados (elevação, distância para o mar), com o intuito de exemplificar a zonation florística e a distribuição das espécies de foraminíferos dominantes em mangais e sapais, onde os dois transeptos atuais foram recolhidos, foi adaptado um perfil esquemático (Fig. 4.7):

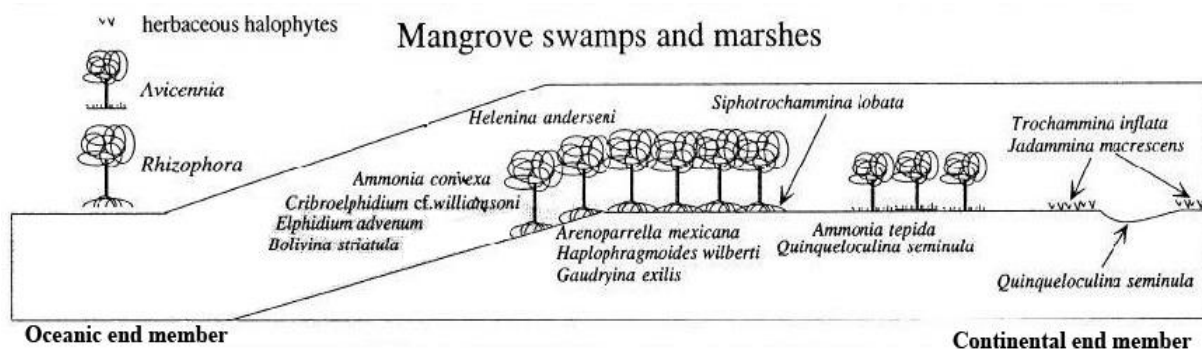


Fig. 4.7. Distribuição das espécies dominantes em mangais e sapais, em ambientes tropicais (Adaptado de Debenay e Guillou, 2002).

Nos dois transeptos superficiais (06 e IG4) realizados na zona intertidal do estuário do Potengi as espécies dominantes foram *A. tepida*, *E. excavatum* e o grupo dos Miliolídeos, que caracterizam um ambiente de mangal baixo e planície lodosa, a zona intermareal com maior exposição ao efeito das marés.

4.2.1. Transepto 06

Na amostra 06 Topo predominou o ambiente de mangal baixo e planície lodosa, sendo atribuído o IFIM 3. Este ambiente foi caracterizado pela codominância de *A. tepida* (35,4%) e *E. excavatum* (36,5%) associadas ao grupo dos Miliolídeos e ao grupo dos Indeterminados

calcários, com valores de 9,28 e 5,9%, respectivamente. Neste ambiente ocorreram algumas espécies aglutinadas (soma dos aglutinados foi de 6,12%) tais como: *Ammobaculites* cf. *exiguus*, *Ammobaculites* sp., *Ammotium cassis*, *Jadammina macrescens*, e *Trochammina* spp. A espécie *H. germanica* e as espécies de plataforma continental (*Bolivina* sp. e *Rosalina* sp.) registaram pouca expressão nesta amostra, cerca de 1,48% e 1,05%, respectivamente. A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi alta (cerca de 3020 indivíduos/40 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 15 taxa (Anexo 3, Tabelas XI e XII). As espécies dominantes e comuns (*A. tepida* e *E. excavatum*) foram constantes neste ambiente, apresentando uma constância de 100% (Anexo 5, Tabela VI). O valor da diversidade foi de 1,7 e a equitabilidade foi de 0,61 (Anexo 4, Tabela VI).

Na amostra 06 Meio, verificou-se a presença de foraminíferos mas em número insuficiente para reconhecer uma associação, e não foi possível atribuir o IFIM. A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi baixa (cerca de 40 indivíduos/40 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 10 taxa (Anexo 3, Tabelas XI e XII).

O sedimento de acordo com a escala adotada, foi classificado de silte grosseiro, para a amostra 06 Topo e de areia muito fina, para a amostra 06 Meio (Anexo 7, Tabela IIf).

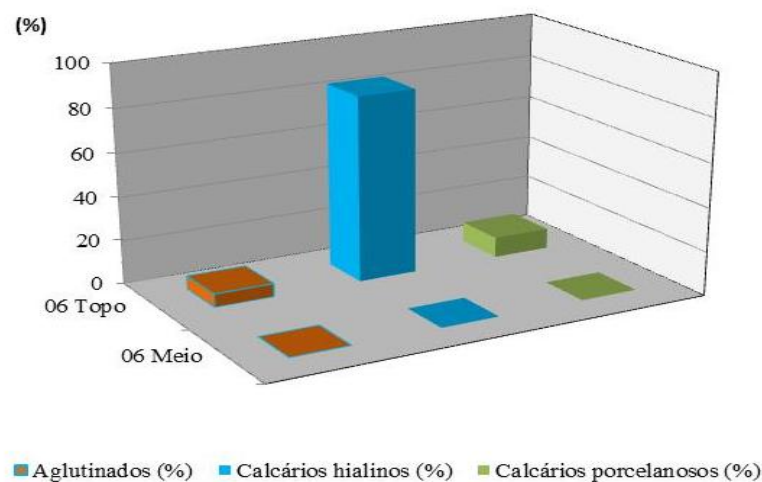


Fig. 4.8. Soma de Aglutinados (%), calcários hialinos (%) e calcários porcelanosos (%) do Transepto 06, nos vários andares de mangal amostrados

4.2.2. Transepto IG4

Às amostras IG4 Fundo de Canal e IG4 ½ Int. Mareal foi atribuído o IFIM 4, predominando o ambiente subtidal (enseada de maré e canais), caracterizado pela dominância

do grupo dos Miliolídeos (28,6-57%) associado à espécie *A. tepida* (26,8-48,8%), com abundâncias médias de 42,8 e 32,8%, respectivamente. Neste ambiente ocorreram algumas espécies aglutinadas (soma dos aglutinados foi de 5,16%) tais como: *Ammobaculites* cf. *exiguus*, *Ammobaculites* sp., *Arenoparrella mexicana*, *Trochammina inflata* e *Trochammina* sp. Os valores médios da diversidade (1,51-1,84) e da equitabilidade (0,57-0,63) foram 1,68 e de 0,6, respectivamente (Anexo 4, Tabela VI). A densidade faunística (Ni) nestas amostras foi alta (variou entre 364 e 2618 indivíduos e atingiu o valor médio de 1491 indivíduos/40 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 14 a 18 taxa (Anexo 3, Tabelas XII e XV). As espécies dominantes e comuns (*A. tepida*, o grupo dos Miliolídeos, *E. excavatum* e *Elphidium* sp.) foram constantes, apresentando uma constância de 100% (Anexo 5, Tabela VII). Conforme a escala adotada o sedimento foi constituído por silte grosseiro, para a amostra ½ Int. Mareal e por areia muito fina, para a amostra Fundo de Canal.

Na amostra IG4 Topo de Mangue predominou o ambiente de mangal baixo e planície lodosa, sendo atribuído o IFIM 3. Este ambiente foi caracterizado pela dominância de *E. excavatum* associado a *A. tepida*, com valores de 26,2 e 19,6%, respectivamente. O grupo dos Indeterminados calcários e das espécies de plataforma continental (*Bolivina* sp. e *Discorbis* sp.) ocorreram com valores de 9,8 e de 0,6%, respectivamente.

Foi neste ambiente que ocorreram o maior número de espécies aglutinadas, perfazendo cerca de 21,6% da associação total (Anexo 6, Tabela VI). Estas espécies aglutinadas típicas de ambientes de sapal/mangal foram *A. cf. exiguus*, *Ammobaculites* cf. *dilatatus*, *Ammobaculites* sp., *Trochammina inflata*, *Arenoparrella mexicana*, *Haplophragmoides* sp., *Polysaccammina hyperhalina*, *J. macrescens*, e *Trochammina* sp. Os valores de diversidade e de equitabilidade foram os mais elevados deste Transepto, cerca de 2,2 e de 0,76, respectivamente (Anexo 4, Tabela VI). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi alta (cerca de 1388 indivíduos/40 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 15 taxa (Anexo 3, Tabelas XIII e XIV). As espécies dominantes e comuns foram constantes neste ambiente, apresentando uma constância de 100% (Anexo 5, Tabela VII). O sedimento foi classificado como silte grosseiro (Anexo 7, Tabela IIf).

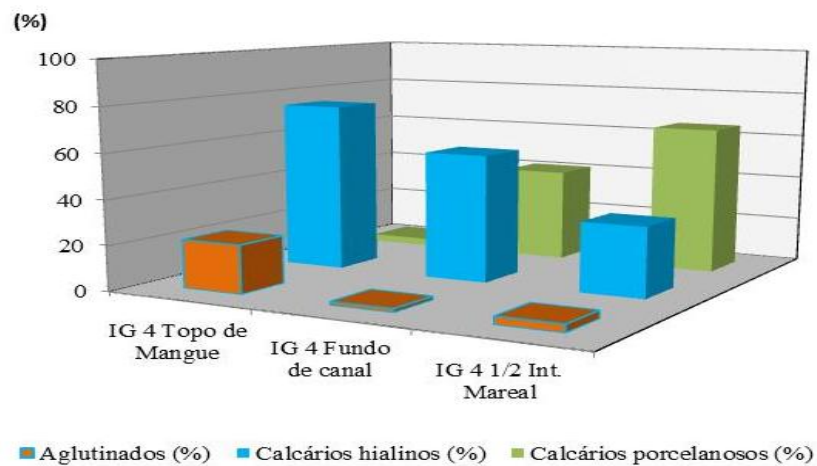


Fig. 4.9. Soma de Aglutinados (%), calcários hialinos (%) e calcários porcelanosos (%) do Transepto IG4, nos vários andares de mangal amostrados

4.2.3. Parâmetros físico-químicos do sedimento

4.2.3.1. Carbono orgânico

A percentagem de carbono orgânico variou de 0,49 a 5% e o sedimento variou de areia muito fina a silte grosseiro, para o IG4 Fundo de Canal e 06 Topo, respetivamente (Anexo 7, Tabela I).

De acordo com os dados da Fig. 4.10 parece haver uma relação inversa entre a dimensão do grão e o teor em matéria orgânica, ou seja, amostras com sedimentos mais finos têm tendencialmente maiores concentrações de matéria orgânica e amostras com sedimentos mais grosseiros têm tendencialmente menos matéria orgânica. Desta forma o teor de matéria orgânica foi mais alto na zona mais elevada do mangal (06 Topo) e foi mais baixo na zona de fundo de canal (IG4 Fundo de Canal).

A partir de 62,5 μ m o sedimento foi mais grosseiro, isto é, passou de silte grosseiro para areia muito fina e o teor de carbono orgânico variou em função da granulometria do sedimento. Quanto mais fino é o sedimento, mais elevado é o teor de matéria orgânica, e quanto mais grosseiro é o sedimento mais baixo é o teor de matéria orgânica.

De acordo com estes resultados o ambiente de mangal baixo e planície lodosa (06 Topo e IG4 Topo de Mangue) o teor de matéria orgânica variou de 5,01 a 4,46% e no

ambiente de enseada de maré e canais (IG4 Fundo de Canal e IG4 ½ Int. Mareal) variou de 0,5 a 2,45% (Fig. 4.10).

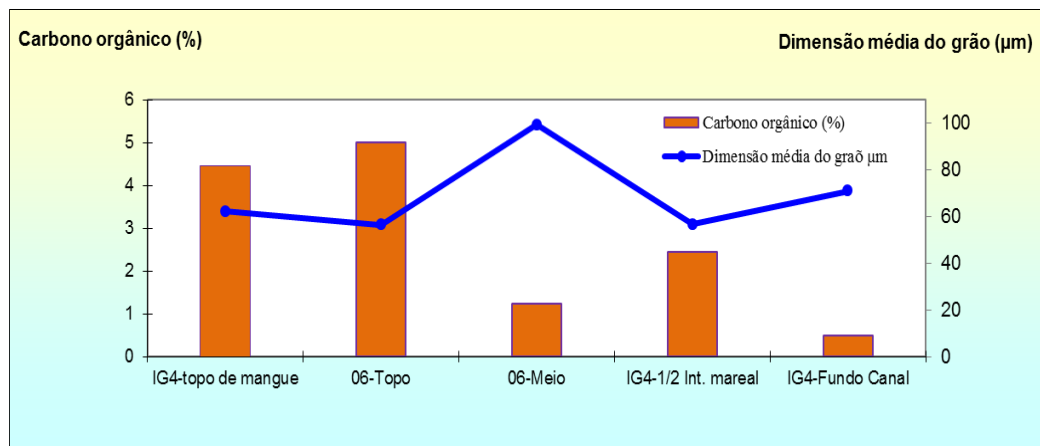


Fig. 4.10. Variação da porcentagem de carbono orgânico (%) e a dimensão média do grão (µm), nos vários andares de mangal amostrados.

4.2.3.2. Carbono total, azoto, hidrogénio e enxofre

As concentrações de carbono total, azoto, hidrogénio e enxofre atingiram os valores mais elevados na zona mais elevada do mangal (06 Topo e IG4 Topo de mangue) e os mais baixos na zona de fundo de canal (IG4 Fundo de canal) (Anexo 7, Tabela I).

No ambiente de mangal baixo e planície lodosa (06 Topo e IG4 Topo de mangue) estes nutrientes variaram de 5,33 a 4,66%, para o carbono total, de 0,91 a 0,97% para o enxofre, de 1,52 a 1,36%, para o hidrogénio e de 0,41 a 0,36%, para o azoto, respetivamente (Fig. 4.11).

Enquanto no ambiente de enseada de maré e canais (IG4 Fundo de Canal e IG4 ½ Int. Mareal) a variação destes nutrientes foi de 0,55 a 2,54%, para o carbono total, de 0 a 0,61%, para o enxofre, de 0,18 a 0,8%, para o hidrogénio e de 0,03 a 0,23%, para o azoto, respetivamente (Fig. 4.11).

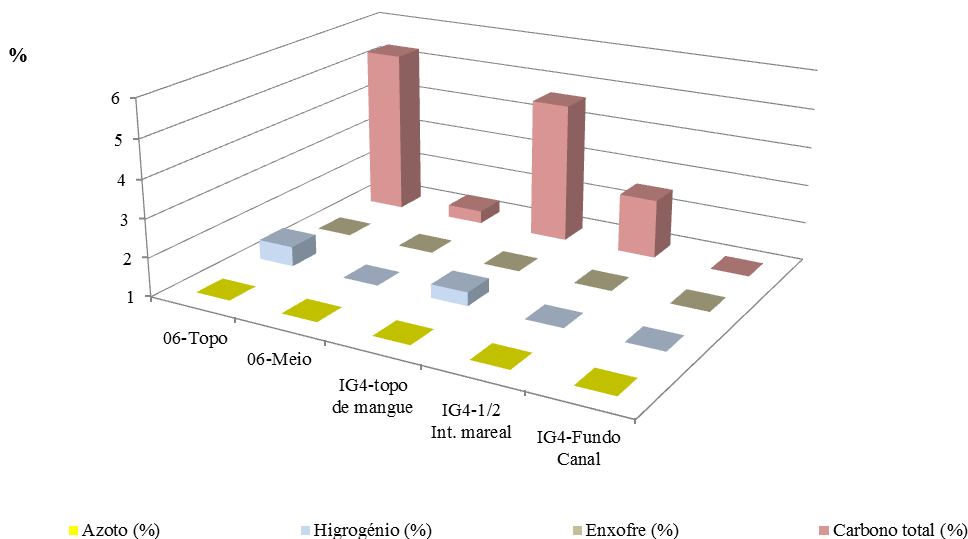


Fig. 4.11. Variação da percentagem de Carbono total, Azoto, Hidrogénio e Enxofre, nos dois Transectos amostrados

4.2.3.3. Relação entre os nutrientes analisados e a ocorrência de foraminíferos

De acordo com a Fig. 4.12 as concentrações de nutrientes foram mais elevadas na zona mais alta do mangal e mais baixas na zona mais baixa do mangal e a ocorrência dos foraminíferos aglutinados foi diretamente proporcional a esta variação. Quando aos foraminíferos calcários (porcelanosos e hialinos) a variação dos nutrientes não parece afetar a sua distribuição, pois tanto ocorrem em zonas mais elevadas como em zonas mais baixas, com abundâncias relativas altas.

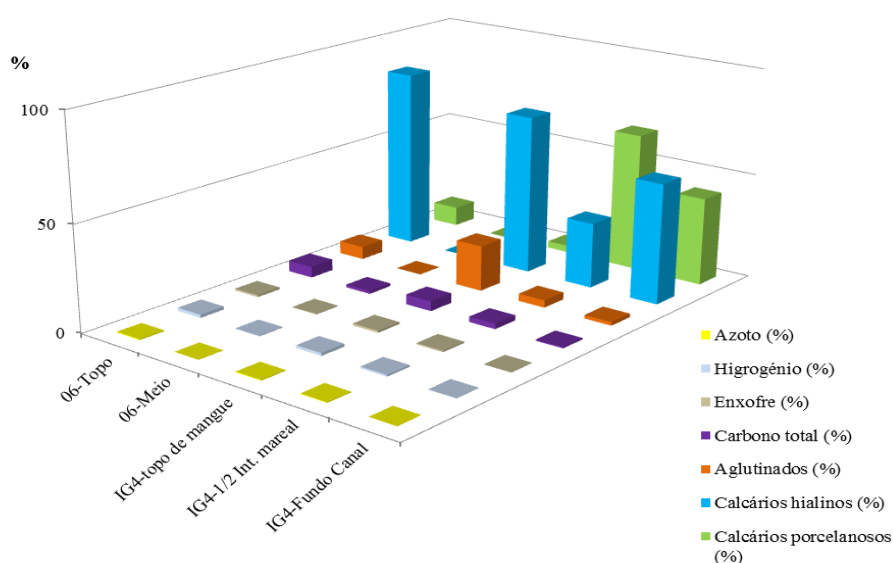


Fig. 4.12. Variação da percentagem de nutrientes e a ocorrência de foraminíferos bentônicos, nos dois Transeptos amostrados

4.3. Resultados para o sistema lagunar da Ria Formosa

De acordo com as paleo-associações de foraminíferos bentônicos, foi possível identificar, com base no Indicador Foraminiférico de Influência Marinha – IFIM, 4 paleo-ambientes diferentes no sistema lagunar da Ria Formosa (Tabela 4.3):

Tabela 4.3. Tabela IFIM para o sistema lagunar da Ria Formosa com as espécies características de cada ambiente, onde estão expressos os valores mínimos, máximos e valores médios das suas abundâncias relativas e a variação dos parâmetros ecológicos (Ni/10cc, A (%), C (%) e Hs) de acordo com o grau IFIM.

Ocorrência de espécies	Espécies dominantes e comuns	Espécies acessórias
IFIM 1 Intermareal superior, sapal alto a sapal médio	<i>J. macrescens</i> (24,5-83,7%; valor médio 54,1%) Forros internos (2,8-48,1%; valor médio 25,5%) <i>T. inflata</i> (6,74-12,8%; valor médio 9,77%) Indeterminados aglutinados (3,38-11,4, valor médio 7,26%)	<i>A. mexicana</i> (0,28-3,2%; valor médio 1,74%) <i>Trochammina</i> spp. (0-2,8%; valor médio 1,4%)
IFIM 2 Intermareal médio, sapal médio a sapal baixo	<i>J. macrescens</i> (22,4-47,5%; valor médio 37%) Forros internos (0,29-25,9%; valor médio 7,8%) <i>T. inflata</i> (4,9-21,2%; valor médio 13,2%) <i>A. mexicana</i> (0-14,2%; valor médio 8,97%) Indeterminados aglutinados (1,4-12,4, valor médio 6,5%)	<i>L. ochracea</i> (0,4-5,9%; valor médio 3%) <i>Trochammina</i> spp. (0-4,1%; valor médio 3,7%) <i>A. tepida</i> (0-11%; valor médio 6,87%) <i>H. germanica</i> (0-7,4%; valor médio 3,63%) <i>Ammobaculites</i> sp. (0,3-3%; valor médio 1,2%) <i>E. bradyi</i> (0-4,6%; valor médio 3,32%) <i>V. cf advena</i> (0-2,6%; valor médio 1,45%)
IFIM3 Intermareal inferior sapal baixo a planície lodosa	<i>A. tepida</i> (27,6-59,6%; valor médio 43,6%) <i>H. germanica</i> (7,7-41,6; valor médio 25,6%) <i>J. macrescens</i> (0-15,5%; valor médio 2%) ∑ Miliólídeos (0-14,9%; valor médio 3,48%) ∑ Espécies de plataforma continental * (2,7-26,2%; valor médio 11,6%)	Indeterminados calcários (0-6,6%; valor médio 4,5%) <i>E. poeyanum</i> (0,5-6,9%; valor médio de 2,9%) <i>E. gunteri</i> (0-5,5%; valor médio 2,4%) <i>E. excavatum</i> (0-1,2%; valor médio 0,5%)
IFIM4 Ambiente sempre submerso, ambiente subtidal, canal	<i>A. tepida</i> (0-45,4%; valor médio 21,9%) <i>H. germanica</i> (0-26%; valor médio 13,2%) <i>J. macrescens</i> (0-17,2%; valor médio 3,58%) <i>Ammobaculites</i> sp. (0-10,3%; valor médio 2,75%) ∑ Miliólídeos (0-91,1%; valor médio 11,4%) ∑ Espécies de plataforma continental * (2,6-88,5%; valor médio 35,9%) Indeterminados calcários (0-12,5%; valor médio 5,75%)	<i>E. excavatum</i> (0-0,8%; valor médio 0,46%) <i>E. gunteri</i> (0-8,7%; valor médio 2,08%) <i>E. poeyanum</i> (0-7,9%; valor médio de 2,26%) Plan ctônicos (0-6,2%; valor médio 1,48%)

IFIM	1	2	3	4
Tipo de ambiente	Sapal alto a sapal médio	Sapal médio a sapal baixo	Sapal baixo a planície lodosa	Ambiente subtidal, canal
Ni/10cc	368-1424	243-2760	1168-17696	721-13024
Ni/10cc, valor médio	896	1154	7026	4175
Aglutinados (%)	51,9-97,2	57,6-93,1	0,57-20,8	0-99,2
Aglutinados (%), valor médio	74,6	78,8	4,97	13
Calcários (%)	0	2,9-19,7	73,41-99,41	51,7-100
Calcários (%), valor médio	0	13,4	93,8	89,9
Forros internos (%)	2,8-48,1	0,29-25,9	0-0,91	0-2,19
Forros internos (%), valor médio	25,5	7,8	0,3	0,81
Planctônicos (%)	0	0	0-0,6	0-6,2
Planctônicos (%), valor médio	0	0	0,5	1,48
Hs	0,68-1,33	1,69-2,48	1,54-2,22	1,51-3,33
Hs, valor médio	1	2	1,83	2,54

* *A. mamilla*, *E. scaber*, *E. cf. bradyi*, *Eggerella* sp., *Discorbis* spp., *Bolivina* spp., *Fissurina* spp., *Cassidulina* spp., *Cibicides* spp., *E. advenum*, *E. margaritaceum*, *E. discoidade*, *L. plymouthensis*, *Nonion* spp., *P. mediterraniensis*, *Remanaica* sp., *Rosalina* spp. e *V. cf. advena*.

A Tabela 4.4 expressa os resultados obtidos da análise por radiocarbono para o sistema lagunar da Ria Formosa. Indicando as sondagens analisadas para datação e respetivas profundidades, o código de laboratório, a idade calibrada (cal BP), a calibração usada (2σ), o intervalo de erro e o material que foi datado.

Tabela 4.4. Resultados das datações de ^{14}C para o sistema lagunar da Ria Formosa, utilizando o método EAM, e usando a calibração 2σ . Foi aplicado um efeito reservatório de correção de 350 anos para as conchas carbonatadas.

Sondagem	Profundidade (m)	Código	Idade cal BP (valor médio)	Calibração 2σ	Intervalo de erro	Material
RFM1	3,5	RFM1 3,48-3,52	7495	7420-7570	75	sedimento orgânico
RFM21	6,8	RFM21 6,80	7335	7250-7420	85	madeira
RFM22	5,38	RFM22 5,33-5,43	7505	7440-7570	65	concha (<i>Loripes lucinalis</i>)
RFM22	6,25	RFM22 6,20-6,30	8280	8180-8380	100	sedimento orgânico
RFM59	6,75	RFM59 6,70-6,80	10205	10160-10250	45	sedimento orgânico

4.3.1. Sondagem RFM1

A sondagem RFM1 atingiu a profundidade de 4,00 m e no intervalo que variou dos 30 cm aos 3,48 m de profundidade, foram recolhidas cinco amostras para a análise microfaunística. O sedimento foi constituído essencialmente por silte médio (Anexo 7, Tabela IIIa). De acordo com o IFIM, esta sequência de amostras foi dividida em quatro ambientes intertidais (Fig. 4.13):

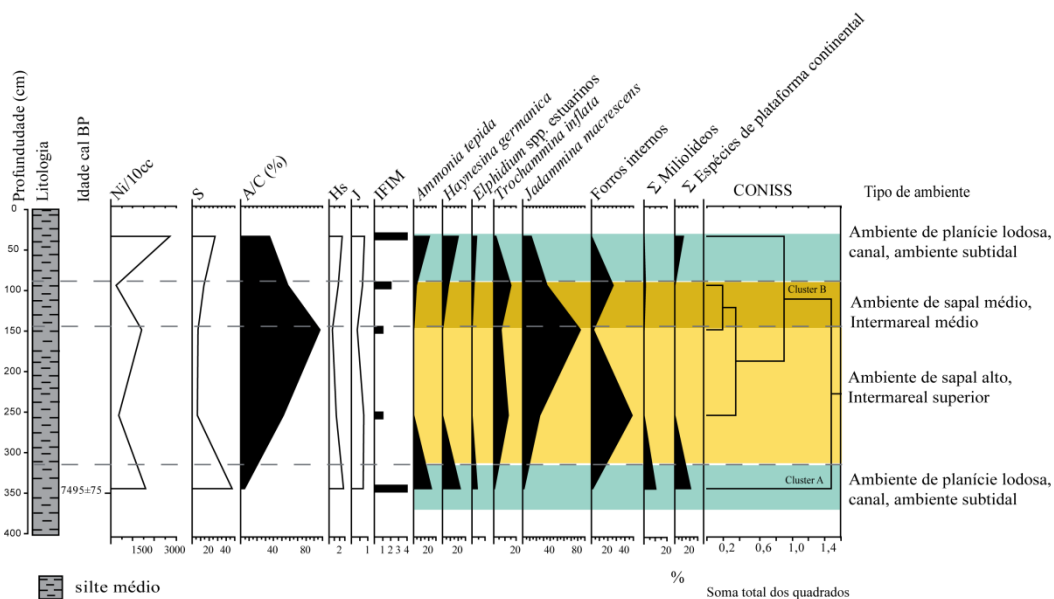


Fig. 4.13. Variação de Ni, S, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datação ao longo da sondagem RFM1.

Ambiente 1: É constituído por uma amostra, localizada entre os 3,48 e os 3,40 m de profundidade. Este ambiente foi caracterizado por um ambiente de planície lodosa, canal, ou seja este ambiente está sempre submerso e foi atribuído o IFIM 4. Sendo definido pela presença de espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica*, com um valor de codominância de 46,9%, associadas ao grupo das espécies de plataforma continental, nomeadamente *Asterigerinata mamilla*, *Bolivina* spp., *Buliminella elegantissima*, *Cibicides* spp., *Discorbis* spp., *Elphidium margaritaceum*, *Elphidium advenum*, *Elphidium gerthi*, *Fissurina* spp., *Fursenkoina* sp., *Glabratela* sp., *Lagena* sp., *Deuterammina plymouthensis*, *Nonion* sp., *N. atlantica*, *Rosalina* spp., *Spirilina vivipara*, *Uvigerina* sp. e o grupo dos planctónicos (20%) e ao grupo dos Miliolídeos, que ocorreram como *taxa* comum (10,2%). O grupo espécies estuarinas do género *Elphidium* (*E. excavatum*, *C. poeyanum* e *E. gunteri*) ocorreram com um valor baixo, cerca de 3,9%. Ocorreram ainda algumas carapaças aglutinadas, com um valor de abundância de 4,7% (Anexo 6, Tabela VII). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi alta (cerca de 1600 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 48 *taxa* (Anexo 3, Tabelas XV e XVI). As espécies dominantes *A. tepida* e *H. germanica* foram constantes neste ambiente, registando uma constância de 60% (Anexo 5, Tabela VIII). A diversidade atingiu o valor de 2,69 e a equitabilidade registou o valor de 0,7 (Anexo 4, Tabela VII).

Ambiente 2: Este ambiente é constituído por duas amostras, localizadas entre os 2,57-2,50 m e entre os 1,52-1,44 m de profundidade, sendo caracterizado pelo ambiente intermareal superior e foi atribuído o IFIM 1. Este ambiente foi definido por um ambiente sujeito a forte exposição aérea, típico de sapal alto, caracterizado pela codominância da espécie *J. macrescens* (24,5-83,7%, valor médio de 54,1%) associada à presença de forros internos (2,8-48,1%, valor médio de 25,5%) e a *Trochammina inflata* (6,74-12,8%, valor médio de 9,8%) que ocorre como espécie secundária. A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi baixa (variando entre 368 a 1424 indivíduos/10 cc, atingindo um valor médio de 896 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou entre 6 e 7 *taxa* (Anexo 3, Tabelas XV e XVI). As espécies dominantes (*J. macrescens*, o grupo dos forros internos) e comuns (*T. inflata* e o grupo dos Indeterminados aglutinados) foram constantes, ocorrendo com uma constância de 100% neste ambiente (Anexo 5, Tabela VIII). Neste ambiente não ocorreram espécies calcárias, logo a razão A/C (51,9-97,2%) atingiu um valor médio elevado,

de 74,5% (Anexo 6, Tabela VII) e a diversidade (0,68-1,33) e equitabilidade (0,35-0,74) diminuíram em relação ao ambiente anterior, calculando-se valores médios de 1 e de 0,55, respetivamente (Anexo 4, Tabela VII).

Ambiente 3: É constituído por uma amostra localizada entre os 97 e os 90 cm de profundidade sendo caracterizado pelo ambiente intermareal médio e foi atribuído o IFIM 2. Este ambiente traduz um ambiente típico de sapal médio, com alguma influência intertidal, é colonizado pelas formas aglutinadas *J. macrescens* e *T. inflata*, acompanhadas pelo grupo dos forros internos, com valores de 35,4; 15,2 e 25,9%, respetivamente, e ainda, associadas às espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica*, com valores de 4,11 e 7,4%, respetivamente. Neste ambiente a espécie *H. germanica* ocorreu com um valor superior à espécie *A. tepida*. O grupo espécies estuarinas do género *Elphidium* (*E. excavatum* e *C. poeyanum*) ocorreram com uma expressão baixa, cerca de 1,23%. A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi baixa (cerca de 243 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 14 taxa (Anexo 3, Tabelas XV e XVI). As espécies dominantes (*J. macrescens*, o grupo dos forros internos) e comuns (*T. inflata*) foram constantes, apresentando uma constância de 100% neste ambiente (Anexo 5, Tabela VIII). A razão A/C foi de 57,6% (Anexo 6, Tabela VII) e os valores da diversidade e da equitabilidade aumentaram para 1,8 e 0,68, respetivamente (Anexo 4, Tabela VII).

Ambiente 4: É constituído por uma amostra, a mais recente desta sondagem, localizada entre os 37 e os 30 cm de profundidade. Este ambiente foi caracterizado por um ambiente submerso, IFIM 4 sendo definido pela presença de espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica*, com valores de codominância de 41,4% associadas à espécie aglutinada *J. macrescens* (11,8%) e ao grupo das espécies de plataforma continental, nomeadamente *A. mamilla*, *Bolivina* spp., *Discorbis* spp, *E. advenum*, *F. laevigata* e *Textularia earlandi* (11,9%). O grupo *Elphidium* spp. estuarinos (*C. poeyanum* e *E. gunteri*) registou o valor de 3,55%. A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi alta (cerca de 2704 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 26 taxa (Anexo 3, Tabelas XV e XVI). As espécies dominantes, *A. tepida* e *H. germanica* apresentaram uma constância de 60% e a espécie comum, *J. macrescens* registou uma constância de 100%, neste ambiente (Anexo 5, Tabela VIII). O valor da razão A/C diminuiu para 35,2% (Anexo 5, Tabela VII) e os valores de diversidade e equitabilidade voltaram a aumentar para cerca de 2,53 e 0,78, respetivamente (Anexo 4, Tabela VII).

A sequência de amostras desta sondagem sugeriu uma grande influência marinha, que de acordo com os dados cronológicos, ocorreu por volta dos 7.495 Cal anos BP (Tabela 4.4 e Fig. 4.13), seguindo-se de uma diminuição da influência marinha, sendo traduzida por uma mudança ecológica de espécies. Esta mudança ecológica de espécies foi inferida principalmente pela ausência das espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica* e pelo aparecimento das espécies típicas de sapal, *J. macrescens* e *T. inflata*. Na amostra mais recente volta a haver um aumento da influência marinha, possivelmente a amostra contemporânea ficaria localizada numa zona de planície lodosa, canal.

4.3.2. Sondagem RFM21

Na sondagem RFM21 atingiu-se a profundidade de 9,00 m e, num intervalo que variou dos 30 cm aos 8,60 m de profundidade foram recolhidas vinte e sete amostras para a análise microfaunística. De acordo com o IFIM, foi dividido em dois Biohorizontes distintos (Fig. 4.14):

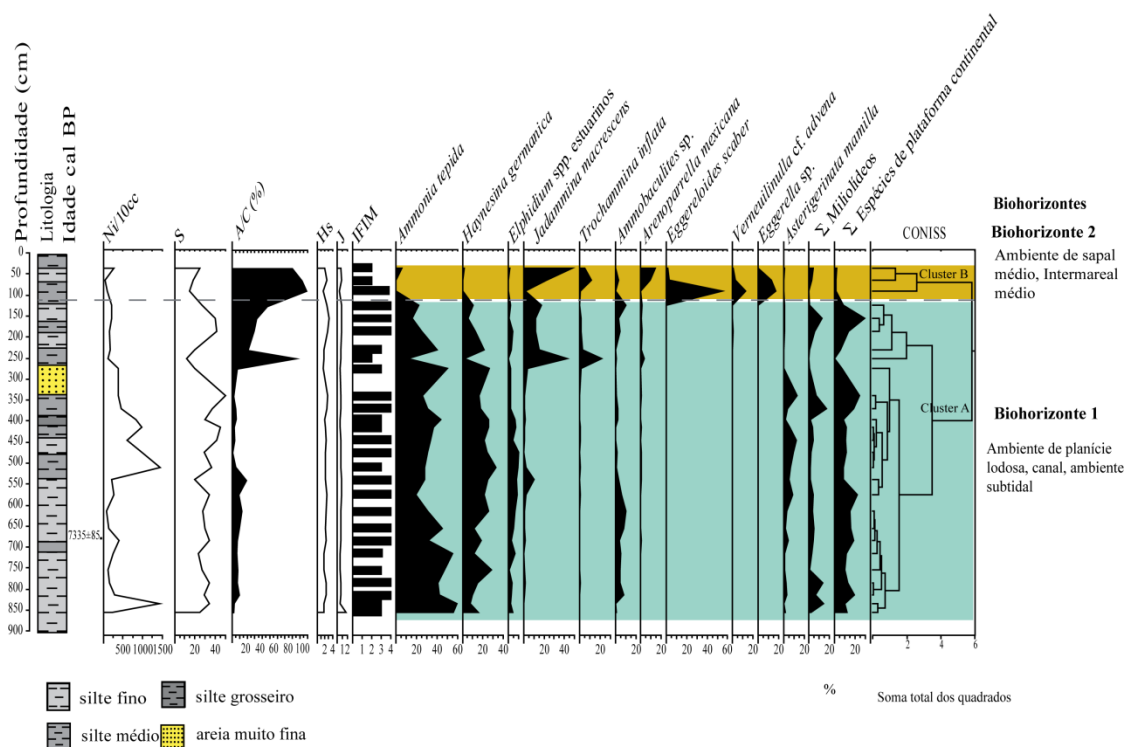


Fig. 4.14. Variação de Ni, S, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datação ao longo da sondagem RFM21.

Biohorizonte 1: É constituído por vinte e quatro amostras, localizadas entre os 8,60 e os 1,20 m de profundidade, e foi caracterizado por uma alternância de influência marinha que

variou entre o IFIM 3 (intermareal inferior) e IFIM 4 (ambiente subtidal) e uma única amostra de IFIM 2 (intermareal médio), predominando, no entanto o ambiente subtidal (IFIM 4).

O ambiente intermareal médio (IFIM 2) ocorreu aos 2,55-2,45 m de profundidade e foi definido pela presença de *taxa* aglutinados *J. macrescens* (42,8%) e *T. inflata* (21,2%), associados ao grupo dos Indeterminados aglutinados (12,4%). As espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica* registaram pouca expressão neste ambiente ocorrendo com um valor de 12,8%. A razão A/C (Anexo 6, Tabela VIII) atingiu um valor elevado de 84,4% e os valores de diversidade e de equitabilidade foram de 1,69 e de 0,68, respetivamente (Anexo 4, Tabela VIII). A densidade faunística neste ambiente foi de 1129 indivíduos/10 cc de sedimento e o número de espécies (S) foi de 12 *taxa* (Anexo 3, Tabelas XVII e XVIII).

O ambiente intermareal inferior (IFIM 3) foi registado dos 8,60-8,30 m, dos 7,60-7,10 m, dos 5,15-5,05 m, dos 4,20-3,90 m, dos 2,80-2,70 m e dos 2,35-2,25 m de profundidade, sendo definido pela presença das espécies estuarinas *A. tepida* (27,6-59,6%) e *H. germanica* (7,7-32,5%), com um valor de codominância superior a 67%, associadas ao grupo das espécies de plataforma continental (*A. mamilla*, *Bolivina* spp., *Buliminella elegantissima*, *Lobatula lobatula*, *Cibicides* sp., *Cornuspira involvens*, *Discorbis* spp., *E. advenum*, *Elphidium granosum*, *Elphidium margaritaceum*, *Elphidium* cf. *discoideale*, *E. complanatum*, *E. gerthi*, *Fissurina laevigata*, *Fursenkoina* sp., *Glabratella* sp., *Nonion* sp., *N. atlantica*, *Patellina corrugata*, *Planorbulina mediterraniensis*, *Rectuvigerina phlegeri*, *Rosalina* spp., *Spirillina* sp. e o grupo dos planctónicos (7-17,3%, valor médio de 13,2%), ao grupo dos Indeterminados calcários (variaram de 3,5-6,6%, valor médio de 5,6%), ao grupo das espécies estuarinas do género *Elphidium* (*C. poeyanum* (0,5-5,5%) e *E. gunteri* (0-5,8%), valor médio de 5,1%) e ao grupo dos Miliolídeos (0,1-14,1%, atingindo um valor médio de 2,8%). A razão A/C variou de 1,77 a 20,8%, registando o valor médio de 6,37% (Anexo 6, Tabela VIII) e os valores médios de diversidade (1,56-2,21) e equitabilidade (0,49-0,62) foram de 1,85 e de 0,56, respetivamente (Anexo 4, Tabela VIII). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi relativamente alta (variando entre 1168 e 14608 indivíduos/10 cc, com um valor médio de 6548 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 20 a 45 *taxa* (Anexo 3, Tabelas XVII e XVIII).

O ambiente intermareal aberto (IFIM 4) foi registado dos 8,20-7,80 m, dos 6,90- 5,35 m, dos 4,80-4,40 m, dos 3,75-3,35 m e dos 1,90-1,20 m de profundidade, sendo definido por um decréscimo das espécies estuarinas *A. tepida* (19,2-45,4%) e *H. germanica* (9,8-24,9%),

com um valor médio de codominância de 46,7% e por um aumento dos grupos das espécies de plataforma continental (*Abditodentrix* cf. *asketocomptella*, *A. mamilla*, *Bolivina* spp., *Bulimina* sp. *Buliminella elegantissima*, *Cassidulina* sp., *L. lobatula*, *Cibicides* sp., *C. involvens*, *Discorbis* spp., *E. advenum*, *E. margaritaceum*, *E. cf. discoidale*, *Elphidium complanatum*, *Elphidium crispum*, *E. gerthi*, *E. granosum*, *Epistominella vitrea*, *F. laevigata*, *Fissurina* sp., *Fursenkoina* sp., *Glabratella* sp., *Reusoolina laevis*, *Deuterammina plymouthensis*, *Nonion* spp., *N. atlantica*, *Oolina* cf. *squamosa*, *P. corrugata*, *P. mediterraniensis*, *Remanaica* sp., *Rectuvigerina phlegeri*, *Rosalina* spp., *Spirillina* sp., *Spirillina vivipara*, *Verneuilinella advena* e o grupo dos planctônicos (9,9-37,5%, valor médio de 21,3%), Indeterminados calcários (3,9-12,5%, valor médio de 6,63%) e dos Miliolídeos (0,7-12,6%, valor médio de 6,09%). O grupo das espécies estuarinas do género *Elphidium* (*C. poeyanum* (0,4-7,2%), *E. gunteri* (0-5,7%) e *E. excavatum* (0-0,4%)) ocorreram com um valor médio cumulativo de 5,11%. A razão A/C (2,2-32,3%) média foi cerca de 13,7% (Anexo 6, Tabela VIII) e os valores da diversidade (2,2-3,14) e da equitabilidade (0,61-0,84) aumentaram, calculando-se valores médios de 2,48 e de 0,71, respetivamente (Anexo 4, Tabela VIII). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi relativamente alta (variando entre 721 a 1495 indivíduos/10 cc, com um valor médio de 3222 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 15 a 50 taxa (Anexo 3, Tabelas XVII e XVIII).

As espécies dominantes *A. tepida* (92,3%), *H. germanica* (92,3%), *J. macrescens* (92,3%), *T. inflata* (55,6%) e comuns *A. mamilla* (85,2%), *Ammobaculites* sp. (96,3%), o grupo dos Indeterminados calcários (96,3%), o grupo dos Indeterminados aglutinados (92,3%) e o grupo do Miliolídeos (88,9%) foram constantes neste Biohorizonte (Anexo 5, Tabela IX).

De acordo com a escala adotada o sedimento neste Biohorizonte foi constituído por: areia muito fina no intervalo de 3,35-3,45 m de profundidade, por silte grosseiro no intervalo de 4,20-4,10 m de profundidade, por silte fino nos intervalos de 8,60-7,50 m, 6,90-5,70 m, dos 4,80-4,70 m de profundidade, dos 2,35-2,25 m de profundidade e dos 1,60-1,50 m de profundidade e por silte médio nos intervalos de 7,20-7,10 m, 5,45-5,05 m, 4,50-4,40 m, 4,00-3,65 m, 2,80-2,45 m, dos 1,90-1,80 m e dos 1,30-1,20 m de profundidade (Anexo 7, Tabela IIIb).

Biohorizonte 2: É constituído por três amostras, correspondendo às amostras mais superficiais desta sondagem, localizadas entre os 95 e os 30 cm de profundidade. Onde o ambiente de planície lodosa, canal (IFIM 4) foi registado numa amostra, aos 95-85 cm de profundidade e dos 70-30 cm de profundidade, duas amostras de IFIM 2 (sapal médio), predominando, no entanto, o ambiente de sapal médio por isso foi caracterizado por um ambiente intermareal médio (IFIM 2).

O ambiente submerso (IFIM 4) foi definido pela dominância da espécie *Eggerelloides scaber* (54,3%) associada às espécies *Eggerella* sp. (17,1%) e a *Verneuillinula* cf. *advena* (13%), estas formas são características de ambientes de plataforma continental e juntamente com as outras formas marinhas (*E. cf. bradyi*, *L. phymouthensis*, *Remainaca* sp. e *T. earlandi*) perfazem um total de 89,9% de abundância relativa. Neste ambiente *A. tepida*, *H. germanica*, *Elphidium* spp. estuarinos e o grupo dos Miliolídeos não registam qualquer expressão. A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi de 968 indivíduos/10 cc de sedimento e o número de espécies (S) foi de 15 taxa (Anexo 3, Tabelas XVII e XVIII). Não ocorreram formas calcárias neste ambiente, logo a razão A/C foi elevada, cerca de 99,2% (Anexo 6, Tabela VIII). A diversidade atingiu o valor de 1,51 e a equitabilidade registou o valor de 0,41 (Anexo 4, Tabela VIII). O sedimento foi constituído essencialmente por silte médio (anexo 7, Tabela IIIb).

O ambiente intermareal médio (IFIM 2) foi caracterizado pela dominância de *J. macrescens* (22,4-47,7%, valor médio de 23,9%) associada às espécies *T. inflata* (4,9-11,6%), *Arenoparrella mexicana* (9,2-14,2%) e *Eggerella* sp. (0-12,9%), com valores cumulativos médios de 8,25; 11,7 e 12,9%, respetivamente. As espécies *A. tepida* (0-5,5%), *H. germanica* (0-1,7%) e *Elphidium* spp. estuarinos (*C. poeyanum* (0-0,3%) e *E. gunteri* (0-1,2%)) registaram pouca expressão, neste ambiente, ocorrendo só na amostra mais recente, com valores de abundância relativa de 5,5; 1,7 e 1,4%. O grupo dos Miliolídeos e as espécies de plataforma continental também ocorrem neste ambiente com valores médios baixos, cerca de 3,3 e 2%, respetivamente.

A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi alta (variou entre 486 e 2760 indivíduos/10 cc, valor médio de 1623 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 18 a 25 taxa (Anexo 3, Tabelas XVII e XVIII).

As espécies *J. macrescens* (92,3%) e *T. inflata* (55,6%) foram constantes e as espécies *A. mexicana* (48,1%), *Eggerella* sp. (7,41%), não foram constantes neste ambiente (Anexo 5, Tabela IX).

A razão A/C variou entre 80 e 93,1% e atingiu um valor médio elevado de 86,6% (Anexo 6, Tabela XIII). e a diversidade (2,03-2,46) e equitabilidade (0,63-0,85) atingiram valores médios de 2,25 e de 0,75, respetivamente (Anexo 6, Tabela VIII).

O sedimento foi classificado de silte fino no intervalo de 70-60 cm de profundidade e de silte médio no intervalo de 40-30 cm de profundidade (Anexo 7, Tabela IIIb).

Esta sequência paleoambiental sugeriu um ambiente marinho, por volta dos 7.335 Cal anos BP (Tabela 4.4 e Fig. 4.14) e nas amostras mais recentes observou-se uma diminuição da influência marinha, para um ambiente de sapal, onde se verificou uma mudança ecológica de espécies sujeitas a maior influência marinha para espécies aglutinadas típicas de ambientes de sapal.

4.3.3. Sondagem RFM22

Na sondagem RFM22 atingiu-se a profundidade de 6,50 m e, no intervalo que variou dos 75 cm aos 5,70 m de profundidade foram recolhidas oito amostras para a análise microfaunística. De acordo com o IFIM, esta sondagem foi dividida em dois ambientes intertidais (Fig. 4.15):

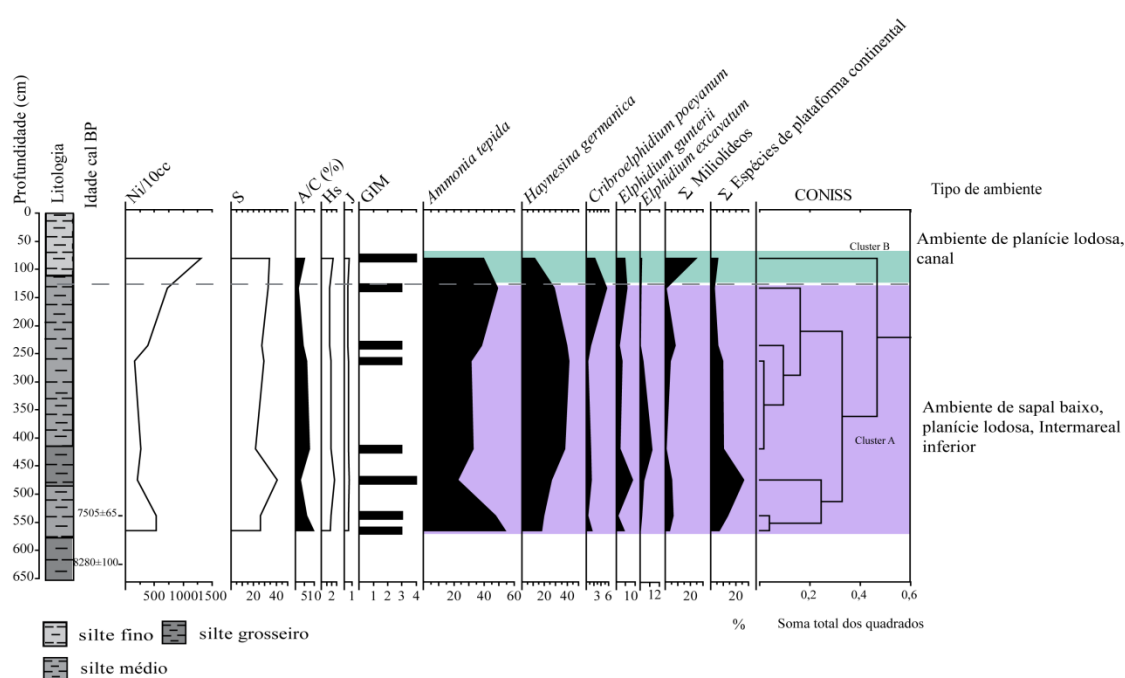


Fig. 4.15. Variação de Ni, S, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais e datações ao longo da sondagem RFM22.

Ambiente 1: É constituído por seis amostras localizadas entre os 5,70 e os 1,28 m de profundidade. Onde o ambiente de sapal baixo a planície lodosa (IFIM 3) foi registado aos 5,70-5,33 m e dos 4,25-1,28 m de profundidade e uma única amostra de IFIM 4 (ambiente subtidal), aos 4,80-4,70 m de profundidade, predominando, no entanto, o ambiente de sapal baixo a planície lodosa (IFIM 3).

Neste ambiente o intermareal inferior (IFIM 3), foi caracterizado pela associação *A. tepida* (38,3-54,2%) e *H. germanica* (17,3-39,7%), cujos valores de codominância são superiores a 66%, associadas, por sua vez, a espécies estuarinas do género *Elphidium* (*E. gunteri* (0,8-5,5%), *E. excavatum* (0-1,2%) e *C. poeyanum* (0,5-5,5%), ao grupo dos Miliolídeos (0,3-7,6%) e ao grupo dos Indeterminados calcários (0-6,3%), com valores médios de 4,97; 3,57 e 4,66%, respetivamente. Ocorreram também algumas espécies de plataforma continental, nomeadamente, *A. mamilla*, *Bolivina* spp., *Cassidulina* sp., *Discorbis* spp., *Eggerella* sp., *E. margaritaceum*, *E. cf. discoidale*, *E. complanatum*, *E. granosum*, *F. laevigata*, *N. atlantica* e algumas formas planctónicas (2,7-13,2%), com um valor médio calculado de 8,06%. Ocorreram ainda algumas carapaças aglutinadas (1,68-9,79%), com um valor médio de 5,95% (Anexo 6, Tabela IX). A diversidade (1,57-1,92) e a equitabilidade (0,45-0,61) atingiram valores médios de 1,78 e 0,54, respetivamente (Anexo 4, Tabela IX). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi alta (variando entre 1565 a 7244 indivíduos/10 cc de sedimento e registou um valor médio de 8656 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 26 a 33 taxa (Anexo 3, Tabelas XIX e XX). O sedimento foi constituído por silte grosseiro no intervalo de 5,70-5,60 m de profundidade, silte médio nos intervalos de 5,43-5,33 m, de 4,25-4,15 m, de 2,68-2,58 m e de 2,40-2,30 m de profundidade e silte fino no intervalo de 1,38-1,28 m de profundidade (Anexo 7, Tabela IIIc).

O ambiente subtidal (IFIM 4) foi definido por um ligeiro decréscimo das espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica* (48,5%) e um aumento das espécies de plataforma continental (*A. mamilla*, *Bolivina* spp., *Cassidulina* sp., *Discorbis* spp., *E. advenum*, *E. cf. discoidale*, *E. complanatum*, *E. crispum*, *E. gerthi*, *F. laevigata*, *Fissurina* sp., *Nonion* sp., *Rosalina* spp., *Spirillina* spp. e o grupo dos planctónicos (25,4%) e do grupo do Miliolídeos (5%). O grupo *Elphidium* spp. estuarinos (*E. excavatum*, *C. poeyanum* e *E. gunteri*) também aumentou para um valor de 10,5%. O valor da razão A/C diminuiu para 2,58% (Anexo 6, Tabela IX). Os valores da diversidade e da equitabilidade aumentaram para 2,51 e 0,68,

respetivamente (Anexo 4, Tabela IX). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi de 2093 indivíduos/10 cc de sedimento e o número de espécies (S) foi de 41 taxa (Anexo 3, Tabelas XIX e XX). O sedimento foi constituído essencialmente por silte grosseiro (Anexo 7, Tabela IIIc).

As espécies dominantes e comuns (*A. tepida* e *H. germanica*) foram constantes neste ambiente, ocorrendo com uma constância de 100% (Anexo 5, Tabela X).

Ambiente 2: É constituído por uma amostra, a mais superficial desta sondagem, localizada entre os 85 e os 75 cm de profundidade. Este ambiente foi caracterizado por um ambiente subtidal, IFIM 4 (planície lodosa, canal) sendo definido pela dominância de *A. tepida* (39,4%) associada ao grupo dos Miliolídeos (24,1%) e *H. germanica* (11,2%) como espécie secundária. O grupo dos *Elphidium* spp. estuarinos (*E. gunteri*, *E. excavatum* e *C. poeyanum*) ocorreu neste ambiente com um valor de 6,95%. Foi neste ambiente que o grupo dos Miliolídeos registou o valor mais elevado para toda a sondagem. Ocorreram ainda algumas carapaças aglutinadas com um valor de abundância de 5,04% (Anexo 6, Tabela IX). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi relativamente alta (cerca de 13024 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 34 taxa (Anexo 3, Tabelas XIX e XX). As espécies dominantes e comuns (*A. tepida* e *H. germanica*) foram constantes neste ambiente, registando uma constância de 100% (Anexo 5, Tabela X). Os valores de diversidade e de equitabilidade aumentaram, para 2,23 e 0,64, respetivamente (Anexo 4, Tabela IX). O sedimento foi constituído fundamentalmente por silte fino (Anexo 7, Tabela IIIc).

A sequência de amostras desta sondagem sugeriu um ligeiro aumento da influência marinha, que de acordo com os dados cronológicos, ocorreu por volta dos 7.505 Cal anos BP (Tabela 4.4 e Fig. 4.15). No período posterior aos 7.505 Cal anos BP, deu-se de uma ligeira diminuição da influência marinha e, na amostra mais recente, registou-se novamente um aumento da influência marinha, possivelmente a amostra contemporânea estaria localizada numa zona de planície lodosa, canal.

4.3.4. Sondagem RFM42B

A sondagem RFM42B alcançou a profundidade de 4,00 m e no intervalo que variou entre os 0 cm (amostra superficial) e os 3,90 m, foram recolhidas nove amostras para a análise

microfaunística. De acordo com o IFIM, nesta sondagem ocorreu um ambiente interdital (Fig. 4.16):

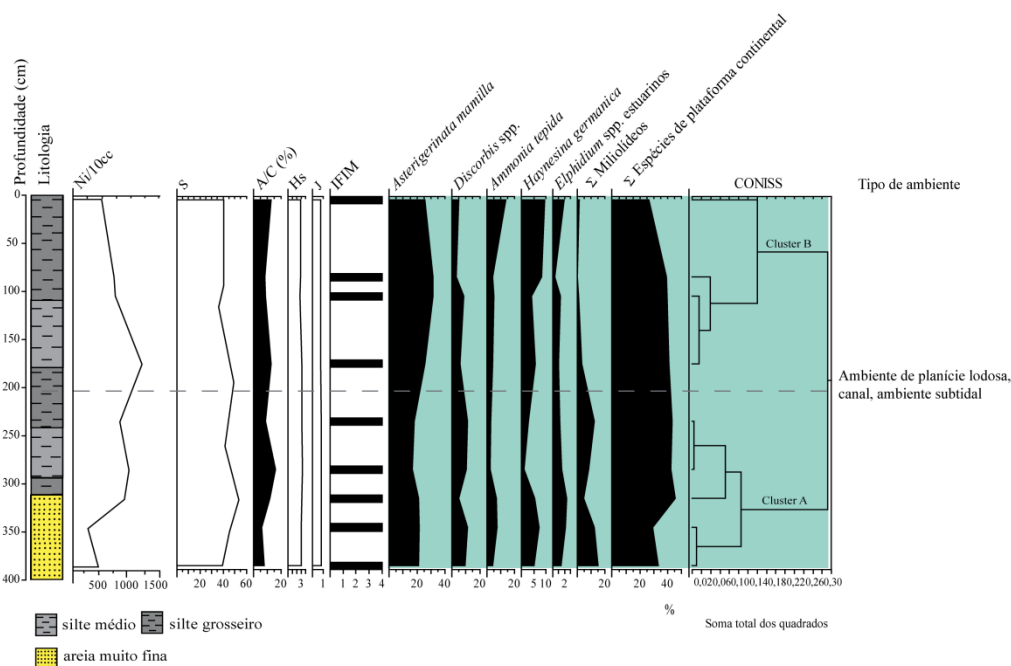


Fig. 4.16. Variação de Ni, S, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais ao longo da sondagem RFM42B.

Este ambiente foi classificado como ambiente subtidal, IFIM 4, sendo caracterizado pela dominância da espécie marinha *A. mamilla* (16,6-31,6%) e do grupo das espécies de plataforma continental (*A. cf. asketocomptella*, *Bolivina* spp., *Bulimina* spp., *B. elegantissima*, *Cancris auricula*, *Cassidulina* spp., *L. lobatula*, *Cibicides* spp., *C. involvens*, *E. scaber*, *E. cf. bradyi*, *V. cf. advena*, *E. advenum*, *E. cf. discoidale*, *E. complanatum*, *E. margaritaceum*, *E. crispum*, *E. gerthi*, *E. granosum*, *Elphidium macellum var aculcatum*, *E. vitrea*, *Fissurina* spp., *Fursenkoina* sp., *Lagena* spp., *D. plymouthensis*, *Nonion fabum*, *Nonion* sp., *Nonionella cf. turgida*, *Oolina cf. melo*, *P. corrugata*, *P. mediterraniensis*, *Remanaica* sp., *Reussoolina laevis*, *Rosalina* spp., *Spirillina* sp., *Textularia* sp., *T. earlandi*, *Trifarina* spp. e o grupo dos planctônicos (31,7-54,4%)), associadas às espécies secundárias *A. tepida* (2,2-13,5%), *H. germanica* (1-9,6%), *Discorbis* spp. (3-11,2%) e ao grupo dos Miliólídeos (0-14,9%). O grupo dos *Elphidium* spp. estuarinos (*C. poeyanum* (0,3-2,1%) e *E. gunteri* (0-0,2%)) registou um valor médio baixo, cerca de 1,4%. A espécie estuarina *A. tepida*, nesta sondagem passa a taxa comum. As formas planctônicas ocorreram em todas as amostras desta sondagem, variando entre 0,3 e 6,2% e atingiram o estatuto de taxa acessório nos intervalos de 1,80-1,70 m e 90-80 cm de profundidade. O sedimento variou de areia muito fina no intervalo de 3,90-

3,40 m de profundidade, de silte grosseiro nos intervalos de 3,20-3,10 m e 2,40-2,30 m e de 1,10 m a 80 cm profundidade, e de silte médio entre os 2,90-2,80 m e de 1,80 a 1,70 m de profundidade (Anexo 7, Tabela IIIId).

Este ambiente foi subdividido em 2 Clusters, de acordo com algumas variações de espécies:

Cluster A: É constituído por cinco amostras, localizadas entre os 3,90 e os 2,30 m de profundidade. Neste ambiente a espécie *A. mamilla* e o grupo das espécies de plataforma continental, ocorreram com valores médios cumulativos de 19,6 e 66,7%, respetivamente. As espécies secundárias *A. tepida*, *H. germanica*, *Discorbis* spp. e o grupo dos Miliolídeos, ocorreram com valores médios cumulativos de 4,72; 4,24; 9,39 e 10,4%, respetivamente. A razão A/C variou entre 7,61 e 15,8% e atingiu um valor médio de 9,96% (Anexo 6, Tabela X). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi relativamente alta (variando de 2608 a 9672 indivíduos/10 cc e registou um valor médio de 6742 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 39 a 53 taxa (Anexo 3, Tabelas XXI e XXII). A espécie dominante *A. mamilla* (100%) e comuns *Discorbis* spp. (100%) e o grupo dos Miliolídeos (88,%) foram constantes neste ambiente (Anexo 5, Tabela XI). Os valores médios de diversidade (2,95-3,33) e equitabilidade (0,81-0,84) foram de 3,1 e de 0,83, respetivamente (Anexo 4, Tabela X).

Cluster B: É constituído por quatro amostras, localizadas entre os 1,80 m aos 0 cm de profundidade. Neste ambiente as espécies *A. mamilla* (valor médio de 28,5%) o grupo das espécies de plataforma continental (valor médio de 70,8%), *A. tepida* (valor médio de 6,8%) e *H. germanica* (valor médio de 6,82%) aumentaram enquanto *Discorbis* spp. (valor médio de 5,53%) e o grupo dos Miliolídeos (valor médio de 1,77%) diminuíram, relativamente ao ambiente anterior. A razão A/C aumentou para um valor médio de 10,5% (Anexo 6, Tabela X) e a diversidade (2,77-3,1) e equitabilidade (0,77-0,79) diminuíram para valores médios de 2,89 e 0,78, respetivamente (Anexo 4, Tabela X). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi relativamente alta (variando de 4992 a 11928 indivíduos/10 cc e um valor médio de 7830 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 36 a 49 taxa (Anexo 3, Tabelas XXI e XXII). A espécie dominante *A. mamilla* e comum *A. tepida* foram constantes neste ambiente, registando uma constância de 100% (Anexo 5, Tabela XI).

Na sondagem RFM42B a influência marinha foi mais evidente que nas outras sondagens amostradas, para o sistema lagunar da Ria Formosa e observou-se ao longo de todo

o furo. Esta influência marinha foi verificada pela mudança de dominância de *A. tepida* para a espécie marinha *A. mamilla* e pelos elevados valores de diversidade e equitabilidade registados. Esta também foi a única sondagem onde se fez uma amostra contemporânea (10 aos 0 cm de profundidade), indicando que a zona atual amostrada corresponde a um ambiente de planície lodosa ou canal. Porém esta sondagem foi também a única onde não se realizaram datações de ^{14}C .

4.3.5. Sondagem RFM59

Na sondagem RFM59 atingiu-se a profundidade de 7,00 m e, num intervalo que variou dos 1,20 aos 6,70 m de profundidade foram recolhidas catorze amostras para a análise microfaunística. De acordo com o IFIM, foi dividida em dois Biohorizontes distintos (Fig. 4.17):

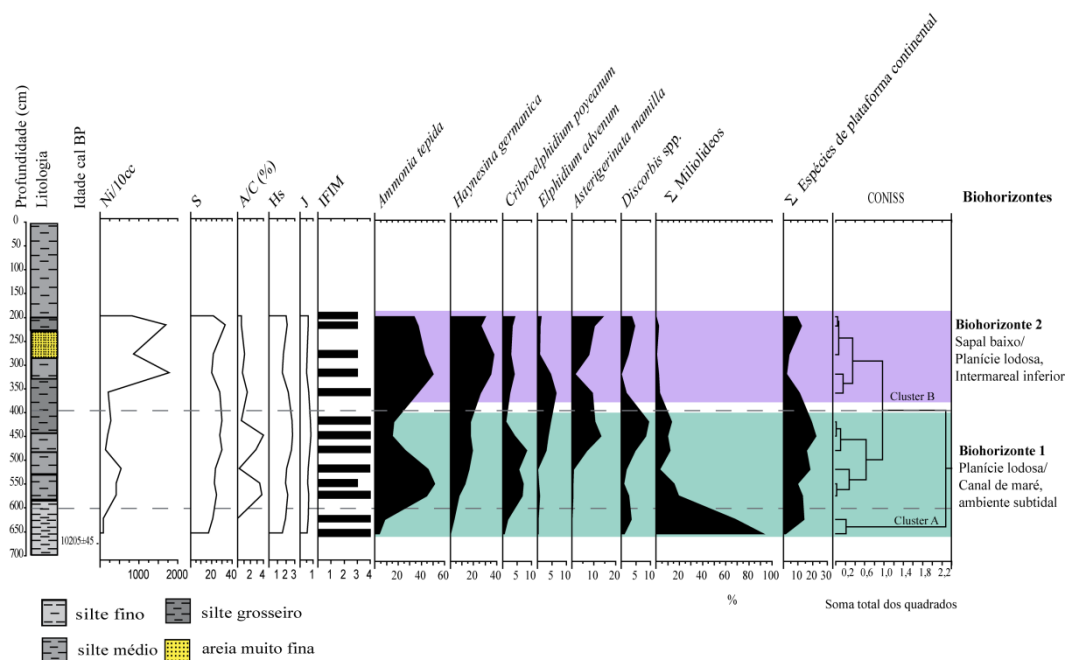


Fig. 4.17. Variação de Ni, S, A/C (%), Hs, J, IFIM e abundâncias relativas das espécies principais ao longo da sondagem RFM59.

Biohorizonte 1: É constituído por oito amostras, localizadas entre os 6,70 e os 4,10 m de profundidade. Aos 6,55-5,65 m e dos 5,20-4,10 m de profundidade ocorreu o ambiente de planície lodosa, canal de maré (IFIM 4), aos 5,50-5,40 m de profundidade foi registado o ambiente de sapal baixo, planície lodosa (IFIM 3) e aos 6,70-6,60 m de profundidade não foram encontradas carapaças de foraminíferos, portanto, não foi possível atribuir um grau

IFIM. Predominando no entanto, o ambiente planície lodosa, canal de maré (ambiente subtidal), neste Biohorizonte, logo foi atribuído o IFIM 4.

O ambiente intermareal inferior (IFIM 3) foi caracterizado pela dominância da espécie estuarina *A. tepida* (49,4%) associada a *H. germanica* (11,9%), ao grupo das espécies de plataforma continental (*A. mamilla*, *Bolivina* spp., *C. involvens*, *Discorbis* spp., *E. advenum*, *E. cf. granosum*, *N. atlantica*, e o grupo dos planctônicos) (10,3%) e ao grupo dos Miliolídeos (14,9%). Os *Elphidiuns* spp. estuarinos (*C. poeyanum*, *E. excavatum* e *E. gunteri*) ocorrem nesta sondagem com um valor de 7,7%. A razão A/C foi 3,43% (Anexo 6, Tabela XI) e os valores de diversidade e equitabilidade foram de 1,93 e 0,61, respectivamente (Anexo 4, Tabela XI). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi cerca de 4192 indivíduos/10 cc de sedimento e o número de espécies (S) foi de 23 taxa (Anexo 3, Tabelas XXIII e XXIV). As espécies dominantes, *A. tepida* (92,9%), *H. germanica* (92,9%) e o grupo dos Miliolídeos (85,7%) foram constantes neste ambiente (Anexo 5, Tabela XII).

O ambiente subtidal (IFIM 4) foi definido por um decréscimo na associação das espécies estuarinas *A. tepida* (3,8-42,3%) e *H. germanica* (0,3-17,8%) (valor médio da associação 32,8%) e no grupo das espécies estuarinas do género *Elphidium* (*C. poeyanum* (0-7,9%) e *E. gunteri* (0,3-3,6%,) (valor médio de 5%) e, por um aumento no grupo das espécies de plataforma continental (*A. mamilla*, *Bolivina* spp., *Bulimina* spp., *Cassidulina* sp., *L. lobatula*, *Cibicides* sp., *C. involvens*, *Discorbis* spp., *E. advenum*, *E. discoidale*, *E. gerthi*, *E. granosum*, *F. laevigata*, *Fursenkoina* sp., *Nonion* sp., *N. atlantica*, *Nonionella* sp., *P. corrugata*, *Rosalina* spp., *Spirillina* sp., e o grupo dos planctônicos) (25%) e do grupo dos Miliolídeos (30,5%). A razão A/C variou entre 0 e 3,98, atingindo um valor médio de 2,29% (Anexo 6, Tabela XI) e os valores da diversidade (1,55-2,76) e da equitabilidade (0,55-0,83) aumentaram, calculando-se valores médios de 2,27 e de 0,7, respectivamente (Anexo 4, Tabela XI). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi relativamente alta (variando entre 833 a 5392, atingindo um valor médio de 2471 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) variou de 17 a 28 taxa (Anexo 3, Tabelas XXIII e XXIV). As espécies dominantes, *A. tepida* (92,9%), *H. germanica* (92,9%) e o grupo dos Miliolídeos (85,7%) e comuns, *A. mamilla* (78,6%) foram constantes neste ambiente (Anexo 5, Tabela XII).

Neste Biohorizonte o sedimento foi constituído por silte fino nos intervalos de 6,70-6,15 m aos 5,20-5,10 de profundidade, por silte médio nos intervalos de 5,75-5,40 m e dos

4,80-4,40 m de profundidade e por silte grosseiro aos 4,20-4,10 m de profundidade (Anexo 7, Tabela IIIe).

Biohorizonte 2: É constituído por cinco amostras, localizadas entre os 3,60 e os 1,90 m de profundidade. Dos 3,20-190 m de profundidade predominou um ambiente intermareal inferior (IFIM 3) e aos 3,60-3,50 m de profundidade ocorreu o ambiente subtidal (IFIM 4). A este Biohorizonte foi atribuído o IFIM 3 (ambiente de sapal baixo, planície lodosa), por ser o ambiente predominante.

O ambiente intermareal inferior (IFIM 3) foi caracterizado pela associação das espécies estuarinas *A. tepida* (32,1-46,7%) e *H. germanica* (25,3-34,9%), com um valor médio de codominância de 68,8%, associadas a espécies estuarinas do género *Elphidium* (*C. poeyanum* (2,6-3,9%) e *E. gunteri* (2-3,4%)) que ocorrem neste ambiente com um valor médio de 5,85% e das espécies de plataforma continental (*A. mamilla*, *Bolivina* spp., *Cassidulina* spp., *Cibicides* spp., *C. involvens*, *Discorbis* spp., *E. advenum*, *E. cf. granosum*, *E. discoidale*, *E. gerthi*, *F. laevigata*, *Fissurina* spp., *L. lobatula*, *P. mediterraniensis*, *Rosalina* sp., *Spirillina* sp. e o grupo dos planctónicos (7,1-27,25, valor médio de 19%)). O grupo dos Miliolídeos (0-2,1%) registou um valor médio baixo, cerca de 1,5%. O valor médio da razão A/C (0,57-1,12%) foi de 0,75% (Anexo 6, Tabela XI) e os valores médios de diversidade (1,54-2,16) e equitabilidade (0,52-0,65) foram de 1,86 e 0,59, respetivamente (Anexo 4, Tabela XI). A densidade faunística (Ni) neste ambiente (variou de 8176 a 17696) foi relativamente alta, cerca de 12860 indivíduos/10 cc de sedimento e o número de espécies (S) variou de 20 a 32 taxa (Anexo 3, Tabelas XXIII e XXIV). As espécies dominantes *A. tepida* (92,9%) e *H. germanica* (92,9%) e espécie a comum, *A. mamilla* (78,6%), foram constantes neste ambiente (Anexo 5, Tabela XII).

O ambiente subtidal (IFIM 4) foi definido por um aumento no grupo das espécies de plataforma continental (*A. mamilla*, *Bolivina* spp., *L. lobatula*, *Cibicides* spp., *Discorbis* spp., *E. advenum*, *E. discoidale*, *E. gerthi*, *Rosalina* spp. e o grupo dos planctónicos) (26,4%) e do grupo dos Miliolídeos (2,6%). Neste ambiente a associação das espécies *A. tepida* e *H. germanica* e as espécies estuarinas do género *Elphidium* (*C. poeyanum* e *E. gunteri*), decrescem para valores de 58,1 e 5,3%, respetivamente. A razão A/C foi de 1,51% (Anexo 6, Tabela XI) e os valores da diversidade e da equitabilidade aumentaram, para 2,24 e 0,67, respetivamente (Anexo 4, Tabela XI). A densidade faunística (Ni) neste ambiente foi baixa, cerca de 2120 indivíduos/10 cc de sedimento) e o número de espécies (S) foi de 28 taxa

(Anexo 3, Tabelas XXIII e XXIV). As espécies dominantes *A. tepida* e *H. germanica* foram constantes neste ambiente, registrando uma constância de 92,9% (Anexo 5, Tabela XII).

Neste Biohorizonte o sedimento classificado de silte grosseiro aos 3,60-3,50 m e aos 2,20-2,10 m de profundidade, de silte médio aos 3,20-3,10 m e aos 2,00-1,90 m de profundidade e de areia muito fina aos 2,80-2,70 m de profundidade (Anexo 7, Tabela IIIe).

Foi ainda distinguido um **Cluster A** e um **Cluster B**, onde o Cluster A correspondente às amostras, mais profundas, localizadas entre os 6,55 - 6,15 m de profundidade e o Cluster B corresponde às amostras localizadas entre os 5,75 - 1,90 m de profundidade.

No **Cluster A**, esta distinção, foi feita devido á codominância do grupo dos Miliolídeos (68-91,1%) e das espécies de plataforma continental (2,6-17,6%), com valores cumulativos médios de 79,6 e 10,1%, respetivamente. Neste Cluster a associação de espécies *A. tepida* (3,8-8,2%) e *H. germanica* (0,3-3,1%) e o grupo dos *Elphidium* spp. estuarinos ocorreram com valores cumulativos médios muito baixos, cerca de 7,75 (*A. tepida* + *H. germanica*) e 1,65%, respetivamente.

No **Cluster B** a associação de espécies estuarinas *A. tepida* (14,3-49,4%, valor médio de 34,4%) e *H. germanica* (6,8-34,9%, valor médio de 20,9%) foi codominante e *A. mamilla* (0,4-13,5%, valor médio de 6,45%) ocorre como espécie secundária. Neste Cluster o grupo dos Miliolídeos (0-18,1%, valor médio de 6,92%) é mais expressivo nas amostras mais profundas deste Cluster, e à medida que se avança para as amostras mais recentes perde expressão.

A sequência de paleoambientes desta sondagem sugeriu um aumento da influência marinha, que de acordo com os dados cronológicos, ocorreu por volta dos 10.000 Cal anos BP (Tabela 4.4 e Fig. 4.17). No período posterior aos 10.000 Cal anos BP, deu-se de uma ligeira diminuição da influência marinha, passando de um ambiente subtidal a um ambiente lagunar possivelmente coincidente com a formação da lagoa.

De acordo com os resultados do sistema lagunar da Ria Formosa, foi elaborado um esquema simplificado da variação de IFIM, das cinco sondagens com as datações disponíveis (Fig. 4.18).

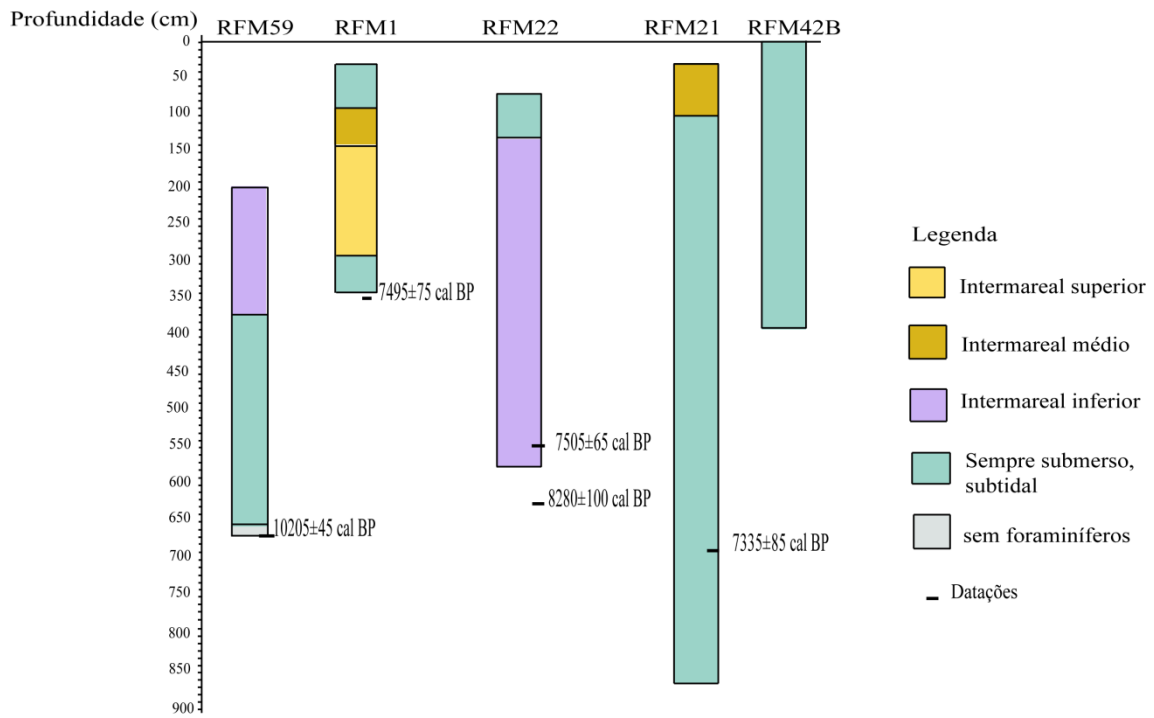


Fig. 4.18. Variação de IFIM nas sondagens realizadas no sistema lagunar da Ria Formosa e datações disponíveis.

De acordo com a Fig. 4.18. na Ria Formosa por volta dos 10.000 Cal anos BP e de acordo com as associações de foraminíferos bentónicos, o ambiente predominante foi subtidal e num período mais recente o ambiente mudou para um ambiente intermareal médio. As sondagens RFM1 e RFM42B são uma exceção pois nas amostras mais recentes o ambiente predominante foi o subtidal, provavelmente as amostras atuais correspondentes encontram-se numa zona de planície lodosa, canal de maré ou numa zona mais baixa do sapal.

5. Discussão

O objetivo principal na reconstrução do nível do mar do passado é determinar as flutuações verticais no limite entre a terra e o mar. De um modo geral, é possível reconhecer este limite pela respectiva presença ou ausência de faunas de foraminíferos. Os melhores locais para determinar o nível do mar do passado são os sapais e os mangais devido à sua acreção até ao nível das marés mais altas; eles progridem em direção ao mar; têm uma superfície inclinada com diferentes partes do sapal/mangal ligadas a diferentes níveis de maré e durações de exposição e eles têm associações de foraminíferos distintas, que em grande parte estão relacionados com elevação. O desafio é usar foraminíferos fósseis do Quaternário para obter maiores detalhes sobre o nível do mar passado (Murray, 2006). A reconstrução do antigo nível do mar, com base em identificação e interpretação de associações de foraminíferos fósseis requer uma compreensão das distribuições verticais contemporâneas (Scott e Medioli, 1980).

Investigações contemporâneas realizadas nas costas da América do Norte e na costa Atlântica da Europa demonstram que as associações de foraminíferos de sapal são verticalmente zoneadas de uma forma semelhante à das associações florais, mas estas zonações são fortemente restringidas. Em particular, as faunas de sapal alto apresentam pouca variação nos ambientes entre marés, e o declínio pronunciado em abundância foraminíferos para o limite superior da influência marinha oferece o potencial para localizar a maré mais alta com uma precisão máxima de ± 5 cm (Gehrels, 2000; Scott e Medioli, 1980; Scott et al., 2001).

Os foraminíferos aglutinados de sapal são usados extensivamente como indicadores de alta resolução de mudança do nível do mar (Gehrels, 2000; Edwards e Horton, 2000; Scott e Medioli, 1980; Scott et al., 2001), com base na sua zonação intertidal em latitudes médias de sapais temperados (Gehrels, 2000; Horton e Edwards, 2006; Leorri et al., 2010; Scott e Medioli, 1980). Ambientes costeiros de baixa latitude, caracterizados por florestas de mangal receberam menos estudo (Barbosa et al, 2005; Berkeley et al., 2007, 2008 e 2009b; Debenay et al, 2000 e 2002; Horton et al., 2005; Woodroffe et al., 2005), apesar do fato de que os pântanos de mangal caracterizarem 70% das costas tropicais e subtropicais (Debenay et al, 2002).

Em 2005 Barbosa e os seus colaboradores, estudaram zonações de foraminíferos como base para flutuações do nível médio do mar durante o Quaternário, em mangais e sapais do sudoeste brasileiro e verificaram que as associações de foraminíferos encontradas no Brasil são comparáveis. E podem ser usados como indicadores precisos do nível médio do mar, tal como os seus análogos em sapais temperados.

5.2. Associações de foraminíferos atuais

No estuário do Potengi foram recolhidos dois transeptos atuais e de acordo com a microfauna analisada, foram caracterizados dois ambientes na zona intermareal, de pântanos de mangal (IFIM 3 e IFIM 4). Estes ambientes estão sujeitos a uma maior exposição ao efeito das marés e são caracterizados pela dominância das espécies *Ammonia tepida*, *Elphidium excavatum* e o grupo dos Miliolídeos.

O ambiente de mangal baixo e planície lodosa (IFIM 3) é um ambiente que a maior parte do tempo submerso e corresponde às amostras IG4-Topo de Mangue e 06-Topo. Este ambiente é caracterizado pela codominância das espécies *E. excavatum* e *A. tepida*, associadas ao grupo dos Indeterminados calcários ao grupo dos Miliolídeos, perfazendo mais de 50% da associação total de foraminíferos. Neste ambiente ocorrem também algumas espécies aglutinadas (típicas de ambientes de sapal/mangal), nomeadamente *Ammobaculites* cf. *exiguus*, *Ammobaculites* cf. *dilatatus*, *Ammobaculites* sp., *A. cassis*, *Trochammina inflata*, *Arenoparrella mexicana*, *Haplophragmoides* sp., *Polysaccamina hyperhalina*, *J. macrescens*, e *Trochammina* sp. (Souza et al., 2010), perfazendo um valor de 20% da associação total.

O ambiente de enseada de maré e banco de canais (IFIM 4) é um ambiente subtidal e corresponde às amostras IG4-Fundo de Canal e IG4- ½ Int. Mareal. Este ambiente é caracterizado pela dominância do grupo dos Miliolídeos associado à espécie *A. tepida*, esta associação compreende cerca de 80% da associação total.

Ammonia e *Elphidium* são os dois géneros de foraminíferos bentónicos mais abundantes em todo o mundo (Murray, 1991). As espécies do género *Ammonia* ocorrem em águas pouco profundas dos ambientes marginais marinhos (Debenay e Guilou, 2002; Langer e Lepping, 2000), diminuindo a sua abundância relativa na aproximação aos ambientes marinhos (Yassini e Jones, 1985), e são quase ausentes em zonas frias (Funnell, 1991 in Lin, 1992). Os foraminíferos do género *Elphidium* ocorrem geralmente desde os ambientes

lagunares salobros até à plataforma (Li et al., 2000). Estes dois géneros possuem uma grande variabilidade morfológica o que torna a sua identificação taxonómica incerta e controversa (Hayward et al., 2004, Schweizer et al., 2011).

Com cerca de 35 *taxa* descritos, o género *Ammonia* ostenta uma gama significativa de variantes morfológicas (Langer e Leppig, 2000), tornando a identificação das espécies particularmente difícil (Holzman et al., 1998). Em relação à taxonomia deste género prevalecem duas teorias diferentes, com alguns autores considerando que a maioria dos morfotipos *Ammonia* são ecofénótipos da mesma espécie enquanto outros defendem que esses morfotipos representam várias espécies diferentes (Holzman et al., 1998). Estudos recentes com base em análise de ADN de seis morfotipos sugerem que *A. beccarii*, *A. tepida* e *A. parkinsoniana* são três espécies diferentes (Pawlowski et al., 1995). Também Debenay et al. (1998a) distingue *A. beccarii* de *A. tepida* com base em argumentos morfofuncionais. De acordo com as observações feitas por estes autores na Ilha de Yeu e na Baía de Bourgneuf, na costa Atlântica de França, *A. tepida* e *Ammonia* s.s. ocupam diferentes microhabitats, sendo *A. tepida* epifaunal livre ou endofaunal em sedimentos finos de ambientes parálisos e *Ammonia* s.s epifaunal ou endofaunal em sedimentos mais grosseiros, podendo ainda ocorrer como epífitas de algas calcárias (*Corallina officinalis*) ou em algas vermelhas (*Gigartina acicularis*) ao longo das costas rochosas durante a Primavera e Verão. Hayward e os seus colaboradores (2004) realizaram vários estudos de ADN em várias espécies do tipo *Ammonia* e concluíram que o nome *A. beccarii* deve ser restrito a espécies grandes, comprimidas, altamente ornamentadas, epífitas e marinhas e espécies com distribuições mais restritas de ambientes salobros e infaunais, deverão ser consideradas *A. parkinsoniana* e *A. tepida*.

No presente trabalho foram encontrados dois tipos de *A. tepida* e apesar de se reconhecer a importância ecológica da distinção dos vários morfotipos do género *Ammonia* em estudos de reconstrução paleoambiental, não foram feitas quaisquer tentativas de os separar no presente estudo. Todos os morfotipos foram incluídos num único *taxon*, a espécie *A. tepida*.

O género *Elphidium* é um grupo a nível taxonómico confuso sendo descritos mais de 60 morfotipos de espécies de *Elphidium*, relatados em estudos de foraminíferos recentes em todo o mundo (Murray, 1991). Alguns destes estudos foram realizados no Mar do Norte no Mar Báltico ocidental e as espécies identificadas foram: *Elphidium albiumbilicatum* (Weiss, 1954), *E. excavatum clavatum* (Cole, 1930), *E. excavatum excavatum* (Terquem, 1876), *E.*

gerthi (van Voorthuysea, 1957), *E. gunteri* (Cole, 1931), *E. incertum* (Williamson, 1858) e *E. williamsoni* (Haynes, 1973) (Nikulina et al., 2008; Polovodova e Schönfeld, 2008). Entre estes taxa considerados neste estudo *E. gerthi* ocupa sedimentos lodosos nas zonas perto da costa e *E. excavatum* habita sedimentos lodosos de areia enriquecidos em matéria orgânica. As duas espécies *E. excavatum* e *E. clavatum* parecem co-ocorrer, mesmo apresentando diferentes preferências de profundidade (Nikulina et al. 2008). No entanto, a situação taxonômica mais confusa tem sido sempre associado com *Elphidium excavatum* por causa de sua alta variabilidade intra-específica (Goubert, 1997; Miller et al, 1982; Poignant et al., 2000). Um total de onze morfotipos, considerados espécies e subespécies ou ecofenotipos, foram descritos por *E. excavatum* (Goubert 1997). Por enquanto, o género *Elphidium* tem menos informação a nível de filogenia molecular do que o género *Ammonia*, com, apenas algumas sequências depositadas no EMBL / Banco de dados GenBank (Schweizer et al., 2011).

A associação *Ammonia - Elphidium* foi mencionada por vários autores em ambientes estuarinos por todo o mundo (Anjos-Zerfass et al., 2006; Calvo-Marcilense, 2011; Debenay, et al., 2002; 2004; Eichler et al., 2006; Vilela et al., 2011; Sen Gupta, 1999; Souza et al., 2010).

No ambiente de mangal baixo e planície lodosa, foi registado um aumento do género *Elphidium* e uma diminuição no número de indivíduos do género *Ammonia*. Estudos realizados na Florida (EUA) indicam que a associação *Ammonia- Elphidium* indicam condições oligohalinas e mesohalinas com salinidades de 5-18%. Verificou-se ainda que com um aumento gradual da salinidade registou-se um aumento do género *Elphidium* e uma diminuição no número de indivíduos do género *Ammonia* (Brewster-Wingard et al., 1996). De acordo com estes autores, o aumento da salinidade, poderá ser uma hipótese para o aumento do género *Elphidium*, embora não se possa confirmar esta hipótese, pois não foi medida a salinidade, nestes transeptos.

E. excavatum é uma espécie mixohalina e no Verão quando as águas salobras são quentes há um aumento de matéria orgânica nos sedimentos, a sua reprodução e crescimento são favorecidos (Boltvskoy e Wright, 1976) e é uma espécie oportunista capaz de sobreviver em ambientes caracterizados por grandes variações ambientais (Murray, 1991). Poderá ter sido devido ao aumento da matéria orgânica, que neste ambiente (mangal baixo e planície lodosa) é o mais elevado dos dois transeptos variando entre 4,5 e 5% e favorecendo assim o

desenvolvimento da espécie *E. excavatum*. Souza e os seus colaboradores (2010) ao realizarem um estudo no estuário do Potengi também concluíram que a salinidade e a matéria orgânica, seguidos pelo carbono bacteriano, conduziram a distribuição dos foraminíferos no estuário. Na ausência da medição de salinidade, possivelmente o aumento de *E. excavatum* foi devido ao aumento da matéria orgânica.

A. tepida também é uma espécie oportunista podendo tolerar mudanças em que outras espécies não resistem (Alve, 1995; Châtelet e Debenay, 2010; Châtelet et al., 2004), como elevadas concentrações de metais pesados, esgotos e lixo domésticos (Vilela et al., 2003, 2004; Figueira et al., 2007), daí a sua ocorrência conjunta com a espécie *E. excavatum*.

Grandes quantidades de matéria orgânica, muitas vezes mostram uma forte correlação inversa com o tamanho do grão (Zhou et al., 2007), com baixas concentrações associadas a areias e altas concentrações associadas a sedimentos lodosos (CSIRO, 2000). No presente trabalho esta relação verificou-se, sendo o conteúdo de matéria orgânica mais elevado nas zonas onde o sedimento é mais fino (06 Topo), e mais baixo nas zonas onde o sedimento é mais grosseiro (IG4 Fundo de Canal).

No sedimento de mangal, os teores de nutrientes geralmente variam ao longo da zona intertidal. As variações são atribuídas principalmente à frequência de inundação pelas marés (Lacerda et al., 1985) e ao grau de saturação do sedimento, que influencia o potencial redox e pode afetar a disponibilidade de elementos químicos, tais como Cobre (Cu), Ferro (Fe) e Zinco (Zn) (Ball, 1988).

De acordo com Lacerda et al., (1995) e Marchand et al., (2003), o material orgânico presente no sedimento de *Avicennia schaueriana* é mais degradável quando comparado com *Rhizophora mangle*. Dessa forma, a matéria orgânica associada ao sedimento *Avicennia* apresentaria a taxa mais elevada de decomposição e, conseqüentemente, melhor reciclagem e disponibilidade de nutrientes, conforme observado no presente estudo os valores mais elevados dos nutrientes analisados foram registrados na zona mais elevada do mangal, isto é zona onde predomina *Avicennia schaueriana*.

Não houve relação evidente entre as concentrações de nutrientes e a distribuição das associações de foraminíferos calcários, pois as espécies dominantes tanto ocorrem com baixas concentrações como com altas concentrações de nutrientes, porém os foraminíferos aglutinados mostram uma relação diretamente proporcional com a variação destes nutrientes.

O tamanho do grão em termos de densidade e diversidade de foraminíferos raramente são estudados, mas há alguns trabalhos que mostram que o tamanho do grão (granulometria) como fator determinante na distribuição de foraminíferos (Debenay et al., 2001b; Châtelet et al., 2009).

No presente trabalho, as espécies aglutinadas (*J. macrescens*, *T. inflata*, *A. mexicana*, *Ammobaculites* spp., *Ammotium cassis*, *Haplopragmoides* sp., *P. hyperhalina* e *Trochammina* sp.) preferem sedimentos finos (silte) contudo algumas destas espécies (nomeadamente *A. mexicana*, *Ammobaculites* sp. e *Trochammina* sp.) também ocorrem em sedimentos um pouco mais grosseiros (areia muito fina).

Os Miliolídeos (*taxa* porcelanosos) ocorrem em sedimentos constituídos por silte e areia, mas a sua expressão é maior em amostras com sedimentos arenosos.

As espécies *A. tepida*, *C. poeyanum*, *E. galvestonense* e *E. excavatum* ocorrem em sedimentos finos (silte) e sedimentos mais grosseiros (areia).

Os dados obtidos neste trabalho mostram que o grupo dos Miliolídeos e as espécies *A. mexicana*, *Ammobaculites* sp., *Trochammina* sp., *A. tepida*, *C. poeyanum*, *E. galvestonense* e *E. excavatum* parecem insensíveis à distribuição da granulometria do sedimento, pois tanto ocorrem em sedimentos finos como em sedimentos grosseiros.

No ambiente de enseada de maré e banco de canais o elevado número de Miliolídeos poderá indicar ambientes restritos ligeiramente hipersalinos, relativamente estáveis no tempo (Debenay et al., 1998b). Segundo Colom (1974), um grande número de Miliolídeos pode ser característico de pradarias de *Posidonia*, estando aderidos aos rizomas desta angiospérmica marinha. O domínio do grupo dos Miliolídeos em ambientes hipersalinos é por vezes considerado como resultado de um aumento correspondente aos iões de carbonato e cálcio na água, devido sua concentração por evaporação (Greiner, 1974). O género *Quinqueloculina* também foi associado a ambientes com salinidades marinhas normais, alta claridade da água e boa circulação (Isman et al., 1997).

Por motivos logísticos não nos foi possível amostrar os andares mais elevados do mangal. De acordo com alguns autores (Barbosa et al., 2005; Eichler et al., 2007; Semensatto-Jr et al., 2009; Souza et al., 2010) seria de esperar para a zona mais elevada de mangal, associações faunísticas constituídas exclusivamente por diversas formas aglutinadas, tais

como *A. mexicana*, *J. macrescens*, *T. inflata*, *P. hyperhalina*, *M. fusca*, *Ammotium cassis*, *Haplophgmoides* sp., *Textularia earlandi*, etc.

Estas formas aglutinadas ocorrem mas a sua expressão é baixa, possivelmente devido à destruição por atividade microbiana e oxidação dos cimentos orgânicos, após a sua morte. A perda tafonômica das carapaças ocorre em sedimentos oxigenados e temperaturas elevadas. Assim ambientes tropicais de mangal onde abundam sistemas de raízes de mangue, a bioturbação de caranguejos e a transferência de oxigênio dos sedimentos de superfície, nestes ambientes, são propensos a apresentar uma extensa perda *pos-mortem* de carapaças aglutinadas (Berkeley et al., 2007; 2008; Woodroffe et al., 2005). Ou então por esta amostragem ter sido realizada num período de Primavera/Verão, em que as espécies calcárias oportunistas (*A. tepida* e *E. excavatum*) invadem a zona de mangal baixo, planície lodosa e mangal médio (Horton e Edwards, 2003; Horton e Murray, 2007; Camacho, 2012; Eichler et al., 2012), coabitando com as espécies aglutinadas.

No presente trabalho não foram realizadas amostragens atuais no sistema lagunar da Ria Formosa. Na tentativa de colmatar esta falta teve-se em consideração o trabalho realizado por Pereira (2002) e o trabalho realizado por Andrade e os seus colaboradores (2004). Ambos os trabalhos concluíram que atualmente existe uma zonação de microfauna de acordo com a zonação florística, onde zonas de sapal alto são dominadas exclusivamente por espécies aglutinadas, nomeadamente *J. macrescens* e *T. inflata*, a diversidade de espécies é baixa e a vegetação dominante é composta por *Salicornia nitens* e *Arthrocnemum* spp., zonas de sapal médio são dominadas por espécies aglutinadas e espécies calcárias, nomeadamente, *A. tepida* e *H. germanica* e a vegetação dominante é *Salicornia nitens* e *Spartina maritima*; e nas zonas de sapal baixo, onde a vegetação dominante é composta por *Spartina maritima*, a associação dominante é caracterizada pelas espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica*, com um aumento da diversidade de espécies. As amostras realizadas em canais de maré mostram um conteúdo elevado de Miliolídeos.

J. macrescens é uma espécie característica de sapal alto-médio por ser a mais tolerante à exposição subaérea. A sua abundância relativa é muito útil para estudos do nível médio do mar porque reflete a distância vertical do ambiente deposicional em relação ao nível mais elevado da maré viva alta, onde pode representar 100% das espécies de foraminíferos, decrescendo à medida que se avança para o sapal baixo, onde é quase ausente (Scott e Medioli, 1980). Portanto a sua abundância relativa é inversamente proporcional à frequência

da enchente de maré e à diversidade de espécies (Camacho, 2004). A espécie *T. inflata* tem um comportamento muito semelhante a *J. macrescens*, ocorrendo em conjunto com esta, apresentando abundâncias elevadas nas zonas altas e médias do sapal (Horton e Edwards, 2003; Horton e Murray, 2007; Scott e Medioli, 1980; Scott et al., 2001).

A dominância das espécies hialinas *A. tepida* e *H. germanica* foi documentada para os sistemas estuarinos da Europa (Redois e Debenay, 1996). Ambas as espécies são resistentes a fortes mudanças físicas – químicas, tais como crises de anoxia (bastante comuns em lagoas estratificadas do Mediterrâneo), que requerem uma rápida recolonização (Debenay et al., 1998b). E segundo Murray (2006) estas espécies tem o seu limite de ocorrência a norte da Europa, no sul da Escandinávia (latitude 59-60°N) enquanto na América do Norte os limites são em Nova Scotia (latitude 42-45°N).

Horton e Murray (2007) realizaram um estudo no sapal de Cowpen no Estuário Tees, no Reino Unido e encontraram *H. germanica* entre as espécies calcárias dominantes em planícies lodosas e ambientes de sapal médio, e *Ammonia* spp. não foi dominante. Fatela e os seus colaboradores (2007) concluíram que *Quinqueloculia* sp., *Bolivina* spp., *H. germanica* e *J. macrescens* foram as espécies dominantes na zona de sapal baixo e planície lodosa, no estuário do Lima, NW Portugal, a espécie *A. tepida* não teve qualquer expressão. Em 2012 Camacho constatou que a espécie *A. tepida* é um componente dominante na zona de sapal baixo e planície lodosa a Sul da Europa, ambientes quentes do Mediterrâneo e zonas tropicais, enquanto a espécie *H. germanica* tem maior destaque a norte da Europa e em zonas mais frias.

A espécie *H. germanica* representa o papel de espécie transitória entre as formas aglutinadas, características do meio parálico superior (sapal alto e médio) e as outras formas calcárias características do meio parálico inferior (sapal baixo) (Redois e Debenay, 1996). Na sondagem RFM1 no ambiente de sapal médio (IFIM2) foi verificado que *H. germanica* ocorreu com um valor superior à espécie *A. tepida*, apoiando esta última hipótese

5.3. Interpretação paleoambiental

Como já foi dito anteriormente é possível reconhecer as oscilações do nível médio do mar com base na presença ou ausência de faunas de foraminíferos. Para fazer isto é necessário saber como é composta a tanatocenose (conjunto de fósseis encontrados no mesmo local), ou

seja quais as associações de foraminíferos que temos na amostra e o que nos indica essa associação de espécimes.

De um modo geral a tanatocenose dos sedimentos estuarinos compreende dois tipos de foraminíferos: as espécies indígenas, que vivem, reproduzem-se e permanecem no ambiente estuarino original (tais como *A. beccarii* e *H. germanica*) e as espécies exóticas, que vivem noutro ambiente, tal como plataforma continental, e são trazidas para o estuário devido ao transporte hidrodinâmico. Quanto maior a amplitude de maré, maior é o transporte e o efeito de triagem das carapaças, causando a tanatocenoses que são distinguidas pelo tamanho pequeno da carapaça, alta diversidade de espécimes e baixa dominância (Cearreta, 1998). No presente trabalho quanto mais alto é o IFIM, maior é o número de indivíduos indeterminados, espécies raras e acessórias. Os valores de dominância tendem a decrescer, aumentando assim o número de espécies na partilha da dominância (Camacho, 2004).

As oscilações do nível médio do mar baseadas em microfauna fóssil são denominadas de transgressões ou regressões marinhas. A transgressão marinha é quando o mar avança e é constituída por associações de foraminíferos exóticos enquanto a regressão marinha é um recuo marinho sendo traduzido por faunas características de ambientes de sapal. Estas barreiras costeiras transgressivas e regressivas são construídas por meio de processos que envolvem mudanças no nível do mar, o domínio das ondas, inclinação fundo do mar, regime de maré, a entrada de sedimentos, geologia costeira e geologia antiga (Lessa et al., 2000).

No estuário do Potengi, as sondagens são caracterizadas pela dominância de *A. tepida* e como espécies secundárias temos o grupo dos *Elphidium* spp. estuarinos (nomeadamente *E. galvestonense*, *E. gunteri*, *E. excavatum* e *C. poeyanum*) e a espécie *P. cananeiaensis*. Esta associação de espécies caracteriza um ambiente de mangal baixo, planície lodosa (IFIM 3), este ambiente está a maior parte do tempo submenso. Embora a espécie estuarina *A. tepida* domine nestas sondagens nota-se algum hidrodinamismo, que é caracterizado pela ocorrência da espécie marinha *P. cananeiaensis* e pelo aumento do grupo dos Miliolídeos e dos Indeterminados calcários. Este hidrodinamismo é mais evidente na sondagem H2 aos 1,70-1,75 m de profundidade, onde se regista uma mudança de ambiente e alterando o grau IFIM, isto é passou de IFIM 3 para IFIM 4.

Os sedimentos analisados nestas sondagens representam principalmente ambientes protegidos de baixa energia de florestas de mangal, riachos e bancos de lama, com a exceção

da sondagem Uruaçu, onde o sedimento é diferente, sendo constituído essencialmente por areia muito fina.

No modelo proposto por Milne e os seus colaboradores (2005), para as Caraíbas e costa atlântica da América do Sul, é sugerido um episódio transgressivo por volta dos 7.000 Cal anos BP, seguindo-se uma fase de estabilização do nível do mar entre os 7.000 e 5.000 Cal anos BP.

No estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil, o nível médio do mar foi estabelecido através da análise de 48 datações por radiocarbono (Bezerra et al., 2003) e de acordo com este estudo ocorreu uma rápida subida do nível médio do mar por volta dos 7.100 Cal anos BP, seguindo-se de uma fase de estabilização do nível médio do mar, por volta dos 6.500 Cal anos BP onde se aproximou da sua posição atual, contudo há diferenças pronunciadas ao longo das zonas costeiras norte-sul e este-oeste, provavelmente associadas a tectónica de placas ou a outros fatores, tais como ventos e correntes marinhas.

Em 2011 Boski e os seus colaboradores apresentaram os primeiros dados da evolução Holocénica, para o estuário do Potengi. Este estudo foi baseado em informação sedimentológica, geológica e paleoecológica de seis sondagens recolhidas na área do mangal estuarino. De acordo com estes dados no estuário do Potengi ocorreu uma rápida subida do nível médio do mar, acompanhada por uma taxa de sedimentação elevada, por volta dos 8.000 Cal anos BP, sucedida por um período de estabilização do nível do mar, onde se registou a diminuição da influência marinha e um aumento da influência estuarina/lagunar, provavelmente coincidente com acreção das planícies costeiras adjacentes a embocadura do Rio Potengi e preenchimento sedimentar do interior de estuário.

Nos dados do presente trabalho não foi possível observar o episódio transgressivo de que aos autores anteriores falam, pois foram analisadas poucas as amostras para microfauna, o intervalo de amostragem é muito grande, temos algumas datações mas não foram recolhidas amostras para microfauna num período anterior aos 8.000 Cal anos BP. A fase de estabilização é mais evidente sendo traduzida pelo aumento da influência estuarina/lagunar, que é caracterizada pela dominância da espécie *A. tepida* associada a espécies estuarinas do género *Elphidium*. Apenas se nota um ligeiro aumento da influência marinha na sondagem H2, possivelmente esta sondagem atualmente poderá estar localizada numa zona mais baixa do mangal ou num canal de maré.

No sistema lagunar da Ria Formosa, as sondagens variaram em termos de profundidade e de amostras recolhidas, sendo as sondagens RFM21 e RFM59 as mais pormenorizadas, com cerca de duas a três amostras recolhidas por cada metro de profundidade. As restantes sondagens (RFM1, RFM22 e RFM42B) foram recolhidas amostras num intervalo mais largo, com a média de uma amostra por cada metro.

A interpretação paleoambiental destas sondagens mostra a presença de um ambiente marinho no início do Holocénico, como resultado da subida pós-glacial do nível do mar. Este ambiente marinho é traduzido pelo decréscimo das espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica* e pelo aumento das espécies de plataforma continental (nomeadamente *A. mamilla*, *Discorbis* spp., e *E. scamber*), do grupo dos Miliolídeos, do grupo dos Indeterminados calcários e pela presença de algumas formas planctónicas. Seguindo-se de um período de estabilização do nível médio do mar até ao presente, onde ocorreu uma mudança ecológica, para um ambiente mais confinado, provavelmente como resultado progressivo da formação da lagoa.

Associações de *Ammonia* spp., *E. excavatum* e *H. germanica* indicam condições estuarinas e ao serem substituídas por espécies aglutinadas, tais como *J. macrescens* e *T. inflata*, sugerem um retorno a condições de sapal (Boomer e Horton, 2006). Esta hipótese foi verificada no presente trabalho através da mudança ecológica de espécies nas amostras mais recentes. Esta mudança ecológica é inferida principalmente pelo aumento na abundância de espécies de sapal, nomeadamente *J. macrescens* e *T. inflata* e na diminuição das espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica*, que provocou uma alteração no grau de influência marinha (IFIM).

A ocorrência de um ambiente de sapal nas amostras mais recentes sugere um recente equilíbrio entre as taxas de acreção e as taxas de subida no nível médio do mar atuais. As sondagens RFM1 e RFM42B são uma exceção pois nas amostras mais recentes prevalece um ambiente subtidal, possivelmente a amostra atual está localizada numa zona planície lodosa, canal.

O estabelecimento do ambiente lagunar na Ria Formosa foi anterior à configuração das barreiras e ocorreu entre os 5.700 aos 4.800 anos BP (Andrade et al., 2004), este intervalo de tempo encaixa-se com a idade proposta para a diferenciação de outras barreiras na costa sudoeste Portuguesa (Freitas et al., 2002; 2003). No estuário do Guadiana Boski et al. (2002) constatou que o mar atingiu o seu nível atual por volta dos 5.000 anos BP, e mais tarde Camacho (2012) concluiu para o estuário do Guadiana que ocorreu uma transgressão

Holocénica entre os 9.300 e 3.500 Cal anos BP e dos 3.500 até ao presente ocorreu uma fase de estabilização do nível médio do mar. Prudêncio (2012) realizou um estudo no estuário da Ribeira do Ludo e concluiu que a passagem de um ambiente de sapal para um ambiente gradualmente mais lagunar ocorreu por volta dos 6.010 anos BP. No estudo realizado por Trog e os seus colaboradores (2013), para os estuários de Alcantarilha e de Alvor foi observado um ambiente marinho por volta dos 7.300 Cal anos BP, seguindo-se um assoreamento iniciado em Alvor por volta dos 6.400 Cal anos BP e em Alcantarilha por volta dos 3.500 Cal anos BP. A influência marinha foi reduzida provavelmente pela formação de barreiras de areia, fechando as baías estuarinas de comunicação direta com o oceano.

Apesar do pequeno número de datações os dados obtidos no sistema lagunar da Ria Formosa parecem estar de acordo com os dados destes autores, embora se verifique algumas diferenças consoante a localização das sondagens, isto é zonas que estão sempre submersas (por ex. canal de maré) e zonas que estão sempre emersas (por ex. sapal alto). A Ria Formosa há 10.000 anos atrás seria uma lagoa marinha muito hidrodinâmica e com vários canais de maré comunicando diretamente com o oceano. E num período mais recente depois da estabilização do nível médio do mar, formação da lagoa e do ambiente de sapal, formam-se mais Ilhas Barreira e a lagoa tornou-se mais confinada, onde a microfauna é mais restrita.

Os sedimentos analisados nestas sondagens são constituídos essencialmente por silte, caracterizando ambientes de baixa energia, embora se encontre algumas intromissões de areia muito fina.

5.3. Comparação entre a microfauna fóssil e a microfauna atual

No estuário do Potengi a espécie *Pararotalia cananeiaensis* ocorreu como *taxa* acessória nas sondagens H2, H3 e UR2. A presença de *P. cananeiaensis* nestas sondagens pode indicar a penetração de águas marinhas durante a enchente de maré. Esta espécie não foi registada atualmente, provavelmente porque atualmente o ambiente de subtidal tende a evoluir para um ambiente de confinamento moderado (sapal baixo a médio; isto é magal baixo a magal médio), onde o hidrodinamismo e energia são menores.

O género *Pararotalia* é marinho (Haywad, et al., 2012), está associado a águas quentes (Arieli et al., 2010). Debenay e os seus colaboradores (2001c) identificaram uma nova espécie, *P. cananeiaensis* e concluíram que é uma espécie marinha, que está associada a ambientes costeiros altamente energéticos e são transportadas para o interior do estuário por

correntes de maré. Nesse estudo a abundância de *P. cananeiaensis* foi correlacionada com a salinidade, temperatura e altas velocidades de correntes, concluindo-se de que se trata de uma espécie indicadora de influência marinha nas costas brasileiras e ambientes parálisos.

P. cananeiaensis foi dominante nas amostras superficiais, de zonas costeiras sujeitas a forte influência marinha e codominante com *A. tepida* na zona mais baixa do estuário da Estação Ecológica Juréia-Itatins, Brasil. Este tipo de distribuição difere sensivelmente dos outros estuários microtidais que têm sido estudados ao longo da costa leste e sul brasileira (Duleba e Debenay, 2003).

Eichler e os seus colaboradores (2007) realizaram um estudo atual no canal estuarino de Bertioga (São Paulo, Brasil) e distinguiram 5 ambientes distintos, onde em três destes ambientes a espécie *P. cananeiaensis* ocorre com valores significativos de abundância relativa. No ambiente marinho (Fácies 1) *P. cananeiaensis* foi considerada *taxa* comum associada a *N. atlantica*, *Hanzawaia boueana*, enquanto no ambiente próximo da costa (Fácies 2) esta espécie partilhou dominância com *A. beccarii* e no ambiente interior do estuário (Fácies 3) *P. cananeiaensis* ocorreu como *taxa* acessório, sendo este ambiente dominado por *A. beccarii* associada a *E. excavatum* e *E. poyeanum*.

A espécie *Pararotalia armata* ocorreu em águas pouco profundas na plataforma continental a norte de Dakar (Senegal) (Debenay e Redois, 1997). Nos mangais Australianos, a espécie *Pararotalia venusta* foi encontrada em sedimentos lodosos atuais (Berkely, et al., 2009a e b; Woodroffe et al., 2005). A espécie *Pararotalia spinigera* foi encontrada nos sedimentos atuais, da costa este Mediterrâneo (Arieli et al., 2011), enquanto a espécie *Pararotalia calcariformata*, ocorreu nas sondagens realizadas na Baía de Haifa (plataforma continental este do Mediterrâneo) (Avnaim-Kavat, et al., 2013).

Como já foi dito anteriormente a espécie *P. cananeiaensis* ocorreu nalgumas sondagens do estuário Potengi mas não registou qualquer expressão nas amostras atuais. Esta espécie ocorre atualmente no Brasil (Duleba e Debenay, 2003; Eichler et al., 2007) mas parece ter preferência por zonas mais a sul, possivelmente por serem zonas com correntes de maré mais energéticas e bastante hidrodinâmicas.

De acordo com os dados do presente trabalho de alguma forma as carapaças aglutinadas não se preservaram nos sedimentos Holocénicos, do estuário Potengi ainda que se

tenha registado a ocorrência do grupo dos Indeterminados aglutinados, com abundâncias relativas sempre inferiores a 2%, nas sondagens H2 e H3.

A ausência de indivíduos aglutinados nas sondagens do estuário do Potengi e a pouca expressão nos transeptos atuais podem dever-se a processos tafonómicos, associados ao início de diagênese, que levam à desintegração das carapaças e sua subsequente perda do registo sedimentar (Goldstein e Watkins, 1999; Berkeley et al., 2007; 2009a). A ausência de indivíduos calcários no registo fóssil e os processos de dissolução destas carapaças estão bem compreendidos e estão associados á disponibilidade de CaCO_3 (Buzas, 1989). O elevado conteúdo de matéria orgânica no sedimento, vai influenciar o pH do sedimento, isto é, quanto mais elevado for a concentração de matéria orgânica mais baixo é o pH, logo a dissolução da carapaça calcária é mais rápida (Alve e Murray, 1997; Murray e Alve, 1999 a e b), enquanto os processos de perda das carapaças aglutinadas são menos claros (Berkeley et al., 2007, 2009a).

No estuário do Potengi a associação *A. tepida* – *Elphidium* spp. está bem representada nos fósseis e nos transeptos atuais, a única diferença é que o *C. poyeanum* não foi registado atualmente.

De acordo com estes dados as diferenças mais evidentes entre fósseis e atuais, para o estuário do Potengi são: nos sedimentos Holocénicos os foraminíferos aglutinados não se preservaram, enquanto nos sedimentos atuais as espécies *P. cananeaensis* e *C. poyeanum* não ocorreram.

No sistema lagunar da Ria Formosa as espécies aglutinadas *J. macrescens* e *T. inflata* tendem a ocorrer juntas e alcançam valores elevados de abundância nas amostras de IFIM 1 e IFIM 2, ocasionalmente então presentes em algumas amostras de, IFIM 3 e IFIM 4. Estes *taxa* aglutinados tiveram maior expressão nas amostras mais recentes, embora tenham registando ocorrência, como espécies raras ou acessórias, ao longo das sondagens estudadas.

A presença do grupo dos forros internos parece estar relacionada com a ocorrência destas duas espécies aglutinadas (*J. macrescens* e *T. inflata*). Os maiores valores do grupo dos forros internos ocorrem em conjunto com as espécies aglutinadas, e em alguns casos é possível observar as diferentes fases de transição entre a carapaça em bom estado, a carapaça degradada e o forro interno.

O género *Ammobaculites* atingiu o estatuto de *taxa* comum na sondagem RFM21 e ocorreu como espécie rara nas restantes sondagens (RFM1, RFM22, RFM42B e RFM59). Foi ainda possível identificar três espécies diferentes do género *Ammobaculites* (*A. cf. dilatatus*, *A. cf. exiguus* e *Ammobaculites* sp.), este género não foi registado atualmente no sapal da Ria Formosa (Pereira, 2002). A carapaça do género *Ammobaculites* é constituída por grãos de sedimento e devido à inexperiência da autora (Pereira, 2002) esta espécie pode não ter sido considerada.

Witghtman (1990) identificou três espécies do género *Ammobaculites*, que considerou como oportunistas, proliferando na ausência de competição interespecífica. A ocorrência conjunta do género *Ammobaculites* com o género *Trochammina* é indicativa de ambiente de sapal (Witghtman, 1990) Esta ocorrência conjunta foi verificada nas sondagens RFM21, RFM22 e RFM42B. Outros autores têm relacionado espécies do género *Ammobaculites* com a zona de sapal baixo normalmente associada a *Ammotium salsum* (Debenay et al., 2000; Scott e Mediolli, 1980; Souza et al., 2010).

O facto de a salinidade não ser um fator limitante neste género (Witghtman, 1990) aliado à sua capacidade de ocorrer em todos os ambientes confinados, dados que foram confirmados neste trabalho, permitiu classificar o género *Ammobaculites* como *taxa* oportunista.

No presente trabalho as espécies *J. macrescens*, *T. inflata* e *Ammobaculites* sp., ocorrem nos sedimentos Holocénicos da Ria Formosa, logo estas espécies foram persistentes, provavelmente por serem mais robustas e resistentes à degradação dos cimentos orgânicos.

As distribuições dos foraminíferos bentónicos são feitas com base no seu padrão de distribuição vertical e consoante este padrão três categorias foram distinguidas: *taxa* que vivem na superfície do sedimento são denominados epifaunais, *taxa* que vivem parcialmente acima e parcialmente abaixo do sedimento são semi-infaunais e *taxa* que vivem dentro do sedimento são denominados infaunais (Murray, 1991). Goldstein e Watkins (1999) realizaram um estudo no sapal da Carolina do Norte (E.U.A) e concluíram que *A. mexicana* é uma espécie infaunal, isto e foi encontrada viva nos sedimentos até aos 30 cm de profundidade.

O facto *A. mexicana* ser uma espécie infaunal poderá explicar a sua ocorrência na sondagem RFM21 aos 30 - 40 cm, como *taxa* comum, apesar de ter ocorrido também como espécie rara nas sondagens RFM1, RFM22 e RFM42B. Atualmente no sapal da Ria Formosa

esta espécie foi encontrada viva em zonas de sapal baixo, planície lodosa (Andrade et al., 2004), com abundâncias inferiores a 5%.

Os géneros *Eggerella*, *Verneuilinulla* e *Textularia* são formas aglutinadas características de plataforma continental, apesar de algumas formas do género *Eggerella*, as mais oportunistas em certas alturas do ano possam viver em zonas de subtidais e desembocaduras de estuários, coabitando com as espécies estuarinas (Camacho, 2012; Martins e Gomes, 2004; Murray, 2006). Esta hipótese só poderia ser concluída com uma análise de sedimento superficial, e nesta análise teria que corar os indivíduos (para distinguir indivíduos mortos de indivíduos vivos), isto iria permitir observar se estas espécies realmente vivem ou não nestes ambientes.

Algumas espécies dos géneros *Eggerella* e *Verneuilinulla* (*E. scaber*, *V. cf. advena*, *E. cf. bradyi*) e do género *Textularia* (*T. earlandi*) registaram ocorrência nas sondagens da Ria Formosa, porém atualmente só a espécie *Textularia earlandi* é que foi encontrada viva nos sedimentos lodosos da Ria Formosa (Andrade et al., 2004).

E. scaber é uma espécie comum na plataforma continental portuguesa (Levy et al., 1993; Diz e Francés, 2008), sendo também frequente em ambientes de transição, (Murray, 1991) e tem uma grande capacidade de colonizar sedimentos lodosos que são altamente enriquecidos em carbono orgânico. Possui uma grande adaptabilidade e tolerância a condições ambientais adversas (subóxicas, anóxicas e condições de redução) e uma grande habilidade para competir com outras espécies por espaço e recursos (Diz e Francés 2008). A abundância de *E. scaber* e *E. advena* (no presente trabalho *V. cf. advena*) pode ser diretamente afetada pela temperatura (Duijnsteet et al. 2004, Mendes, 2011). *E. scaber* é indicativa de estratificação sazonal no Mar do Norte, com abundâncias mais altas durante o inverno e abundâncias inferiores na primavera e verão (de Nooijer et al., 2008). Camacho (2012) realizou um modelo ecológico para o estuário do Guadiana atual e verificou que *E. scaber* é uma espécie indígena na zona inferior do estuário, fazendo também parte da tanatocenose.

Scott e Medioli (1980) realizaram um estudo em alguns sapais de Nova Scotia e o sapal de Newport Landing foi diferenciado dos restantes, por conter uma fauna extraordinária. Neste local, na zona de sapal alto a fauna identificada era constituída por formas típicas, tais como *T. inflata*, *Tiphotrocha comprimata* e *Haplophragmoides bonplandi*, contudo a espécie *J. macrescens* não ocorria neste local. Em contrapartida a espécie *E. advena* ocorria neste sapal em números significativos, este fenómeno nunca foi relatado antes, para outro local.

Ainda de acordo com estes autores, a espécie *E. advena* ocorre em ambientes de transição e é uma espécie dominante, juntamente com *E. excavatum*, em ambientes sujeitos a maior stress, localizados perto de descargas de contaminantes.

No presente trabalho as espécies *E. scaber*, *Eggerella* sp., e *V. cf. advena* ocorrem com valores elevados de abundância nas amostras de grau 4, indicando um ambiente subtidal. No ambiente de sapal médio (IFIM 2) que é dominado pelas espécies aglutinadas *J. macrescens*, *T. inflata* e o grupo dos forros internos, as espécies *V. cf. advena*, *E. cf. bradyi* e *Eggerella* sp. ocorrem como espécies secundárias.

Scott e Medioli (1980) constataram que quando *E. advena* ocorre a espécie *J. macrescens* está ausente. Nos dados do presente trabalho este facto não foi verificado, embora tenha notado que quando as abundâncias de *V. cf. advena*, *E. cf. bradyi*, *E. scaber* e *Eggerella* sp. aumentam, as abundâncias das espécies *J. macrescens* e *T. inflata* diminuem. Estas espécies ao ocorrerem em dois ambientes distintos (grau 2 e 4), associadas a espécies aglutinadas, típicas de ambientes de sapal, e espécies estuarinas, possivelmente são espécies oportunistas.

A associação *A. tepida*- *H. germanica* ocorre nos sedimentos Holocénicos da Ria Formosa e nos transeptos atuais, em zonas de sapal baixo e planície lodosa e em zonas subtidais (Andrade et al., 2004, Pereira, 2002). Nas sondagens a diversidade de espécimes é mais elevada do que nas amostras atuais, isto foi observado devido à grande variedade do género *Elphidium*, do grupo dos Miliolídeos e de espécies de plataforma continental que ocorrem.

A espécie *Elphidium williamsoni* ocorre nas sondagens amostradas com valores muito baixos enquanto nos transeptos atuais esta espécie foi dominante, em zonas de baixo e médio sapal (Pereira, 2002). *E. williamsoni* é uma espécie intertidal e está adaptado a viver em condições físico-químicas altamente variáveis (Allison et al., 2010), é comum em lagoas salobras e estuários e suporta grandes tolerâncias de salinidades (Lloyd, 2000), foi considerada espécie indígena do estuário atual do Guadiana (Camacho, 2012) e foi encontrada viva no sapal atual da Ria Formosa (Pereira, 2002).

De acordo com estes dados as diferenças mais evidentes entre fósseis e atuais, para o sistema lagunar da Ria Formosa são: nos sedimentos Holocénicos algumas formas aglutinadas (tais como: *J. macrescens* e *T. inflata*), encontradas atualmente permanecem no registo fóssil.

A espécie *E. williamsoni* nos fósseis regista pouca expressão enquanto nos sedimentos atuais esta espécie foi dominante, em contrapartida nos fósseis ocorre uma grande variedade de espécies estuarinas do género *Elphidium* (*E. excavatum*, *E. gunteri*, *C. poeyanum* e *E. galvestonense*) e espécies do género *Elphidium* característicos de plataforma continental (*E. advenum*, *E. gerthi*, *E. complanatum*, *E. crispum*, *E. granosum*, *E. discoidale*, *E. macellum* var *aculcatum* e *E. margaritaceum*). Do grupo dos Miliolídeos só a espécie *Q. seminula* é que ocorre atualmente, enquanto nos fósseis foi encontrada uma grande variedade de Miliolídeos. As espécies de plataforma continental (*L. lobatula*, *Discorbis* spp., *Rosalina* sp., *P. mediterraniensis*, *Fissurina* spp. e *Spirillina* sp.) ocorreram atualmente nas zonas de subtidais (Andrade et al., 2004 e Pereira, 2002) enquanto nas sondagens ocorre uma grande variedade de foraminíferos de plataforma continental, aumentando assim os valores diversidade, inclusive na sondagem RFM42B a espécie *A. mamilla* é taxa dominante.

5.4. Comparação entre os dois sistemas

No estuário do Potengi a espécie *A. tepida* ocorre associada a *Elphidium* spp., nomeadamente *E. excavatum*, *E. galvestonense*, *C. poeyanum* e *Elphidium gunteri*. A espécie *H. germanica* apesar de estar bem representada no sistema lagunar da Ria Formosa e nos sistemas estuarinos do Atlântico, Mar Mediterrâneo, Golfo do México e Canadá (Alve e Murray, 1999; Cearreta 1988, 1989; Châtelet et al., 2004; Debenay e Guillou 2002; Horton et al., 1999; Horton e Murray, 2007; Leorri e Cearreta, 2004; Leorri e et al., 2008; Murray, 1991; 2006 e Shröder-Adams, 2006) no estuário do Potengi ocorre com uma expressão muito baixa. Esta espécie tem poucos registos na costa brasileira. No estuário da Bahía Blanca, Argentina, foi identificada pela primeira vez em sedimentos de sapal e planícies lodosas (Calvo-Marcilese e Langer, 2010, Calvo-Marcilense, 2011). De acordo com estes autores o súbito aparecimento de *H. germanica* no estuário Bahía Blanca sugere que a introdução resultou de atividades humanas mediadas. Os principais vetores para a dispersão transoceânica e introdução de espécies não indígenas estão relacionados com o rápido aumento dos embarques comerciais e o uso de água de lastro e sedimentos de lastro (David e Gollasch, 2008; Drake et al., 2007). Os foraminíferos têm sido frequentemente encontrados na água de lastro e sedimentos (Bouchet et al., 2002).

Animais marinhos maiores e navios são frequentemente incrustados com a vida marinha menor e podem fornecer um meio de dispersão (Levin et al., 2001). Pensa-se que a alimentação de aves em zonas lodosas pode transportar foraminíferos de um estuário para

outro (Haake, 1982). A dispersão poderá ser outra hipótese para a ocorrência de *H. germanica* no estuário do Potengi.

No sistema lagunar Ria Formosa a associação de espécies que define o ambiente de sapal baixo, planície lodosa é constituída por *A. tepida*, *H. germanica* e espécies estuarinas do género *Elphidium* e no estuário Potengi o ambiente equivalente (mangal baixo, planície lodosa) é definido pela associação *A. tepida* e espécies estuarinas do género *Elphidium*.

No sistema lagunar da Ria Formosa a espécie *P. cananeiaensis* não foi encontrada, indicando que esta espécie é característica de zonas tropicais e a espécie *H. germanica* poderá ter sido introduzida na América do Sul, por isso é que a sua expressão é tão baixa nas sondagens brasileiras.

No estuário do Potengi só foi possível identificar 2 graus de influência marinha (IFIM 3 e 4) e um paleoambiente correspondendo à fase de estabilização do nível médio do mar, por volta dos 7.000-6.000 Cal anos BP. No sistema lagunar da Ria Formosa foi possível identificar os 4 graus (IFIM 1 - 4) de influência marinha e dois paleoambientes distintos. Uma fase de grande influência marinha que de acordo com os dados disponíveis ocorreu por volta dos 10.000 Cal anos BP e uma segunda fase de estabilização no nível médio do mar coincidente com a formação da lagoa.

6. Conclusões

O Indicador Foraminíferico de Influência Marinha (IFIM) varia de grau 1, em ambientes de sapal alto onde a associação de foraminíferos é composta exclusivamente por formas aglutinadas e forros internos a grau 4, em ambientes de planície lodosa/canal de maré, onde se observa um decréscimo na associação de espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica* e um aumento no grupo dos Miliolídeos, das formas características de plataforma continental e algumas formas planctónicas. Os graus intermédios (2 e 3, sapal médio e sapal baixo, respetivamente) são definidos de acordo com proporção de espécies aglutinadas e espécies calcárias. E com base nas paleo-associações de foraminíferos bentónicos foi possível identificar, 2 paleo-ambientes intertidais diferentes no estuário do Potengi (IFIM 3 e 4) e 4 paleo-ambientes intertidais diferentes no sistema lagunar da Ria Formosa (IFIM 1, 2, 3 e 4).

As associações de foraminíferos que ocorrem no presente estudo (estuário do Potengi e Ria Formosa) são semelhantes aos encontrados na maioria dos ambientes marginais marinhos (ambientes parálisos) em todo o mundo.

Nas amostras fósseis, do estuário do Potengi obteve-se o registo de carapaças calcárias em contrapartida o registo das carapaças aglutinadas foi muito baixo. As carapaças aglutinadas são menos preserváveis em ambientes tropicais, devido a processos tafonómicos ou caudais de água doce negligenciável.

As espécies *P. cananeaensis* e *E. galvestonense* só foram registadas nas amostras fósseis do estuário do Potengi. A espécie *P. cananeaensis* não foi observada nos sedimentos atuais, isto indica que o ambiente evoluiu de um ambiente subtidal para um ambiente com um confinamento moderado (mangal baixo a mangal médio), onde a energia e o hidrodinamismo são mais baixos. A espécie *P. cananeaensis* é uma espécie característica de ambientes tropicais por isso esta espécie não ocorreu no sistema lagunar da Ria Formosa. *E. galvestonense* parece preferir ambientes tropicais a ambientes temperados, a sua expressão no sistema lagunar da Ria Formosa foi muito baixa (0,1%).

A associação dominante no estuário do Potengi é *A. tepida* - *Elphidium* spp. estuarinos e o grupo dos Miliolídeos, indica um ambiente de inundação constante dentro do alcance da maré local.

No sistema lagunar da Ria Formosa *A. tepida* é codominante com *H. germanica*, exceto nos ambientes de sapal alto e sapal médio. A espécie *H. germanica* só ocorre com valores significativos no sistema lagunar da Ria Formosa, provavelmente prefere ambientes temperados e mais frios a ambientes tropicais e até pode ter sido introduzida no Brasil.

A interpretação paleoambiental baseada nas associações de foraminíferos bentônicos e nas datações disponíveis sugerem, para o estuário do Potengi um período de estabilização do nível do mar, isto foi assinalado através da fase estuarina/lagunar, que se manteve ao longo das sondagens. Provavelmente esta fase foi coincidente com a acreção das planícies costeiras adjacentes à embocadura do Rio Potengi e preenchimento sedimentar do interior do estuário.

No sistema Lagunar da Ria Formosa a interpretação paleoambiental mostra a presença de um ambiente marinho por volta dos 10.000 Cal anos BP, como resultado da subida pós-glacial do nível do mar. Num período mais recente, ocorreu uma mudança ecológica, para um ambiente mais confinado, provavelmente como resultado progressivo da formação da lagoa. Esta mudança ecológica é inferida principalmente pelo aumento na abundância de espécies de sapal, nomeadamente *J. macrescens* e *T. inflata* e na diminuição das espécies estuarinas *A. tepida* e *H. germanica*, que provocou uma alteração no grau de influência marinha.

7. Considerações finais

Sondagens futuras deverão incidir sobre uma malha mais contínua de amostragem (por exemplo de 10 em 10 cm ou de 15 e 15 cm).

Um maior número de datações é muito importante para estudos paleoambientais, pois consegue-se mais precisão no cálculo das taxas de sedimentação.

Seria bastante interessante ter a correspondência análoga atual, nestes dois ambientes, ter o cuidado de amostrar os vários andares de sapal e mangal e medir alguns parâmetros essenciais, tais como, a elevação, a distância para o mar, o pH, a salinidade.

Ao termos o conhecimento da comunidade atual, seria extremamente interessante fazer uma análise de ADN, às espécies mais confusas a nível taxonómico (*A. tepida* e *E. excavatum*)

8. Referências bibliográficas

- Aitken, M. J. (1990). *Science-based Dating in Archaeology*. Longman, London.
- Allison, N., Austin, W., Paterson, D. e Austin, H. (2010) - Culture studies of the benthic foraminifera *Elphidium williamsoni*: Evaluating pH, $\Delta [\text{CO}_3^{2-}]$ and inter-individual effects on test Mg/Ca. *Chemical Geology*, 274, 87–93.
- Alve, E. (1995). Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: A review. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 25, nº3, 190-203.
- Alve, E. e Murray, J. W. (1997). High benthic fertility and taphonomy of foraminifera: a case study of the Skagerrak, North Sea. *Marine Micropaleontology* 31, 157-175.
- Alve, E. e Murray, J. W. (1999). Marginal marine environments of the Skagerrak and Kattegat: A baseline study of living (stained) benthic foraminiferal ecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 146, 171-193.
- Amaral, P. G. C., Ledru, M. P, Branco, F. R. e Giannini, P. C. F. (2006). Late Holocene development of a mangrove ecosystem in southeastern Brazil (Itanhaém, State of São Paulo). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 241, 608-620.
- Andrade, C., Freitas, M. C., Moreno, J. e Craveiro, S. C. (2004). Stratigraphical evidence of late Holocene barrier breaching and extreme storms in lagoonal sediments of Ria Formosa, Algarve, Portugal. *Marine Geology* 210, 339-362.
- Andrade, J. P. (1985). *Aspetos geomorfológicos, ecológicos e socioecológicos da Ria Formosa*. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Universidade do Algarve, Faro, 91 p.
- Angulo, R. J. e Lessa, G. C. (1997). The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananeia regions. *Marine Geology*, 140, 141-166.
- Anjos-Zerfas, G. S., Andrade, E. J., Lessa, G. C. e Machado, A. J. (2006). Foraminíferos bentônicos do estuário de Cacha-Prego Ilha de Itaparica, Bahia, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 33 (2), 43-54.
- Arieli, R. N., Abramovich, S., Almogi-Labin, A., e Herut, B. (2010). Thermal pollution impact on benthic foraminiferal assemblages as analog to global warming, SE Mediterranean shore (Israel). Rapport Commission International pour l'exploration scientifique de la Mer Mediterranee, 39, 433.
- Arieli, R. N., Almogi-Labin, A., Abramovich, S. e Herut, B. (2011). The effect of thermal pollution on benthic foraminiferal assemblages in the Mediterranean shoreface adjacent to Hadera power plant (Israel). *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1002-1012.
- Ataide, J. C. e Benoiel, J. M. (1979). *Contribuição para o estudo da poluição da água na Ria Formosa*. In: 1º Simpósio Nacional de Estuários, (Lisboa, 1979) LNEC/CNA, comunicação nº5, 4 p.

- Avnaim-Katav, S., Almogi-Labin, A., Sandler, A. e Sivan, D. (2013). Benthic foraminifera as palaeoenvironmental indicators during the last million years in the eastern Mediterranean inner shelf. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 386, 512–530.
- Ball, M. C. (1988). Ecophysiology of mangroves. *Trees Structure and Function*, 2, 129-142.
- Barbieri, R., Hohenegger, J. e Pugliese, N. (2006). Foraminifera and environmental micropaleontology. *Marine Micropaleontology*, 61, 1-3.
- Barbosa, C. F., Scott, D. B., Seoane, J. C. S. e Turco, B. J. (2005). Foraminiferal zonation as base lines for Quaternary sea-level fluctuations in south-southeast Brazilian mangroves and marshes. *Journal of Foraminiferal Research* vol. 35, nº 1, 22-43.
- Barnes, R. S. K. (1980). *Coastal lagoons*. Cambridge University Press.
- Barnes, R. S. K. (1994). The coastal lagoons of Europe. *Coastline EUCC magazine*, 2, 3-8.
- Barnes, R. S. K. e Hughes, R. N. (1988). *An Introduction to Marine Ecology*, 2nd ed., Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Berkeley, A., Perry, C. T., Smithers, S. G. (2009a). Taphonomic signatures and patterns of test degradation on tropical, intertidal benthic foraminifera. *Marine Micropaleontology*, 73, 148-163.
- Berkeley, A., Perry, C. T., Smithers, S. G. e Horton, B. P. (2008). The spatial and vertical distribution of living (stained) benthic foraminifera from a tropical, intertidal environment, north Queensland, Australia. *Marine Micropaleontology*, 69, 240-261.
- Berkeley, A., Perry, C. T., Smithers, S. G., Horton, B. P. e Cundy, A. B. (2009b). Foraminiferal biofacies across mangrove-mudflat environments at Cocoa Creek, north Queensland, Australia. *Marine Geology*, 263, 64-86.
- Berkeley, A., Perry, C. T., Smithers, S. G., Horton, B. P. e Taylor, K. G. (2007). A review of the ecological and taphonomic controls on foraminiferal assemblage development in intertidal environments. *Earth-Science Reviews* 83, 205–230.
- Bernini, E. e Rezende, C. E. (2010). Concentração de Nutrientes em Folhas e Sedimentos em um Manguezal do Norte do Estado do Rio de Janeiro. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, nº2, 1-10.
- Bernini, E. Silva, M. A. B., Carmo, T. M. C. e Cuzzuol, G. R. F. (2006). Composição química do sedimento e de folhas das espécies do manguezal do estuário do Rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira Botânica*, vol. 29, nº4, 689-699.
- Bezerra, F. H. R., Barreto, A. M. F. e Suguio, K. (2003). Holocene sea-level history on the Rio Grande do Norte State coast, Brazil. *Marine Geology*, 196, 73-89.
- Blandin P., (1986). Bioindicateurs et diagnostic des systèmes ecológicos. *Bulletin of Ecology*, vol. 17, nº 4,1-307.
- Boltovskoy, E. e Totah, V. (1985). Diversity, similarity and dominance in benthic foraminifer fauna along one transect of Argentine shelf. *Revue de Micropaléontologie*, vol. 28, 1, 23-31.
- Boltovskoy, E. e Wright, R. (1976). *Recent foraminifera*. Dr. W. Junk, The Hague, Boston.

- Boltovskoy, E., Giussani, G., Watanabe, S. e Wright, R. (1980). *Atlas of Benthic Shelf Foraminifera of the southwest Atlantic*. Dr. W. Publishers, The-Hague-Boston-London.
- Boomer, I. e Horton, B.P. (2006). Holocene relative sea-level movements along the north Norfolk Coast, UK. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 230, 32-51.
- Boski, T. B., Bezerra, F. H. R., Pereira, L., Lima-Filho, F. P., Maia, R. P., Paulino, A. C. S. e Gomes, A. I. (2011). Registo da subida posglacial do nível do mar no estuário do rio Potengi, RN, Brasil. XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA, Armação do Búzios, RJ, Brasil.
- Boski, T. B., Moura, D., Veiga-Pires, C., Camacho, S., Duarte, D., Scott, D. B. e Fernandes, S. G. (2002). Postglacial sea-level rise and sedimentary response in the Guadiana estuary, Portugal/Spain border. *Sedimentary Geology*, 150, 103-122.
- Boski, T., Camacho, S., Moura, D., Fletcher, W., Wiliamowski, A. Veiga-Pires, C., Correia, V. Loureiro, C. e Santana, P. (2008). Chronology of the sedimentary processes during the postglacial sea level rise in two estuaries of the Algarve coast, southern Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* n°77, 230-244.
- Bouchet, V. M. P., Debenat, J-P. e Sauriau, P-G. (2007). First report of *Quinqueloculina carinatastriata* (Wiesner, 1923) (foraminifera) along the French Atlantic coast (Marennes-Oléron bay and ile de Ré). *The Journal of foraminiferal Research*, vol. 37, n° 3 204-212.
- Bowman, S. (1990). *Radiocarbon Dating*. British Museum, London.
- Brewster-Wingard, G. L., Ishman, S. E., Edwards, L. E. e Willard, D. A. (1996). Preliminary report on the distribution of modern fauna and flora at selected sites in north-eastern Florida Bay. Open-File Report USGS, 96-732.
- Budge, S. M. e Parrish, C., C. (1998). Lipid biogeochemistry of plankton, settling matter and sediments in Trinity Bay, Newfoundland. II. Fatty acids. *Organic Geochemistry*, vol. 29, n° 5-7, 1547-1559.
- Buzas, M. A. (1989). The effect of quartz versus calcareous sand on the densities of living foraminifera. *Micropaleontology* vol. 35, n°2, 135-141.
- Calvário, J. R. (1986). *Contribuição para o estudo ecológico do Sistema Lagunar da Ria Formosa*. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Universidade do Algarve, Faro, 204 p.
- Calvo-Marcilense, L. (2011). *Sistemática y Paleoecología de los Foraminifera (Protista) del Holoceno del área del estuário de Bahía Blanca, Argentina*. Tese de Doutorado, Universidad Nacional de La Plata, 240 p.
- Calvo-Marcilese, L. e Langer, M. R. (2010). Breaching biogeographic barriers: The invasion of *Haynesina germanica* (Foraminifera, Protista) in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Biological Invasions*. DOI 10.1007/s10530-010-9723-x.
- Camacho, S. (2004). *Evolução paleoambinetal holocénica dos estuários dos rios Guadiana e Arade com base nas associações fósseis de foraminíferos bentónicos*. Tese de Mestrado, Universidade do Algarve, 101 p.

- Camacho, S. (2006). Holocene evolution of Guadiana river estuary (south Portugal) based on benthic foraminiferal assemblages. In: Proceedings of the Meeting and Abstracts of International Symposium on Foraminifera, Natal, Brazil. Anuário do Instituto de Geociências URFJ 29-1, 410-411.
- Camacho, S. (2012). *Ecologic zonation model of benthic foraminifera and thecamoebians of the Guadiana river estuary and application in paleoenvironmental reconstruction*. Tese de Doutoramento, Universidade do Algarve, 227 p.
- Cavalier-Smith, T. (2009). Kingdoms Protozoa and Chromista and the eozoan root of the eukaryotic tree. *Biology letters*, 6, 342-345.
- Cearreta, A. (1988). Distribution and ecology of benthic foraminifera in the Santoña estuary, Spain. *Revista Española de Paleontología* 3, 23-38.
- Cearreta, A. (1989). Foraminiferal assemblages in the ria of San Vicente de la Barquera (Cantabria, Spain). *Revista Española de Micropaleontología* vol. 11, nº 1, 67-80.
- Cearreta, A. (1998). Holocene sea-level change in the Bilbao estuary (north Spain): foraminiferal evidence. *Micropaleontology* vol. 44, nº 3, 265-276.
- Cearreta, A., Monge-Ganuzas, M. e Iriarte, E. (2006). Análisis micropaleontológico (foraminíferos) y evolución ambiental Holocena del estuário superior del Oka (área de Portuzarra, Gernika-Lumo). *Illunzar*, 6, 57-68.
- Châtelet, E. A, Debenay, J-P e Soulard, R. (2004). Foraminiferal proxies for polluted monitoring in moderately polluted harbors. *Environmental Pollution*, 127, 27-40.
- Châtelet, E. A, e Debenay, J-P (2010). The anthropogenic impact on the western French coasts as revealed by foraminifera: A review. *Revue de micropaléontologie*, 53, 129-137.
- Châtelet, E. A., Bout-Roumazeilles, V., Riboulleau, A. e Trentesaux, A. (2009). Sediment (grain size and clay mineralogy) and organic matter quality control on living benthic foraminifera. *Revue de micropaléontologie*, 52, 75-84.
- Colom, G. (1974). *Foraminíferos Ibéricos. Introducción al estudio de las especies bentónicas recientes*. Investigación Pesquera, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Patrono Juan de la Cierva, Barcelona, vol. 38, nº 1.
- Cruz, C. S. (1982). As fitocenoses nas zonas húmidas do Litoral Português. *Naturalia* 3, 14-16.
- CSIRO Huon Estuary Study –Team (2000). Huon Estuary Study – environmental research for integrated catchment management and aquaculture. Final report to Fisheries Research and Development Corporation. Project number 96/284, June 2000. CSIRO Division of Marine Research. Marine Laboratories, Hobart.
- Culver, S. J. (1990). Benthic foraminifera of Puerto Rican mangrove lagoon systems: potencial for paleoenvironmental interpretations. *Palaios*, 5, 34-51.
- Cunha-Lignon, M., Menghini, R. P., Santos, L. C. M., Niemeyer-Dinóla, C. e Schaeffer-Novelli, Y. (2009). Case studies in the mangrove forests of the State of São Paulo (Brazil): Application of tools using different spatial and temporal scales. *Journal Integrated Coastal Zone Management* 9 (1): 79-01.

Cusminsky, G. C., Bernasconi, E. e Calvo-Marcilese, L. (2009). Holocene benthic foraminifera from Bahía Blanca estuary: a review and update of systematic and paleoenvironmental aspects. *The Holocene*, 19,8, 1221-1231.

David, M, e Gollasch, S. (2008). EU shipping in the dawn of managing the ballast water issue *Marine Pollution Bulletin*, 56, 1966–1972.

Davidson-Arnott, R. (2010). *An introduction to coastal processes and geomorphology*. Cambridge University Press, New York

Davis, J. C. (1986). *Statistics and Data analysis in Geology*. John Wiley & Sons, 2ª ed., New York.

de Nooijer, L. J., Duijnste, I. A. P., Bergman, M. J. N., e van der Zwaan, G. J. (2008). The ecology of benthic foraminifera across the Frisian Front southern North Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78, 715-726.

Debenay, J-P (1995). Can the confinement index (calculated on the basis of foraminiferal populations) be used in the study of coastal evolution during the Quaternary? *Quaternary International* vol. 29/30, 89-93.

Debenay, J-P (2000). Foraminifers of paralic environments. *Micropaleontology* vol. 46, suplement n°1, 153-160.

Debenay, J-P e Beck-Eichler, B. (1996). Monitoramento ambiental por meio de bioindicadores: uma cooperação franco-brasileira no estudo dos foraminíferos. *CENDOTEC-França-Flash Meio Ambiente*, n°9, 10 p.

Debenay, J-P e Guillou, J-J (2002). Ecological transitions indicated by foraminiferal assemblages in paralic environments. *Estuaries*, vol. 25, n°6A, 1107-1120.

Debenay, J-P e Luan, B.T. (2006). Foraminiferal assemblages and the confinement index as tools for assesment of saline intrusion and human impact in the Mekong Delta and neighbouring areas (Vietnam). *Revue de micropaleontology*, 49, 74-85.

Debenay, J-P e Patrona, L. D. (2009). Foraminifères : bio-indicateurs de la qualité des fonds de bassins d'élevage de crevettes en Nouvelle-Calédonie. IRD / Sciences de la mer - Biologie Marine / Rapport scientifique et technique n°66 IFREMER / LEAD / RST, 69 p.

Debenay, J-P e Redois, F. (1997). Recent foraminifera of the northern continental shelf of Senegal". *Revue de Micropaléontologie* vol. 40, n° 1, 15-38.

Debenay, J-P, Bénéteau, E., Zhang, J. Stouff, V., Geslin, E., Redois, F., Fernandez-Gonzalez, M. (1998a). *Ammonia beccarii* and *Ammonia tepida* (Foraminifera): morphofunctional arguments for their distinction. *Marine Micropaleontology* 34: 235-244.

Debenay, J-P, Bicchi, E., Goubert, E., Châtelet, A. E. (2006). Spatio-temporal distribution of benthic foraminifera in relation to estuarine dynamics (Vie estuary, Vendée, W France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67, 181-197.

Debenay, J-P, Duleba, W., Bonetti, C., Souza, S. H. M. e Eichler, B. B. (2001c). *Pararotalia cananeaensis* N. SP.: Indicator of marine influence and water circulation in Brazilian coastal and paralic environments. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 31, n°. 2, 152–163.

- Debenay, J-P, Eichler, B. B., Duleba, w., Bonetti, C. e Eichler-Coelho, P. (1998b). Water stratification in coastal lagoons: its influence on foraminiferal assemblages in two Brazilian lagoons. *Marine Micropaleontology*, 35, 67-89.
- Debenay, J-P, Geslin, E., Eichler, B. B., Duleba, W., Sylvestre, F. e Eichler, P. (2001a). foraminiferal assemblages in a hypersaline lagoon, Araruama (R.J.) Brazil. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 31, nº 2, 133-151.
- Debenay, J-P, Guillou, J-J., Redois, F. e Geslin, E., (2000). Distribution trends of foraminiferal assemblages in paralic environments. *Environmental Micropaleontology* vol. 15 of Topics in *Geobiology*, Kluwer Academic, New York, 39-67.
- Debenay, J-P, Guiral, D. e Parra, M. (2002). Ecological factors acting on the microfauna in mangrove swamps. The case of foraminiferal assemblages in French Guiana. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55, 509-533
- Debenay, J-P, Guiral, D. e Parra, M. (2004). Behaviour and taphonomic loss in foraminiferal assemblages of mangrove swamps of French Guiana. *Marine Geology* 208, 295-314.
- Debenay, J-P, Pawlowsky, J. e Decrouez, D. (1996). *Les Foraminifères Actuels*. Masson, Paris, 329 p.
- Debenay, J-P, Tsakiridis, E., Soulard, R. e Grosseil, H. (2001b). Factors determining the distribution of foraminiferal assemblages in Port Joinville Harbor (Ile d'Yeu, France): the influence of pollution. *Marine Micropaleontology*, 43 (1-2), 75-118.
- Delgado, J., Boski, T., Nieto, J., Pereira, L., Moura, D., Gomes, A., Sousa, C., e Garcia-Tenorio, R. (2012). Sea-level rise and antropogenic activities recorded in the late Pleistocene/Holocene sedimentary infill of the Guadiana estuary (SW Iberia). *Quaternary Science reviews* 33, 121-141.
- Dias, J. M. A. (1989). Evolução pós-glaciária da plataforma continental Portuguesa a norte do cabo Mondego. *Anais do Instituto Hidrográfico* nº10, 39-50.
- Dias, J. M. A. e Taborda, R. P. M. (1988). Evolução recente do nível médio do mar em Portugal. *Anais do Instituto Hidrográfico* nº9, 83-97.
- Diz, P. e Francés, G. (2008). Distribution of live benthic foraminifera in the Ría de Vigo (NW Spain). *Marine Micropaleontology* 66, 165–191.
- Douglas, R. G. (1979). *Benthic foraminiferal ecology and paleoecology. A review of concepts and methods*. In: Lipps, J. H., Berger, W. H., Buzas, M. A., Douglas, R. G. e Ross, C. A. (1979) - *Foraminiferal Ecology and Paleontology*. SEPM Short Course, nº6, Houston Texas.
- Drake, L. A., Doblin, M. A. e Dobbs, F. C. (2007). Potential microbial bioinvasions via ships' ballast water, sediment, and biofilm. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 333-341.
- Duijnste, I., Lugt, I., Noordegraaf, H. V. e Van der Zwaan, B. (2004). Temporal variability of foraminiferal densities in the northern Adriatic Sea. *Marine Micropaleontology* 50, 125-148.
- Duleba, W. e Debenay, J-P (2003). Hydrodynamic circulation in the estuaries of estação ecológica Juréia-Itatins, Brazil, inferred from foraminifera and thecamoebian assemblages. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 33, nº. 1, 62-93.

- Edwards, R. J. (2013). Sedimentary indicators of relative sea-level changes - low energy. Trinity's Access to Research Archive, 1-15.
- Edwards, R. J. e Horton, B.P. (2000). *Reconstruction Contribution des foraminifères benthiques propounds à la reconstitution des paléo environmentes du Quaternaire récent de la Marge Ouest Ibérique (Marge Nord Portugaise et Banc de Galice)*. Thèse de Doctorat, Université de Baurdeaux I, 262 p.
- Edwards, R. J. e Horton, B.P. (2000). Reconstruction relative sea-level change using UK salt-marsh foraminifera. *Marine Geology*, 169, 41-46.
- Edwards, R. J., Wright, A. J. e Plassche, O. (2004). Surface distributions of salt-marsh foraminifera from Connecticut, USA: modern analogues for high-resolution sea level studies. *Marine Micropaleontology*, 51, 1-21.
- Eichler, P. P. B., Eichler, B. B., David, C. J., Miranda, L. B. e Sousa, C. P. M. (2006). The estuary ecosystem of Bertioaga, São Paulo, Brazil. *Journal of Coastal Research*, Special Issue 39, 1110-1113.
- Eichler, P. P. B., Eichler, B. B., Miranda, L. B. e Rodrigues, A. R. (2007). Modern foraminiferal facies in a subtropical estuarine channel, Bertioaga, São Paulo, Brazil. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 37, nº. 3, 234-247.
- Eichler, P. P. B., Rodrigues, A. R., Eichler, B. B., Braga, E. S. e Campos, E.J. D. (2012). Tracing latitudinal gradient, river discharge and water masses along the subtropical South American coast using benthic Foraminifera assemblages. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 72, nº 3, 723-759.
- Ernst, S. R., Morvan, J., Geslin, E., Le Bihan, A. Jorissen, F. J. (2006). Benthic foraminiferal response to experimentally induced Erika oil pollution. *Marine Micropaleontology*, 61, 76-93.
- Fatela, F. e Silva, P. (1990). Associações atuais de foraminíferos e ostracodos no litoral a Norte de Peniche. *Anais do Instituto Hidrográfico* nº11, 31-40.
- Fatela, F. e Taborda, R. (2002). Confidence limits of species proportions in microfossil assemblage. *Marine Micropaleontology*, 45, 169-174.
- Fatela, F., Moreno, J. e Antunes, C. (2007). Salinity influence on foraminiferal tidal marsh assemblages of NW Portugal: an anthropogenic constraint? *Thalassas*, 23 (1), 51-63.
- Figueira, B.O., Vilela, C.G. e Neto, J. A. B. (2007). Avaliação da poluição antrópica usando padrão de distribuição de espécies de foraminíferos provenientes de testemunhos da Baía de Guanabara, RJ. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, vol. 30-1, 145-157.
- Freitas, M. C., Andrade, C., Cruces, A. e Cachão, M. (2003). Sedimentary response to sea-level changes of Portuguese lowlands since the Late Glacial – A multidisciplinary approach. II Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, Recife, PE, Brasil.
- Freitas, M. C., Andrade, C. e Cruces, A. (2002). The geological record of environmental changes in southwestern Portuguese coastal lagoons since the Lateglacial. *Quaternary International*, 93-94, 161-170.

- Frisoni, G. F., Guelonget, O. e Vetillart, T. (1984). Définition d'un ouvrage de communication entre la mer et une lagune littorale, en vue de l'exploitation aquacole du milieu. Choix d'une solution optimale sur la base d'une diagnose écologique. Cas de la Mar Chica (Maroc). *Societe Hydrotechnique de France*, rapport n° 1, III.1.1-III.1.7.
- Gehrels, W. R. (2000). Using foraminiferal transfer functions to produce high-resolution sea-level records from salt-marsh deposits, Maine, USA. *The Holocene* 10: (3), 367-376.
- Goldstein, S.T., Watkins, G.T. (1999). Taphonomy of salt marsh foraminifera: an example from coastal Georgia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 149, 103–114.
- Goubert, E. (1997). Le groupe *Elphidium excavatum* (Terquem): stratégie adaptative des formes *lidoensis* Cushman et *selseyensis* (Heron-Allen e Earland) en Baie de Vilaine (Bretagne, France) et Lignée évolutive. *Geobios M.S.*, n° 21, 303-310.
- Greiner, G. O. G. (1974). Environmental factors controlling the distribution of recent benthonic foraminifera. *Breviora*, 420, 1-35.
- Grimm, E. C. (1987). Coniss: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences* vol. 13, n°.1, 13-35.
- Grimm, E. C. (1991). Tilia software. Illinois State Museum. Research and Collection Center. Springfield, Illinois.
- Grimm, E.C. (2001). TGView. Research and Collection Center, Illinois State Museum.
- Guimerans, P. V., Sanagustín, J. I. C. e Currado, J. L. C. (1999). Los foraminíferos bentónicos recientes de la superfamilia Miliolacea Ehrenberg, 1839 en los sedimentos superficiales del margen septentrional del Golfo de Cádiz. *Revista Española de Micropaleontología*, 31 (1), 99-122.
- Haake, F. W. (1982). Occurrence of living and dead marsh foraminifera in the interior of northern Germany. *Senckenbergiana maritime*, 14, 217-225.
- Hawkes, A. D., Horton, B. P., Nelson, A. R. e Hill, D. F. (2010). The application of intertidal foraminifera to reconstruct coastal subsidence during the giant Cascadia earthquake of AD 1700 in Oregon, USA. *Quaternary International*, 221, 116-140.
- Hayward, B. D. e Hollis, C. J. (1994). Brackish foraminifera in New Zealand: a taxonomic and ecologic review. *Micropaleontology*, vol. 40, n° 3, 185-222.
- Hayward, B. W. (1993) .Estuarine foraminifera, Helena Bay, northland, New Zealand. *Tane*, vol. 34, 79-88.
- Hayward, B. W., Cedhagen, T., Kaminski, M., Gross, O. (2012). World Modern Foraminifera database. Acceso através de World Register of Marine Species: <http://www.marinespecies.org/>
- Hayward, B. W., Grenfell, H. R. e Hayward, K. A. (1999). *Recent New Zealand shallow-water benthic foraminifera: taxonomy, ecology distribution, biogeography, and use in paleoenvironmental assessment*. Institute of Geological and Nuclear Sciences Monograph, 21.

Hayward, B. W., Holiis, C. e Grenfell, H. R. (1997). *Recent Elphidiidae (foraminifera) of the south-West Pacific and fossil Elphidiidae of new Zealand*. Institute of Geological and Nuclear Sciences Monograph, 16.

Hayward, B., W., Holzmann, M., Grenfell, H. R., Pawlowski, J. e Triggs, C., M. (2004). Morphological distinction of molecular types in *Ammonia* – towards a taxonomic revision of the world's most commonly misidentified foraminifera. *Marine Micropaleontology* 50, 237-271.

Holbourn, A. E. e Henderson, A. S. (2002). Re-illustration and revised taxonomy for selected deep-sea benthic foraminifers. *Palaeontologia Electronica* 4 (2), 34p,

Holzmann, M. e Pawlowski, J. (1997). Molecular, morphological and ecological evidence for species recognition in *Ammonia* (Foraminifera). *Journal of Foraminiferal Research* vol. 27 (4), 311-318.

Holzmann, M., Piller, W. E., Zaninetti, L., Fenner, R., Martini, R., Serandrei-Barbero, R. e Pawlowski, J. (1998). Molecular versus morphologic variability in *Ammonia* spp. (Foraminifera, Protozoa) from the Lagoon of Venice, Italy. *Revue de Micropaléontologie* vol. 41 (1), 59-69.

Horton, B. P. e Edwards, R. J. (2003). Seasonal distributions of foraminifera and their implications for sea-level studies, Cowpen Marsh, U. K. *Micropaleontologic Proxies for Sea-Level Change and Stratigraphic Discontinuities*, SEPM Special Publication n° 75, 21-30.

Horton, B. P. e Edwards, R. J. (2006). Quantifying Holocene sea-level using intertidal foraminifera: Edwards, R. J. e Horton, B.P. (2000). Reconstruction Lessons from British Isles. *Cushman Foundation Special Publication*, n° 40, 1-97.

Horton, B. P. e Murray, J. W. (2007). The roles of elevation and salinity as primary controls on living foraminiferal distributions: Cowpen Marsh, Tees estuary, UK. *Marine Micropaleontology*, 63, 169-186.

Horton, B. P., Edwards, R. J. e Lloyd, J. M. (1999). UK intertidal foraminiferal distributions: implications for sea-level studies. *Marine Micropaleontology*, 36, 205-223.

Horton, B.P., Whittaker, J. E., Thomson, K. H., Hardbattles, M. I. J., Kemp, A., Woodroffe, S. A. e Wright, M. R. (2005). The development of a modern foraminiferal data set for sea-level reconstructions, Wakatobi Marine National Park, southeast Sulawesi, Indonesia. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 35, n° 1, 1-14.

Ishman, S. E., Graham, I. e D'Ambrosio, J. (1997). Modern benthic foraminifer distributions in Biscayne Bay: Anologs for historical reconstructions. U. S. Geological Survey Open-File Report 97-34, 1-20.

Javax, E. J. e Scott, D. B (2003). Illustration of modern benthic foraminifera from Bermuda and remarks on distribution in other subtropical/tropical areas. *Palaeontologia Electronica*, 6 (4), 29 p.

Jones, R. W. (1994). *The Challenger Foraminifera*. The Natural History Museum of London. Oxford University Press, 151 p.

Knox, G. A. (1986). *Estuarine Ecosystems: A Systems Approach*. CRC Press, vol. 1, Boca Raton.

- Kovacs, S., E., van Hengstum, P. J., Reinhardt, E. G., Donnelly, J. P. e Albury, N. A. (2013) - Late Holocene sedimentation and hydrologic development in a shallow coastal sinkhole on Great Abaco Island, the Bahamas. *Quaternary International*, 317, 118-132.
- Lacerda, L. D., Ittekkot, V. e Patchineelan, S. R. (1995). Biogeochemistry of mangrove soil organic matter: a comparison between *Rhizophora* and *Avicennia* soils in south-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40, 713-720.
- Lacerda, L. D., Maia, L. P., Monteiro, L. H. U., Souza, G. M., Bezerra, L. J. C. e Menezes, M. O. T. (2006). Manguezais do nordeste e mudanças ambientais. *Ciência Hoje* vol. 39, nº 229, 25-29.
- Lançone, R. B.; Duleba, W. e Mahiques, M. M. (2005). Dinâmica de fundo da enseada do Flamengo, Ubatuba, Brasil, inferida a partir da distribuição espacial, morfometria e tafonomia de foraminíferos. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 8 (3), 181-192.
- Langer, M. R. e Lepping, U. (2000). Molecular phylogenetic status of *Ammonia catesbyana* (D'Orbigny, 1839), an intertidal foraminifer from the North Sea. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* 9, 545-556.
- Laprida, C., Chapori, N. G., Violante, R. A, e Campagnucci, R. H. (2007). Mid-Holocene evolution and paleoenvironments of the shoreface-offshore transition, north-eastern Argentina: New evidence based on benthic microfauna. *Marine Geology* 240, 43-56.
- Laut, L. L. M. e Barbosa, C. F. (1999). Recent mangrove foraminiferal zonation from the Jabotão river estuary, Recife, PE. In: Cushman Foundation Research Symposium: Quaternary Ecological Studies and Paleoenvironmental Applications. AEQUA, Porto Seguro.
- Laut, L.L.M. (2007). *Foraminíferos e tecamebas como indicadores ambientais em estuários tropicais-Brasil*. Tese de Doutorado em Geologia e Geofísica Marinha. Universidade Federal Fluminense, 332 p.
- Leorri, E. e Cearreta, A. (2004). Holocene environmental development of the Bilbao estuary, northern Spain: sequence stratigraphy and foraminiferal interpretation. *Marine Micropaleontology*, 51, 75-94.
- Leorri, E., Horton, B. P. e Cearreta, A. (2008). Development of a foraminifera-based transfer function in the Basque marshes, N. Spain: Implications for sea-level studies in the Bay of Biscay. *Marine Geology*, 251, 60-74.
- Leorri, E., Gehrels, W. R., Horton, B. P., Fatela, F. e Cearreta, A. (2010). Distribution of foraminifera in salt marshes along the Atlantic coast of SW Europe: Tools to reconstruct past sea-level variations. *Quaternary International*, 221, 104-115.
- Lessa, G. C., Angulo, R. J., Giannini, P. C. e Araújo, A. D. (2000). Stratigraphy and Holocene evolution of a regressive barrier in south Brazil. *Marine Geology*, 165, 87-108.
- Levin, L. A., Etter, R. J., Rex, M. A., Gooday, A. J., Smith, C. R., Pineda, J., Stuart, C. T., Hessler, R. R. e Pawson, D. (2001). Environmental influences on regional deep-sea species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 51-93.
- Levy, A., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., Ubaldo, M. L. e Ambroise, D. (1993). Recent foraminifera from the continental margin of Portugal. *Micropaleontology* vol. 39, nº1, 75-87.

- Li, L., Gallagher, S. e Finlayson, B. (2000). Foraminiferal response to Holocene environmental changes of tidal estuary in Victoria, south-eastern Australia. *Marine Micropaleontology* 38, 229-246.
- Lin, J. (1992). *Palaeoecology, Palaeoclimate and Palaeogeography of Quaternary Foraminiferal Faunas in China*. Ph. D. Thesis, Free University of Brussels, 152 p.
- Lloyd, J. (2000). Foraminiferal and thecamoebian environmental reconstruction from an isolation basin in SW Scotland: Implications for sea-level studies. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 30, n° 4, 294–305.
- Loeblich, A. R. e Tappan, H. (1988). *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Loeblich, A. R. e Tappan, H. (1988). *Foraminiferal genera and their classification - Plates*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Lowe, J. J. e Walker, M. J. C. (1997). *Reconstructing Quaternary Environments*. Longman, England, 2ª ed.
- Magurran, A. E. (1991). *Ecological Diversity and its Measurement*. Chapman and Hall, Princeton University Press.
- Majewski, W. e Zajaczkowski, M. (2007). Benthic foraminiferal in Adventfjorden, Svalbard: last 50 years of local hydrographic changes. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 37, n° 2, 107-124.
- Marchand, C., Lallier-Vergés, E. e Baltzer, F. (2003). The composition of sedimentary organic matter in relation to the dynamic features of a mangrove-fringed coast in French Guiana. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56, 119–130.
- Martin, L. (2003). Holocene sea-level history along eastern-southeastern Brazil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, vol. 26, 13-24.
- Martins, M. V. (1997). *Ecologia dos foraminíferos bentônicos da plataforma continental ao largo de Aveiro*. Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências vol. 1 e 2, 440 p.
- Martins, V. e Gomes, V. (2004). *Foraminíferos da Margem Continental NW Ibérica, Sistemática, Ecologia e Distribuição*. Agenda Comum - Comunicação Lda.
- Mendes, I. (2010). *Benthic foraminifera as palaeo-environmental indicators in the Northern Gulf of Cadiz*. Tese de Doutorado. Universidade do Algarve, 276 p.
- Meziane, T., Bodineau, L., Retiere, C. e Thoumelin, G. (1997). The use of lipid markers to define sources of organic matter in sediment and food web of the intertidal salt-marsh-flat ecosystem of Mont-Saint-Michel Bay, France. *Journal of Sea Research*, 38, 47-58.
- Milker, Y. e Schmiiedl, G. (2012). A taxonomic guide to modern benthic shelf foraminiferal of the western Mediterranean Sea. *Palaeontologia Electronica*, vol. 5, issue 2, 134 p.
- Miller, A. A. L., Scott, D. B. e Medioli, F. S. (1982). *Elphidium excavatum* (Terquem): ecophenotypic versus subspecific variation. *Journal of Foraminiferal Research* vol. 12, n° 2, 116-144.

- Milne, G. A., Long, A. J. e Bassett, S. E (2005). Modelling Holocene relative sea-level observations from the Caribbean and South America. *Quaternary Science Reviews* 24, 1183-1202.
- Moura, D., Boski, T., Veiga-Pires, C. e Pereira, H. (2006). Variações Climáticas no Algarve durante o Quaternário. I encontro de Professores de Geociências do Alentejo e Algarve, Universidade do Algarve, 17-22.
- Murray, J. W. (1971). *An Atlas of British Recent Foraminiferids*. Heinemann Educational Books, London.
- Murray, J. W. (1991). *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Murray, J. W. (2003). An illustrated guide to the benthic foraminifera of Hebridean shelf, west of Scotland with notes on their mode of life. *Palaeontologia Electronica*, 5(1), 31p.
- Murray, J. W. (2006). *Ecology and applications of benthic foraminifera*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Murray, J. W. e Alve, E. (1999a). Natural dissolution of modern shallow water benthic foraminifera: taphonomic effects on the palaeoecological record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 146, 195-209.
- Murray, J. W. e Alve, E. (1999b). Taphonomic experiments on marginal marine foraminiferal assemblages: how much ecological information is preserved? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 149, 183-197.
- Nikulina, A., Polovodova, I. e Schönfeld, J. (2008). Foraminiferal response to environmental changes in Kiel Fjord, SW Baltic Sea. *eEarth*, 3, 37-49.
- Pawlowski, J., Bolivar, I., Farhni, J. e Zaninetti, L. (1994). Taxonomic identification of foraminiferal using ribosomal DNA sequences. *Micropaleontology* vol. 40 (4), 373-377.
- Pawlowski, J., Bolivar, I., Farhni, J. e Zaninetti, L. (1995). DNA analysis of “*Ammonia beccarii*” morphotypes: one or more species? *Marine Micropaleontology* 26, 171-178.
- Pereira, L. (2002). *Distribuição dos foraminíferos no sapal da Ria Formosa*. Tese de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas, Universidade do Algarve, 42p.
- Phleger, F. B. (1965). Living foraminifera from coastal marsh, southern Florida. *Bolletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 28, 45-60.
- Pirazzoli, P. A. (1991). *World atlas of Holocene sea-level changes*. Elsevier Oceanography Series, Netherlands.
- Poignant, A., Mathieu, R., Levy, A. e Cahuzac, B. (2000). *Haynesina germanica* (Ehrenberg), *Elphidium excavatum* (Terquem) L. S. et *Porosonion granosum* (d’Orbigny), espèces margino-littorales de foraminifères D’Aquitaine Centrale (SO France) au Miocène moyen (Langhien). Le problème d’*Elphidium lidoense* Cushman. *Revue de Micropaléontologie* vol. 43, n°3, 393-405.
- Polovodova, I. e Schönfeld, J. (2008). Foraminiferal test abnormalities in the western Baltic Sea. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 38, n° 4, 318-336.

Prudêncio, M. (2011). *Evolução Holocénica do troço terminal do estuário da ribeira do Ludo*. Tese de Mestrado, Universidade do Algarve, 93 p.

Redois, F. e Debenay, J. P. (1996). Influence du confinement sur la répartition des foraminifères benthiques: exemple de l'estran d'une ria mésotidale de Bretagne Méridionale. *Revue de Paléobiologie* vol. 15, n°1, 243-260.

Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Burr, G. S., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S. W., Reimer, R. W., Richards, D. A., Southon, J. R., Talamo, S., Turney, C. M. S., van der Plicht, J. e Weyhenmeyer, C. E. (2009). Intcal09 and marine09 radiocarbon age calibration 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, vol. 51, n° 4, 1111-1150.

Reinhardt, E. G., Patterson, R. T. e Schröder-Adams, C. J. (1994). Geoarchaeology of the ancient harbor site of Caesarea maritima, Israel: Evidence from sedimentology of benthic foraminifera. *Journal of foraminifera Research* vol. 24, (1), 37-38.

Schafer, C. T. e Cole, F. E. (1986). Reconnaissance survey of benthonic foraminifera from Baffin Island fjord environments. *Arctic*, vol. 39, n° 3, 232-239.

Schweizer, M., Polovodova, I., Nikulina, A. e Schönfeld, J. (2011). Molecular identification of *Ammonia* and *Elphidium* species (Foraminifera, Rotaliida) from the Kiel Fjord (SW Baltic Sea) with rDNA sequences. *Helgoland Marine Research*, 65: 1-10.

Scott, B. D. (1976). Brackish-water foraminifera from southern California and description of *Polysaccamina ipohalina* n. gen., n.sp. *Journal of Foraminiferal Research*, vol.6, n° 4, 312-321.

Scott, D. B. e Hermelin, J. O. (1993). A device for precision splitting of micropaleontological samples in liquid suspension. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 67, n° 1, 151-154.

Scott, D. B. e Medioli, F. S. (1980). Quantitative studies of marsh foraminiferal distributions in Nova Scotia: Implications for sea level studies. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, special publication n° 17, 58 p.

Scott, D. B., Schafer, C. T e Medioli, F. S. (1980). Eastern Canadian estuarine foraminifera: A framework for comparison. *Journal of Foraminiferal Research*, vol.10, n° 3, 205-243.

Scott, D. B., Shaffer, C. T. e Medioli, F. S. (2001). *Monitoring in Coastal Environments using Foraminifera and Thecamoebian Indicators*. Cambridge University Press, 192 p.

Scott, D.B., Tobin, R., Williamson, M., Medioli, F., Latimer, J. S., Boothman, W. A., Asioli, A. e Haury, V. (2005). Pollution monitoring in two north American estuaries: Historical reconstructions using benthic foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 35, n° 1, 65-82.

Semensatto Jr, D. E., Funo, R. H. F., Dias-Brito, D. e Coelho-Jr, C. (2009). Foraminiferal ecological zonation along a Brazilian mangrove transect: Diversity, morphotypes and the influence of subaerial exposure time. *Revue de micropaléontologie*, 52, 67-74.

Sen Gupta, B. K. (1999). *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, London.

- Shröder-Adams (2006). Estuaries of the past and present: a biofacies perspective. *Sedimentary Geology*, 190, 289-298.
- Silva, C. A. R., Rainbow, P. S., Smith, B. D. e Santos, Z. L. (2001). Biomonitoring of trace metal contamination in the Potengi, Natal (Brazil), using the oyster *Crassostrea rhizophorae*, a local food source. Elsevier Science, vol. 35, nº 17, 4072-4078.
- Silva, C. A., Oliveira, S. R., Rêgo, R. D. P. e Mozeto, A. A. (2007). Dynamics of phosphorus and nitrogen through litter fall and decomposition in a tropical mangrove forest. *Marine Environmental Research* 64, 524-534.
- Silva, C. A., Smith, B. D. e Rainbow, P. S. (2006). Comparative biomonitoring of coastal trace metal contamination in tropical South America (N. Brazil). *Marine Environmental Research* 61, 439-455.
- Smith, D. E. Harrison, S., Firth, C. R., Jordan, J. T. (2011). The early Holocene sea level rise. *Quaternary Science Reviews*, 30, 1846-1860.
- Souza, F. E. S. e Silva, C. A. R. (2011). Ecological and economic valuation of the Potengi estuary mangrove wetlands (NE, Brazil) using ancillary spatial data. *Journal of Coastal Conservation*, 15, 195–206.
- Souza, V. M., Lazaro, L. M. L., Silva, F. S., Feigueiredo Jr. A. G., Vital, H. e Frazão, E. (2010). Benthic foraminifera and bacterial activity as proxy for environmental characterization in the Potengi estuary, Rio Grande do Norte, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências - URFJ* vol. 33, 20-34.
- Stuiver, M., Reimer, P. J. e Reimer, R. W. (2009). CALIB 6.0. Manual -Table of Contents: <http://calib.qub.ac.uk/calib/>
- Suguio, K., Martin, L., Bittencourt, A. C. S. P., Dominguez, J. M. L., Flexor, J. M. e Azevedo, A. E. G. (1985). Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral Brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 15, nº 4, 273-286.
- Teixeira, A. J. S. e Alvin, A. J. (1978). Reconhecimento dos sapais da Ria de Faro. *Pedologia*, 13 (1), 69-109
- Teodoro, A. C., Duleba, W., Gubitoso, S., Prada, S. M., Lamparelli, C. C. e Bevilacqua, J. E. (2010). Analysis of foraminifera assemblages and sediment geochemical properties to characterize the environment near Araçá and Saco da Capela domestic sewage submarine outfalls of São Sebastião Channel, São Paulo State, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 536-553.
- Thomas, E. e Varekamp, J. C. (1991). Paleo-environmental analysis of marsh sequences (Clinton, Connecticut): Evidence for punctuated rise in relative sea level during the latest Holocene. *Journal of Coastal Research*, Special Issue nº 11, 125-158.
- Trog, C., Höfer, D., Frenzel, P., Camacho, S., Schneider, H. e Mäusbacher, R. (2013). A multi-proxy reconstruction and comparison of Holocene palaeoenvironmental changes in the Alvor and Alcantarilha estuaries (southern Portugal). *Revue de micropaleontology*, 56, 131-158.

- Usera, J. Blázquez, A. M., Guyillem, J. e Alberola, C. (2002). Biochronological and paleoenvironmental interest of foraminifera lived in restricted environments: application to the study of the western Mediterranean Holocene. *Quaternary International*, 93-94, 139-147.
- Vance, D. J., Culver, S. J., Corbett, D. R. e Buzas, M. A. (2006). Foraminifera in the Albemarle estuarine system, north Carolina: Distribution and recent environmental change. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 36, nº 1, 15-33.
- Varekamp, J. C., Thomas, E. e Van de Plassche, O. (1992). Relative sea-level rise and climate change over the last 1500 years. *Global Change SI*, nº 4, 293-304.
- Vilela, C. G., Batista, D. S., Neto, J. A. B. e Ghiselli Jr, R. O. (2011). Benthic foraminifera distribution in a tourist lagoon in Rio de Janeiro, Brazil: A response to anthropogenic impacts. *Marine Pollution Bulletin* 62, 2055-2074.
- Vilela, C. G., Batista, D. S., Neto, J. A. B., Crapez, M. e Mcallister, J. J. (2004). Benthic foraminifera distribution in high polluted sediments from Niterói Harbor (Guanabara Bay), Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 75 (1), 161-171.
- Vilela, C. G., Sanjinés, A. E. S., Ghiselli Jr., R. O., Filho, J. G. M., Neto, J. A. B. e Barbosa, C. F. (2003). Search for bioindicators of pollution in the Guanabara Bay: Integrations of ecologic patterns. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, vol. 26, 25-35.
- Wightman, W. G. (1990). Estuarine and Marsh Foraminifera from the lower Cretaceous of the Lusitanian Basin, West Portugal. *Paleoecology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 739-764.
- Woodroffe, S. A., Horton, B. P., Larcombe, P. e Whittaker, J. E. (2005). Intertidal mangrove foraminifera from the Central Barrier Reef Shelf, Australia: Implications for sea-level reconstruction. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 35, nº 3, 259-270.
- WoRMS (2012). World Register of Marine Species: <http://www.marinespecies.org/>
- Yassini, I. e Jones, B. G. (1995). *Recent foraminifera and ostracoda from estuarine and shelf environments on the southeastern coast of Australia*. University of Wollongong Press, Australia.
- Zhou, J., Wu, Y., Kang, Q. e Zang, J. (2007). Spatial variations of carbon, nitrogen, phosphorous and sulfur in the salt marsh sediments of the Yangtze estuary in China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 71, 47–59.

ANEXOS

Anexo 1

Tabela Ia - Coordenadas geográficas das sondagens realizadas no estuário do Potengi.

Sondagem	Latitude	Longitude
H1	5 ⁰ 47'7.04"S	35 ⁰ 15'38.86"W
H2	5 ⁰ 47'7.23"S	35 ⁰ 15'35.77"W
H3	5 ⁰ 47'3.37"S	35 ⁰ 15'37.36"W
H4	5 ⁰ 47'14.34"S	35 ⁰ 15'37.46"W
UR2	5 ⁰ 48'13.92"S	35 ⁰ 16'10.11"W

Tabela Ib - Coordenadas geográficas do transepto atual IG4, realizado no estuário do Potengi.

Amostra	Latitude	Longitude
IG4 topo de Mangue	5 ⁰ 46'27.40"S	35 ⁰ 13'54.81"W
IG4 Fundo de canal	5 ⁰ 46'25.46"S	35 ⁰ 13'54.71"W
IG4 1/2 Int. Mareal	5 ⁰ 46'26.64"S	35 ⁰ 13'54.72"W

Tabela II - Coordenadas geográficas das sondagens realizadas na Ria Formosa.

Sondagem	Latitude	Longitude
RFM1	37 ⁰ 1'19.89" N	7 ⁰ 57'16.36" W
RFM21	37 ⁰ 0'50.70" N	7 ⁰ 54'50.11" W
FRM22	37 ⁰ 0'59.43" N	7 ⁰ 54'35.82" W
RFM42B	36 ⁰ 59'44.34"N	7 ⁰ 54'50.73" W
RFM59	37 ⁰ 2'50.86" N	7 ⁰ 59'56.52" W

Anexo 2

Fig. 1 – a) Fotografia do Divisor Preciso de Plâncton; b) Esquema do divisor: 1 – vista lateral do divisor com as respectivas dimensões; 2 – vista de cima do divisor, indicando as 8 divisões; 3 – vista lateral do divisor com as dimensões da coluna (adaptado de Scott e Hermelin, 1993).

a)



b)

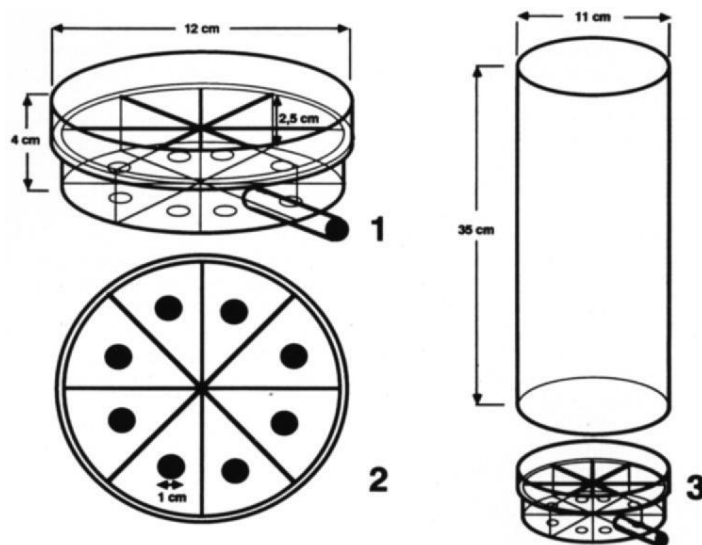
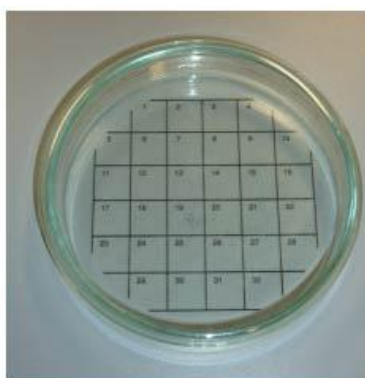


Fig. 2 – **a)** Lupa binocular; **b)** caixa de petri quadriculada; **c)** porta foraminíferos; **d)** pincel e estilete



a)



b)



c)



d)

Anexo 3

Tabelas com as frequências absolutas e frequências relativas dos vários *taxa*, ao longo das sondagens e transeptos atuais realizadas no estuário do Potengi e tabelas com as frequências absolutas e frequências relativas dos vários *taxa*, ao longo das sondagens realizadas no sistema lagunar da Ria Formosa.

Tabela I - Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem H1.

Tabela II - Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem H1.

Tabela III – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem H2.

Tabela IV – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem H2.

Tabela V – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem H3.

Tabela VI – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem H3.

Tabela VII – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem H4.

Tabela VIII – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem H4

Tabela IX – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem UR2

Tabela X – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem UR2

Tabela XI – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados no Site 06

Tabela XII – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados no Site 06

Tabela XIII – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados no Site IG4

Tabela XIV – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados no Site IG4

Tabela XV – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM1

Tabela XVI – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM1

Tabela XVII – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM21

Tabela XVIII – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM21

Tabela XIX – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM22


Tabela XX – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM22

Tabela XXI – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM42B

Tabela XXII – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM42B

Tabela XXIII – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM59

Tabela XXIV – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM59

 Amostras sem valor estatístico

Taxa dominantes (superior a 20%)

Taxa comuns (10-20%)

sp. acessórias (5-10%)

sp. raras (menos de 5%)

Tabela I - Frequências absolutas dos vários taxa encontrados ao longo da sondagem H1

Profundidade (cm)	120-130	300-310	575-580
Descrição macroscópica	areia muito fina	areia muito fina	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	2320	725	32
Estimativado nº total mín./10cc	2320	725	32
Taxa	29	18	6
<i>Ammonia tepida</i>	1222	543	5
<i>Bolivina</i> sp.	13		
<i>Bolivina</i> spp.	16	2	
<i>Bolivina striatula</i>	2		
<i>Buliminella elegantissima</i>	1		
<i>Cassidulina</i> sp.	4		
<i>Cibicides</i> sp.	9	2	
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	148	4	
<i>Discorbis</i> sp.	8		
<i>Discorbis</i> spp.	33	6	
<i>Elphidium</i> cf. <i>advenum</i>			2
<i>Elphidium excavatum</i>	43	1	9
<i>Elphidium galvestonense</i>	242	60	3
<i>Elphidium granosum</i>	6		
<i>Elphidium gunteri</i>	111	12	10
<i>Elphidium</i> sp.	57	14	3
<i>Fissurina laevigata</i>	4		
<i>Haynesina</i> cf. <i>depressula</i>	2		
<i>Haynesina germanica</i>	61	10	
<i>Lagena</i> cf. <i>sulcata</i>		1	
<i>Lagena</i> sp.	1		
Miliolideo 1	10		
<i>Nonion</i> sp.	1		
<i>Nonionella atlantica</i>	11	2	
<i>Pararotalia cananeiaensis</i>	94	25	
<i>Patellina corrugata</i>	1		
<i>Rosalina</i> spp.	9	2	
<i>Spirillina vivipara</i>	1	1	
Indeterminados calcários	187	37	
Miliolideos	18	1	
Planctónicos	5	2	

Tabela II - Frequências relativas dos vários taxa encontrados ao longo da sondagem H1

Profundidade (cm)	120-130	300-310	575-580
Descrição macroscópica	areia muito fina	areia muito fina	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	2320	725	32
Estimativado nº total mín./10cc	2320	725	32
Taxa	29	18	6
<i>Ammonia tepida</i>	52,7	74,9	15,6
<i>Bolivina</i> sp.	0,56		
<i>Bolivina</i> spp.	0,69	0,27	
<i>Bolivina striatula</i>	0,086		
<i>Buliminella elegantissima</i>	0,04		
<i>Cassidulina</i> sp.	0,17		
<i>Cibicides</i> sp.	0,39	0,27	
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	6,39	0,55	
<i>Discorbis</i> sp.	0,34		
<i>Discorbis</i> spp.	1,42	0,83	
<i>Elphidium</i> cf. <i>advenum</i>			6,25
<i>Elphidium excavatum</i>	1,85	0,14	28,1
<i>Elphidium galvestonense</i>	10,4	8,27	9,4
<i>Elphidium gunteri</i>	4,78	1,65	31,2
<i>Elphidium</i> sp.	2,46	1,93	9,4
<i>Fissurina laevigata</i>	0,17		
<i>Haynesina</i> cf. <i>depressula</i>	0,086		
<i>Haynesina germanica</i>	2,6	1,38	
<i>Lagena</i> cf. <i>sulcata</i>		0,14	
<i>Lagena</i> sp.	0,04		
Miliolideo 1	0,43		
<i>Nonion</i> sp.	0,04		
<i>Nonionella atlantica</i>	0,47	0,27	
<i>Pararotalia cananeiaensis</i>	4,05	3,45	
<i>Patellina corrugata</i>	0,04		
<i>Porosonion granosum</i>	0,26		
<i>Rosalina</i> spp.	0,39	0,27	
<i>Spirillina vivipara</i>	0,04	0,14	
Indeterminados calcários	8,1	5,1	
Miliolideos	0,78	0,14	
Planctónicos	0,21	0,27	

Tabela III – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem H2

Profundidade (cm)	170-175	450-455	540-545
Descrição macroscópica	areia muito fina	silte grosseiro	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	1318	195	105
Estimativo nº total mín./10cc	4312	195	105
Taxa	27	14	5
<i>Ammonia tepida</i>	921	136	67
<i>Bolivina</i> sp.	6	2	
<i>Bolivina</i> spp.	11		
<i>Bolivina striatula</i>		1	
<i>Buliminella elegantissima</i>	2		
<i>Cassidulina</i> sp.	4		
<i>Cibicides</i> sp.	21		
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	48	1	
<i>Discorbis</i> spp.	30		
<i>Elphidium excavatum</i>	16	11	
<i>Elphidium galvestonense</i>	18	14	10
<i>Elphidium gunteri</i>	22	5	
<i>Elphidium</i> sp.	4	3	10
<i>Fissurina</i> sp.	1		
<i>Haynesina germanica</i>	13	2	
<i>Lagena</i> sp.	1		
Miliolideo 1	6	1	
Miliolideo 2	1		
Miliolideo 3	1		
<i>Nonion</i> sp.	2		
<i>Nonionella atlantica</i>	7		
<i>Pararotalia cananeaensis</i>	91	1	
<i>Porosonion granosum</i>		2	
<i>Rosalina</i> spp.	18		
<i>Textularia</i> sp.	3		
Indeterminados aglutinados			2
Indeterminados calcários	41	14	16
Forros internos	1		
Miliolideos	26	2	
Planctônicos	3		

Tabela IV – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem H2.

Profundidade (cm)	170-175	450-455	540-545
Descrição macroscópica	areia muito fina	silte grosseiro	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	1318	195	105
Estimativo nº total mín./10cc	4312	195	105
Taxa	27	14	5
<i>Ammonia tepida</i>	69,9	69,7	63,8
<i>Bolivina</i> sp.	0,45	1,02	
<i>Bolivina</i> spp.	0,83		
<i>Bolivina striatula</i>		0,51	
<i>Buliminella elegantissima</i>	0,15		
<i>Cassidulina</i> sp.	0,3		
<i>Cibicides</i> sp.	1,59		
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	3,64	0,51	
<i>Discorbis</i> spp.	2,28		
<i>Elphidium excavatum</i>	1,21	5,64	
<i>Elphidium galvestonense</i>	1,36	7,18	9,5
<i>Elphidium gunteri</i>	1,67	2,56	
<i>Elphidium</i> sp.	0,3	1,54	9,5
<i>Fissurina</i> sp.	0,076		
<i>Haynesina germanica</i>	0,99	1,02	
<i>Lagena</i> sp.	0,076		
Miliolideo 1	0,45	0,51	
Miliolideo 2	0,076		
Miliolideo 3	0,076		
<i>Nonion</i> sp.	0,15		
<i>Nonionella atlantica</i>	0,53		
<i>Pararotalia cananeaensis</i>	6,9	0,51	
<i>Porosonion granosum</i>		1,02	
<i>Rosalina</i> spp.	1,36		
<i>Textularia</i> sp.	0,23		
Indeterminados aglutinados			1,9
Indeterminados calcários	3,11	7,18	15,2
Forros internos	0,076		
Miliolideos	1,97	1,02	
Planctônicos	0,23		

Tabela V – Frequências absolutas dos vários taxa encontrados ao longo da sondagem H3

Profundidade (cm)	120-125	250-260	350-360	510-520
Descrição macroscópica	areia muito fina	areia muito fina	silte grosseiro	areia fina
Nº total de indivíduos contados	863	429	1	8
Estimativado nº total mín./10cc	2783	429	1	8
Taxa	17	12	1	3
<i>Ammonia tepida</i>	656	299	1	6
<i>Bolivina</i> sp.	2			
<i>Bolivina striatula</i>	1			
<i>Cibicides</i> sp.	3	2		
<i>Cribrorhynchium poeyanum</i>	21	37		
<i>Elphidium excavatum</i>	19	6		
<i>Elphidium galvestonense</i>	72	28		
<i>Elphidium gunteri</i>	8	11		
<i>Elphidium</i> sp.	10	7		
<i>Fissurina laevigata</i>	1			1
<i>Haynesina germanica</i>	11	4		
<i>Nonion</i> sp.	2			
<i>Nonionella atlantica</i>	1	2		
<i>Pararotalia cananeiaensis</i>	17	29		
Indeterminados aglutinados	1			
Indeterminados calcários	37	3		
Miliolídeos				1
Planctónicos	1	1		

Tabela VI – Frequências relativas dos vários taxa encontrados ao longo da sondagem H3.

Profundidade (cm)	120-125	250-260	350-360	510-520
Descrição macroscópica	areia muito fina	areia muito fina	silte grosseiro	areia fina
Nº total de indivíduos contados	863	429	1	8
Estimativado nº total mín./10cc	2783	429	1	8
Taxa	17	12	1	3
<i>Ammonia tepida</i>	76	69,7	100	75
<i>Bolivina</i> sp.	0,23			
<i>Bolivina striatula</i>	0,11			
<i>Cibicides</i> sp.	0,35	0,47		
<i>Cribrorhynchium poeyanum</i>	2,43	8,62		
<i>Elphidium excavatum</i>	2,2	1,4		
<i>Elphidium galvestonense</i>	8,34	6,53		
<i>Elphidium gunteri</i>	0,93	2,56		
<i>Elphidium</i> sp.	1,16	1,63		
<i>Fissurina laevigata</i>	0,11			12,5
<i>Haynesina germanica</i>	1,27	0,93		
<i>Nonion</i> sp.	0,23			
<i>Nonionella atlantica</i>	0,11	0,47		
<i>Pararotalia cananeiaensis</i>	1,97	6,76		
Indeterminados aglutinados	0,11			
Indeterminados calcários	4,29	0,7		
Miliolídeos				12,5
Planctónicos	0,11	0,23		

Tabela VII – Frequências absolutas dos vários taxa encontrados ao longo da sondagem H4

Profundidade (cm)	280-285	560-565	610-615
Descrição macroscópica	areia muito fina	silte grosseiro	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	1087	0	3
Estimativado nº total mín./10cc	4348	0	3
Taxa	21	0	3
<i>Ammonia tepida</i>	873	0	
<i>Bolivina</i> spp.	5	0	
<i>Bolivina striatula</i>	1	0	
<i>Cassidulina</i> sp.	1	0	
<i>Cibicides</i> sp.	1	0	
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	83	0	
<i>Discorbis</i> spp.	2	0	
<i>Elphidium excavatum</i>	5	0	
<i>Elphidium galvestonense</i>	40	0	
<i>Elphidium gunteri</i>	3	0	
<i>Fissurina laevigata</i>	1	0	
<i>Haynesina germanica</i>	12	0	1
Miliolideo 1	3	0	
<i>Nonionella atlantica</i>	2	0	
<i>Pararotalia cananeaensis</i>	30	0	1
<i>Patellina corrugata</i>	1	0	
<i>Porosonion granosum</i>	1	0	
<i>Rosalina</i> spp.	2	0	
Indeterminados calcários	16	0	1
Miliolideos	3	0	
Planctónicos	2	0	

Tabela VIII – Frequências relativas dos vários taxa encontrados ao longo da sondagem H4

Profundidade (cm)	280-285	560-565	610-615
Descrição macroscópica	areia muito fina	silte grosseiro	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	1087	0	3
Estimativado nº total mín./10cc	4348	0	3
Taxa	21	0	3
<i>Ammonia tepida</i>	80,3		
<i>Bolivina</i> spp.	0,46		
<i>Bolivina striatula</i>	0,092		
<i>Cassidulina</i> sp.	0,092		
<i>Cibicides</i> sp.	0,092		
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	7,63		
<i>Discorbis</i> spp.	0,18		
<i>Elphidium excavatum</i>	0,46		
<i>Elphidium galvestonense</i>	3,68		
<i>Elphidium gunteri</i>	0,27		
<i>Fissurina laevigata</i>	0,092		
<i>Haynesina germanica</i>	1,1		33,3
Miliolideo 1	0,27		
<i>Nonionella atlantica</i>	0,18		
<i>Pararotalia cananeaensis</i>	2,76		33,3
<i>Patellina corrugata</i>	0,092		
<i>Porosonion granosum</i>	0,092		
<i>Rosalina</i> spp.	0,18		
Indeterminados calcários	1,47		33,3
Miliolideos	0,27		
Planctónicos	0,18		

Tabela IX – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem UR2

Profundidade (cm)	450-500	560	680	750-770
Descrição macroscópica	areia muito fina	areia muito fina	areia muito fina	areia muito fina
Nº total de indivíduos contados	314	316	357	557
Estimativo n° total mín./10cc	314	1234	1410	557
Taxa	8	9	12	11
<i>Ammonia tepida</i>	276	282	324	534
<i>Bolivina</i> sp.				1
<i>Bolivina striatula</i>			1	1
<i>Buliminella elegantissima</i>				1
<i>Cibicides</i> spp.			2	
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	14	1	3	7
<i>Discorbis</i> spp.			5	
<i>Elphidium excavatum</i>	10	2	1	3
<i>Elphidium galvestonense</i>	4	5	1	2
<i>Elphidium gunteri</i>	4		3	
<i>Fissurina</i> sp.		1		
<i>Haynesina germanica</i>	2	1		1
<i>Nonion</i> sp.			1	
<i>Nonionella atlantica</i>		1	4	
<i>Pararotalia cananeiaensis</i>	1	18	11	5
<i>Spirillina vivipara</i>			1	
Indeterminados calcários	3	5		1
Forros internos				1

Tabela X – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem UR2

Profundidade (cm)	450-500	560	680	750-770
Descrição macroscópica	areia muito fina	areia muito fina	areia muito fina	areia muito fina
Nº total de indivíduos contados	314	316	357	557
Estimativo nº total mín./10cc	314	1234	1410	557
Taxa	8	9	12	11
<i>Ammonia tepida</i>	87,9	89,2	90,7	95,9
<i>Bolivina</i> sp.				0,18
<i>Bolivina striatula</i>			0,28	0,18
<i>Buliminella elegantissima</i>				0,18
<i>Cibicides</i> spp.			0,56	
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	4,46	0,32	0,84	1,26
<i>Discorbis</i> spp.			1,4	
<i>Elphidium excavatum</i>	3,18	0,63	0,28	0,54
<i>Elphidium galvestonense</i>	1,27	1,58	0,28	0,36
<i>Elphidium gunteri</i>	1,27		0,84	
<i>Fissurina</i> sp.		0,32		
<i>Haynesina germanica</i>	0,64	0,32		0,18
<i>Nonion</i> sp.			0,28	
<i>Nonionella atlantica</i>		0,32	1,12	
<i>Pararotalia cananeaensis</i>	0,32	5,7	3,08	0,9
<i>Spirillina vivipara</i>			0,28	
Indeterminados calcários	0,95	1,58		0,18
Forros internos				0,18

Tabela XI – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados no Site 06

Amostras	Meio	Topo
Descrição macroscópica	areia muito fina	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	40	474
Estimativado nº total mín./40cc	40	3020
Taxa	10	15
<i>Ammonia tepida</i>	8	168
<i>Ammobaculites cf. exiguus</i>	1	2
<i>Ammobaculites sp.</i>	6	2
<i>Ammotium cassis</i>		4
<i>Arenoparrella mexicana</i>	4	
<i>Bolivina sp.</i>		2
<i>Elphidium excavatum</i>		173
<i>Elphidium sp.</i>		20
<i>Haplophragmoides sp.</i>	1	
<i>Haynesina germanica</i>		7
<i>Jadammina macrescens</i>		5
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	1	
<i>Rosalina sp.</i>		3
<i>Trochammina inflata</i>	9	
<i>Trochammina sp.</i>	2	5
<i>Trochammina spp.</i>		8
Miliolideos		44
Indeterminados calcários	3	28
Indeterminados aglutinados	5	3

Tabela XII – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados no Site 06

Amostras	Meio	Topo
Descrição macroscópica	areia muito fina	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	40	474
Estimativado nº total mín./40cc	40	3020
Taxa	10	15
<i>Ammonia tepida</i>	20	35,4
<i>Ammobaculites cf. exiguus</i>	2,5	0,42
<i>Ammobaculites sp.</i>	15	0,42
<i>Ammotium cassis</i>		0,84
<i>Arenoparrella mexicana</i>	10	
<i>Bolivina sp.</i>		0,42
<i>Elphidium excavatum</i>		36,5
<i>Elphidium sp.</i>		4,22
<i>Haplophragmoides sp.</i>	2,5	
<i>Haynesina germanica</i>		1,48
<i>Jadammina macrescens</i>		1,05
Miliolideos		9,28
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	2,5	
<i>Rosalina sp.</i>		0,63
<i>Trochammina inflata</i>	22,5	
<i>Trochammina sp.</i>	5	1,05
<i>Trochammina spp.</i>		1,69
Indeterminados calcários	7,5	5,9
Indeterminados aglutinados	12,5	0,63

Tabela XVII – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados no Site IG4

Amostras	Topo de Mangue	Fundo de canal	1/2 Int. Mareal
Descrição macroscópica	silte grosseiro	areia muito fina	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	347	303	655
Estimativado nº total mín./40cc	1388	364	2618
Taxa	19	14	18
<i>Ammonia tepida</i>	68	148	110
<i>Ammobaculites cf. exiguus</i>	2		1
<i>Ammobaculites cf. dilatatus</i>	1		
<i>Ammobaculites sp.</i>	29	2	3
<i>Arenoparrella mexicana</i>	6	1	8
<i>Bolivina sp.</i>	1		1
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	9	1	6
<i>Discorbis sp.</i>	1		
<i>Elphidium excavatum</i>	91	4	16
<i>Elphidium galvestonense</i>	10	11	5
<i>Elphidium gunteri</i>		4	38
<i>Elphidium sp.</i>	47	2	11
<i>Haplophragmoides sp.</i>	1		
<i>Haynesina depressula</i>			1
<i>Jadammina macrescens</i>	1		
Miliolideo 1		23	88
Miliolideo 10		26	60
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	3		
<i>Trochammina inflata</i>	8		3
<i>Trochammina sp.</i>	16	1	5
Miliolideos	11	77	281
Indeterminados calcários	34	2	15
Indeterminados aglutinados	8	1	3

Tabela XIV – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados no Site IG4

Amostras	Topo de Mangue	Fundo de canal	1/2 Int. Mareal
Descrição macroscópica	silte grosseiro	areia muito fina	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	347	303	655
Estimativado nº total mín./40cc	1388	364	2618
Taxa	19	14	18
<i>Ammonia tepida</i>	19,6	48,8	16,8
<i>Ammobaculites cf. dilatatus</i>	0,3		
<i>Ammobaculites cf. exiguus</i>	0,6		0,2
<i>Ammobaculites sp.</i>	8,4	0,7	0,5
<i>Arenoparrella mexicana</i>	1,7	0,3	1,2
<i>Bolivina sp.</i>	0,3		0,2
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	2,6	0,3	0,9
<i>Discorbis sp.</i>	0,3		
<i>Elphidium excavatum</i>	26,2	1,3	2,4
<i>Elphidium galvestonense</i>	2,9	3,6	0,8
<i>Elphidium gunteri</i>		1,3	5,8
<i>Elphidium sp.</i>	13,5	0,7	1,7
<i>Haplophragmoides sp.</i>	0,3		
<i>Haynesina depressula</i>			0,2
<i>Jadammina macrescens</i>	0,3		
Miliolideo 1		7,6	13,4
Miliolideo 10		8,6	9,2
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	0,9		
<i>Trochammina inflata</i>	2,3		0,5
<i>Trochammina sp.</i>	4,6	0,3	0,8
Miliolideos	3,2	25,4	42,9
Indeterminados calcários	9,8	0,7	2,3
Indeterminados aglutinados	2,3	0,3	0,5

Tabela XV – Freqüências absolutas dos vários taxa encontrados ao longo da sondagem RFM1

Profundidade (cm)	30-37	90-97	144-152	250-257	340-348
Descrição macroscópica	silte médio	silte médio	silte médio	silte médio	silte médio
Nº total de indivíduos contados	338	243	356	368	1600
Estimativo nº total mín./10cc	2704	243	1424	368	1600
Taxa	26	14	7	6	48
<i>Ammobaculites</i> sp.	5	1			4
<i>Ammonia tepida</i>	72	10			377
<i>Arenoparrella mexicana</i>	1		1	12	
<i>Asterigerinata mamilla</i>	9				93
<i>Bolivina</i> cf. <i>difformis</i>					1
<i>Bolivina</i> cf. <i>ordinaria</i>	1				22
<i>Bolivina pseudoplicata</i>					1
<i>Bolivina</i> sp.					30
<i>Bolivina</i> spp.	2				25
<i>Bolivina striatula</i>					4
<i>Buliminella elegantissima</i>					1
<i>Cibicides</i> spp.					4
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	5	1			81
<i>Deuterammia plymouthensis</i>					8
<i>Discorbis</i> sp.	3				13
<i>Discorbis</i> spp.	9				28
<i>Discorinopsis aguayoi</i>					3
<i>Elphidium excavatum</i>		2			13
<i>Elphidium margaritaceum</i>					4
<i>Elphidium advenum</i>	2				15
<i>Elphidium</i> cf. <i>williamsoni</i>					2
<i>Elphidium gerthi</i>					17
<i>Elphidium gunteri</i>	7				32
<i>Elphidium</i> sp.	3	1			22
<i>Fissurina laevigata</i>	12				2
<i>Fissurina</i> sp.					1
<i>Fursenkoina</i> sp.					1
<i>Glabratella</i> sp.					4
<i>Haplopragmoides</i> sp.	2				
<i>Haynesina germanica</i>	68	18			372
<i>Jadammina macrescens</i>	40	86	298	90	32
<i>Lagena</i> sp.					1
<i>Lepidodeuterammia ochracea</i>	25	5	1		5
Miliolideo 1		1			3
Miliolideo 4					14
Miliolideo 11					62
Miliolideo 12					2
Miliolideo 14					1
<i>Nonion</i> spp.					2
<i>Nonionella atlantica</i>					8
<i>Polysaccammina hyperhalina</i>	9				
<i>Reophax</i> spp.	14				
<i>Rosalina</i> spp.					8
<i>Spirillina vivipara</i>					34
<i>Textularia earlandi</i>	2				
<i>Trochammina inflata</i>	7	37	24	47	11
<i>Trochammina</i> sp.	1			1	
<i>Trochammina</i> spp.			10		4
<i>Uvigerina</i> sp.					1
Indeterminados aglutinados	13	11	12	41	11
Indeterminados calcários	24	5			93
Forros internos	1	63	10	177	35
Miliolideos	1	2			82
Planctônicos					11

Tabela XVI – Frequências relativas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM1

Profundidade (cm)	30-37	90-97	144-152	250-257	340-348
Descrição macroscópica	silte médio	silte médio	silte médio	silte médio	silte médio
Nº total de indivíduos contados	338	243	356	368	1600
Estimativado nº total mín./10cc	2704	243	1424	368	1600
Taxa	26	14	7	6	48
<i>Ammobaculites</i> sp.	1,48	0,41			0,3
<i>Ammonia tepida</i>	21,3	4,11			23,6
<i>Arenoparrella mexicana</i>	0,29		0,28	3,2	
<i>Asterigerinata mamilla</i>	2,7				5,8
<i>Bolivina</i> cf. <i>difformis</i>					0,1
<i>Bolivina ordinaria</i>	0,29				0,1
<i>Bolivina pseudoplicata</i>					0,3
<i>Bolivina</i> sp.					1,9
<i>Bolivina</i> spp.	0,59				1,6
<i>Bolivina striatula</i>					1,4
<i>Buliminella elegantissima</i>					0,1
<i>Cibicides</i> spp.					0,3
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	1,48	0,41			2
<i>Deuterammia plymouthensis</i>					0,5
<i>Discorbis</i> sp.	0,9				0,8
<i>Discorbis</i> spp.	2,7				1,8
<i>Discorinopsis aguayoi</i>					0,2
<i>Elphidium excavatum</i>		0,82			0,8
<i>Elphidium margaritaceum</i>					0,3
<i>Elphidium advenum</i>	0,59				0,9
<i>Elphidium gerthi</i>					0,1
<i>Elphidium gunteri</i>	2,07				1,1
<i>Elphidium</i> sp.	0,9	0,41			5,1
<i>Elphidium williamsoni</i>					1,4
<i>Fissurina laevigata</i>	3,55				0,1
<i>Fissurina</i> sp.					0,1
<i>Fursenkoina</i> sp.					0,1
<i>Glabratella</i> sp.					0,3
<i>Haplopragmoides</i> sp.	0,59				
<i>Haynesina germanica</i>	20,1	7,4			23,3
<i>Jadammina macrescens</i>	11,8	35,4	83,7	24,45	2
<i>Lagena</i> sp.					0,1
<i>Lepidodeuterammia ochracea</i>	7,4	2,06	0,28		0,3
Miliolideo 1		0,41			0,2
Miliolideo 4					0,9
Miliolideo 11					3,9
Miliolideo 12					0,1
Miliolideo 14					0,1
<i>Nonion</i> spp.					0,1
<i>Nonionella atlantica</i>					0,5
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	2,7				
<i>Reophax</i> spp.	4,1				
<i>Rosalina</i> spp.					0,5
<i>Spirillina vivipara</i>					2,1
<i>Textularia earlandi</i>	0,59				
<i>Trochammina inflata</i>	2,07	15,2	6,74	12,8	0,7
<i>Trochammina</i> sp.	0,29			0,3	
<i>Trochammina</i> spp.			2,8		0,3
<i>Uvigerina</i> sp.					0,1
Indeterminados aglutinados	3,85	4,53	3,38	11,14	0,7
Indeterminados calcários	7,09	2,06			5,8
Forros internos	0,29	25,9	2,8	48,1	2,2
Miliolideos	0,29	0,82			5,1
Planctónicos					0,7

Tabela XIV – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM22.

Profundidade (cm)	75-85	128-138	230-240	258-268	415-425	470-480	533-543	560-570
Descrição macroscópica	silte fino	silte fino	silte médio	silte médio	silte médio	silte grosseiro	silte médio	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	1628	7244	486	370	335	503	660	664
Estimativo nº total mín./10cc	13024	7244	3888	1565	2680	2093	5280	5312
Taxa	34	33	27	29	22	41	26	26
<i>Ammobaculites cf. dilatatus</i>	2	6						
<i>Ammobaculites cf. exiguus</i>	1	8						
<i>Ammobaculites sp.</i>	7	36	1	1	1	5	15	6
<i>Ammonia tepida</i>	641	3525	186	116	109	113	314	360
<i>Arenoparrella mexicana</i>	2	5						
<i>Asterigerinata mamilla</i>		12	5	1	8	47		1
<i>Bolivina cf. ordinaria</i>						7	4	
<i>Bolivina cf. pseudoplicata</i>						1		
<i>Bolivina sp.</i>		13	1	1			6	
<i>Bolivina spp.</i>	4	5		3		4	12	5
<i>Bolivina striatula</i>		22	3			1	18	
<i>Brizalina cf. spathulata</i>						1		
<i>Bulimina marginata</i>			1					
<i>Bulimina sp.</i>		1						
<i>Buliminella elegantissima</i>		2				1		
<i>Cassidulina sp.</i>			1			1		
<i>Cibicides sp.</i>						2		
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	36	397	6	2	4	7	3	10
<i>Discorbis sp.</i>			1			2		
<i>Discorbis spp.</i>	37	38		3	6	27	6	2
<i>Discorinopsis aguayoi</i>			2		1			
<i>Eggerella sp.</i>		2						
<i>Elphidium gunteri</i>	74	395	8	11	6	44	5	27
<i>Elphidium margaritaceum</i>	1		2	4			3	4
<i>Elphidium advenum</i>	5	9	4	10	6	11	6	14
<i>Elphidium cf. discoidale</i>	2	1		1	2	5		1
<i>Elphidium complanatum</i>			1			1		
<i>Elphidium crispum</i>						1		
<i>Elphidium excavatum</i>	4	5		1	4	2	1	
<i>Elphidium galvestonense</i>	1							
<i>Elphidium gerthi</i>					3	1		
<i>Elphidium granosum</i>		31			2			

<i>Elphidium</i> sp.	10	137	3	1	2	10		3
<i>Elphidium williamsoni</i>	1			1				
<i>Fissurina laevigata</i>	32	62	3	2	5	4	11	8
<i>Fissurina</i> sp.	1			1		1	2	2
<i>Haynesina depressula</i>	2	57	1			4		1
<i>Haynesina germanica</i>	182	2043	193	154	127	131	127	115
<i>Haynesina</i> sp.			1	1		1		
<i>Helenina anderseni</i>					2			3
<i>Jadammina macrescens</i>	21	32		2	12	5	11	27
<i>Lepidodeuterammia ochracea</i>						1		
Miliolideo 1	33	1	5	4		2	2	1
Miliolideo 11	77		13	4		6		2
Miliolideo 13					1			
Miliolideo 14	124							
Miliolideo 4	13			1		2	1	
<i>Nonion</i> sp.						1	1	
<i>Nonionella atlantica</i>							1	2
<i>Patellina corrugata</i>				1				
<i>Polysaccammia hyperhalina</i>	19	1						
<i>Reophax nana</i>	1							
<i>Reophax</i> sp.		5				1		
<i>Reophax</i> spp.	16							
<i>Rosalina</i> sp.							1	
<i>Rosalina</i> spp.						3		
<i>Spirillina</i> sp.			4		1	1	15	3
<i>Spirillina vivipara</i>	1			8		5		
<i>Textularia earlandi</i>	4							
<i>Trochammia inflata</i>	3	11	4	4	5		4	16
<i>Trochammia</i> sp.		3		1				
<i>Trochammia</i> spp.								4
Indeterminados aglutinados	6	16	16	15	7	3	11	12
Indeterminados calcáreos	119	332		11	21	21	42	17
Linings		10	1					
Miliolideos	146	21	19	5		15	38	18
Planctónicos			1			2		

Tabela XX – Frequências relativas dos vários taxa encontrados ao longo da sondagem RFM22.

Profundidade (cm)	75-85	128-138	230-240	258-268	415-425	470-480	533-543	560-570
Descrição macroscópica	silte fino	silte fino	silte médio	silte médio	silte médio	silte grosseiro	silte médio	silte grosseiro
Nº total de indivíduos contados	1628	7244	486	370	335	503	660	664
Estimativado nº total mín./10cc	13024	7244	3888	1565	2680	2093	5280	5312
Taxa	34	33	27	29	22	41	26	26
<i>Ammobaculites cf. dilatatus</i>	0,1	0,1						
<i>Ammobaculites cf. exiguus</i>	0,1	0,1						
<i>Ammobaculites sp.</i>	0,4	0,5	0,2	0,3	0,3	1	2,3	0,9
<i>Ammonia tepida</i>	39,4	48,7	38,3	31,4	32,5	22,5	47,6	54,2
<i>Arenoparrella mexicana</i>	0,1	0,1						
<i>Asterigerinata mamilla</i>		0,2	1	0,3	2,4	9,3		0,2
<i>Bolivina ordinaria</i>						0,2		
<i>Bolivina pseudoplicata</i>		0,3	0,6			0,2	2,7	
<i>Bolivina sp.</i>		0,2	0,2	0,3			0,9	
<i>Bolivina spp.</i>	0,2	0,1		0,8		0,8	1,8	0,8
<i>Bolivina striatula</i>						1,4	0,6	
<i>Brizalina cf. spathulata</i>						0,2		
<i>Bulimina marginata</i>			0,2					
<i>Bulimina sp.</i>								
<i>Buliminella elegantissima</i>						0,2		
<i>Cassidulina sp.</i>			0,2			0,2		
<i>Cibicides sp.</i>						0,4		
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	2,2	5,5	1,2	0,5	1,2	1,4	0,5	1,5
<i>Discorbis sp.</i>			0,2			0,4		
<i>Discorbis spp.</i>	2,3	0,5		0,8	1,8	5,4	0,9	0,3
<i>Discorinopsis aguayoi</i>			0,4		0,3			
<i>Eggerella sp.</i>		0,03						
<i>Elphidium gunteri</i>	4,5	5,5	1,6	3	1,8	8,7	0,8	4,1
<i>Elphidium margaritaceum</i>	0,1		0,4	1,1			0,5	0,6
<i>Elphidium advenum</i>	0,3	0,1	0,8	2,7	1,8	2,2	0,9	2,1
<i>Elphidium cf. discoidale</i>	0,1			0,3	0,6	1		0,2
<i>Elphidium complanatum</i>			0,2			0,2		
<i>Elphidium crispum</i>						0,2		
<i>Elphidium excavatum</i>	0,2	0,1		0,3	1,2	0,4	0,2	
<i>Elphidium galvestonense</i>	0,1							
<i>Elphidium gerthi</i>					0,9	0,2		
<i>Elphidium granosum</i>		0,4			0,6			
<i>Elphidium sp.</i>	0,6	1,9	0,6	0,3	0,6	2		0,5
<i>Elphidium williamsoni</i>	0,1			0,3				

<i>Fissurina laevigata</i>	2	0,9	0,6	0,5	1,5	0,8	1,7	1,2
<i>Fissurina</i> sp.	0,1			0,3		0,2	0,3	0,3
<i>Haynesina depressula</i>	0,1	0,8	0,2			0,8		0,2
<i>Haynesina germanica</i>	11,2	28,2	39,7	41,6	37,9	26	19,2	17,3
<i>Haynesina</i> sp.			0,2	0,3		0,2		
<i>Helenina anderseni</i>					0,6			0,5
<i>Jadammina macrescens</i>	1,3	0,4		0,5	3,6	1	1,7	4,1
<i>Lepidodeuterammia ochracea</i>						0,2		
Miliolideo 1	2		1	1,1		0,4	0,3	0,2
Miliolideo 11	4,7		2,7	1,1		1,2		0,3
Miliolideo 13					0,3			
Miliolideo 14	7,6							
Miliolideo 4	0,8			0,3		0,4	0,2	
<i>Nonion</i> sp.						0,2	0,2	
<i>Nonionella atlantica</i>							0,2	0,3
<i>Patellina corrugata</i>				0,3				
<i>Polysaccammia hyperhalina</i>	1,2							
<i>Reophax nana</i>	0,1							
<i>Reophax</i> sp.		0,1				0,2		
<i>Reophax</i> spp.	1							
<i>Rosalina</i> sp.							0,2	
<i>Rosalina</i> spp.						0,6		
<i>Spirillina</i> sp.			0,8		0,3	0,2	2,3	0,5
<i>Spirillina vivipara</i>	0,1			2,2		1		
<i>Textularia earlandi</i>	0,2							
<i>Trochammia inflata</i>	0,2	0,2	0,8	1,1	1,5		0,6	2,4
<i>Trochammia</i> sp.				0,3				
<i>Trochammia</i> spp.								0,6
Indeterminados aglutinados	0,4	0,2	3,3	4,1	2,1	0,6	1,7	1,8
Indeterminados calcáreos	7,3	4,6		3	6,3	4,2	6,4	3
Forros internos		0,1	0,2					
Miliolideos	9	0,3	3,9	1,4		3	5,8	2,7
Planctónicos			0,2			0,4		

Tabela XXI – Frequências absolutas dos vários *taxa* encontrados ao longo da sondagem RFM42B.

Profundidade (cm)	0-10	80-90	100-110	170-180	230-240	280-290	310-320	340-350	380-390
Descrição macroscópica	silte grosseiro	silte grosseiro	silte grosseiro	silte médio	silte grosseiro	silte médio	silte grosseiro	areia muito fina	areia muito fina
Nº total de indivíduos contados	312	297	303	497	339	403	370	326	276
Estimativo nº total mín./10cc	4992	7128	7272	11928	8136	9672	8880	2608	4416
Taxa	40	40	36	49	41	53	45	39	40
<i>Abditodentrix cf. asketocomptella</i>							1		
<i>Ammobaculites cf. dilatatus</i>						1			
<i>Ammobaculites cf. exiguus</i>				1					
<i>Ammobaculites sp.</i>		2		13	5	4	5	1	1
<i>Ammonia tepida</i>	42	13	15	22	9	9	26	24	12
<i>Arenoparrella mexicana</i>	1			1					
<i>Asterigerinata mamilla</i>	80	94	95	126	61	67	78	70	58
<i>Bolivina ordinaria</i>	1		1	17	9	16	7	3	5
<i>Bolivina pseudoplicata</i>						1			
<i>Bolivina sp.</i>	3	2	1	2	3	5	9	4	1
<i>Bolivina spp.</i>	6	11	6	11	11	16	10	10	9
<i>Bolivina striatula</i>	2			9		4	3	5	1
<i>Bulimina elongata</i>	3	1		3	1	1			
<i>Bulimina sp.</i>	1	1	1	1			1	1	3
<i>Buliminella elegantissima</i>		1		1				1	
<i>Cancris auricula</i>									1
<i>Cassidulina laevigata</i>			2			2			
<i>Cassidulina sp.</i>	1				2	2			
<i>Cassidulina spp.</i>				2			3		
<i>Cibicides sp.</i>	9	8	9	13	5	6	11	7	2
<i>Cibicides spp.</i>		9	8	9	15	11		7	4
<i>Cornuspira involvens</i>				2	1	1	1		6
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	4	1	2	4	3	5	6	7	4
<i>Deuterammina plymouthensis</i>		2	2		1	3	1	2	1

<i>Discorbis</i> sp.	7	4	17	13	5	11	4		1
<i>Discorbis</i> spp.	15	9	25	30	38	42	18	36	26
<i>Eggerella</i> cf. <i>bradyi</i>					2	7			
<i>Eggerella</i> sp.		1	6	16	2		9		7
<i>Eggerelloides scaber</i>	3	5	2	10	7	6	11	2	
<i>Elphidium gunteri</i>	2		2	1	1	1	3		
<i>Elphidium margaritaceum</i>							4	3	2
<i>Elphidium advenum</i>	5	5	2	5	4	6	10	3	
<i>Elphidium</i> cf. <i>discooidale</i>		5	4	7	5	4	4	11	5
<i>Elphidium complanatum</i>	2	2	2		2	1	2		
<i>Elphidium crispum</i>								3	
<i>Elphidium gerthi</i>	9	9	12	7	14	8	10	10	4
<i>Elphidium granosum</i>						1			
<i>Elphidium macellum</i> var <i>aculcatum</i>			2						
<i>Elphidium</i> sp.	10	4	3	4	4	2	2	9	3
<i>Elphidium williamsoni</i>		1							
<i>Epistominella vitrea</i>	2	2		1		1			
<i>Fissurina</i> cf. <i>marginata</i>		1							
<i>Fissurina</i> cf. <i>orbignyana</i>	1						1	1	
<i>Fissurina laevigata</i>	5	5	1	5	4	5	4		2
<i>Fissurina</i> sp.					1	3			
<i>Fursenkoina</i> sp.						1			
<i>Haplophragmoides</i> sp.				4					
<i>Haynesina germanica</i>	30	24	12	28	9	4	20	23	14
<i>Haynesina</i> sp.		1							
<i>Jadammina macrescens</i>	2	1		2		3			
<i>Lagena sulcata</i>								1	
<i>Lepidodeuterammia ochracea</i>	9	6	7	4	3	17	4	4	5
<i>Lobatula lobatula</i>	6	5	12	11	12	6	14	7	7
<i>Miliammina fusca</i>				1		2			

Miliolideo 1				2		2		1	
Miliolideo 3									3
Miliolideo 4								4	
Miliolideo 11						4		3	
Miliolideo 13					5	4	1		7
<i>Nonion fabum</i>	1								
<i>Nonion</i> sp.	1	1		1					
<i>Nonionella</i> cf. <i>turgida</i>									1
<i>Oolina</i> cf. <i>melo</i>		1							
<i>Patellina corrugata</i>							1		1
<i>Planorbulina mediterraniensis</i>		11	18	11	12	14	18	6	12
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	4			1				2	
<i>Remanaica</i> sp.	5	4	2	7	4	5	6	1	3
<i>Reophax</i> sp.	2			2	1	1	1		
<i>Reussoolina laevis</i>						1			
<i>Rosalina</i> spp.		5	6	4	14	7	9	3	5
<i>Spirillina</i> sp.			1				1		1
<i>Textularia earlandi</i>				1		1		1	1
<i>Textularia</i> sp.				1					1
<i>Tiphrotrocha comprimata</i>		1							1
<i>Trifarina angulosa</i>	1		2		1	3			
<i>Trifarina</i> sp.				1			1		
<i>Trochammina inflata</i>	1				2	1	1		
<i>Trochammina</i> sp.	1			1	1		2	1	
<i>Trochammina</i> spp.	3	3	7	3		9			
<i>Verneuilinulla</i> cf. <i>advena</i>					1		1		
Indeterminados aglutinados	8					4	2	7	2
Indeterminados calcáreos	12	20	11	32	15	28	18	7	18
Forros internos		1	1						
Miliolideos	4		3	13	36	23	15	32	31
Planctónicos	8	15	1	31	8	11	11	3	5

Tabela XXII – Frequências relativas dos vários taxa encontrados ao longo da sondagem RFM42B.

Profundidade (cm)	0-10	80-90	100-110	170-180	230-240	280-290	310-320	340-350	380-390
Descrição macroscópica	silte grosseiro	silte grosseiro	silte grosseiro	silte médio	silte grosseiro	silte médio	silte grosseiro	areia muito fina	areia muito fina
Nº total de indivíduos contados	312	297	303	497	339	403	370	326	276
Estimativado nº total mín./10cc	4992	7128	7272	11928	8136	9672	8880	2608	4416
Taxa	40	40	36	49	41	53	45	39	40
<i>Abditodentrix cf. asketocomptella</i>							0,3		
<i>Ammobaculites cf. dilatatus</i>						0,2			
<i>Ammobaculites cf. exiguus</i>				0,2					
<i>Ammobaculites sp.</i>		0,7		2,6	1,5	1	1,4	0,3	0,4
<i>Ammonia tepida</i>	13,5	4,4	5	4,4	2,7	2,2	7	7,4	4,3
<i>Arenoparrella mexicana</i>	0,3			0,2					
<i>Asterigerinata mamilla</i>	25,6	31,6	31,4	25,4	18	16,6	21,1	21,5	21
<i>Bolivina ordinaria</i>	0,3		0,3	3,4	2,7	4	1,9	0,9	1,8
<i>Bolivina pseudoplicata</i>						0,2			
<i>Bolivina sp.</i>	1	0,7	0,3	0,4	0,9	1,2	2,4	1,2	0,4
<i>Bolivina spp.</i>	1,9	3,7	2	2,2	3,2	4	2,7	3,1	3,3
<i>Bolivina striatula</i>	0,6			1,8		1	0,8	1,5	0,4
<i>Bulimina elongata</i>	1	0,3		0,6	0,3	0,2			
<i>Bulimina sp.</i>	0,3	0,3	0,3	0,2			0,3	0,3	1,1
<i>Buliminella elegantissima</i>		0,3		0,2				0,3	
<i>Cancris auricula</i>									0,4
<i>Cassidulina laevigata</i>			0,7			0,5			
<i>Cassidulina sp.</i>	0,3				0,6	0,5			
<i>Cassidulina spp.</i>				0,4			0,8		
<i>Cibicides sp.</i>	2,9	2,7	3	2,6	1,5	1,5	3	2,1	0,7
<i>Cibicides spp.</i>		3	2,6	1,8	4,4	2,7		2,1	1,4
<i>Cornuspira involvens</i>				0,4	0,3	0,2	0,3		2,2
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	1,3	0,3	0,7	0,8	0,9	1,2	1,6	2,1	1,4
<i>Deuterammina plymouthensis</i>		0,7	0,7		0,3	0,7	0,3	0,6	0,4

<i>Discorbis</i> sp.	2,2	1,3	5,6	2,6	1,5	2,7	1,1		0,4
<i>Discorbis</i> spp.	4,8	3	8,3	6	11,2	10,4	4,9	11	9,4
<i>Eggerella</i> cf. <i>bradyi</i>					0,6	1,7			
<i>Eggerella</i> sp.		0,3	2	3,2	0,6		2,4		2,5
<i>Eggerelloides scaber</i>	1	1,7	0,7	2	2,1	1,5	3	0,6	
<i>Elphidium margaritaceum</i>	0,6		0,7	0,2	0,3	0,2	0,8		
<i>Elphidium advenum</i>							1,1	0,9	0,7
<i>Elphidium</i> cf. <i>discoideale</i>	1,6	1,7	0,7	1	1,2	1,5	2,7	0,9	
<i>Elphidium complanatum</i>		1,7	1,3	1,4	1,5	1	1,1	3,4	1,8
<i>Elphidium crispum</i>	0,6	0,7	0,7		0,6	0,2	0,5		
<i>Elphidium gerthi</i>								0,9	
<i>Elphidium granosum</i>	2,9	3	4	1,4	4,1	2	2,7	3,1	1,4
<i>Elphidium gunteri</i>						0,2			
<i>Elphidium macellum</i> var. <i>aculcatum</i>			0,7						
<i>Elphidium</i> sp.	3,2	1,3	1	0,8	1,2	0,5	0,5	2,8	1,1
<i>Elphidium williamsoni</i>		0,3							
<i>Epistominella vitrea</i>	0,6	0,7		0,2		0,2			
<i>Fissurina</i> cf. <i>marginata</i>		0,3							
<i>Fissurina</i> cf. <i>orbignyna</i>	0,3						0,3	0,3	
<i>Fissurina laevigata</i>	1,6	1,7	0,3	1	1,2	1,2	1,1		0,7
<i>Fissurina</i> sp.					0,3	0,7			
<i>Fursenkoina</i> sp.						0,2			
<i>Haplophragmoides</i> sp.				0,8					
<i>Haynesina germanica</i>	9,6	8,1	4	5,6	2,7	1	5,4	7,1	5,1
<i>Haynesina</i> sp.		0,3							
<i>Jadammina macrescens</i>	0,6	0,3		0,4		0,7			
<i>Lagena sulcata</i>								0,3	
<i>Lepidodeuterammina ochracea</i>	2,9	2	2,3	0,8	0,9	4,2	1,1	1,2	1,8
<i>Lobatula lobatula</i>	1,9	1,7	4	2,2	3,5	1,5	3,8	2,1	2,5
<i>Miliammina fusca</i>				0,2		0,5			
Miliolideo 1				0,4		0,5		0,3	

Miliolideo 11									1,1
Miliolideo 13								1,2	
Miliolideo 3						1		0,9	
Miliolideo 4					1,5	1	0,3		2,5
<i>Nonion fabum</i>	0,3								
<i>Nonion</i> sp.	0,3	0,3		0,2					
<i>Nonionella</i> cf. <i>turgida</i>									0,4
<i>Oolina</i> cf. <i>melo</i>		0,3							
<i>Patellina corrugata</i>							0,3		0,4
<i>Planorbulina mediterraniensis</i>		3,7	5,9	2,2	3,5	3,5	4,9	1,8	4,3
<i>Polysaccamina hyperhalina</i>	1,3			0,2				0,6	
<i>Remanaica</i> sp.	1,6	1,3	0,7	1,4	1,2	1,2	1,6	0,3	1,1
<i>Reophax</i> sp.	0,6			0,4	0,3	0,2	0,3		
<i>Reusoolina laevis</i>						0,2			
<i>Rosalina</i> spp.		1,7	2	0,8	4,1	1,7	2,4	0,9	1,8
<i>Spirillina</i> sp.			0,3				0,3		0,4
<i>Textularia earlandi</i>				0,2		0,2		0,3	0,4
<i>Textularia</i> sp.				0,2					0,4
<i>Tiphrotrocha comprimata</i>		0,3							0,4
<i>Trifarina angulosa</i>	0,3		0,7		0,3	0,7			
<i>Trifarina</i> sp.				0,2			0,3		
<i>Trochammina inflata</i>	0,3				0,6	0,2	0,3		
<i>Trochammina</i> sp.	0,3			0,2	0,3		0,5	0,3	
<i>Trochammina</i> spp.	1	1	2,3	0,6		2,2			
<i>Verneuilinulla</i> cf. <i>advena</i>					0,3		0,3		
Indeterminados aglutinados	2,6					1	0,5	2,1	0,7
Indeterminados calcários	3,8	6,7	3,6	6,4	4,4	6,9	4,9	2,1	6,5
Forros internos		0,3	0,3						
Miliolideos	1,3		1	2,6	10,6	5,7	4,1	9,8	11,2
Planctónicos	2,6	5,1	0,3	6,2	2,4	2,7	3	0,9	1,8

<i>Fissurina laevigata</i>	6	6	1	4			1		2			2		
<i>Fissurina orbignyana</i>	1													
<i>Fissurina</i> sp.	1													
<i>Fursenkoina</i> sp.						1		1						
<i>Haynesina</i> cf. <i>depressula</i>				3			1							
<i>Haynesina germanica</i>	146	134	94	180	63	60	41	63	52	31	18	11	1	
<i>Haynesina</i> sp.		2			1									
<i>Helenina andeseni</i>		1		1										
<i>Jadammina macrescens</i>	2	1	2		2									
<i>Lepidodeuterammina plymouthensis</i>							2							
<i>Lobatula lobatula</i>		3			4			6						
Miliolideo 1				4	1	2	1	1	1	1				
Miliolideo 3												4	20	
Miliolideo 4						2	4	5						
Miliolideo 8						3	3	3	1	3	10	98	88	
Miliolideo 13					1	3		5	5	5	3	3	1	
Miliolideo 15											1		1	
Miliolideo 16										3				
Miliolideo 17													8	
Miliolideo 18													16	
<i>Nonion</i> spp.							4	3	5					
<i>Nonionella atlantica</i>								2	11	1	8	7		
<i>Nonionella</i> sp.						2	1							
<i>Patellina corrugata</i>											2			
<i>Planorbulina mediterraniensis</i>		3												
<i>Rosalina</i> sp.			1		1									
<i>Rosalina</i> spp.												2		
<i>Spirillina</i> sp.			1					1						
<i>Textularia earlandi</i>		1									1			
<i>Trifarina angulosa</i>	1	1												
<i>Trochammina inflata</i>	1													
<i>Trochammina</i> sp.		1			1									
Indeterminados calcários	19	15	5	8	9	29	16	16	30	6	14	4	2	
Forros internos		1			1					1				
Miliolideos		11	1	7	5	35	15	26	2	27	34	135	151	
Planctónicos	3	12	1	2	3	5	2	3	1	1				

<i>Fissurina</i> sp.	0,2													
<i>Fursenkoina</i> sp.						0,3		0,3						
<i>Haynesina</i> cf. <i>depressula</i>				0,5			0,4							
<i>Haynesina germanica</i>	28,6	25,3	34,9	32,5	23,8	17	16,3	17,8	15,4	11,9	6,8	3,1	0,3	
<i>Haynesina</i> sp.		0,4			0,4									
<i>Helenina andeseni</i>		0,2		0,2										
<i>Jadammina macrescens</i>	0,4	0,2	0,7		0,8									
<i>Lepidodeuteramma</i> <i>plymouthensis</i>							0,8							
<i>Lobatula lobatula</i>		0,6			1,5			1,7						
Miliolideo 1				0,7	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4				
Miliolideo 3												1,1	6,4	
Miliolideo 4						0,6	1,6	1,4						
Miliolideo 8						0,9	1,2	0,8	0,3	1,1	3,8	27,8	28,1	
Miliolideo 13					0,4	0,9		1,4	1,5	1,9	1,1	0,8	0,3	
Miliolideo 15											0,4		0,3	
Miliolideo 16										1,1				
Miliolideo 17													2,6	
Miliolideo 18													5,1	
<i>Nonion</i> spp.							1,6	0,8	1,5					
<i>Nonionella atlantica</i>								0,6	3,3	0,4	3	2		
<i>Nonionella</i> sp.						0,6	0,4							
<i>Patellina corrugata</i>											0,8			
<i>Planorbulina mediterraniensis</i>		0,6												
<i>Rosalina</i> sp.			0,4		0,4									
<i>Rosalina</i> spp.												0,6		
<i>Spirillina</i> sp.			0,4					0,3						
<i>Textularia earlandi</i>		0,2									0,4			
<i>Trifarina angulosa</i>	0,2	0,2												
<i>Trochammina inflata</i>	0,2													
<i>Trochammina</i> sp.		0,2			0,4									
Indeterminados calcários	3,7	2,8	1,9	1,4	3,4	8,2	6,4	4,5	8,9	2,3	5,3	1,1	0,6	
Forros internos		0,2			0,4					0,4				
Miliolideos		2,1	0,4	1,3	1,9	9,9	6	7,3	0,6	10,3	12,8	38,2	48,2	
Planctónicos	0,6	2,3	0,4	0,4	1,1	1,4	0,8	0,8	0,3	0,4				

Anexo 4

Tabelas com os valores de Riqueza específica (S), do número total de indivíduos (N), Equitabilidade (J) e Diversidade (Hs) para as sondagens e amostras atuais no estuário do Potengi e para as sondagens na Ria Formosa.

Tabela I - Valores de N, S, J e Hs ao longo da sondagem H1.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
120-130	29	2320	0,5466	1,84
300-310	18	725	0,3736	1,08
575-580	6	32		

Tabela II - Valores de N, S, J e Hs ao longo da sondagem H2.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
170-175	27	1318	0,4261	1,405
450-455	14	195	0,4659	1,246
540-545	5	105	0,6814	1,097

Tabela III - Valores de N, S, J e Hs ao longo da sondagem H3.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
120-125	17	863	0,3671	1,04
250-260	12	429	0,4775	1,187
350-360	1	1		
510-520	8	3		

Tabela IV - Valores de N, S, J e Hs ao longo da sondagem H4.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
280-285	21	1087	0,2917	0,8882
560-565	0	0		
610-615	3	3		

Tabela V - Valores de N, S, J e Hs ao longo da sondagem UR2.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
450-500	8	314	0,2731	0,5679
560	9	316	0,228	0,5009
680	12	357	0,2	0,497
750-770	11	557	0,106	0,2542

Tabela VI - Valores de N, S, J e Hs nos transeptos atuais - Site 06 e Site IG4.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
IG 4 Topo de Mangue	19	347	0,7552	2,223
IG 4 Fundo de canal	14	303	0,5737	1,514
IG 4 1/2 Int. Mareal	18	655	0,6356	1,837
06 Meio	10	40		
06 Topo	15	474	0,6121	1,658

Tabela VII - Valores de N, S, J e Hs ao longo da sondagem RFM1.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
30-37	26	338	0,7756	2,527
90-97	14	243	0,6812	1,798
144-152	7	356	0,3488	0,6786
250-257	6	368	0,7431	1,331
340-348	48	1600	0,6957	2,686

Tabela VIII - Valores de N, S, J e Hs ao longo da sondagem RFM21.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
30-40	25	345	0,6375	2,033
60-70	18	303	0,8528	2,475
85-95	15	363	0,4108	1,507
120-130	27	273	0,7699	2,558
150-160	40	254	0,8454	3,135
180-190	41	373	0,7627	2,824
225-235	20	457	0,6223	1,864
245-255	12	283	0,6795	1,688
270-280	20	682	0,5213	1,562
335-345	50	955	0,6894	2,702
365-375	37	851	0,7014	2,526
390-400	30	1045	0,552	1,892
410-420	45	1238	0,5695	2,166
440-450	41	752	0,6133	2,284
470-480	29	530	0,6626	2,224
505-515	36	913	0,6201	2,219
535-545	20	261	0,749	2,244
570-580	34	333	0,7477	2,637
610-620	28	361	0,6819	2,272
650-660	30	339	0,6519	2,199
680-690	34	495	0,6939	2,432
710-720	23	311	0,5734	1,798
750-760	27	438	0,5302	1,732
780-790	34	378	0,6679	2,343
810-820	29	358	0,684	2,283
830-840	34	1803	0,4945	1,732
850-860	25	565	0,5334	1,717

Tabela IX - Valores de N, S, J e Hs ao longo da sondagem RFM22.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
75-85	34	1628	0,6431	2,233
128-138	33	7244	0,4476	1,565
230-240	27	486	0,5106	1,672
258-268	29	370	0,5503	1,856
415-425	22	335	0,6099	1,877
470-480	41	503	0,6767	2,513
533-543	26	660	0,5933	1,918
560-570	26	664	0,5487	1,771

Tabela X - Valores de N, S, J e Hs ao longo da sondagem RFM42B.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
0-10	40	312	0,7809	2,881
80-90	40	297	0,7701	2,826
100-110	36	303	0,7771	2,771
170-180	49	497	0,7854	3,075
230-240	41	339	0,8426	3,089
280-290	53	403	0,8365	3,332
310-320	45	370	0,8378	3,178
340-450	39	326	0,8123	2,958
380-390	40	276	0,8172	3,003

Tabela XI - Valores de N, S, J e Hs ao longo da sondagem RFM59.

Profundidade (cm)	S	N	J	Hs
190-200	22	511	0,648	2,003
210-220	33	530	0,6233	2,16
270-280	22	269	0,5542	1,713
310-320	20	553	0,5155	1,544
350-360	28	265	0,671	2,236
410-420	30	352	0,7933	2,698
440-450	28	251	0,8271	2,756
470-480	30	354	0,7752	2,637
510-520	24	337	0,6553	2,083
540-550	23	262	0,6141	1,925
565-575	25	265	0,6806	2,191
615-625	21	353	0,6401	1,949
645-655	17	313	0,5474	1,551

Anexo 5

Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes, para as sondagens e amostras atuais no estuário do Potengi e para as sondagens na Ria Formosa.

Tabela I - Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes na sondagem H1.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	100
<i>E. excavatum</i> cf. <i>clavatum</i>	100

Tabela II - Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes na sondagem H2.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	100
Indeterminados calcários	100

Tabela III - Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes na sondagem H3.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	100

Tabela IV - Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes na sondagem H4.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	33,3

Tabela V - Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes na sondagem UR2.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	80

Tabela VI - Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes no transepto atual - Site 06.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	100
<i>Elphidium excavatum</i>	100

Tabela VII - Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes no transepto atual - Site IG4.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	100
<i>Elphidium excavatum</i>	100
<i>Elphidium</i> sp.	100
Miliolideos	100

Tabela VIII - Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes na sondagem RFM1.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	60
<i>Haynesina germanica</i>	60
<i>Trochammina inflata</i>	100
<i>Jadammina macrescens</i>	100
Indeterminados aglutinados	100
Linings (forros internos)	100

Tabela IX – Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes na sondagem RFM21.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	92,3
<i>Haynesina germanica</i>	92,3
<i>Asterigerinata mamilla</i>	85,2
<i>Ammobaculites</i> sp.	96,3
<i>Arenoparrella mexicana</i>	48,1
<i>Verneuilinulla</i> cf. <i>advena</i>	14,8
<i>Eggerelloides scaber</i>	14,8
<i>Eggerella</i> sp.	7,41
<i>Jadammina macrescens</i>	92,3
<i>Trochammina inflata</i>	55,6
Miliolídeos	88,9
Indeterminados aglutinados	92,3
Indeterminados calcários	96,3

Tabela X – Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes na sondagem RFM22.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	100
<i>Haynesina germanica</i>	100

Tabela XI – Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes na sondagem RFM42B.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	100
<i>Asterigerinata mamilla</i>	100
<i>Discorbis</i> spp.	100
Miliolídeos	88,9

Tabela XII – Valores de constância para os *taxon* identificados como comuns e dominantes na sondagem RFM59.

<i>Taxa</i>	Constância (%)
<i>Ammonia tepida</i>	92,9
<i>Haynesina germanica</i>	92,9
<i>Asterigerinata mamilla</i>	78,6
<i>Discorbis</i> spp.	28,6
<i>Elphidium advenum</i>	85,7
<i>Elphidium poyeanum</i>	92,9
Indeterminados calcários	92,9
Miliolideos	85,7

Anexo 6

Variação de Aglutinados (%), Calcários (%) e Forros internos (%), ao longo das sondagens e amostras atuais no estuário do Potengi e para as sondagens na Ria Formosa.

A/C (%) – razão calculada com base no número de carapaças aglutinadas;

Forros internos (%) – percentagem de forros internos na amostra;

Calcários (%) – percentagem de carapaças calcárias na amostra

Tabela I – Variação de A/C (%), Calcários (%) e Forros internos (%) ao longo da sondagem H1.

Profundidade (cm)	Aglutinados (%)	Calcários (%)	Forros internos (%)
120-130	0	100	0
300-310	0	100	0

Tabela II – Variação de A/C (%), Calcários (%) e Forros internos (%) ao longo da sondagem H2.

Profundidade (cm)	Aglutinados (%)	Calcários (%)	Forros internos (%)
170-175	0,23	99,7	0,076
450-455	0	100	0
540-545	0	100	0

Tabela III – Variação de A/C (%), Calcários (%) e Forros internos (%) ao longo da sondagem H3.

Profundidade (cm)	Aglutinados (%)	Calcários (%)	Forros internos (%)
120-125	0	100	0
250-260	0	100	0

Tabela IV – Variação de A/C (%), Calcários (%) e Forros internos (%) ao longo da sondagem H4.

Profundidade (cm)	Aglutinados (%)	Calcários (%)	Forros internos (%)
280-285	0	100	0

Tabela V – Variação de A/C (%), Calcários (%) e Forros internos (%) ao longo da sondagem UR2.

Profundidade (cm)	Aglutinados (%)	Calcários (%)	Forros internos (%)
450-500	0	100	0
560	0	100	0
680	0	100	0
750-770	0	99,82	0,18

Tabela VI – Variação de A/C (%) e Calcários (%) e Forros internos (%) nos transeptos atuais (06 e IG4).

Amostra	Aglutinados (%)	Calcários (%)
06 Topo	6,12	93,88
IG4 Fundo de canal	1,65	98,35
IG4 1/2 Int. Mareal	3,51	96,49
IG4 Topo de Mangue	21,6	78,4

Tabela VII – Variação de A/C (%), calcários (%) e Forros internos (%) ao longo da sondagem RFM1.

Profundidade (cm)	Aglutinados (%)	Calcários (%)	Forros internos (%)
30-37	35,2	64,51	0,29
90-97	57,6	16,5	25,9
144-152	97,2	0	2,8
250-2,57	51,9	0	48,1
340-348	4,69	93,12	2,19

Tabela VIII – Variação de A/C (%), Calcários (%) e Forros internos (%) ao longo da sondagem RFM21.

Profundidade (cm)	Aglutinados (%)	Calcários (%)	Forros internos (%)
30-40	80	19,71	0,29
60-70	93,1	2,9	3,96
85-95	99,2	0	0,83
120-130	46,5	51,7	1,83
150-160	32,3	65,9	1,81
180-190	29,3	69,3	1,35
225-235	20,8	78,8	0,44
245-255	84,4	14,54	1,06
270-280	6,45	93,55	0
335-345	2,2	97,7	0,1
365-375	4,58	95,42	0
390-400	5,17	93,9	0,91
410-420	2,66	97,2	0,16
440-450	3,46	96,41	0,13
470-480	0,26	99,74	0
505-515	4,71	94,97	0,32
535-545	18,8	81,2	0
570-580	9	91	0
610-620	12,7	87,3	0
650-660	9,44	90,56	0
680-690	6,67	93,33	0
710-720	6,11	93,89	0
750-760	7,08	92,5	0,46
780-790	6,61	93,39	0
810-820	9,5	90,5	0
830-840	2,55	97,4	0,05
850-860	1,77	98,23	0

Tabela IX – Variação de A/C (%), Calcários (%) e Forros internos (%) ao longo da sondagem RFM22.

Profundidade (cm)	Aglutinados (%)	Calcários (%)	Forros internos (%)
75-85	5,04	94,96	0
128-138	1,68	98,14	0,14
230-240	4,32	95,57	0,2
258-268	6,21	93,79	0
415-425	7,46	92,54	0
470-480	2,58	97,42	0
533-543	6,21	93,79	0
560-570	9,79	90,21	0

Tabela X – Variação de A/C (%), Calcários (%) e Forros internos (%) ao longo da sondagem RFM42B.

Profundidade (cm)	Aglutinados (%)	Calcários (%)	Forros internos (%)
0-10	12,5	87,5	0
80-90	8,14	91,56	0,3
100-110	8,58	91,12	0,3
170-180	12,87	87,13	0
230-240	8,55	91,45	0
280-290	15,88	84,12	0
310-320	11,62	88,38	0
340-350	6,13	93,87	0
380-390	7,61	92,39	0

Tabela XI – Variação de A/C (%), Calcários (%) e Forros internos (%) ao longo da sondagem RFM59.

Profundidade (cm)	Aglutinados (%)	Calcários (%)	Forros internos (%)
190-200	0,59	99,41	0
210-220	0,57	99,23	0,2
270-280	1,12	98,88	0
310-320	0,72	99,28	0
350-360	1,51	98,09	0,4
410-420	0,57	99,43	0
440-450	3,98	96,02	0
470-480	2,82	97,18	0
510-520	0,3	99,7	0
540-550	3,43	96,17	0,4
565-575	3,77	96,23	0
615-625	0	100	0
645-655	0	100	0

Anexo 7

Resultados de carbono total (%), carbono orgânico (%), azoto (%), hidrogénio (%) e enxofre (%) e granulometrias para as amostras do estuário do Potengi e do sistema lagunar da Ria Formosa

Tabela I - Resultados de carbono total (%), carbono orgânico (%), azoto (%), hidrogénio (%) e enxofre (%), para as amostras atuais do estuário do Potengi

Amostra	Carbono total (%)	Carbono orgânico (%)	Carbono inorgânico (%)	Azoto (%)	Hidrogénio (%)	Enxofre (%)
06-Topo	5.328	5.014	0.314	0.406	1.516	0.906
06-Meio	1.336	1.232	0.104	0.068	0.329	0.285
IG4-Topo de Mangue	4.664	4.459	0.205	0.363	1.355	0.973
IG4-1/2 Int. mareal	2.541	2.453	0,088	0.231	0.804	0.614
IG4-Fundo Canal	0.548	0.496	0.052	0.035	0.175	0

Tabela II – Resultados do Malvern Mastersizer para o cálculo das Granulometrias, do estuário do Potengi

Tabela IIa - Sondagem H1

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
120-130	94.776	areia muito fina
300-310	100.146	areia muito fina
575-580	36.420	silte grosseiro

Tabela IIb - Sondagem H2

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
170-175	96.220	areia muito fina
450-455	52.362	silte grosseiro
540-545	46.494	silte grosseiro
610-620	86.120	areia muito fina

Tabela IIc - Sondagem H3

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
120-125	116.315	areia muito fina
250-260	118.777	areia muito fina
350-360	48.954	silte grosseiro
510-520	125.728	areia fina
580-585	87.057	areia muito fina

Tabela IId - Sondagem H4

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
280-285	105.137	areia muito fina
560-565	39.500	silte grosseiro
610-615	40.937	silte grosseiro

Tabela IIe - Sondagem UR2

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
170-175	99.626	areia muito fina
450-500	112.753	areia muito fina
560	104.916	areia muito fina
680	67.301	areia muito fina
750-770	66.266	areia muito fina

Tabela IIIf – Amostras atuais do estuário do Potengi

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
06 Topo	56.353	silte grosseiro
06 Meio	99.350	areia muito fina
IG4 Topo de Mangue	62.257	silte grosseiro
IG4 1/2 Int. Mareal	56.559	silte grosseiro
IG4 Fundo de canal	70.966	areia muito fina

Tabela III – Resultados do Malvern Mastersizer para o cálculo das Granulometrias, das amostras do sistema lagunar da Ria Formosa

Tabela IIIa- Sondagem RFM1

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
30-37	23.223	silte médio
90-97	22.900	silte médio
144-152	18.217	silte médio
250-257	18.753	silte médio
340-348	29.346	silte médio

Tabela IIIb- Sondagem RFM21

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
30-40	15.785	silte médio
60-70	9.583	silte fino
85-95	17.947	silte médio
120-130	17.333	silte médio
150-160	11.594	silte fino
180-190	19.186	silte médio
225-235	11.623	silte fino
245-255	16.413	silte médio
270-280	17.377	silte médio
335-345	64.410	areia muito fina
365-375	26.710	silte médio
390-400	17.900	silte médio
410-420	52.006	silte grosseiro
440-450	19.418	silte médio
470-480	11.541	silte fino
505-515	29.165	silte médio
535-545	18.665	silte médio
570-580	13.717	silte fino
610-620	13.679	silte fino
650-660	12.312	silte fino
680-690	10.607	silte fino
710-720	17.599	silte médio
750-760	14.381	silte fino
780-790	11.444	silte fino
810-820	13.546	silte fino
830-840	11.586	silte fino
850-860	13.912	silte fino

Tabela IIIc- Sondagem RFM22

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
75-85	11.993	silte fino
128-138	12.311	silte fino
230-240	16.194	silte médio
258-268	19.839	silte médio
415-425	22.695	silte médio
470-480	33.097	silte grosseiro
533-543	21.834	silte médio
560-570	52.276	silte grosseiro

Tabela IIIId- Sondagem RFM42B

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
0-10	59.182	silte grosseiro
80-90	62.251	silte grosseiro
100-110	47.887	silte grosseiro
170-180	29.709	silte médio
230-240	31,73	silte grosseiro
280-290	22.931	silte médio
310-320	40.711	silte grosseiro
340-350	69.553	areia muito fina
380-390	70.398	areia muito fina

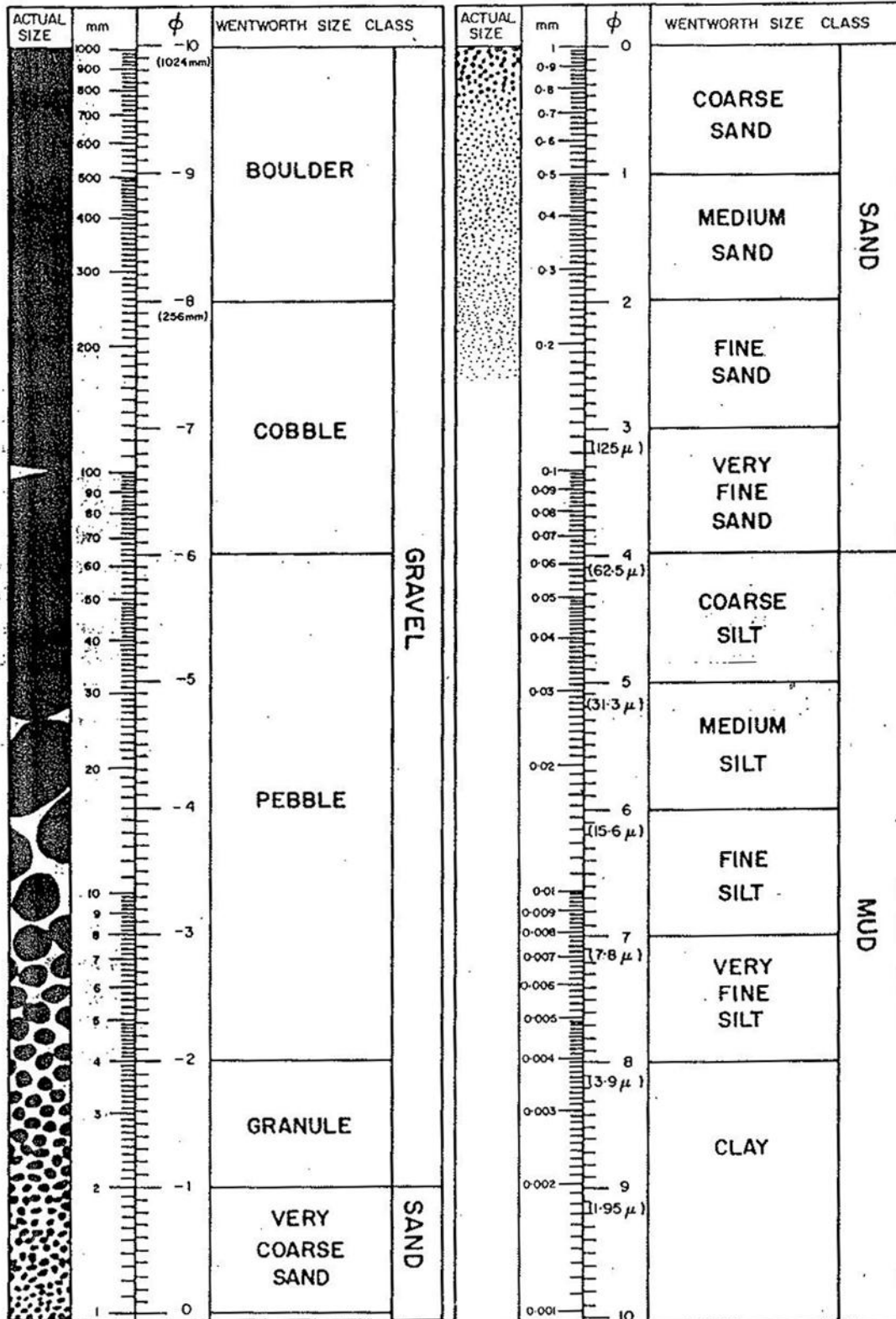
Tabela IIIe- Sondagem RFM59

Amostra	Dimensão média do grão	Tipo de sedimento de acordo com a escala adotada
1,90-2,00	17,128	silte médio
2,10-2,20	49,131	silte grosseiro
2,70-2,80	75,169	areia muito fina
3,10-3,20	21,274	silte médio
3,50-3,60	38,513	silte grosseiro
4,10-4,20	33,656	silte grosseiro
4,40-4,50	17,923	silte médio
4,70-4,80	19,656	silte médio
5,10-5,20	12,094	silte fino
5,40-5,50	16,611	silte médio
5,65-5,75	15,963	silte médio
6,15-6,25	10,334	silte fino
6,45-6,55	10,399	silte fino
6,60-6,70	12,056	silte fino

Anexo 8

Escala Udden-Wentworth para os diferentes tamanhos de grão (granulometria)

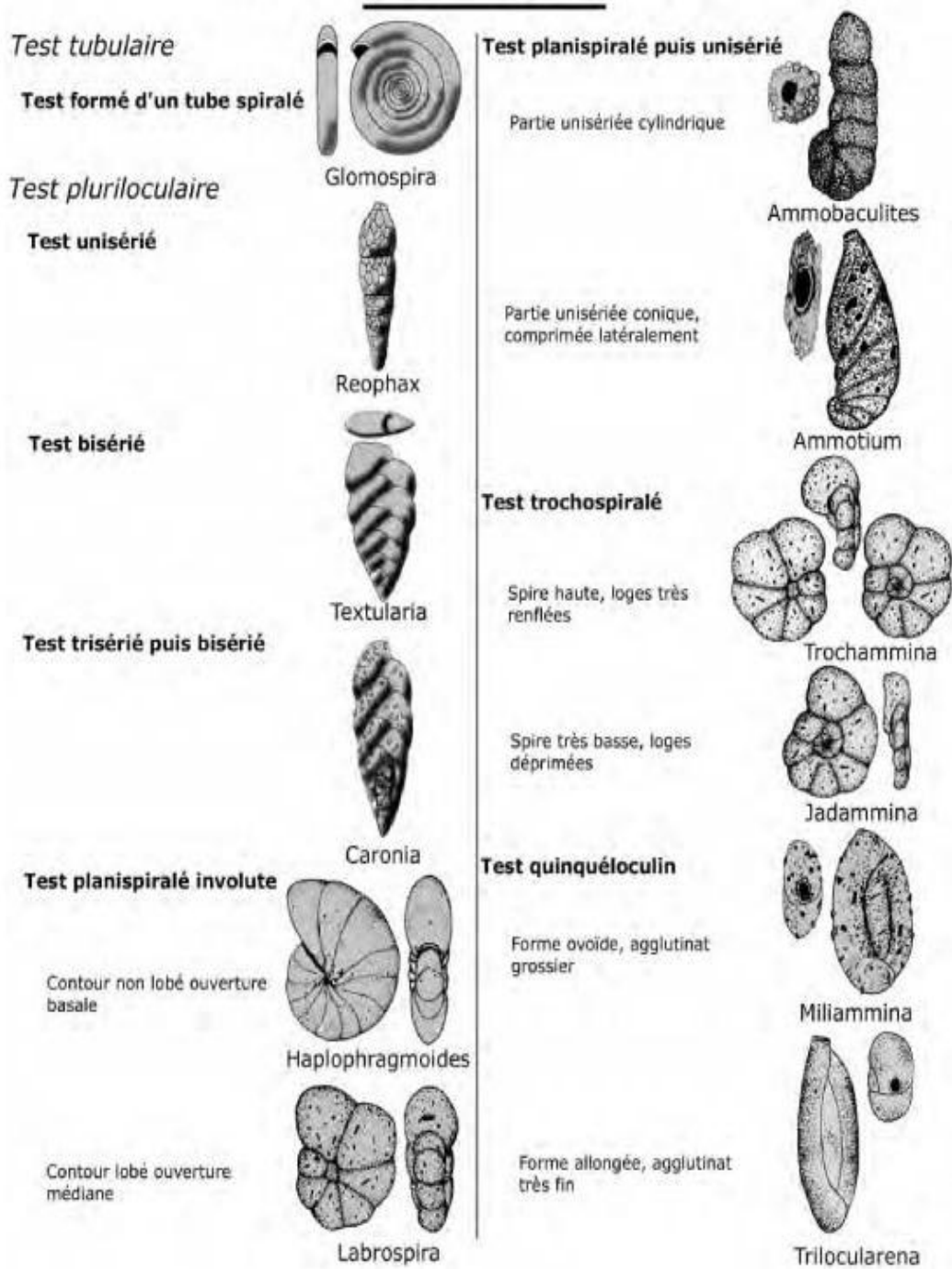
The Udden-Wentworth grade scale for grain sizes, with σ /mm conversion chart



Anexo 9

Exemplos dos tipos de carapaças dos foraminíferos (aglutinadas (a), porcelanasas (b) e hialinas (c)), forma e ornamentação particular das câmaras de cada género (adaptado de Debenay e Patrona, 2009).

Les tests agglutinés



a) Exemplos de carapaças aglutinadas

Les tests Porcelanés

Test tubulaire

Test formé d'un tube spiralé



Cornuspira

Test pluriloculaire

Test trochospiralé



Fischerinella

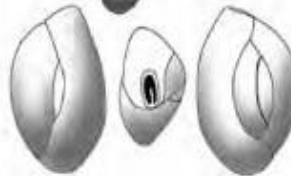
Test miliolin

Planispiralé



Spiroloculina

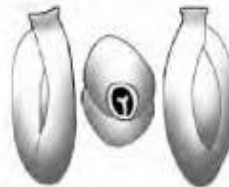
Quinqueloculin



Quinqueloculina

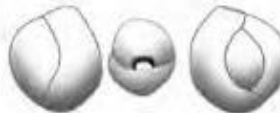
Cryptoquinqueloculin

Avec une dent



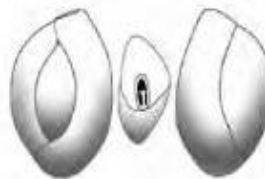
Pseudotriloculina

Avec une plaque



Miliolinella

Triloculin



Triloculina

b) Exemplos de carapaças porcelanasas

Les tests Hyalins

Test uniloculaire

Test formé d'une loge aplatie



Fissurina

Test formé d'une loge en outre



Lagena

Test pluriloculaire

Test bisérié

Test bisérié simple



Bolivina, Brizalina

Test bisérié torsadé



Fursenkoina

Test bisérié puis spirale sur lui-même



Globocassidulina

Test trisérié

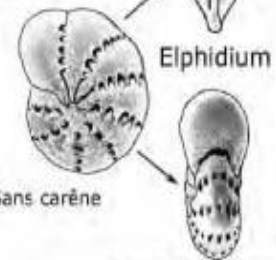


Bulimina

Test planispiralé involute

Avec ponts suturaux

Avec carène

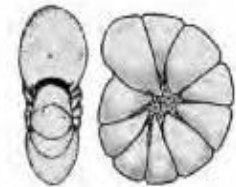


Elphidium

Sans carène

Criboelphidium

Sans ponts suturaux



Haynesina - Nonion

Avec des côtes qui ressemblent aux ponts suturaux



Parrellina

Test trochospiralé

Spire basse



Ammonia, Glabratella, Helenina, Rosalina

Spire haute



Buliminella

b) Exemplos de carapaças hialinas

Anexo 10

Sistemática de alguns foraminíferos bentônicos do estuário do Rio Potengi e do sistema lagunar da Ria Formosa.

Algumas espécies de foraminíferos foram fotografadas usando o Microscópio Eletrónico de Varrimento (MEV), modelo JEOL JSM-5410, na Universidade de Huelva. As fotografias e as estampas finais foram compiladas no programa Adobe Photoshop CS3.

Como auxiliar para a identificação das espécies de foraminíferos foram usados vários guias de identificação, nomeadamente, Loeblich e Tappan (1988), Colom (1974), Jones (1994) e Boltovskoy et al. (1980) e consultados vários artigos científicos.

A maior parte dos foraminíferos foi classificada de acordo com Loeblich e Tappan (1988) e no fim adaptada à nomenclatura do WoRMS (World Register of Marine Species- www.marinespecies.org). De acordo com o WoRMS os foraminíferos pertencem ao Reino Chromista.

O Reino Chromista foi proposto por Cavalier-Smith em 2010, este autor classificou a filogenia profunda dos eucariotas e reclassificou o Reino eucariotas dos Protistas e derivados do Reino Chromista. O autor transferiu Heliozoa e infra Reinos Alveolata e Rhizaria para Chromista, que é uma irmã para Reino Plantae. E também estabeleceu novos sub-reinos para a expansão Chromista, sendo Harosa o sub-reino ao qual pertencem foraminíferos.

Reino Chromista

Sub Reino Harosa

Infra Reino Rhizaria

Filo Foraminifera

Class Polythalamea

Ordem Astrorhizida

Super Família Astrorhizoidea

Família Polysaccamminidae Loeblich e Tappan, 1984

Género *Polysaccamina*, Scott, 1976

Polysaccamina hyperhalina, Medioli, Scott e Petrucci, 1983 - **Estampa 1, Fig. 1**

Protoschista findens (Parker, 1870), Jones, 1994, p. 39, Pl. 32, Figs. 10-11.

Polysaccamina hyperhalina, Barbosa et al., 2005, p.35, Pl. 1, Figs. 10-11.

Descrição morfológica: Carapaça aglutinada de grãos finos a grosseiros, geralmente uniserial, câmaras globulares de forma irregular que aumentam gradualmente de tamanho à medida que são adicionadas, carapaça flexível devido a um revestimento interno de pseudoquitina, abertura terminal, redonda e invaginada para trás em forma de funil.

Super Família Hormosinoidea Haeckel, 1894

Família Hormosinidae Haeckel, 1894

Género *Reophax* de Montford, 1808

***Reophax nana*, Rhumbler, 1913 - Estampa 1, Fig. 2**

Reophax nana, Scott e Medioli, 1980, p. 43, Pl. 2, Fig. 6; Barbosa et al., 2005, p.35, Pl. 1, Figs. 15-17; Debenay e Patrona, 2009, p. 56.

Descrição morfológica: Carapaça aglutinada, unisseriada e alongada; o tamanho das câmaras aumenta à medida que são adicionadas; abertura terminal simples, arredondada na parte superior da última câmara, produzindo um pequeno pescoço.

Super Família Lituoloidea

Família Lituolidae de Blainville, 1827

Género *Ammobaculites*, Cushman, 1910

***Ammobaculites cf. dilatatus*, Cushman e Brönnimann, 1948 - Estampa 1, Fig. 3**

Ammobaculites dilatatus, Vance et al., 2006, p. 18, Pl. 1, Fig. 13; Souza et al., 2010, p. 25, Fig. 2, Subfig. 1.

Descrição morfológica: Geralmente idêntico aos outros *Ammobaculites* mas mais robusto e com a carapaça aglutinada mais grosseira.

***Ammobaculites cf. exiguus*, Cushman e Brönnimann, 1948 - Estampa 1, Fig. 4**

Ammobaculites exiguus, Vance et al., 2006, p. 18, Pl. 1, Fig. 14; Debenay e Patrona, 2009, p. 17 ; Souza et al., 2010, p. 25, Fig. 2, Subfig. 2.

Descrição morfológica: Carapaça aglutinada, alongada, inicialmente é enrolada planispiralmente e por último com várias câmaras dispostas uniserialmente; abertura terminal arredondada.

***Ammobaculites* sp. - Estampa 1, Fig. 5**

Descrição morfológica: Carapaça aglutinada, alongada, inicialmente é enrolada planispiralmente e por último com várias câmaras dispostas uniserialmente; as câmaras estão melhor diferenciadas do que nas espécies *Ammobaculites* cf. *exiguus* e *Ammobaculites* cf. *dilatatus*; abertura terminal arredondada.

Gênero *Ammotium* Loeblich e Tappan, 1953

***Ammotium* cf. *cassis*, Parker, 1870 - Estampa 1, Fig. 6**

Haplophragmium cassis (Parker, 1870)

Lituola cassis (Dawson, 1870)

Ammobaculites cassis (Parker, 1870)

Ammotium cassis, Scott et al., 2005, p. 78, Pl. 1, Fig. 19; Majewski e Zajaczkowki, 2007, p.112, Pl. 1, Figs. 23-25.

Descrição morfológica: Carapaça aglutinada; câmaras inicialmente enroladas em planispiral e por último tendem a desenrolar, formando um padrão de largura uniserial com linhas de sutura oblíquos; abertura simples, arredondada, terminal.

Super Família Rzehakinoidea

Família Rzehakinidae

Gênero *Miliammina* Heron-Allen e Earland, 1930

***Miliammina fusca*, Brady, 1870 - Estampa 1, Fig.**

Quinqueloculina fusca (Brady, 1870)

Milammmina fusca, Murray, 1971, p.21, Pl.3, Fig. 1-6; Scott e Medioli, 1980, p. 40, Pl. 2, Figs. 1-3; Javax e Scott, 2003, p. 16, Fig. 6., Subfig. 7; Debenay e Patrona, 2009, p. 42.

Descrição morfológica: Carapaça aglutinada, alongada, de forma oval com um padrão de quinqueloculina; parede relativamente espessa, abertura arredondada, na extremidade da câmara, produzindo um pescoço curto.

Ordem Lituolida

Super Família Verneuilinoidea

Família Verneuilinidae

Género *Verneuilinulla*

Verneuilinulla cf. advena, Cushman, 1922 - **Estampa 1, Fig. 8**

Eggerelloides advena (Cushman, 1922)

Eggerelloides advenus (Cushman, 1922)

Trochammia advena (Cushman, 1922)

Verneuilina advena (Cushman, 1922)

Eggerella advena, Scott e Mediolli, 1980, p. 36, Pl. 2, Fig. 7; Duijnsteet et al., 2004, p. 144, Pl. 2; Scott et al., 2005, p. 78, Pl. 1, Figs. 14 e 15; Majewski e Zajaczkowki, 2007, p.112, Pl. 1, Figs. 26.

Descrição morfológica: Carapaça aglutinada com enrolamento trocospiral e de forma alongada, quase cilíndrica na sua totalidade, com a exceção da região das primeiras câmaras. As câmaras grandes e infladas são bem definidas, aumentam de tamanho à medida que são adicionadas; abertura é uma fenda interiomarginal.

Ordem Textulariida

Super Família Textularioidea

Família Eggerellidae Cushman, 1987

Género *Eggerella*

Eggerella cf. bradyi, Cushman, 1911 - **Estampa 1, Fig. 9**

Eggerella bradyi, Jones, 1994, p. 51, pl. 47, Figs. 4-7; Holbourn e Henderson, 2002, p. 8, Fig. 1, Subfig. 12-13.

Verneuilina bradyi (Cushman, 1911)

Descrição morfológica: A carapaça, livre e com enrolamento trocospiral, alto, possui três ou mais câmaras por volta, mas apenas três e ocasionalmente duas, na última volta. A carapaça é transversalmente arredondada, apresentando um contorno longitudinal triangular; as câmaras, mais largas, são infladas e aumentam rapidamente de tamanho à medida que são adicionadas; as suturas são espessas e deprimidas. A parede finamente aglutinada apresenta um aspeto liso; a abertura uma fenda alongada, situa-se na base da câmara final, estando rodeada por um lábio.

Género *Eggerelloides* Haynes, 1973

***Eggerelloides scaber* Williamson, 185 - Estampa 1, Fig. 10**

Bulimina scabra (Williamson, 1858)

Eggerella scabra (Williamson), Murray, 1971, p.45, Pl. 15, Figs. 1-6; Duijnsteet et al., 2004, p. 144, Pl. 2

Eggerelloides scabrus (Williamson), Loeblich e Tappan, 1988, p. 170, Pl. 189, Figs. 5-7; Milker e Schmiedl, 2012, p. 37, Fig. 10, Subfig. 9.

Eggerelloides scaber (Williamson), Jones, 1994, p. 52, Pl. 47, figs. 15-17; Martins e Gomes, 2004, p. 36 e 38, Fig. 2.17.

Descrição morfológica: A carapaça possui a parte inicial enrolada em trocospiral, característica a que sucede uma disposição trisseriada. É constituída por um pequeno número de câmaras muito infladas. As câmaras aumentam rapidamente de tamanho á medida que são adicionadas; as últimas câmaras ocupam, normalmente, metade do comprimento da carapaça. As câmaras grandes e infladas são separadas por suturas deprimidas. A abertura é uma fenda interiomarginal. A parede possui uma textura rugosa, sendo constituída por numerosos grãos finos e translúcidos de areia aglutinados por muito cimento brilhante.

Família Textulariidae Ehrenberg, 1838

Género *Textularia* DeFrance, 1824

***Textularia earlandi* Parker, 1952 - Estampa 1, Fig. 11**

Textularia tenuissima (Earland, 1933)

Spiroplectinella earlandi (Parker, 1952), Martins e Gomes, 2004, p. 21 e 22, Fig. 2.7.

Spiroplectammia earlandi (Parker, 1952), Majewski e Zajaczkowski, 2007, p.112, Pl. 1, Figs. 18-19.

Textularia earlandi (Parker, 1952), Murray, 1971, p. 33, figs. 1-5; Edwards et al., 2004, p. 16, Pl. 1, Fig. 11; Ernst et al., 2006, p. 82, Pl. 1, Fig. 4.

Descrição morfológica: A carapaça é muito mais longa do que larga, aparecendo frequentemente espécimes com a zona apical encurvada; possui um enrolamento inicial planispiral seguido de um desenvolvimento bisseriado, no qual as câmaras se apresentam distribuídas em pares opostos; estas vão aumentando gradualmente de tamanho á medida que são adicionadas. A margem periférica é arredondada e lobulada. A parede aglutinada é fina, e

composta por partículas de tamanho variado. As suturas deprimidas e estreitas fazem um ângulo de 90° com o eixo de crescimento. A abertura é um pequeno arco interiomarginal localiza-se na face oral convexa.

Família Valvulamminidae Loeblich e Tappan, 1986

Género *Discorinopsis*

***Discorinopsis aguayoi*, Bermúdez, 1935 - Estampa 1, Fig. 12 a-b**

Trichohyalus aguayoi (Bermúdez, 1935); Usera et al., 2002, p. 144, Fig. 3 Subfig. 4

Discorinopsis aguayoi, Debenay et al., 1998b, p. 80, Pl. 4, Figs.24-25; Javaux e Scott, 2003, p. 14, Fig. 6, Subfigs. 1-2; Kovacs et al., 2013, p.125, Fig. 5, Subfigs. 10-11.

Descrição morfológica: Carapaça livre e grande atingindo até 2,9 mm de largura, câmaras com enrolamento trocospiral baixo; lado espiral fortemente convexo, lado umbilical achatado a côncavo com um umbigo amplo, suturas fortemente curvadas no lado espiral e quase radial no lado umbilical; parede de partículas aglutinadas calcárias caniculada; câmara de abertura para o umbigo que é coberto por uma proeminente aba apertural.

Ordem Trochamminida

Super Família Trochamminoidea

Família Trochamminidae

Género *Arenoparrella*, Andersen, 1951

***Arenoparrella mexicana*, Kornfeld, 1931 - Estampa 1, Fig. 13 a-b**

Trochammina inflata (Montagu) var. *Mexicana* Kornfeld, 1931.

Arenoparrella mexicana (Kornfeld), Scott e Medioli, 1980, p. 35, Pl 4, figs 8-11; Barbosa et al., 2005, p.36, Pl. 2, Figs. 9-10; Souza et al., 2010, p. 25, Fig. 2, Subfig. 4.

Descrição morfológica: Carapaça livre aglutinada, formando uma trocospiral baixa, câmaras aumentam gradualmente de tamanho, suturas radiais, periferia arredondada, com aberturas suplementares no rosto apertural que diferenciam o género de outras formas trocospirais.

Género *Deuteramma* Brönnimann, 1976

***Deuteramma plymouthensis*, Brönnimann e Whittaker, 1990 - Estampa 1, Fig. 15 a-b**

Lepidodeuterammina plymouthensis, (Brönnimann e Whittaker), Martins e Gomes, 2004, p.31, Fig. 2.13.

Descrição morfológica: A carapaça, aderente e muito fina, apresenta duas ou três voltas que alargam rapidamente formando uma trocospiral plano-convexa. As suturas são bem definidas, sendo as do lado espiral ligeiramente encurvadas. No lado ventral, existe uma depressão axial pequena, para a qual convergem extensões alares das câmaras da última volta, semelhantes a braços estrelados. A parede é aglutinada, imperfurada, brilhante e delgada. Cada câmara possui duas aberturas: uma abertura simples primária, em forma de arco interiomarginal, e uma abertura simples secundária, com a forma de um arco alongado.

Género *Jadammina*, Bartenstein e Brand, 1938

Jadammina macrescens, Brady, 1870 - **Estampa 1, Fig. 14 a-c**

Trochammina inflata (Montagu) var. *macrescens* Brady, 1870.

Trochammina macrescens (Brady, 1870), Scott e Medioli, 1980, p. 44, Pl 3, Figs 1-8; Javax e Scott, 2003, p. 23, Fig. 6, subfigs. 14-19; Barbosa et al., 2005, p. 36, Pl. 2, Figs, 13-15; Debenay e Patrona, 2009, p. 40; Souza et al., 2010, p. 25, Fig. 2, Subfig. 7.

Jadammina macrescens (Brady, 1870), Murray, 1971, p. 41, figs. 1-5; Debenay et al., 2001b, p.86, Pl. 1, fig. 7; Debenay e Luan, 2006, p. 79, Pl. 1, figs. 30-31; Haywkes et al., 2010, p.133, Pl.1, figs. 7 a-d.

Descrição morfológica: Carapaça achatada em trocospiral que tende a ser quase planispiral no adulto, câmaras aumentam progressivamente de tamanho conforme são acrescentadas, suturas radiais ligeiramente curvadas, periferia arredondada; parede fina e pouco aglutinada na base proteica; imperfurada; a abertura principal é uma fenda equatorial interiomarginal, com uma ou mais aberturas complementares de área na porção inferior da face apertural, cada uma delimitada por um lábio saliente.

Género *Lepidodeuterammina* Brönnimann e Whittaker, 1983

Lepidodeuterammina ochracea, Williamson, 1858 - **Estampa 1, Fig. 16 a-b**

Rotalina ochracea, (Williamson, 1858)

Trochammina ochracea (Williamson, 1858), Scott e Medioli, 1980, p.41, Pl 4, Figs. 4-5; Murray, 1971, p.37, pl. 11, Figs. 1-5; Javaux e Scott, 2003, p. 25, Fig. 5, Subfigs. 18; Barbosa et al., 2005, p. 36, Pl. 2, Figs. 16-20.

Lepidodeuterammina ochracea (Williamson), Loeblich e Tappan, 1988, p. 127, Pl. 135, Figs. 10-14; Debenay et al., 2001b, p. 86, Pl. 1, Figs. 12-13, 21; Martins e Gomes, 2004, p.29, Fig. 2.12.

Descrição morfológica: A carapaça plano-convexa possui um enrolamento trocospiral. Na face ventral, observam-se 8 a 11 câmaras estreitas e arqueadas. As suturas no lado espiral, são opacas, pouco deprimidas e fortemente retro versas; na face umbilical, ligeiramente côncava, as suturas são também muito encurvadas e deprimidas. O umbilico é largo, baixo e estrelado. A porção das câmaras termina numa abertura secundária. A parede aglutinada e fina é constituída por material pseudoquitinoso. A abertura primária é um arco periférico interiomarginal, umbilical- extraumbilical.

Género *Trochammina* Parker e Jones, 1859

***Trochammina inflata*, Montagu, 1808 - Estampa 1, Fig. 18 a-b**

Nautilus inflatus (Montagu, 1808)

Trochammina inflata (Montagu), Scott e Medioli, 1980, p. 44, Pl. 3, figs. 12-14 e Pl.4, Figs. 1-3; Murray, 1971, p. 34, pl. 10, Figs. 3-6; Jones, 1994, p. 46, Pl. 41, Fig. 4; Javaux e Scott, 2003, p. 23, Fig. 6, Subfigs. 12-13; Debenay e Luan, 2006, p.79, Pl.1, Fig. 32; Debenay e Patrona, 2009, p. 62; Hawkes et al., 2010, p.133, Pl. 1, Fig. 4 a-c; Souza et al., 2010, p. 25, Fig. 2 Subfig. 6.

Descrição morfológica: O enrolamento trocospiral da carapaça é constituído por duas e meia a três voltas. O seu contorno exterior é subcircular e lobado e tem a margem periférica arredondada. No lado umbilical, as câmaras são quadrangulares, sendo triangulares na face espiral. A carapaça apresenta, na última volta, 5 a 6 câmaras que vão aumentando de volume à medida que são adicionadas. A parede opaca é delgada, lisa e finalmente aglutinada. O lado espiral, aplanado, possui as suturas ligeiramente encurvadas. No lado ventral, o umbilico é profundo e as suturas deprimidas e retas. A abertura estreita, extra umbilical e interiomarginal, está confinada ao lado ventral, sendo rodeada por um fino lábio.

Super Família Remaneicoidea Loeblich e Tappan, 1964

Família Remaneicidae Loeblich e Tappan, 1964

Género *Remaneica*, Rhumbler, 1938

***Remaneica* sp. - Estampa 1, Fig. 17 a-b**

Descrição morfológica: A carapaça, comprimida e muito delgada, fixa-se ao substrato, pelo lado ventral, aplanado ou côncavo. A sua face espiral apresenta a forma de uma pequena doma. O enrolamento sinistral não muito apertado. A última volta, em ambos os lados da carapaça, é constituída por 9-11 câmaras, em forma de meia-lua. Abertura primária extraumbilical interiomarginal pequena e arredondada, abertura secundária ocorre sob uma extensão de lóbulo para a área da cavidade umbilical da câmara principal. A parede finamente aglutinada, delgada e imperfurada.

Ordem Buliminida

Super Família Buliminoidea

Família Siphogerinoididae

Género *Hopkinsina*, Howe e Wallace, 1933

***Hopkinsina atlantica*, Cushman, 1944 - Estampa 2, Fig. 1**

Hopkinsina (Howe e Wallace, 1933)

Hopkinsina pacifica var. *atlantica* (Cushman, 1944)

Hopkinsina atlantica (Cushman), Debenay et al., 2001b, p. 92, Pl. 4, fig. 14; Diz e Francés, 2008, p. 183, Pl. 2, Fig. 6.

Descrição morfológica: Carapaça alongada estreita, câmaras um pouco infladas, aumentando de tamanho conforme é adicionado; organizada triserialmente na fase inicial e mais tarde com arranjo bisserial; suturas deprimidas, oblíquas; parede calcária hialina. Abertura terminal, ligeiramente ovalada.

Super Família Bolivinoidea

Família Bolivinidae

Género *Bolivina* d'Orbigny, 1839

***Bolivina ordinaria*, Phleger e Parker, 1952 - Estampa 2, Fig. 2 a e b**

Bolivina variabilis (Williamson 1858), Debenay et al., 2001b, p.92, Pl. 4, figs. 3-4; Milker e Schmiedl, 2012, p.81, Fig.19, Subfigs.25-26.

Bolivina ordinaria (Phleger e Parker), Boltovskoy et al., 1980, p.18, Pl.3, Figs. 1-3; Martins e Gomes, 2004, p. 90 e 91, fig.2.53; Mendes, 2010, p. 178, Pl. 2, Figs. 3a-g.

Descrição morfológica: A carapaça, pequena e comprimida, é elíptica, em secção transversal, arredondada na sua terminação oral, e aguda na extremidade apical. As câmaras são estreitas, alongadas e arqueadas. A parede translúcida a opaca e brilhante, parece ser mais espessa ao longo das suturas. Estas são deprimidas, largas, encurvadas e fazem um ângulo de 50-60° com o eixo de crescimento. A abertura, estreita e pequena, estende-se a partir da sutura basal, sendo rodeada por um lábio.

Género *Bolivina* Costa 1856

Bolivina striatula (Cushman, 1922) - Estampa 2, Fig. 4 a e b

Bolivina striatula (Cushman), Martins e Gomes, 2004, p. 100 e 101, Fig. 2.57; Debenay e Luan, 2006, p. 80, Pl. 2, Fig. 2-5; Debenay e Patrona, 2009, p. 21; Souza et al., 2010, p. 25, Fig. 2, Subfig. 18; Vilela et al., 2011, p. 2064, Pl. I, Fig. 6; Milker e Schmiedl, 2012, p.82, Fig.20, Subfigs.3.

Descrição morfológica: Possui a carapaça comprimida, alongada, com margem periférica subangular e terminação oral larga e arredondada. Da terminação aboral aguda partem numerosas e finas cosquilhas longitudinais, que acabam por ficar reduzidas a estrias, e que alcançam apenas metade ou menos de metade da carapaça. A terminação apical aguda apresenta, frequentemente, uma espinha. A carapaça é constituída por 7 a 10 pares de câmaras, sendo as últimas aplanadas. A parede, brilhante e translúcida, dispõe de uma perfuração fina. As suturas deprimidas, formam um ângulo de cerca de 60° com o eixo do crescimento; a abertura oval é rodeada por um lábio.

Família Buliminellidae

Género *Buliminella*, Cushman, 1911

Buliminella elegantissima, d'Orbigny, 1839 - Estampa 2, Fig. 5

Bulimina elegantissima, d'Orbigny, 1839, 1839

Buliminella elegantissima (d'Orbigny, 1839), Murray, 1971, p. 105, Pl. 42, Figs. 1-4; Jones, 1994, p. 55, Pl. 50, figs. 20-22; Debenay et al., 1998b, p. 80, Pl. 4, Figs. 2-3; Martins e Gomes, 2004, p. 157 e 158, Fig. 2.89; Debenay et al., 2001, p. 92, Pl. 4, fig. 16; Debenay e Patrona, 2009, p. 23; Souza et al., 2010, p. 25, Fig. 2, Subfig. 19.

Descrição morfológica: A carapaça fusiforme é obtusa na sua terminação oral e pontiaguda na sua extremidade inicial; a sua espira possui duas a três voltas. As câmaras alongadas e encurvadas são estreitas e inclinadas obliquamente em relação ao eixo de alongamento. A parede, lisa, brilhante e finalmente perfurada, mostra as suturas deprimidas; a abertura, pequena e arredondada, localiza-se numa ligeira depressão da face oral, sendo envolvida por um largo rebordo.

Super Família Fursenkoinoidea

Família Fursenkoiidae

Género *Fursenkoina*, Loeblich e Tappan, 1961

Descrição morfológica: A carapaça, alongada e retorcida, três a quatro vezes mais longa do que larga, As câmaras, alongadas e infladas, aumentam rapidamente de tamanho á medida que são adicionadas, as suturas distintas são deprimidas. A parede, calcária, lisa e muito fina, apresenta uma perfuração densa, sendo mais ou menos translúcida; abertura estreita, alongada, estendendo-se da face da câmara final, uma parte inferior da abertura pode ser fechada no adulto.

Fursenkoina sp.1 - Estampa 2, Fig. 6 a

Fursenkoina sp.2 - Estampa 2, Fig. 6 b

Fursenkoina sp.3 - Estampa 2, Fig. 6 c

Ordem Lagenida

Super Família Lagenidae

Género *Reusoolina*, Colon, 1956

Reusoolina laevis, (Montagu, 1803) - Estampa 2, Fig. 7

Lagena laevis (Montagu, 1803), Debenay et al., 2001b, p. 90. Pl. 3, Figs. 2 e 8; Souza et al., 2010, p. 25, Fig. 2, Subfig. 23.

Reussoolina laevis, (Montagu, 1803)

Descrição morfológica: A carapaça, em forma de um frasco, tem a parede calcária lisa e transparente; a abertura situa-se na extremidade do pescoço.

Super Família Nodosarioidea

Família Lagenidae

Género *Lagena*, Walker e Boys, 1794

Lagena cf. sulcata, Walker e Jacob, 1798 - **Estampa 2, Fig. 8**

Fissurina sulcata (Walker e Jacob, 1798)

Lagena sulcata (Walker e Jacob), Murray, 1971, p. 87, Pl.34, Figs. 5-7; Jones, 1994, p. 64, Pl. 57, Figs. 23, 25-27, 33-34; Debenay et al., 2001b, p. 90, Pl. 3, Fig. 4 e 7.

Descrição morfológica: A carapaça, ovalada, tem a extremidade aboral arredondada. A sua terminação aboral prolonga-se através de um pescoço, no topo do qual se encontra a abertura circular. A superfície da carapaça é ornamentada por numerosas estrias longitudinais, a parede é calcária e hialina.

Super Família Polymorphinoidea

Família Ellipsolagenidae

Sub Família Ellipsolageninae

Género *Fissurina*

Fissurina laevigata, Reuss, 1850 - **Estampa 2, Fig. 9**

Lagena laevigata (Reuss, 1850)

Fissurina laevigata (Reuss), Jones, 1994, p. 113, Pl. 114, fig. 8; Martins e Gomes, 2004, p. 74, fig. 2.42.

Descrição morfológica: A carapaça, um tanto comprimida lateralmente, de contorno externo oval ou piriforme, quando observada de frente, apresenta a margem periférica arredondada e mais ou menos deprimida. A câmara é inflada na sua metade aboral, sendo mais estreita, na zona oral. A parede lisa, translúcida e brilhante, possui a margem lateral mais clara e transparente; a extremidade oral é espessada, vítrea e lunada. A abertura, uma fenda estreita,

apresenta um tubo entosoleniano curto que se prolonga para o interior da carapaça, a partir do centro uma ranhura de contorno aproximadamente elíptico.

Ordem Miliolida
Super Família Conuspiroidea
Família Cornuspiridae
Género *Cornuspira*, Schultze, 1854

***Cornuspira involvens*, Reuss, 1850 - Estampa 2, Fig. 12**

Cyclogyra involvens (Reuss, 1850), Murray, 1971, p. 53, Pl. 18, figs. 1-3

Cornuspira involvens (Reuss), Jones, 1994, p. 26, Pl. 11, Figs. 1-3; Murray, 2003, p. 15, Fig. 4, Subfig. 5; Milker e Schmiedl, 2012, p. 44, Fig. 12, Subfig. 1

Descrição morfológica: A carapaça é discoidal, circular e achatada, a parede é porcelanosa e não perfurada; a abertura é arredondada na extremidade da câmara tubular.

Os Miliolideos, não chegaram a ser identificados na totalidade e por isso foram agrupados consoante as suas características morfológicas e forma da carapaça, estão representados na **Estampa 3, Figs 1-18**

Fig. 1) Miliolídeo 1 - *Quinqueloculina seminula* (?) in Murray, 1971; Debenay et al., 2001b; Debenay e Luan, 2006; Debenay e Patrona, 2009; Guimerans et al., 1999; Milker e Schmiedl, 2012.

Fig. 2) Miliolídeo 2 - *Quinqueloculina subpolygona* (?) in Hayward et al., 1999.

Fig. 3 a e b) Miliolídeo 3 - *Miliolinella* sp. in Guimerans et al., 1999; Debenay et al., 2001; Debenay e Patrona, 2009; Milker e Schmiedl, 2012.

Fig. 4) Miliolídeo 4 - *Pyrgo oblonga* (?) in Guimerans et al., 1999; Milker e Schmiedl, 2012.

Fig. 5 a e b) Miliolídeo 5 - *Adelosina mediterraniensis* (?) in Debenay et al., 2001; Guimerans et al., 1999; Milker e Schmiedl, 2012.

Fig. 6) Miliolídeo 6 - *Quinqueloculina* sp.

Fig. 7) Miliolídeo 7 - *Quinqueloculina lamarckiana* (?) in Guimerans et al., 1999; Souza et al., 2010.

Fig. 8) Miliolídeo 8 - *Quinqueloculina akneiana* (?) in Debenay e Luan, 2006; Martins e Gomes, 2004.

Fig. 9) Miliolídeo 9 - *Quinqueloculina cooki* (?) in Hayward et al., 1999.

Fig. 10) Miliolídeo 10 - *Quinqueloculina costata* (?) in Colom, 1974; Souza et al., 2010.

Fig. 11) Miliolídeo 11 - *Quinqueloculina laevigata* (?); *Adelosina* cf. *longirrostra* (?) in Souza et al., 2010; Milker e Schmiedl, 2012.

Fig. 12) Miliolídeo 12 - *Massilina secans* in Murray, 1971; Colom, 1974; Guimerans et al., 1999.

Fig. 13) Miliolídeo 13 – *Quinqueloculina stelligera* (?) in Milker e Schmiedl, 2012.

Fig. 14) Miliolídeo 14 – *Quinqueloculina limbata* (?) in Milker e Schmiedl, 2012
Quinqueloculina carinatastriata (?) in Bouchet et al., 2007; Debenay e Patrona, 2009.

Miliolídeo 15 – *Adelosina* sp.

Miliolídeo 16 – *Adelosina* spp.

Miliolídeo 17 – *Quinqueloculina agglutinans* (?); *Siphonaperta agglutinans* (?) in Guimerans et al., 1999.

Miliolídeo 18 – *Quinqueloculina rugosa* (?); *Cycloforina rugosa* (?) in Guimerans et al., 1999; Mendes, 2010.

Ordem Spirillinida

Sub Ordem Spirillinina

Família Spirillinidae

Género *Spirillina*

***Spirillina vivipara*, Ehrenberg, 1843 - Estampa 2, Fig. 10**

Spirillina vivipara (Ehrenberg), Murray, 1971, p. 145, figs 1-2; Jones, 1994, p. 92, Pl. 85, Fig. 1-4; Milker e Schmiedl, 2012, p. 43, Fig. 11, Subfig. 15-15.

Descrição morfológica: Carapaça espiral plana, transparente e delicada, com até 5 voltas, que gradualmente aumente em tamanho muito regular, com poros espaçados e dilatados, parede calcária hialina; abertura na extremidade da câmara tubular.

Família Patellinidae

Sub Família Patellininae

Género *Patellina*

***Patellina corrugata*, Williamson, 1858 - Estampa 2, Fig. 11 a e b**

Patellina corrugata (Williamson), Murray, 1971, p. 147, pl. 61, Figs. 2-5; Jones, 1994, p. 93, Pl. 86, Figs. 1-7; Martins e Gomes, 2004, p. 47e 48, Fig. 2.22; Milker e Schmiedl, 2012, p. 43 e 44, Fig. 11, Subfig. 21-23.

Descrição morfológica: A carapaça cônica tem o contorno externo circular e a margem periférica angular e carenada. O lado espiral, convexo, possui, em cada volta, 2 câmaras subdivididas superficialmente por finos tabiques debilmente marcados. O lado umbilical é aplanado a côncavo, existindo uma linha de crescimento na parede fina e translúcida. As suturas do lado espiral são limbadas. A abertura alongada localiza-se na orla interna da última câmara, no lado involuto.

Ordem Rotaliida Delage e Heround, 1896

Super Família Asterigerinoidea

Família Asterigerinatidae, Reiss, 1963

Género *Asterigerinata*, Bermúdez, 1949

Asterigerinata mamilla, Williamson, 1848 - **Estampa 4, fig. 1 a-c**

Rotalia mamilla (Williamson, 1848)

Asterigerinata mamilla (Williamson), Murray, 1971, p. 141, Pl. 59, Figs. 1-6; Debenay et al., 2001b, p.82, Pl. 4, Figs. 20-21; Martins e Gomes, 2004, p. 218 e 219, Fig. 2.129; Milker e Schmiedl, 2012, p. 111, Fig. 25, Subfigs. 10-13.

Descrição morfológica: A carapaça, plano-convexa com margem periférica sub-angular, apresenta um enrolamento trocospiralado; na generalidade dos casos, as câmaras são muito encurvadas, em número 5 na última volta. As suturas do lado espiral são retroversas e complanares. Nesta face, os poros grandes acompanham o contorno das suturas. No lado ventral, o umbilico é fechado e rodeado por pequenas câmaras secundárias. A abertura situada no lado ventral é arredondada.

Família Heleninidae

Género *Helenina*, Saunders, 1961

Helenina anderseni, Warren, 1961 - **Estampa 4, fig. 2 a e b**

Pseudoeponides anderseni (Warren, 1957)

Helenina anderseni (Warren), Scott e Medioli, 1980, p.40, Pl. 5, Figs. 10-11; Javax e Scott, 2003, p. 16, Fig. 6, subfigd. 3-4; Debenay e Luan, 2006, p.80. Pl. 2, Figs. 62-63; Debenay e Patrona, 2009, p. 39; Kovacs et al., 2013, p.125, Fig. 5, Subfigs. 15.

Descrição morfológica: Carapaça formando uma trocospiral baixa, os dois lados achatados, todas as câmaras visíveis no lado espiral achatado, câmaras alargando gradualmente, de uma maior amplitude do que altura; parede calcária, perfurada finamente; superfície lisa; abertura uma fenda interiomarginal extraumbilical, delimitada por um lábio.

Super Família Nonionioidea

Família Nonionidae

Género *Haynesina*, Banner e Culver, 1978

Haynesina depressula, Walker e Jacobs, 1798 - **Estampa 4, fig. 3 a e b**

Nonion depressula (Walker e Jacobs, 1798)

Haynesina depressula (Walker e Jacobs), Debenay et al., 2001b, p. 96, Pl. 6, Figs. 11 e 12; Debenay e Patrona, 2009, p. 38; Milker e Schmieidl, 2012, p. 112, Fig. 25, Subfigs. 17-18.

Descrição morfológica: A parede é calcária, planispiral, circular e biumbilicada com umbilicos estreitos e deprimidos em visão periférica, as suturas são radiais, curvadas para trás, cerca de 8 a 10 câmaras por volta, que aumentam gradualmente de tamanho à medida que são adicionadas, região umbilical é preenchida por pústulas; periferia subarredondada e superfície da carapaça lisa; abertura é um arco interiomarginal, obscurecida por pústulas.

Haynesina germanica, Ehrenberg, 1840 - **Estampa 4, fig. 4 a e b**

Nonion germanica (Ehrenberg, 1840)

Nonionina germanica (Ehrenberg, 1840)

Haynesina germanica (Ehrenberg), Loeblich and Tappan, 1987, p. 616, pl. 689, Figs. 1- 4; Jones, 1994, p. 107, Pl. 109, Figs. 6-7; Debenay et al., 2001b, p. 96, Pl. 6, fig. 11; Martins e Gomes, 2004, p. 221-222, Fig. 2.131; Ernst et al., 2006, p. 82, pl 1, Fig. 1-3, Diz e Francés, 2008, p. 183, Pl. 2, Fig. 5; Calvo-Marcilese e Langer, 2010, Fig.1 a-i.

Descrição morfológica: A carapaça vítrea e finalmente perfurada, planispiral e involuta em ambos os lados. Possui tubérculos pequenos e cónicos concentrados ao longo das suturas basais das câmaras, na zona umbilical das suturas intercamarais e no umbilico, onde podem

coalescer e originar bossas. A abertura primária situada ao longo da sutura basal da última câmara prolonga-se nos dois lados, pela periferia das voltas prévias até ao umbilico. Possui aberturas relíquia na terminação umbilical das suturas das últimas câmaras; estas aberturas são muito pequenas e difíceis de observar, sendo os tubérculos que as rodeiam mais facilmente identificáveis.

Super Família Nonionioidea

Família Nonionidae

Sub Família Nonioninae

Género *Nonionella*

***Nonionella atlantica*, Cushman, 1936 - Estampa 4, fig. 5 a e b**

Pseudononion atlanticum, (Cushman, 1936), Debenay et al., 2001b, p. 96, Pl. 6, Fig. 17; Debenay et al., 2002, p. 532, Pl. 3, Figs. 22-23; Laut, L.L.M., 2007, p. 266, Pl. III, Fig. 59 ; Souza et al., 2010, p. 25, Fig. 2, Subfig. 28.

Descrição morfológica: Carapaça, hialina e simétrica de ambos os lados; trocospiral baixa, lado espiral parcialmente evolutivo, lado espiral involuto, inúmeras câmaras largas e baixas, câmaras com abas como projeção pendendo do umbilico, estas câmaras são sucessivamente sobrepostas, suturas curvas, deprimidas, periferia arredondada; parede calcária, finamente perfurada, superfície lisa e sem pústulas; a abertura é um pequeno arco interiomarginal quase equatorial que se estende um pouco para o lado do cordão umbilical.

Super Família Planorbolinoidea

Família Planorbulinidae

Sub Família Planorbulininae

Género *Planorbulina*

***Planorbulina mediterraneensis*, d'Orbigny, 1826 - Estampa 4, fig. 6 a e b**

Planorbulina vulgaris (d'Orbigny, 1839)

Planorbulina mediterraneensis (d'Orbigny), Murray, 1971, p.179, Pl. 75, Figs. 1-6; Jones, 1994, p. 96, Pl. 92, Fig. 1; Debenay et al., 2001b, p.96, Pl. 6, Fig. 3; Martins e Gomes, 2004, p. 214 e 215, Fig. 2.127; Milker e Schmiedl, 2012, p. 108, Fig. 24, Subfigs. 21-24.

Descrição morfológica: Os indivíduos jovens têm a forma trocospiral inicial. Nos indivíduos adultos, depois do estágio inicial, trocospiral, as câmaras são adicionadas segundo um padrão cíclico, contribuindo para a definição de um contorno quadrangular. As suturas são deprimidas. As aberturas que se localizam no lado espiral permanecem, muitas vezes, abertas depois da adição de novas câmaras. Cada câmara apresenta duas ou mais aberturas labiadas. A parede calcária é grosseiramente perfurada em ambos os lados.

Super Família Rotalioidea

Família Elphidiidae

Género *Elphidium* de Montford, 1808

Elphidium advenum, Cushman, 1922

***Elphidium advenum* sp.1 - Estampa 5, fig. 1 a e b**

***Elphidium advenum* sp.2 - Estampa 5, fig. 2 a e b**

***Elphidium advenum* sp.3 - Estampa 5, Fig. 3 a e b**

Polystomella advena (Cushman, 1922)

Cribrononion advenum (Cushman, 1922)

Elphidium advenum (Cushman), Jones, 1994, p. 108, Pl. 110, Fig. 1; Hayward et al., 1997; Debenay e Luan, 2006, p. 80, Pl. 2, Fig. 46; Debenay e Patrona, 2009, p. 29; Milker e Schmiedl, 2012, p. 119, Fig. 27, Subfigs. 7-8.

Descrição morfológica: A carapaça é planispiral, involuta. As câmaras são numerosas e estreitas, aumentando gradualmente de tamanho com o crescimento. A periferia possui carena. As suturas são deprimidas e curvadas para trás, possuindo fossetas. A zona umbilical tem 1 botão levemente desenvolvido. Abertura primária intermaginal, com múltiplas aberturas arredondadas na base. A carapaça calcária é fina e densamente perfurada, excepto na periferia.

***Elphidium advenum* cf. var *margaritaceum*, Cushman, 1930 - Estampa 5, fig. 4**

Elphidium advenum var *margaritaceum* (Cushman, 1930)

Elphidium margaritaceum (Cushman); Milker e Schmiedl, 2012, p. 122, Fig. 27, Subfigs. 23-24.

Descrição morfológica: Carapaça planispiral involuta e lenticular na periferia, bilateralmente simétrica; a margem periférica é aguda. As suturas são deprimidas e curvadas para trás. A região umbilical é deprimida, possui fossetas. A abertura primária consiste numa linha de aberturas interiomarginais. A carapaça calcária é densamente ornamentada com pústulas e a região apertural tem uma linha de superfície áspera.

***Elphidium cf. discoidale*, d'Orbigny, 1839 - Estampa 5, fig. 5**

Polystomella discoidale (d'Orbigny, 1839),

Elphidium cf. discoidale (d'Orbigny) Martins e Gomes, 2004, p.262 e 263, Fig. 2.155; Lançone et al., 2005, p. 185, Fig.2, Subfig. L.

Descrição morfológica: A carapaça é planispiral, involuta e discooidal é bilateralmente simétrica. A margem periférica é arredondada e lobulada, subaguda e espessada. Possui câmaras levemente infladas e arqueadas. A região umbilical, relativamente grande e convexa, é dotada de um umbo calcário, brilhante e um tanto transparente; o botão umbilical é perfurado. As suturas arqueadas e ligeiramente deprimidas são atravessadas por pequenas fossetas ovoides e processos rectais curtos e apertados. As paredes lisas e semitransparentes apresentam perfurações de várias dimensões. A abertura é constituída por uma série de orifícios na base da face oral.

***Elphidium excavatum*, Terquem, 1875 - Estampa 5, fig. 6**

Cribroelphidium excavatum (Terquem, 1875)

Elphidium excavatum f. *excavatum* (Terquem, 1875)

Elphidium selseyense (Terquem, 1875) Miller et al., 1982, p. 132-134, Pl. 1, Figs.13-16; Pl. 5, Figs. 10-13; Pl. 6, Figs.9-13.

Elphidium excavatum (Terquem), Murray, 1971, p. 159, Pl. 66, figs. 1-7; Debenay et al., 1998b, p. 80, Pl. 4, Figs. 9-10; Debenay et al., 2001b, p. 96, Pl. 6, Fig. 5; Debenay e Patrona, 2009, p. 26; Souza et al., 2010, p. 25, Fig. 2, Subfig. 21; Vilela et al.,2011, p. 2065, pl. 2. Figs. 6 e 7

Descrição morfológica: Carapaça calcária, planispiral, com a periferia amplamente rodeada e a região umbilical ligeiramente côncava. Com 8 a 10 câmaras infladas, com suturas retas e moderadamente curvadas para trás, sobre as quais se implantam os poros, umbigo deprimido,

coberto por numerosas papilas. Abertura primária consiste em pequenas e rodadas aberturas interiomarginais, cobertas por pequenas pústulas.

***Elphidium galvestonense*, Kronfeld, 1931 - Estampa 5, fig. 7**

Criboelphidium excavatum var. *clavatum* (Cushman, 1930), Debenay e Luan, 2006, p. 80, Pl 2. Fig. 55.

Elphidium gunteri var *galvestonense* (Kronfeld, 1931)

Elphidium clavatum (Cushman, 1930), Murray, 2006, p.65, Fig.4.2, Subfig.2; Calvo-Marcilense, L., 2011, p. 133-134, Pl. 6, Figs. 10-12.

Elphidium galvestonense (Kronfeld, 1931), Anjos-Zerfas et al., 2006, p.48, fig. 7; Murray, 2006, p.65, Fig.4.2, Subfig.5; Laut, L.L.M., 2007, p. 274, Pl. III, Fig. 63; Cusminsky et al., 2009, p. 1223, Fig. 2, Subfigs. 2-3

Descrição morfológica: A carapaça calcária, em forma de disco; as suturas são curvadas para trás; a região umbilical possui um colar imperfurado rodeando o umbigo.

***Elphidium gerthi*, Van Voorthuysen, 1957 - Estampa 5, fig. 8**

Cribrononion gerthi (Van Voorthuysen), Debenay et al., 2001b, p. 96, Pl. 6, Fig. 15; Martins e Gomes, 2004, p. 257-258, Fig. 2.152

Elphidium gerthi (Van Voorthuysen), Murray, 1971, p. 161, Pl. 67, Figs. 1-7; Mendes, 2010, p.198., Pl 5, Fig. 5 a-e.

Descrição morfológica: A carapaça, planispiral, comprimida e vagamente evoluta. As suturas são deprimidas e retro versas, encurvando para trás próximo da periferia, são atravessadas por pontes ou processos retrais, possuindo uma série de fossetas. A área umbilical é aplanada e deprimida. A abertura múltipla é constituída por uma série de arcos interiomarginais. A parede é lisa, apresentando nas zonas suturais da região umbilical uma ornamentação constituída por pequenas papilas.

***Elphidium gunteri*, Cole, 1931 - Estampa 5, fig. 9 a-d**

Criboelphidium vadescens (Cushman e Brönniman, 1948)

Elphidium littorale (Le Calvez e Le Calvez, 1951)

Elphidium oceanensis (d'Orbigny), Murray, 1971, p. 165, Pl. 69, Figs. 1-7; Cearreta, 1988, p. 36, Pl. I, fig. 7; Cearreta, 1989, p. 79, Pl. I, Fig. 9; Leorri e Cearreta, 2004, p. 78, Pl. 1, Fig. 5; Cearreta et al., 2006, p. 59, Pl. 2, Fig. 3.

Elphidium gunteri (Cole), Debenay et al., 1998b, p. 80, Pl. 4, Fig.17, Anjos-Zerfas et al., 2006, p.48, Fig. 10; Calvo-Marcilense, L., 2011, p. 129-130, Pl. 6, Figs. 1-3; Vilela et al., 2011, p. 2065, Pl. 2, Fig. 8 -9.

Descrição morfológica: Carapaça planispiral, involuta, inflada com; periferia arredondada, suturas deprimidas, direitas para suavemente curvas; zona umbilical pode ser deprimida ou levantada devido ao crescimento de uma bossa irregular; abertura é uma linha interiomarginal de arcos; a parede da carapaça calcária é grosseiramente perfurada.

***Criboelphidium poeyanum*, d'Orbigny, 1826 - Estampa 5, fig. 10 a-c**

Polystomella poyana (d'Orbigny, 1826)

Elphidium poeyanum (d'Orbigny, 1826), Debenay et al., 1998b, p. 80, Pl. 4, Fig. 11; Murray, 2006, p.65, Fig.4.2, Subfig.9.

Criboelphidium cuvillieri (Lévy, 1966), Debenay et al., 2001b, p. 96, Pl. 6, Fig. 18; Mendes 2010, p. 198, pl. 5. Fig. 3.

Criboelphidium poeyanum (d'Orbigny); Lançone et al., 2010, p. 540, Pl 1, Fig. L.

Descrição morfológica: Semelhante aos outros *Elphidiuns*, mas com a carapaça mais ovalada, mais suave e finamente perfurada.

***Elphidium granosum*, d'Orbigny, 1826 - Estampa 5, fig. 11 a-b**

Nonionina granosa (d'Orbigny, 1846)

Porosonion granosum (d'Orbigny), Poignant et al., 2000, p. 400-401, Pl. 1, Figs. 13-15.

Elphidium granosum (d'Orbigny), Milker e Schmiedl, 2012, p. 121, Fig. 27, Subfig. 17-18.

Descrição morfológica: Carapaça calcária, hialina, planispiral e involuta, com perfuração grosseira; as suturas são curvadas para trás, a região umbilical e suturas estão cheias de pústulas, periferia é subarredondada; abertura primária consiste numa linha de aberturas interiomarginais cobertas de pústulas. A superfície da carapaça é fina.

Família Rotaliidae

Sub Família Ammoniinae

Género *Ammonia*, Brünnich, 1772

***Ammonia tepida*, Cushman, 1926 - Estampa 4, fig. 7 a-d**

Ammonia beccarii var *tepida* (Cushman, 1926)

Ammonia tepida (Cushman), Debenay et al., 1998b, p. 80, Pl. 4, Figs. 22-23; Lançone et al., 2005, p. 185, Fig. 2, subfigs. A e B; Cearreta et al., 2006, p. 59, Pl. 2, Fig. 2; Debenay e Luan, 2006, p. 80, Pl. 2, Fig. 25 e 29; Debenay e Patrona, 2009, p. 18, Figs.1-6; Teodoro et al., 2010, p. 540, Pl.1, Figs A e B; Vilela et al., 2011, p. 2069, Pl. 2, Figs. 1-3.

Descrição morfológica: Carapaça média, globosa ou ligeiramente biconvexa e com a periferia amplamente arredondada; as câmaras são ligeiramente infladas vão aumentando gradualmente de tamanho; com suturas algo curvadas e, por vezes mais ou menos limbadas. A parede calcária é brilhante e finamente perfurada; a abertura é uma fenda interiomarginal simples que abre para o umbilico; sem tampões na região umbilical.

Sub Família Pararotaliinae

Género *Pararotalia*, Le Calvez, 1949

Pararotalia cananeaensis, Debenay, Duleba, Bonetti De Melo e Souza e Eichler, 2001-

Estampa 4, fig. 8 a-b

Pararotalia Le Calvez, 1949

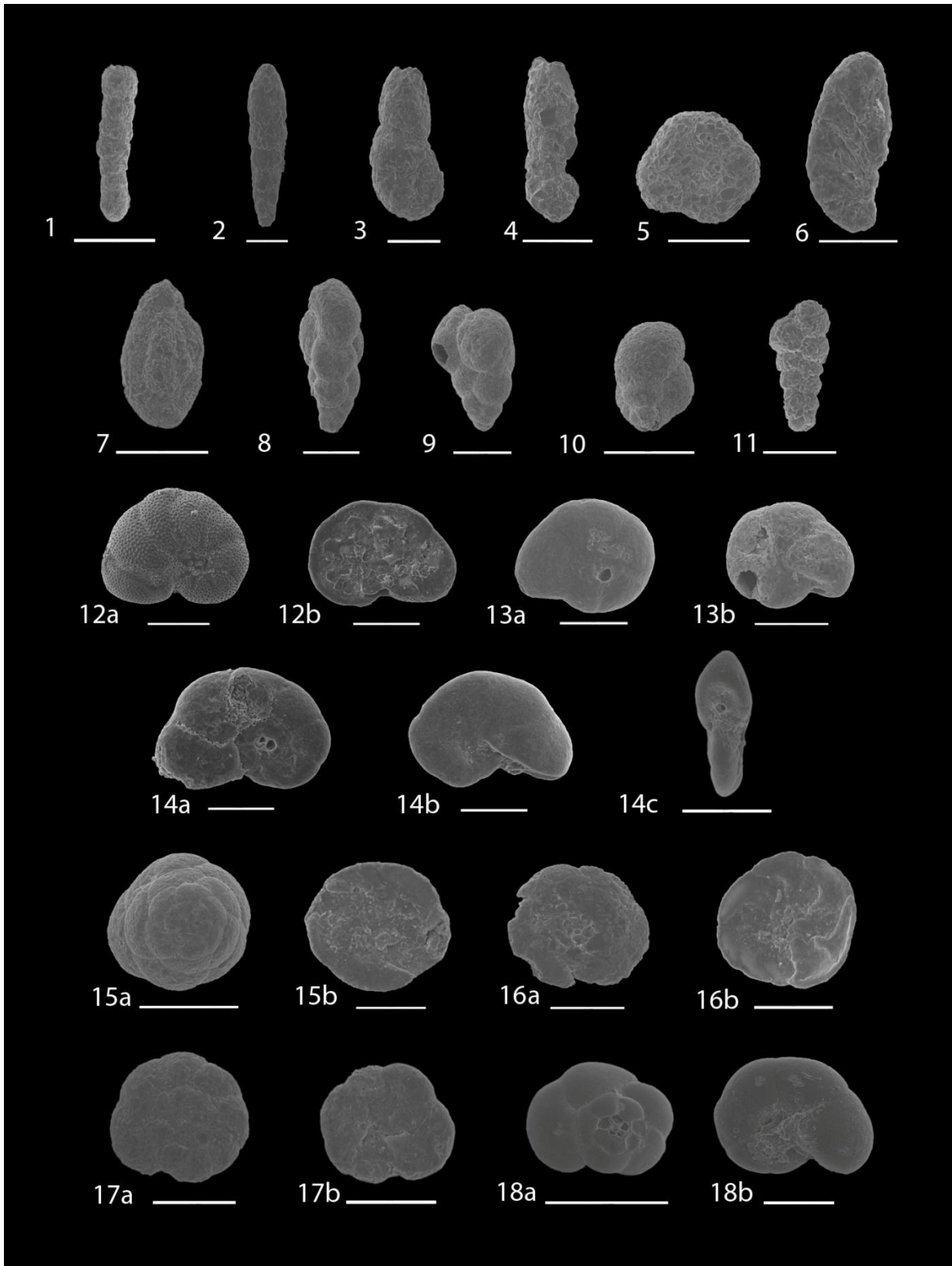
Pararotalia cananeaensis (Debenay, Duleba, Bonetti De Melo e Souza e Eichler), Debenay et al., 2001c, p. 159, Pl. 1, Figs. 1-11; Lançone et al., 2005, p.185, Fig. 2, Subfig. S; Teodoro et al., 2010, p. 541, Pl. 2, Figs. H e I.

Descrição morfológica: Carapaça pequena, parede calcária perfurada e superfície radial com numerosos espinhos curtos; trocospiral, planoconvexa a ligeiramente biconvexa na periferia, arredondada em indivíduos jovens, tornando-se mais inclinada em exemplares adultos; contorno periférico lobulado; câmaras dispostas em cerca de duas voltas, suturas suavemente curvadas de volta para a periferia; abertura grande interomarginal extraumbilical estendendo-se obliquamente na face apertural com um lábio distinto; intercameral forame areal.

Estampa 1

1. *Polysaccamina hyperhalina*; X 200; escala 200 µm
2. *Reophax nana*; X 350; escala 100 µm
3. *Ammobaculites* cf. *dilatatus*; X 150; escala 200 µm
4. *Ammobaculites* cf. *exiguus*; X 200; escala 200 µm
5. *Ammobaculites* sp; X 200; escala 200 µm
6. *Ammotium* cf. *cassis*; X 350; escala 100 µm
7. *Miliammina fusca*; X 200; escala 200 µm
- 8). *Verneuilinilla* cf. *advena*; X 150; escala 200 µm
- 9). *Eggerella* cf. *bradyi*; X 150; escala 200 µm
- 10). *Eggereloides scaber*; X 200; escala 200 µm
11. *Textularia earlandi*; X 350; escala 100 µm
12. *Discorinopsis aguayoi* **a)** vista dorsal; **b)** vista ventral; X 200; escala 200 µm
13. *Arenoparrella mexicana* **a)** vista dorsal; **b)** vista ventral; X 350; escala 100 µm
- 14 **a, b e c)**. *Jadammina macrescens*; **a)** vista dorsal; **b)** vista ventral; X 350; escala 100 µm;
c) vista lateral, abertura suplementar; X 200; escala 200 µm
- 15 **a e b)**. *Deuterammina plymouthensis*; **a)** vista dorsal; X 500; **b)** vista ventral; X 350;
escala 100 µm
- 16 **a e b)**. *Lepidodeuterammina ochracea*; **a)** vista dorsal; X 350; escala 100 µm; **b)** vista
ventral; X 350; escala 200 µm
- 17 **a e b)**. *Remaneica* sp. **a)** vista dorsal; **b)** vista ventral; X 350; escala 100 µm
- 18 **a e b)**. *Trochammina inflata*; **a)** vista dorsal; X 100; escala 100 µm; **b)** vista ventral; X
150; escala 200 µm

ESTAMPA 1



Estampa 2

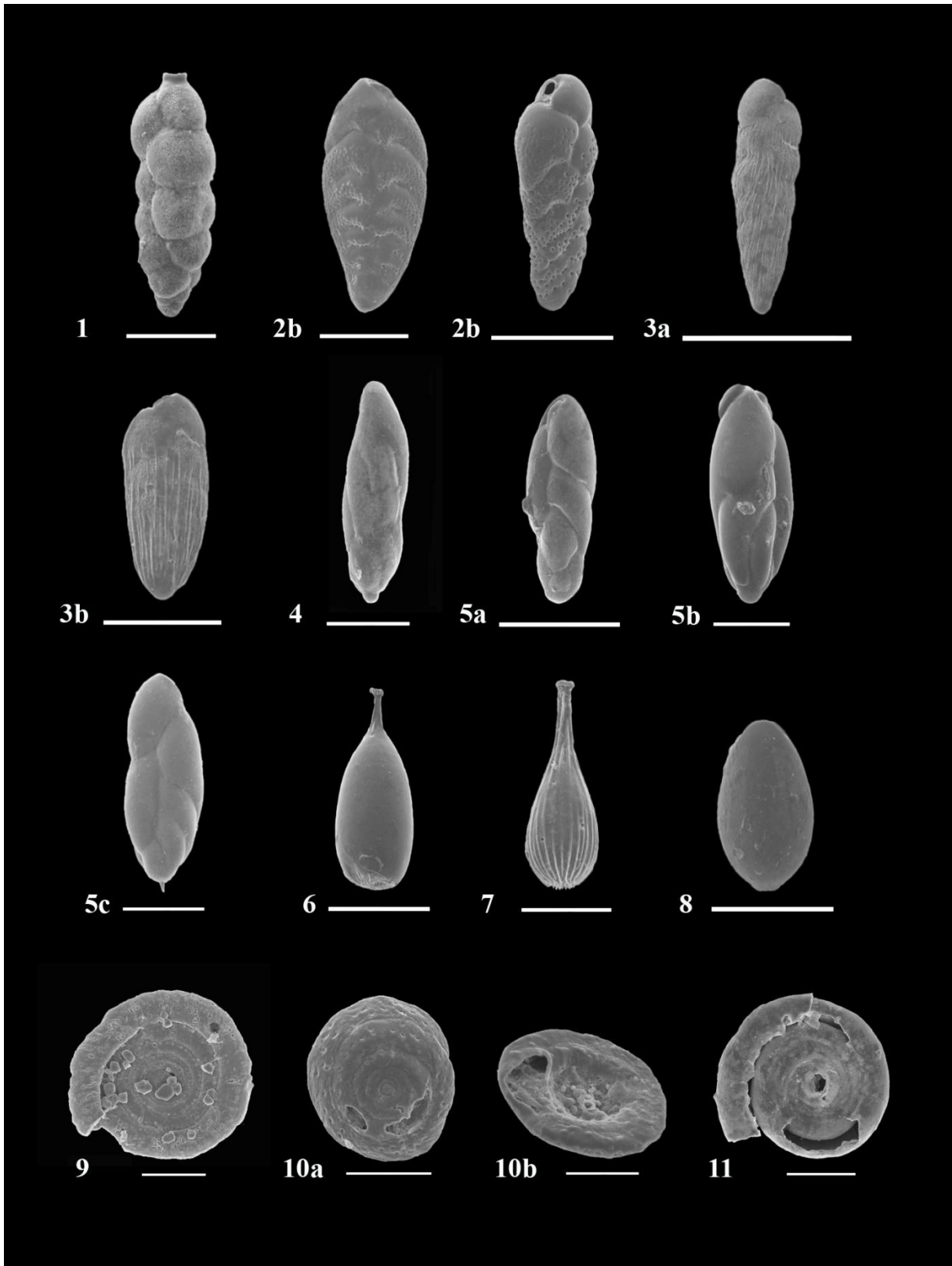
1. *Hopkinsina atlantica*; X 350; escala 100 μm
2. *Bolivina ordinaria*; X 350; escala 100 μm
3. *Bolivina sp.*; X 500; escala 100 μm
4. **a e b).** *Bolivia cf. striatula* (Cushman, 1922); **a).** X 200; **b).** X 100; escala 200 μm
5. *Buliminella elegantissima*; X 350; escala 100 μm

- 6 **a-c).** **a)** *Fursenkoina sp.1*; X 200; escala 200 μm ; **b)** *Fursenkoina sp.2*; **c)** *Fursenkoina sp.3*; **b e c).** X 350; escala 100 μm
7. *Reusoolina laevis*; X 200; escala 100 μm
8. *Lagena sulcata*; X 350; escala 200 μm
9. *Fissurina laevigata*; X 200; escala 200 μm
10. *Spirillina vivipara*; X 350; escala 100 μm

- 11 **a e b).** *Patellina corrugata*; **a)** dorsal; X 500; escala 100 μm ; **b)** ventral; X 750; escala 50 μm

12. *Cornuspira involvens*; X 350; escala 100 μm

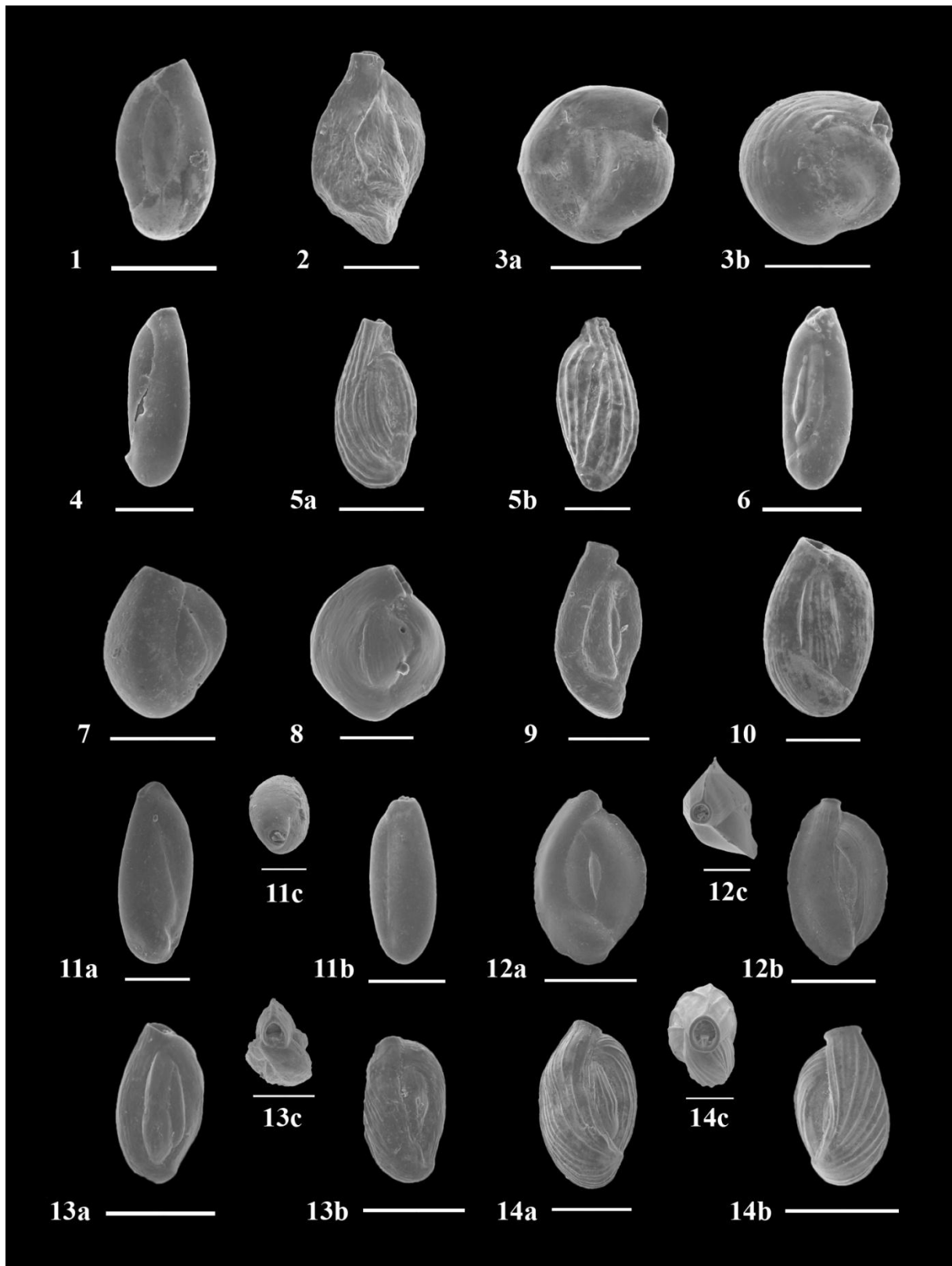
ESTAMPA 2



Estampa 3

- 1). **Miliolideo sp.1** *Quinqueloculina seminula*; X 200; escala 200 µm
- 2). **Miliolideo sp.2** *Quinqueluculina subpolygona* (?); X 350; escala 100 µm
- 3 **a e b).** **Miliolideo sp.3** *Miliolinella* sp. **a)** X 150; escala 200 µm; **b)** X 500; escala 100 µm
- 4). **Miliolideo sp.4** *Pyrgo oblonga* (?); X 350; escala 100 µm
- 5). **Miliolideo sp.5** *Adelosina mediterraneensis* (?); **a)** vista dorsal; X 200; escala 200 µm; **b)** vista ventral; X350; escala 100 µm
- 6) **Miliolideo sp.6** *Quinqueloculina* sp.; X 200; escala 200 µm
- 7) **Miliolideo sp.7** *Quinqueloculina lamarckiana* (?); X 200; escala 200 µm
- 8) **Mililideo sp. 8** *Quinqueloculina akneriana* (?); X 350; escala 100 µm
- 9) **Miliolideo sp. 9** *Quinqueluculina cooki* (?); X 200; escala 200 µm
- 10) **Miliolideo sp. 10** (?) *Quinqueloculina costata*; X 200; escala 200 µm
- 11 **a, b e c).** **Miliolideo sp. 11** *Quinqueloculina laevigata* (?); *Adelosina. longirrostra*; **a e b)** X 200; escala 200 µm; **c)** vista lateral; X 350; escala 100 µm
- 12) **Miliolideo sp. 12** *Massilina secans*; **a e b)** X 75; escala 500 µm; **c)** vista lateral; X 150; escala 200 µm
- 13) **Miliolideo sp.13** *Quinqueloculina stelligera*; **a e b)** X 200; escala 200 µm; **c)** vista lateral; X 500; escala 100 µm
- 14) **Miliolideo sp.14** *Quinqueloculina limbata* (?); *Adelosina carinatastriata* (?); **a e b)** X 200; escala 200 µm; **c)** vista lateral; X 500; escala 200 µm

ESTAMPA 3



Estampa 4

1 a - c). *Asterigerinata mamilla*, **a)** vista dorsal; **b)** vista ventral; X 350; escala 100 µm; **c)** vista lateral; X 500; escala 100 µm

2 a e b). *Helenina anderseni*, **a)** vista dorsal; **b)** vista ventral; X 200; escala 200 µm

3 a e b). *Haynesina depressula*; **b)** vista lateral; X 200; escala 200 µm

4 a e b). *Haynesina germanica*; **b)** vista lateral; X 200; escala 200 µm

5 a e b). *Nonionella atlantica*; **a)** vista dorsal; **b)** vista ventral; X 350; escala 100 µm

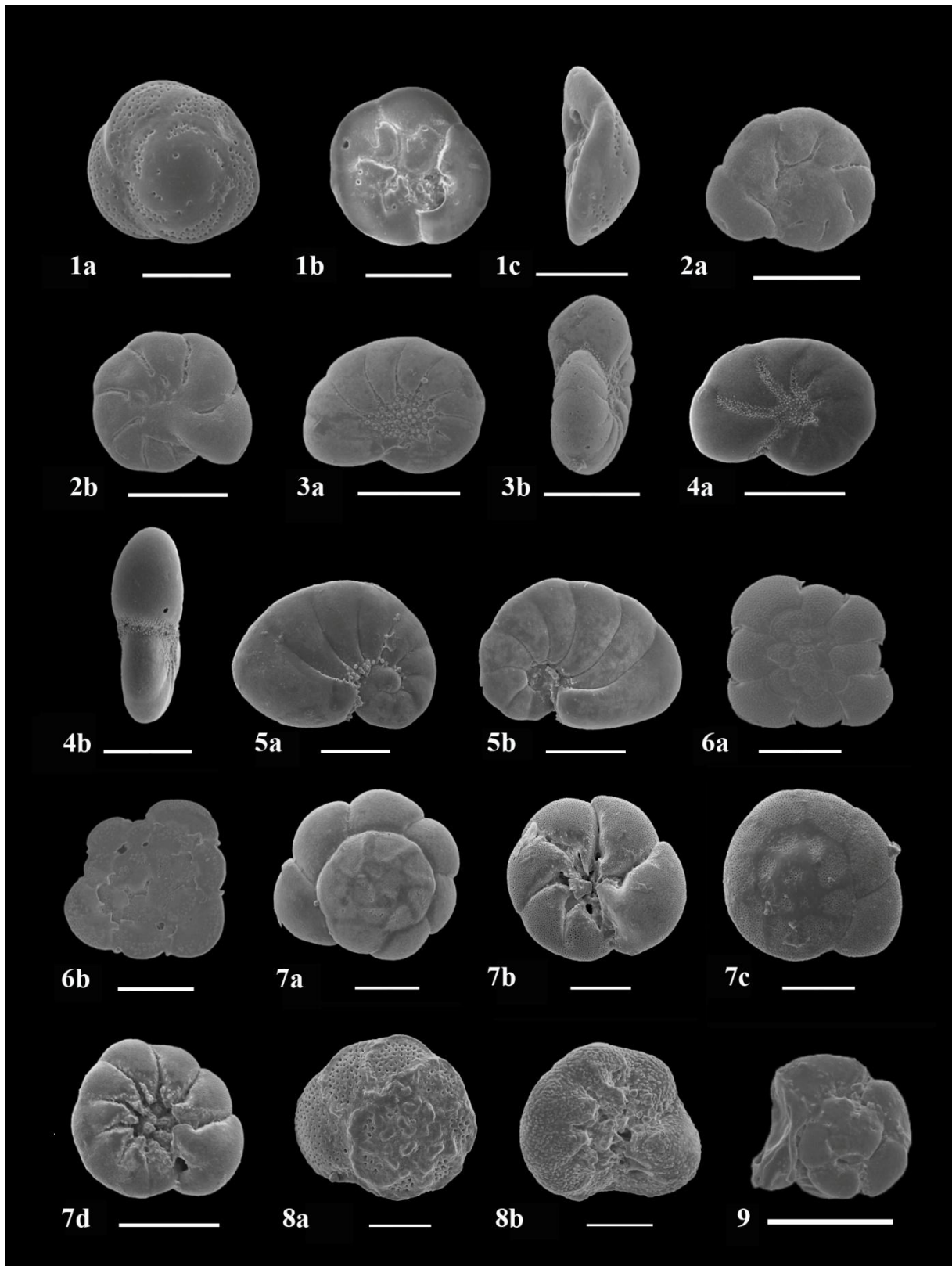
6 a e b). *Planorbulina mediterraneensis*; **a)** vista dorsal; **b)** vista ventral; X 150; escala 200 µm

7 a -d). *Ammonia tepida*; **a e c)** vista dorsal; X 350; escala 100 µm; **b e d)** vista ventral; X 350; **b)** escala 100 µm; **d)** escala 200 µm

8 a e b). *Pararotalia cananeiaensis*; **a)** vista dorsal; **b)** vista ventral; X 350; escala 100 µm

9. Forro interno; Interior orgânico; Lining; X 150; escala 200 µm

ESTAMPA 4



Estampa 5

1 a e b). *Elphidium advenum* sp.1; X 200; escala 200 µm; **b)** vista lateral; X 350; escala 100 µm

2 a e b). *Elphidium advenum* sp.2; **b)** vista lateral; X 350; escala 100 µm

3 a e b). *Elphidium advenum* sp.3; X 350; **b)** vista lateral; X 500; escala 100 µm

4 a e b). *Elphidium margaritaceum*; X 150; **b)** vista lateral; X 200; escala 200 µm

5 a e b). *Elphidium* cf. *discoideale*; X 350; **b)** vista lateral; X 500; escala 100 µm

6. *Elphidium excavatum*; X 200; escala 200 µm

7. *Elphidium galvestonense*; X 200; escala 200 µm

8 a e b). *Elphidium gerthi*; **b)** vista lateral; X 200; escala 200 µm

9 a-d). *Elphidium gunteri*; **a-d)** X 350; escala 100 µm; **d)** vista lateral

10 a, b e c). *Criboelphidium poeyanum*; **a)** X 350; escala 100 µm; **b)** X 200; escala 200 µm; **c)** vista lateral; X 200; escala 200 µm

11 a e b). *Elphidium granosum*; **a)** X 350; escala 100 µm; **b)** X 200; escala 200 µm

ESTAMPA 5

